

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Tese

Potencial de chinchilho (*Tagetes minuta*, Asteraceae) no manejo agroecológico de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata

Calisc de Oliveira Trecha

Pelotas, 2018

Calisc de Oliveira Trecha

Potencial de chinchilho (*Tagetes minuta*, Asteraceae) no manejo agroecológico de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch (UFPel)

Coorientadores:

Dr. Carlos Alberto Barbosa Medeiros (Embrapa Clima Temperado)

Dra. Patrícia Braga Lovatto (UFPel/Embrapa)

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

T784p Trecha, Calisc de Oliveira

Potencial de chinchilho (*Tagetes minuta*, Asteraceae) no manejo agroecológico de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata / Calisc de Oliveira Trecha ; Carlos Rogério Mauch, orientador ; Carlos Alberto Barbosa Medeiros, Patrícia Braga Lovatto, coorientadores. — Pelotas, 2018.

135 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Planta bioativa. 2. *Solanum tuberosum*. 3. Agroecologia. 4. Vaquinha. 5. Chinchilho. I. Mauch, Carlos Rogério, orient. II. Medeiros, Carlos Alberto Barbosa, coorient. III. Lovatto, Patrícia Braga, coorient. IV. Título.

CDD : 631.422

Calisc de Oliveira Trecha

Potencial de chinchilho (*Tagetes minuta*, Asteraceae) no manejo agroecológico de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 06/04/2018

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Rogério Mauch (Orientador)
Doutor em Agronomia pela Universidade Politécnica Valencia, Espanha.

Prof. Dr. Eduardo Guatimosim
Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa.

Pesquisador Dr. Irajá Ferreira Antunes
Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo ESALQ.

Prof. Dra. Roberta Marins Nogueira Peil
Doutora em Agronomia pela Universidade de Almería, Espanha.

Agradecimentos

Ao programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas – FAEM/UFPel, pela oportunidade de realização do trabalho.

Ao meu orientador professor Carlos Rogério Mauch pela confiança dedicada a mim desde o início de nosso convívio.

À minha coorientadora professora Patrícia Braga Lovatto, pela amizade construída, pelo apoio, confiança, atenção, incentivo e todo o envolvimento prestado para que minha pesquisa fosse realizada.

Ao meu coorientador Pesquisador Carlos Alberto Barbosa Medeiros, pelo apoio prestado durante a realização do trabalho, principalmente na parte de campo na Estação Experimental Cascata.

Aos professores, colegas e amigos do curso de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar pelo companheirismo, dedicação e convívio neste período.

À colega e amiga Gabriela Olanda, pela colaboração, companheirismo e pelas horas de descontração e troca de conhecimentos profissionais e pessoais que contribuíram muito para a realização do meu trabalho.

Ao funcionário da Embrapa Clima Temperado, Estação Cascata, Alexandre Teixeira, por toda a colaboração prestada durante a realização do meu trabalho na unidade.

À produtora Márcia Denise Rodrigues Scheer e sua família por toda a receptividade e colaboração na parceria para que a pesquisa fosse desenvolvida na propriedade.

À minha família e ao meu companheiro Maicon Ignácio por acreditarem e me incentivarem nessa importante etapa da minha vida.

À CAPES pela concessão de bolsa.

Resumo

Trecha, Calisc de Oliveira. **Potencial de chinchilho (*Tagetes minuta*, Asteraceae) no manejo agroecológico de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata.** 2018. 135f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A batata é reconhecida mundialmente como importante fonte de energia na alimentação humana. Seu cultivo no Rio Grande do Sul predomina em pequenas e médias propriedades sobretudo em sistemas de base ecológica. A presença de insetos limita o estabelecimento da cultura. E *Diabrotica speciosa* tem se destacado por interferir significativamente na produção, haja vista sua capacidade em se alimentar de folhas e tubérculos em todas as fases de seu ciclo de vida. A espécie *Tagetes minuta* caracterizada como planta espontânea é rica em metabólitos secundários, os quais têm manifestado eficiência para o manejo de diversos insetos. O objetivo desse estudo foi avaliar a contribuição da espécie *T. minuta* no manejo agroecológico de *D. speciosa* em cultivos de batata. Os experimentos foram realizados em laboratório, estufa e campo, utilizando-se diferentes subprodutos (óleo essencial e extratos aquosos) e a própria planta *T. minuta* seca e fresca como tratamentos para o manejo do inseto. Inicialmente, avaliou-se em laboratório o consumo alimentar de adultos de *D. speciosa* através de testes sem e com chance de escolha do alimento. Os insetos foram alimentados com discos foliares de batata tratados com diferentes concentrações do óleo essencial de *T. minuta* a 1% v/v, 0,50 % v/v, 0,25% v/v, 0,20% v/v e 0,15% v/v e com extratos aquosos obtidos da planta inteira seca e fresca e de flor seca e fresca de *T. minuta* nas diluições a 5% e v/v 20% v/v. Foram utilizados como controle água destilada e óleo de nim 1% v/v. Posteriormente, também em laboratório avaliou-se o desenvolvimento de larvas de *D. speciosa*, inoculadas em tubérculos de batata envolvidos por partes de planta de *T. minuta*. Os tratamentos foram a testemunha, 6 g de planta inteira seca, 6 g de flor seca e 12 g de planta inteira fresca. Este experimento foi reproduzido em estufa e no campo, com a finalidade de avaliar a produtividade e os caracteres agrônômicos dos tubérculos, sendo utilizado o dobro da quantidade de cada tratamento. Os resultados obtidos evidenciaram que o óleo essencial a 0,25%, foi o mais promissor para redução no consumo alimentar de *D. speciosa*, assim como todos os extratos aquosos na concentração a 20%. Flores secas ocasionaram mortalidade de 100% de larvas, ao passo que a planta inteira fresca reduziu a emergência de adultos, a longevidade das fêmeas, a viabilidade dos ovos, a fecundidade e a taxa líquida de reprodução do inseto em laboratório. Em estufa a planta inteira fresca mostrou-se mais eficiente para o peso total de tubérculos e a planta inteira seca reduziu a incidência de ataque do inseto aos tubérculos. No campo, embora não tenha sido foco do trabalho constatou-se que a flor seca inibiu a emergência de metade da população de plantas de batata. E a planta inteira seca deu indícios de ser a estrutura mais viável para ser utilizada por agricultores no manejo de *D. speciosa* em cultivos agroecológicos de batata.

Palavras-chave: planta bioativa; *Solanum tuberosum*; agroecologia; vaquinha, chinchilho

Abstract

Trecha, Calisc de Oliveira. **Potential of *Tagetes minuta* (*Tagetes minuta*, Asteraceae) in the agro-ecological handling of *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) in potato.** 2018. 135f. Thesis (PhD) – Post Graduation Program in Family-Based Farming Production Systems. Federal University of Pelotas, Pelotas.

Potato is worldly known as an important source of energy in human nutrition. Its farming in Rio Grande do Sul predominates in small and medium-sized rural properties especially in ecological-based system. The presence of insects limits the setting of the culture. And *Diabrotica speciosa* has distinguished itself as it significantly interferes in the production, due to its capacity of feeding from leaves and tubers in all its lifespan. The species *Tagetes minuta* characterized as a spontaneous plant is rich in secondary metabolites, which have shown efficiency for the handling of several insects. The purpose of this study was to assess the contribution of the *T. minuta* species in the agro-ecological handling of *D. speciosa* in potato farming. The experiments were carried out at lab, greenhouse and in the field, using different sub-products (essential oil and aqueous extracts) and the dried and fresh *T. minuta* itself as treatments for the handling of the insect. First, we assessed at labs the adult food intake of *D. speciosa* through tests with and without food choice. The insects were fed with potato leaf discs treated with different concentrations of essential oil of *T. minuta* at 1% v/v, 0,50 % v/v, 0,25% v/v, 0,20% v/v and 0,15% v/v and with aqueous extracts taken from the whole dried and fresh plant and dried and fresh flower of *T. minuta* in dilutions at 5% and v/v 20% v/v. Distilled water and neem oil 1% v/v were used as control. Afterwards, also at the lab, we assessed the development of *D. speciosa* larvae, inoculated in potato tubers involved by parts of the *T. minuta* plant. The treatments were witnessed, 6 g of dried whole plant, 6 g of dried flower and 12 g of fresh whole plant. This experiment was reproduced at greenhouse and in the field, with the purpose of assessing the productivity and the agronomic characters of the tubers, in which twice the amount of each treatment was employed. The results obtained highlighted that the essential oil at 0,25%, was the most promising one for the reduction in the food intake of *D. speciosa*, as well as all aqueous extracts in the concentration at 20%. Dried flowers caused a 100% mortality of the larvae, while the fresh whole plant reduced the emergence of adults, the lifespan of the females, the feasibility of the eggs, the fertility and the net rate of the insect reproduction at labs. At greenhouses, the fresh whole plant was more effective for the total weight of tubers and the dried whole plant reduced the incidence of attack of the insect to the tubers. In the field, despite not being the focus of the present work, it has been noticed that the dried flower inhibited the emergence of half of the population of potato plants. And the dried whole plant provided evidence o being the most feasible structure to be used by farmers in the handling of *D. speciosa* in agro-ecological farming of potato.

Keywords: bioactive plant; *Solanum tuberosum*; agroecology; cucurbit beetle wild marigold

Sumário

1 Introdução.....	10
2 Revisão de Literatura.....	11
2.1 Agricultura Família e Agroecologia.....	11
2.2 Relação existente entre plantas e insetos na natureza.....	14
2.3 <i>Tagetes minuta</i> L. (Chinchilho).....	16
2.4 <i>Diabrotica speciosa</i> (Vaquinha).....	19
2.5 <i>Solanum tuberosum</i> L. (Batata).....	23
3 Projeto de Pesquisa.....	26
4 Relatório do Trabalho de Campo.....	47
Artigo 1 - Comportamento alimentar de <i>Diabrotica speciosa</i> em folhas de batata tratadas com óleo e extrato de <i>Tagetes minuta</i>	57
Resumo.....	57
Abstract.....	58
Introdução.....	59
Material e Métodos.....	62
Resultados e Discussão.....	64
Conclusão	72
Referências	72
Artigo 2 - Desenvolvimento da larva-alfinete em tubérculos de batata envolvidos por <i>Tagetes minuta</i> em laboratório.....	77
Resumo.....	77
Introdução.....	78
Material e Métodos.....	80
Resultados e Discussão.....	83
Conclusão	94
Referências	95
Artigo 3 - Manejo da larva alfinete com <i>T. minuta</i> em produção orgânica de batatas.....	99
Resumo.....	99
Abstract.....	100

Introdução.....	101
Material e Métodos.....	103
Resultados e Discussão.....	106
Conclusão	113
Referências	114
5 Considerações Finais.....	122
Referências.....	124

1 Introdução

A espécie *Tagetes minuta*, é uma planta espontânea facilmente encontrada na região Sul do Brasil, sendo popularmente conhecida no estado do Rio Grande do Sul por chinchilho (LORENZI; MATOS 2008). O interesse de pesquisa por esta planta é mundial, pois existem inúmeros trabalhos que revelam o potencial de óleo essencial, extrato e até mesmo o consórcio de *T. minuta* em cultivos, demonstrando sua eficiência no manejo de fungos, bactérias e insetos tanto de interesse à saúde pública como de importância agrícola (MUSUNDIRE et al., 2015; KYARAMPA et al., 2014; WANZALA; OGOMA 2013; LOVATTO et al., 2013; PEREIRA et al., 2013).

De acordo com Garcia et al. (1995) e Zygadlo et al. (1990), *T. minuta* é rica em compostos químicos como monoterpenos, sesquiterpenos, flavonóides e tiofenóis, os quais são classificados como metabólitos secundários que acabam por garantir a permanência e perpetuação de espécies de plantas em seu meio natural, ou seja, os compostos secundários são liberados pelas plantas como forma de defesa para inibir o ataque de organismos que possam pôr em risco sua existência (SOUZA FILHO; ALVES, 2002). Neste sentido, *T. minuta* manifesta-se como uma alternativa possível de manejo à *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em cultivos agroecológicos de batata (*Solanum tuberosum*).

A batata é uma hortaliça tradicionalmente consumida e produzida por agricultores de pequenas e médias propriedades no Rio Grande do Sul. O Estado é o quarto produtor da hortaliça no Brasil, embora já tenha sido o maior produtor nacional, mas acabou perdendo espaço no mercado por sua característica histórica de produção, a qual acabou sendo inviabilizada ao competir com a batata vinda de outros estados brasileiros, produzida com tecnologias incompatíveis com a realidade dos produtores gaúchos (IBGE, 2016; GONÇALVES et al., 2009; PEREIRA et al., 2010).

Entretanto, o Rio Grande do Sul vem ampliando sua área cultivada com batata em propriedades de transição agroecológica e/ou com certificação orgânica. E, nessa nova perspectiva de produção, o desafio enfrentado pelos produtores é o manejo fitossanitário, já que a disponibilidade de produtos certificados no mercado para a utilização nesses sistemas de cultivos praticamente não existem (PEREIRA et al., 2010).

Nesse sentido, a presença de insetos nos cultivos é o principal entrave enfrentado pelos bataticultores, e a presença da *D. speciosa* está entre os mais preocupantes já que tanto na fase adulta quanto na fase jovem, o inseto tem por hábito consumir as folhas e os tubérculos, respectivamente, ocasionando quedas significativas na produção (SALLES, 2000). No cultivo convencional, a sanidade da batata inglesa é mantida com o uso intenso de produtos fitossanitários, sendo empregada grande quantidade de inseticidas (AGRIANUAL, 2010).

Portanto, esse trabalho surge da demanda de produtores de batata em sistemas de produção agroecológicos que relataram, em pesquisa étno botânica realizada por Lovatto (2012), terem dificuldades em manejar insetos e doenças em seus cultivos. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da espécie *T. minuta* para o manejo agroecológico de *D. speciosa* em cultivos de batata na Região Sul do RS.

2 Revisão de Literatura

2.1 Agricultura Familiar e Agroecologia

A agricultura familiar é responsável por abastecer o mercado interno com alimentos e matérias-primas que contribuem para a segurança alimentar da população brasileira. Esses alimentos são cultivados em pequenas propriedades, com predomínio de mão-de-obra familiar (AMARO et al., 2007). Segundo dados disponibilizados pelo IBGE (2009), a agricultura familiar é o mais importante segmento da produção agrícola brasileira, pois representa 84% dos estabelecimentos e 24% da área ocupada por atividades agrícolas no país, gerando cerca de 70% de todo alimento produzido.

Conforme Neto (2000), a agricultura familiar, além de contribuir na produção de alimentos, favorece uma melhor distribuição da renda no meio rural, e ainda pela densidade dos trabalhos desenvolvidos é considerada como núcleo por excelência da agricultura de base ecológica. Dentre os diversos tipos de produtos cultivados por produtores familiares, as hortaliças destacam-se por complementarem e enriquecerem a dieta das famílias, além de possibilitarem um retorno econômico rápido, servindo de suporte a outras explorações com retorno de médio a longo prazo, e além disso são produzidas

em pequenas áreas ou mesmo em sistema de consorciação com outras lavouras (AMARO et al., 2007).

No Rio Grande do Sul, a produção de batata desde sua origem guarda como característica marcante o cultivo em pequenas e médias propriedades. Duas regiões se destacaram na atividade da bataticultura, a Região Centro-Serra, no município Silveira Martins, e a região Sul, no município de São Lourenço do Sul (GONÇALVES et al., 2009). O sistema de produção de base ecológica de batata vem sendo desenvolvido nas propriedades familiares, e tem evoluído continuamente para outras regiões do país, sendo esta uma prática comum na região Sul do Rio Grande do Sul (GONÇALVES, 2012).

A utilização de práticas e conceitos ecológicos na agricultura é crescente nos últimos anos, principalmente nas unidades de produção familiar. Isso se deve a diversos fatores, tais como a manutenção da biodiversidade, a elevada degradação do solo e meio ambiente, a preocupação com a segurança alimentar e saúde, qualidade de vida e aumento da renda. Por isso, muitos agricultores buscam iniciar um processo de transição dos agroecossistemas convencionais para os de base ecológica, através de práticas mais sustentáveis (MEDEIROS, 2015).

A realidade da agricultura familiar brasileira está atrelada à chamada Revolução Verde, desde então, a agricultura convencional passou por uma grande transformação tecnológica, adotando os monocultivos, o uso de insumos externos como adubos químicos sintéticos, agrotóxicos e sementes, almejando alta produtividade das áreas com a justificativa de aumentar a produção de alimento em todo mundo. Ao longo do tempo, o que se observa do pacote tecnológico é a dependência dos agricultores a insumos externos, impactos ambientais como contaminação do ar, água, animais, do homem e do próprio alimento, levando, enfim, a uma crise sócio-ambiental, insegurança alimentar e perda de recursos naturais e genéticos (GLIESSMAN, 2009).

De acordo com Caporal (2008), a Agroecologia manifesta um enfoque científico que oferece os princípios e metodologias para apoiar a transição do atual modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas sustentáveis, buscando, num horizonte temporal, a construção de novos saberes sócioambientais que alimentem um processo de transição agroecológica. Dessa forma, a Agroecologia remete à recuperação dos

saberes e práticas tradicionais, ligadas às condições ecológicas, econômicas e culturais de cada local e cada população, contribuindo para agriculturas mais sustentáveis (LUFF, 2002).

Gliessman (2009) ressalta três níveis fundamentais para que ocorra uma transição dos sistemas de produção, e assim alcançar o estabelecimento da transição agroecológica. O primeiro nível consiste em reduzir o uso e o consumo de insumos externos caros e prejudiciais ao meio ambiente. No segundo nível ocorre substituição de insumos e práticas convencionais por práticas alternativas de menor impacto; neste nível da transição, a estrutura básica do agroecossistema é pouco alterada, inclusive podendo ocorrer problemas similares aos dos sistemas convencionais. O terceiro e mais complexo nível da transição é representado pelo redesenho dos agroecossistemas, para que estes funcionem com base em um novo conjunto de processos ecológicos.

Neste contexto de transição para formas mais sustentáveis de produzir alimento, a agricultura familiar manifesta-se como base sólida e consistente, sendo ponto de partida, devido sua importância social, manutenção do homem no campo, importância econômica, grande representatividade na produção de alimentos, garantindo maior segurança e soberania alimentar, além da conservação ambiental, seja pelo cuidado no manejo de solos ou conservação de recursos naturais como sementes crioulas, e ainda pelo aspecto cultural dos agricultores e geração de conhecimento empírico (GLIESSMAN, 2009).

No Rio Grande do Sul, as estatísticas revelam a necessidade de melhorias no sistema de produção de batata, considerando a tradição agrícola regional, a disponibilidade de tecnologia e a oportunidade de negócio numa cadeia bem definida. Para assim, obter competitividade, sendo fundamental organizar e tecnificar a gestão das unidades de produção familiares (REICHERT et al., 2012). Neste sentido, Nascimento (2005) elenca que um dos elementos importantes na diferenciação dos agricultores familiares e na sustentabilidade econômica de suas unidades produtivas é o acesso e o uso da tecnologia. Especificamente, na produção de hortaliças, o acesso a sementes de alta qualidade é uma das condições básicas para a manutenção dessa sustentabilidade, considerando que grande parte dos produtos que compõem a cesta básica dos brasileiros é proveniente de estabelecimentos familiares.

2.2 Relação existente entre plantas e insetos na natureza

As plantas produzem componentes orgânicos divididos em metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários possuem função estrutural, plástica e de armazenamento de energia, ou seja, estão relacionados ao crescimento e desenvolvimento da planta. Enquanto os metabólitos secundários possuem função de proteger as plantas da ação de doenças, vírus e insetos herbívoros (IBRAHIM, et al., 2001; TAIZ; ZEIGER, 2006).

De acordo com Vizzoto et al. (2010), todas as plantas são capazes de sintetizar metabólitos secundários. Essa característica é mais frequente entre as plantas selvagens, que ao longo do seu ciclo evolutivo, desenvolveram mecanismos de adaptação para competir com outras, assegurando sua sobrevivência quer pela formação de estandes puros, quer para se defender de seus inimigos naturais (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Neste sentido, insetos e plantas compartilham associações há cerca de 300 milhões de anos. Estas são evidenciadas com base nas partes de plantas fossilizadas que apresentam danos originários da alimentação de insetos. Contudo, a principal diversificação dos insetos ocorreu há cerca de 65 milhões de anos, durante o Cretáceo, quando houve a disseminação das angiospermas (GULLAN; CRANSTON, 2007).

Dessa forma, plantas e insetos compartilham interações ecológicas importantes para ambos os organismos, destacando que em ambientes naturais nem sempre as interações são negativas como no caso da herbivoria, pois a polinização e a dispersão de sementes são exemplos em que ocorre uma interação mutualística, onde ambos são beneficiados (MACHADO, 2009). Portanto, os insetos são responsáveis pela polinização da maioria das plantas com flores, sendo que o sucesso evolutivo das angiospermas está diretamente relacionado com o desenvolvimento da polinização por insetos (GULLAN; CRANSTON, 2007).

De acordo com Del-Claro (2012), o sucesso da vida na Terra é representado, pelas interações bióticas entre os organismos existentes. Essas interações estão presentes em todos os locais do planeta, seja no interior ou no exterior de vertebrados ou invertebrados, plantas, fungos ou microrganismos. Por isso, nos últimos anos, tem crescido a ideia de que para a conservação dos ecossistemas não se deve focar apenas em certas espécies, populações ou

comunidades, mas também na manutenção entre espécies e funções ecossistêmicas (BLÜTHGEN, 2012).

Os diferentes agroecossistemas são compostos por, no mínimo, três níveis tróficos que interagem (plantas, herbívoros e inimigos naturais). Essa interação ocorre nas comunidades que estabelecem sua base na dependência de plantas vivas (DEL-CLARO, 2012; OLIVEIRA et al., 2012). As plantas são consideradas como o primeiro nível trófico, sendo a base da cadeia, também denominadas de produtoras (AGUIAR-MENEZES, 2005). Tais interações, muitas vezes, são estreitamente entrelaçadas e interdependentes. Por isso, quando ocorre alguma alteração no meio, pode ocorrer sérios desequilíbrios nos ecossistemas naturais (BARROS, 2007; MORAES et al., 2004).

Infelizmente, a agricultura tem promovido a transformação dos ecossistemas estáveis em ecossistemas artificiais instáveis, nos quais as características de auto-regulação inerentes às comunidades naturais são perdidas em função das perturbações, também inerentes ao processo produtivo, e assim, requerendo intervenção humana constante (AGUIAR-MENEZES, 2005). Segundo Freitas et al. (2007), conservar as relações existentes entre os organismos de um agroecossistema evita que a população de “pragas” atinjam níveis altos, que venham a provocar danos à produção agrícola.

Conforme Gonçalves (2015), é importante conhecermos as relações existentes entre a evolução das espécies vegetais e os herbívoros, e de como esta relação é influenciada pela presença de inimigos naturais, a fim de respeitarmos as interações tritróficas, sempre que alguma atividade humana for desenvolvida sobre os ecossistemas nativos. Neste sentido, Lovatto et al. (2012) salientam que a diversidade vegetal, aliada a outros métodos, seja utilizada com o propósito de manejo de insetos em sistemas de produção sustentáveis, sendo fundamental o desenvolvimento de pesquisas que investiguem e aperfeiçoem esta técnica e que a mesma seja efetivamente levada aos agricultores através de programas de extensão voltados à sustentabilidade.

2.3 *Tagetes minuta* L. (Chinchilio)

O gênero *Tagetes*, família Asteraceae, possui mais de 50 espécies, entre as espécies ornamentais estão *T. erecta*, *T. lunata*, *T. patula*, *T. tenuifolia*, cultivadas em todo mundo. A espécie *Tagetes minuta* L., popularmente conhecida como chinchilho, cravo-de-defunto, vara-de-rojão, rabo-de-foguete é nativa de regiões de clima temperado e montanhosas da América Latina, incluindo países como Argentina e México (FERRAZ; FREITAS, 2005). Por ser originária de clima temperado, pode ser encontrada com facilidade no Estado do Rio Grande do Sul, sendo considerada uma planta concorrente (LORENZI; MATOS, 2008). É uma planta que surge na primavera e desaparece no início do inverno, após a conclusão do seu ciclo de vida. Nas condições climáticas do Rio Grande do Sul, apresenta germinação na primavera e no verão, com ciclo ao redor de 120 a 150 dias (CHAMORRO et al., 2008; KISSMANN; GROTH, 1995).

O chinchilho apresenta ciclo anual, atinge uma altura de 1 a 2 metros, e ocorre de forma espontânea em áreas agrícolas, ocorrendo preferencialmente em terrenos secos, cultivados, de boa fertilidade e em áreas onde se efetuaram queimadas (KISSMANN; GROTH, 1995). É uma planta ereta, sublenhosa, pouco ramificada, malcheirosa e com inflorescência densa na forma de pequenos capítulos amarelos reunidos em panículas no final de ramos verdes. Sua reprodução se dá exclusivamente por sementes, sendo produzidas por planta mais de 29.000 sementes. As folhas são opostas, verdes com as margens levemente agudas e serrilhadas; a face superior é composta por glândulas oleíferas e na inferior ocorre um grande número de glândulas multicelulares, de coloração alaranjada, que liberam um aroma agradável quando rompidas. Estas glândulas também podem ser encontradas no caule e nas flores (HULINA, 2008; LORENZI; MATOS, 2008).

A planta é amplamente apreciada na culinária como tempero em bebidas, sobremesas, doces, alimentos, gelatinas e assados. Também é utilizada como medicamento na forma de chá para gastrite, indigestão e usada topicamente no tratamento de calosidades, verrugas, infecções de pele e hemorróidas (LAWRENCE, 1993; SOULE, 1996). No Paquistão, o óleo é indicado para o tratamento da varíola, dor de ouvido, resfriados, febres, e como repelente de insetos (SHAHZADI et al., 2010).

Inúmeras pesquisas realizadas com óleos essenciais, extratos e consórcio de *T. minuta* revelam que a espécie tem ampla atividade sobre diversos organismos, demonstrando ação sobre agentes microbianos como fungos e bactérias, insetos de interesse à saúde pública e de importância agrícola (GIACOMINI, et al., 2013; IRERI et al., 2010; LIMA, 2010; LOVATTO et al., 2012; MOYO et al., 2006; RICHTER, 2011; SIGNORINI et al., 2013; SOUZA et al., 2000). De acordo com Sadia et al. (2013), a planta é constituída por aleloquímicos e óleos essenciais que possuem múltiplos usos e aplicações, como germicidas, nematicidas, inseticidas, e fungicidas.

De acordo com Lovatto (2012), em pesquisa etnobotânica realizada com agricultores familiares da Região Sul do Brasil, a espécie *T. minuta* foi apontada como estratégia no manejo de pulgas e piolhos em estábulos, cocheiras e residências, além de apresentar ação fitoprotetora sobre hortaliças. Os produtores também relataram utilizar a espécie no manejo da requeima na batata, sendo partes da planta colocadas no sulco juntamente com os tubérculos no momento do plantio. Corroborando com a utilização empírica dos agricultores da Região Sul do Brasil, Pereira et al. (2013), em estudo de campo, verificaram que o óleo essencial de flor *T. minuta* na concentração de 500 mgL⁻¹ reduziu a severidade da requeima na batata.

Segundo Wanzala; Ogoma (2013) planta é cultivada em sistemas agrícolas aráveis para manter a população de nematóides no solo sob controle, sendo muitas vezes cultivada juntamente com culturas alimentares como tomate, berinjela, pimenta, tabaco e batata para aumentar a produção.

Dessa forma, a bioatividade exercida por *T. minuta* nos diferentes organismos pode estar relacionada aos metabólitos secundários da planta, compreendidos por monoterpenos, sesquiterpenos, flavonóides e tiofenóis (GARCIA et al., 1995; ZYGADLO et al., 1990). Conforme Chamorro et al. (2008), a constituição química da planta é variável conforme a parte utilizada e a idade da mesma. Os mesmos autores ao estudar a composição química de *T. minuta* coletada em diferentes regiões da Argentina, verificaram que o composto majoritário do óleo essencial das folhas é a dehidrotagetona, enquanto que nas flores prevaleceram β -ocimeno e tagetona.

O efeito nematicida de *T. minuta* sobre diferentes fitonematóides foi observado por Siddiqui; Alam (1987), os quais verificaram que os exsudatos

radiculares de *T. minuta* mostraram forte ação nematicida. Além disso, o crescimento e desenvolvimento de todas as plantas avaliadas foram favorecidos quando *T. minuta* esteve presente. Pois ocorreu uma inibição da formação de galhas de *Meloidogyne incognita* em tomate e berinjela quando plantados no mesmo vaso, e também interferiu na reprodução de *Rotylenchulus reniformis* e *Tylenchorhynchus brassicae* em testes com tomate, berinjela, repolho e couve-flor.

Em trabalho realizado por Junges et al. (2009), visando investigar a ação do óleo essencial e do extrato aquoso de *T. minuta* sobre a penetração de juvenis de segundo estágio (J2) de *M. incognita* em raízes de tomateiro cultivados em vasos com 500 cm³ de solo infestado por 1500 juvenis do nematóide, verificaram que o extrato de *T. minuta* aplicado ao solo a 4% reduziu o número de J2 penetrados nas raízes dos tomateiros.

A ação repelente e inseticida de extratos aquosos de *T. minuta* também foi verificada sobre o afídeo *Brevicoryne brassicae brassicae* em *Brassica napus* em casa de vegetação por Moyo et al. (2006), utilizando extratos das raízes de *T. minuta*. Da mesma forma, Lovatto et al. (2013) verificaram ação repelente de extratos de flor e de folha de *T. minuta* nas concentrações extrato bruto, e diluído 30% v/v sobre *B. brassicae*.

A ação de extratos de *T. minuta* também foi verificada sobre repelência de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae), quando pêssegos tratados com extrato bruto, reduzindo a infestação de larvas e pupas nos frutos (SOUZA, 2013).

Efeitos acaricidas dos óleos essenciais de *T. minuta* sobre *Varroa destructor*, que ocasiona sérios problemas em apiários, foi avaliado por Chamorro et al. (2011), os quais constataram que os óleos essenciais de *T. minuta* são tóxicos para *V. destructor*, sendo o óleo obtido das flores o mais tóxico, enquanto nenhuma toxicidade foi registrada para *Apis mellífera*.

O óleo essencial de *T. minuta* foi recomendado com larvicida natural para reduzir a população do mosquito *Anopheles gambiae* por Kyarampa et al. (2014). Também foi investigado por Musundire et al., (2015) a eficácia do pó das folhas moídas de *Eucalyptus grandis* e *T. minuta* como protetoras de grãos de milho armazenado contra *Sitophilus zeamais*. Ambas manifestaram-se

promissoras como alternativas aos inseticidas sintéticos e podem ser utilizados para retardar o desenvolvimento de resistência aos inseticidas convencionais.

Em bioensaios realizados por Signorini et al. (2013), com o objetivo de verificar o consumo alimentar de adultos de *D. speciosa* em folhas de batata tratadas com diferentes concentrações de óleo e extrato de folha e flor de *T. minuta*, comparadas ao óleo de Nim comercial a 5% v/v, o extrato aquoso de flor de *T. minuta* a 20% reduziu o consumo foliar em níveis similares ao óleo de Nim comercial, mostrando que o extrato de flor pode ser uma opção promissora para o manejo de insetos.

2.4 *Diabrotica speciosa* (Vaquinha)

As espécies do gênero *Diabrotica* Chevrolat representam a maioria dos insetos da subtribo Diabroticina (Galerucinae: Luperini), divididas nos grupos signifera, virgifera e fucata (WILCOX, 1972; KRYSAN, 1986; KRYSAN; SMITH, 1987). O grupo *fucata*, a qual pertence *Diabrotica speciosa* (Germar, 1821) (Coleoptera: Chrysomelidae), é considerado o mais importante, pois possui mais de 300 espécies cujos indivíduos ocorrem nas regiões Neoártica e Neotropical; apresentam hábitos multivoltinos, sendo mais abundantes e danosas às culturas agrícolas na América do Sul (HAJI, 1981; KRYSAN, 1986).

A ampla distribuição territorial de *D. speciosa* ocorre, provavelmente, em razão do caráter polífago e a adaptação climática (ÁVILA & MILANEZ, 2004). Os adultos se alimentam de uma ampla gama de hospedeiros, consumindo flores, frutos e especialmente folhas e brotações novas. No Brasil, *D. speciosa* tem sido registrada causando dano em milho, cucurbitáceas, soja, feijão, amendoim e batata (GASSEN, 1989; BOFF; GANDIN, 1992). As larvas causam danos ao sistema radicular das plantas, pois o consumo das raízes reduz a capacidade da planta em absorver água e nutrientes, tornando-a menos produtiva, como também mais suscetível às doenças radiculares e ao tombamento, levando a perdas na produção (KHALER, et al., 1985).

Na região Sul do Brasil, da entomofauna associada à cultura da batata, a família Chrysomelidae constitui o grupo com maior ocorrência e importância. A espécie *D. speciosa* é a mais abundante, sendo desse modo, um dos insetos que mais interfere na produtividade da batata, pois consome tanto as folhas quanto os tubérculos (BARBOSA; FRANÇA, 1981; HENZ, 2004; FURIATTI,

2009). De acordo com Ávila; Parra, (2002), a batata constitui-se num hospedeiro ideal para a multiplicação deste inseto em condições de campo, uma vez que as folhas são nutricionalmente adequadas para os adultos, aumentando a capacidade de postura, assim como os tubérculos que propiciam às larvas alta viabilidade.

Na fase adulta, *D. speciosa* é popularmente chamada de “vaquinha”, ou “patriota” entre outros. Enquanto na fase larval, as denominações mais comuns são: “larva-alfinete”, “bicho-alfinete” ou “larva de vaquinha”, sendo a primeira denominação a mais empregada em publicações em função do ataque característico ao tubérculo de batata (GASSEN, 1989; NAKANO et al., 2001; GALLO et al., 2002; MICHELI, 2005; FURIATTI, 2009).

Os adultos apresentam aproximadamente 4,5 mm de comprimento, com três manchas amarelas sobre os élitros, sendo a basal mais longa e avermelhada, principalmente na região do calo humeral. Possui antenas escuras, sendo os três segmentos basais mais claros principalmente o escapo; cabeça variando do pardo avermelhado ao negro; labro, escutelo, metatórax, tíbias e tarsos negros (MARQUES, 1941). Os machos possuem as antenas maiores que as fêmeas e também, um esclerito a mais no ápice do abdome que em vista lateral, dá uma aparência mais truncada e rombuda ao abdome, ao passo que na fêmea, tem aspecto mais afunilado (HAJI, 1981; OEPP/EPPO, 2005).

As larvas apresentam três instares e 10 mm de comprimento depois de completamente desenvolvidas, coloração branca, tendo a cabeça, o tórax, e as pernas torácicas pretas, e alimentam-se das raízes. As pupas apresentam 5 mm de comprimento, são brancas e ficam protegidas numa câmara pupal logo abaixo da superfície do solo (FERREIRA; BARRIGOSI, 2006).

O período de desenvolvimento das fases imaturas (ovo, larva, pré-pupa, e pupa) é variável em função da temperatura e do alimento consumido (HAJI, 1981; MILANEZ, 1995). O ciclo biológico dura de 24 a 40 dias: ovo 5-7; larva 14-26; e pupa 5-7 (ZUCCHI et al., 1993). A longevidade dos adultos pode variar de 41,8 a 55,5 dias para os machos e de 51,6 a 58,5 dias para fêmeas (MILANEZ, 1995). Segundo Milanez; Parra (2000) os adultos de *D. speciosa* manifestam preferência por áreas onde o solo é mais escuro e permanece por

mais tempo umedecido para realizar a oviposição, e é onde a sobrevivência das larvas é maior.

Os danos ocasionados por adultos na cultura da batata são na fase inicial de desenvolvimento da cultura, quando danificam folhas e hastes da planta, reduzindo a produtividade em virtude da diminuição da área fotossintética. Por possuírem o hábito de voarem de uma planta para outra, o avanço do dano causado na lavoura ocorre rapidamente (LARA et al., 2004; SOUZA et al., 2008; FURIATTI, 2009; VIANA, 2010). De acordo com Cranshaw; Radcliffe (1980) quando ocorre desfolha de até 33% no início do ciclo da cultura da batata, a planta consegue uma boa recuperação, porém, se a mesma for mais intensa, atingindo 67% ou mais, provocará perdas na produção.

No entanto, as larvas são responsáveis pelos danos mais significativos na cultura da batata, pois atacam os tubérculos desde o início da tuberização, afetando o produto comercial, podendo deixá-los completamente furados perdendo desta maneira a aparência e qualidade, além de torná-los vulneráveis a patógenos, acarretando uma redução no valor do produto final (HAJI, 1981; SOUZA et al., 2008). E o manejo tanto para adultos quanto para larvas de *D. speciosa* encontra-se praticamente restrito ao controle químico, através das pulverizações foliares e das aplicações de inseticidas no solo. Isso ocorre apesar da preocupação com os efeitos prejudiciais ocasionados pelos agrotóxicos sobre os organismos em geral e ao meio ambiente tenha aumentado significativamente nos últimos anos (ANVISA, 2013).

Frente aos indesejáveis efeitos do uso de inseticidas, a sociedade tem exigido cada vez mais a redução de seu uso, pressionando a pesquisa na busca de técnicas e produtos alternativos. Outros métodos de manejo de insetos-praga vêm sendo estudados, como a utilização de plantas resistentes, controle biológico e extratos de plantas, os quais oferecem uma série de vantagens, inclusive reduzir a resistência dos insetos aos inseticidas sintéticos aplicados (LARA et al., 2004; MICHELI, 2005; MIGLIORINI et al., 2010; TEODORO, 2014; GAKUUBI et al., 2016).

Neste sentido, Teodoro et al. (2014) buscaram caracterizar clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quanto à resistência de *D. speciosa*, em condições de infestação artificial. Os

clones C2337-06-02 e C2362-02-02 manifestaram resistência ao ataque de larvas nos tubérculos.

Vários ensaios revelam a ação de extratos de plantas sobre *D. speciosa*, Sefrin et al. (2008 a) observaram a atividade antialimentar de adultos de *D. speciosa* alimentados com folhas de feijoeiro tratados com extratos aquosos de folíolos e de pecíolos de diferentes plantas, e concluíram que os extratos aquosos das espécies *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart, *Cedrela fissilis* Vell., *Melia azedarach* L. var. *azedarach*, *Trichilia catigua* A. Juss., e *Trichilia elegans* A. Juss apresentaram efeito fagodeterrente sobre os insetos.

Posteriormente, Gonçalves et al. (2012) avaliaram o consumo de folhas de batata submetida a diferentes tinturas de Meliáceas e óleo de nim por adultos de *D. speciosa* em condições de laboratório, e verificaram que a tintura de *Trichilia clausenii*, nas concentrações de 10 e 20%, ocasionaram a menor alimentação dos insetos.

Quanto à ação inseticida de extratos vegetais sobre *D. speciosa*, encontram-se registros na literatura como o trabalho de Sefrin et al. (2008 b) que investigaram a eficiência de extratos aquosos de diferentes estruturas vegetais de *Melia azedarach* var *azedarach* (cinamomo), sobre adultos de *D. speciosa*, em pepino (*Cucumis sativus*) e feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris*), e concluíram que extratos aquosos de frutos verdes, de folíolos e pecíolos com caule de cinamomo a 10% (p/v) foram promissores no controle de *D. speciosa* em cultivos de pepino, e para o feijão-de-vagem apenas os extratos de frutos verdes.

Da mesma forma Migliorini et al. (2010), avaliaram a eficácia dos extratos aquosos brutos de cinamomo, noz-moscada, e de timbó para o manejo de *D. speciosa* em cultivo de feijoeiro (*P. vulgaris*). E Barbosa et al., (2013) constataram efeito inseticida dos extratos alcoólicos de *Copaifera langsdorffii* e *Chenopodium ambrosioides* a 5% sobre *D. speciosa* avaliando a mortalidade em 48 horas.

2.5 *Solanun tuberosum* L. (Batata)

A batata é a planta tuberífera mais cultivada no mundo, constituindo uma das mais importantes fontes de energia na alimentação humana, superada em produção, em termos de consumo humano pelo arroz e o trigo (CIP, 2010; FORTES; PEREIRA, 2003). Pertence à família Solanaceae, gênero *Solanum*, o qual contém mais de 2.000 espécies, das quais mais de 150 são produtoras de tubérculos. A espécie cultivada de maior importância no mundo é *Solanum tuberosum* L. sendo cultivada em pelo menos 140 países (FILGUEIRA, 2012; FORTES; PEREIRA, 2003).

No Brasil, a área cultivada com batata é em torno de 130 mil hectares com produção ao redor de 3,5 milhões de toneladas. A cultura apresenta destaque nas Regiões Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e Sudeste (São Paulo e Minas Gerais) do país, responsáveis por mais de 70% da produção nacional, e pode ser cultivada em até três safras durante o ano (IBGE, 2016).

No Rio Grande do Sul, existem duas épocas principais de plantio da cultura no fim do inverno (15 de agosto a 15 de setembro) e no fim do verão (15 de fevereiro a 15 de março) (PEREIRA et al., 2005). De acordo com os dados disponibilizados pelo IBGE (2016), a produção de batata no Rio Grande do Sul manifestou um incremento de 15,5% na primeira safra de 2016, comparada à produção obtida no período de 2015. Em 2015, a produção alcançada foi de 320.167 toneladas na primeira safra e 79.306 toneladas na segunda safra. Foi verificado um rendimento médio de 21.269 Kg/ha na primeira safra e de 20.057 kg/ha na segunda safra de 2015. Em 2016 atingiu 24.855 kg/ha na primeira safra e 18.287 kg/ha na segunda safra da região, havendo dessa forma um aumento de 16,9% na produção média por hectare da cultura.

O Estado do Rio Grande do Sul já foi o maior produtor de batata, mas essa posição foi alterada devido a uma drástica redução na área de plantio, em função dos altos custos de produção e a inviabilidade competitiva do produto local com elevado padrão do produto no mercado nacional, obtido pelo uso de tecnologia incompatível com o modelo da agricultura familiar. Já que desde sua origem a batata tem como característica marcante o cultivo em pequenas e médias propriedades, nos últimos anos o cultivo orgânico, baseado nas

premissas agroecológicas, vem sendo desenvolvido no Rio Grande do Sul, principalmente em propriedades familiares onde parte da produção é comercializada de forma direta (GONÇALVES et al., 2009; PEREIRA et al., 2010).

De acordo com Pereira et al. (2008), os sistemas de produção de batata estão evoluindo para sistemas que racionalizam a utilização de insumos químicos, até uma produção orgânica, isso se dá em função do crescimento de uma consciência ambiental e de demanda de produtos mais limpos. Dessa forma, ocorre um esforço das instituições públicas nacionais em incluir novas tecnologias, dentre as quais se destacam novas cultivares. Pois, o mercado brasileiro de cultivares de batata é dominado por materiais estrangeiros desenvolvidos em condições ecológicas muito distintas do Brasil. Logo, instituições como Embrapa, Epagri e Iapar têm obtido sucesso relativo no desenvolvimento de cultivares recomendadas para o cultivo orgânico, tais como BRS Elisa, Cristal, Catucha, BRS Cristina e Cota.

A cultivar Cristal foi obtida pelo Programa de Melhoramento Genético de Batata da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS. As plantas apresentam ciclo médio e hábito de crescimento ereto, com porte médio-baixo, hastes verdes com pigmentação débil e asas retas, folhas com inserção obtusa, folíolos de tamanho e largura médio, desprovidos de pigmentação na nervura central, com fraca ondulação das bordas e média frequência de folíolos secundários. Flores de coloração branca na parte interna e sem pigmentação na parte externa, tubérculos com formato oval-alongado, película amarela, um pouco áspera; olhos rasos; polpa amarela intensa, período de dormência médio. Aptidão para fritura, salada, purê. O moderado potencial produtivo de tubérculos de boa aparência, sua ampla aptidão para consumo, e a resistência à requeima e à pinta preta conferem à Cristal potencial de utilização em sistema de produção orgânico (PEREIRA et al., 2008).

Recentemente, em função de sua rusticidade, foi lançada pela Embrapa e IAPAR, a cultivar IPR Cris, que é recomendada para sistemas de produção agroecológicos e para a agricultura familiar em função de sua rusticidade (NAZARENO et al., 2015). De forma geral, os sistemas de produção orgânicos de batatas privilegiam, principalmente, a utilização de cultivares que apresentam algum nível de resistência a doenças, sendo que fatores como

produtividade, uniformidade e formato do tubérculo também são considerados essenciais (NAZARENO, 2005).

3 Projeto de Pesquisa

Contribuição da espécie *Tagetes minuta* (Asteraceae) ao manejo agroecológico de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata

Equipe:

Carlos Rogério Mauch (Orientador)

Carlos Alberto Babosa Medeiros (Coorientador)

Patrícia Braga Lovatto (Coorientadora)

Calisc de Oliveira Trecha

Pelotas, 15 de agosto de 2014

1. Caracterização do Problema

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é originária da região dos Andes na América do Sul pertencente à família Solanaceae e ao gênero *Solanum*. A espécie manifesta importância significativa no cenário agrícola mundial, por ser fonte de emprego e de ingressos financeiros podendo contribuir para a estabilização social do meio rural, sendo superada em produção, em termos globais apenas, pelo trigo, milho e arroz. Atualmente, é cultivada em mais de 120 países, com uma produção superior a 300 milhões de toneladas, em uma área de mais de 20 milhões de hectares (NARDIN, 2007; AGRIANUAL, 2010).

No Brasil a área plantada na safra 2013 foi de 128,432 mil hectares, o que gerou um rendimento médio de 86,807 Kg ha⁻¹. A estimativa para a safra de 2014 é de que o rendimento médio seja superior em aproximadamente 1,64% em decorrência do aumento de 1,80% da área cultivada no país. As Regiões Sul e Sudeste são responsáveis por mais de 70% da produção nacional, e o Rio Grande do Sul ocupa o terceiro lugar no cenário brasileiro na produção do tubérculo, sendo esperado para safra de 2014 um rendimento médio de 37,200 Kg ha⁻¹, esse rendimento corresponde um aumento de aproximadamente 5,99% em relação à safra de 2013 (IBGE, 2014).

O Rio Grande do Sul já foi o maior produtor de batata, sua posição foi alterada por uma dramática redução da área de cultivo devido a fatores como altos custos de produção, o elevado padrão do produto no mercado nacional, obtido pelo uso de tecnologia incompatível com o modelo da agricultura familiar. Embora a batata, desde sua origem tenha como característica marcante o cultivo em pequenas e médias propriedades, nos últimos anos o cultivo orgânico, baseado nas premissas agroecológicas, vem sendo desenvolvido no Rio Grande do Sul, principalmente em propriedades familiares onde parte da produção é comercializada de forma direta (GONÇALVES et al., 2009; PEREIRA et al., 2010).

Entretanto, o estabelecimento da cultura é afetado por diferentes patógenos, notadamente por insetos, que danificam tanto o dossel vegetativo, como os tubérculos produzidos. Dessa forma, o manejo de insetos no sistema orgânico de produção de batata é um desafio para os agricultores da região Sul do estado do Rio Grande do Sul (GONÇALVES, 2005). Entre os insetos indesejados da cultura, destaca-se a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824)

(Coleoptera: Chrysomelidae), sendo um dos insetos que mais interfere na produtividade da batata (CRANSHAW; RADCLIFFE, 1980; GALLO et al., 2002; FURIATTI, 2009).

O inseto ataca a cultura em todas as fases do ciclo de vida, na fase adulta alimenta-se de hastes e folíolos da planta, causando o rendimento foliar e conseqüentemente afetando a produção de tubérculos em virtude da diminuição da área fotossintética (LARA et al., 2004). No entanto, os maiores danos são verificados na fase larval, quando os insetos possuem hábito subterrâneo e acabam por afetar diretamente os tubérculos, danificando estolões e formando galerias nos tubérculos inviabilizando a comercialização (SOUZA et al., 2008; FURIATTI, 2009).

O controle do inseto geralmente é feito com inseticidas químicos sintéticos, aplicados de modo generalizado nos sulcos de plantio ou via pulverizações foliares (SOUZA et al., 2008). De acordo com Lovatto (2012), a utilização de plantas e seus produtos constituem-se numa alternativa viável para os agricultores familiares, auxiliando na manutenção dos componentes naturais dos agroecossistemas e garantindo menores riscos de toxicidade humana e ambiental.

Nesse sentido, em pesquisas deste âmbito devem prevalecer a busca de soluções para problemas regionais a partir de insumos locais, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção e liberdade dos agricultores frente aos pacotes tecnológicos impostos pelo mercado. Dessa forma, a espécie *Tagetes minuta* L. (Asteraceae), amplamente distribuída na Região Sul do Brasil, configura-se num importante recurso a ser investigado para o manejo em agroecossistemas (LOVATTO et al., 2011).

A planta *T. minuta*, popularmente conhecida no Rio Grande do Sul como chinchilho, é nativa dos campos temperados e regiões montanhosas do Sul da América do Sul. É frequentemente encontrada crescendo em áreas perturbadas durante os primeiros estágios sucessionais. O chinchilho é rico em muitos compostos secundários, incluindo monoterpenos acíclicos, monocíclicos e bicíclicos, sesquiterpenos, flavonóides, tiofenos e há evidências de que os compostos secundários da planta são eficazes contra numerosos organismos, incluindo os insetos (SOULE, 1996).

De acordo com Lovatto (2012), em pesquisa etnobotânica realizada com agricultores familiares da Região Sul do Brasil, a espécie *T. minuta* foi apontada como estratégia no manejo de pulgas e piolhos em estábulos, cocheiras e residências, além de apresentar ação fitoprotetora sobre hortaliças. Os produtores também relataram utilizar a espécie no manejo da requeima na batata, sendo partes da planta colocadas no sulco juntamente com os tubérculos no momento do plantio. Corroborando com a utilização empírica dos agricultores da Região Sul do Brasil, Pereira et al. (2013), em estudo de campo, verificaram que o óleo essencial de flor *T. minuta* na concentração de 500 mgL⁻¹ reduziu a severidade da requeima na batata.

Em bioensaios realizados por Signorini et al. (2013) com o objetivo de verificar o consumo alimentar de adultos de *D. speciosa* em folhas de batata, tratadas com diferentes concentrações de óleo e extrato de folha e flor de *T. minuta*, comparadas ao óleo de Nim comercial a 5% v/v, o extrato aquoso de flor de *T. minuta* a 20% reduziu o consumo foliar em níveis similares ao óleo de Nim comercial, mostrando que o extrato de flor pode ser uma opção promissora para o manejo de insetos.

Considerando estes pressupostos e tendo em vista a importância da cultura da batata para a agricultura familiar na Região Sul do RS, bem como as dificuldades encontradas pelos agricultores familiares para transição do modelo convencional para o agroecológico no que se refere ao manejo de insetos indesejados no cultivo, o objetivo do presente trabalho é avaliar o potencial da espécie *T. minuta* no manejo de *D. speciosa* em cultivos orgânicos de batata.

2. Objetivos e Metas

2.1. Objetivo geral

Avaliar o potencial de *T. minuta* para o manejo de *Diabrotica speciosa* em cultivos agroecológicos de batata na Região Sul do RS.

2.2. Objetivos específicos e metas

Objetivos específicos	Metas
Avaliar a bioatividade de <i>T. minuta</i> sobre a viabilidade de larvas de <i>D. speciosa</i> em laboratório;	Avaliar pelo menos dois tratamentos com partes da planta de <i>T. minuta</i> , em seis meses;
Avaliar a preferência e o consumo alimentar de <i>D. speciosa</i> em folhas de batata tratadas com óleos e extratos aquosos de <i>T. minuta</i> em laboratório;	Avaliar pelo menos duas concentrações de extratos e duas de óleos à base de <i>T. minuta</i> , em seis meses;
Avaliar o efeito das formulações de <i>T. minuta</i> sobre a incidência de larvas e adultos <i>D. speciosa</i> em batata em estufa;	Avaliar pelo menos uma das concentrações de extratos e óleos à base de <i>T. minuta</i> , em seis meses;
Avaliar o efeito da planta inteira seca e flor seca de <i>T. minuta</i> em condições de campo.	Avaliar pelo menos uma das estruturas seca de <i>T. minuta</i> em seis meses.

3. Metodologia

Os experimentos serão realizados de março de 2014 a fevereiro de 2017 em laboratório e estufa da Estação Experimental Cascata (EEC), Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas/RS e em uma propriedade agrícola familiar produtora de batata orgânica a ser definida posteriormente.

3.1. Coleta e processamento de *T. minuta*

As plantas de *T. minuta* serão coletadas na área da EEC. O material obtido será separado manualmente em planta inteira e flor para secagem em estufa a 40 °C por 72 horas. Após este período o material será retirado da estufa e imediatamente embalado em pacotes de papel pardo com as respectivas identificações, e mantido em local seco, por período máximo de dose meses. As estruturas secas da planta de *T. minuta* serão utilizadas para a obtenção de extratos aquosos. Mas também serão obtidos extratos aquosos da planta inteira e flor fresca de *T. minuta*, e o óleo será extraído da planta inteira fresca, sendo retirados apenas os caules mais lenhosos.

Os extratos serão elaborados através da técnica de infusão utilizando como solvente água destilada. As partes vegetais de *T. minuta* serão trituradas em cutter, e inclusas a água após fervura (100 °C) e deixadas em repouso até o resfriamento (COSTA, 1994).

A relação peso/volume dos extratos brutos dependerá da condição de uso da planta (seca ou fresca). A concentração do extrato bruto para estruturas vegetais processadas secas será de 10% p/v (10 g de material vegetal para 100 mL de água destilada) e para as estruturas vegetais frescas 20% p/v (20 g de material vegetal seco para 100 mL de água destilada). As infusões permanecerão cobertas com papel alumínio até o resfriamento do material, com a finalidade de evitar perdas de compostos voláteis. Após adquirir a temperatura ambiente, os extratos brutos serão filtrados para obtenção das concentrações 5% e 20% (v/v), independente de serem provenientes de estruturas vegetais secas ou frescas. As diluições serão obtidas com auxílio de proveta sendo que para obtenção da concentração 5% será utilizado 5 mL de extrato bruto para 95 mL de água destilada e para a concentração 20%, 20 mL de extrato bruto para 80 mL de água destilada.

A extração do óleo essencial será pelo método água-vapor em equipamento semi-industrial de inox marca Linax. Este método assemelha-se ao método de arraste a vapor, o material vegetal e a água para a geração de vapor compartilham o mesmo espaço, porém sem entrar em contato. A água, no fundo do tanque de inox, é aquecida por uma fonte de calor e vaporiza. O vapor ascende à camada de material vegetal arrastando os componentes voláteis até o condensador. Nesse ponto, o vapor é resfriado, retornando ao estado líquido, quando então ocorre a separação da água e do óleo essencial. Após extração, o óleo será centrifugado a 2000 RPM por cinco minutos e embalado em vidro âmbar devidamente identificado, e armazenado em freezer. Posteriormente, será diluído com água destilada para obtenção das concentrações de 1%, 0,50%, 0,25% e 0,20% com o auxílio de Tween®.

Além dos subprodutos (extratos e óleos) obtidos a partir *T. minuta*, serão utilizadas partes da planta (planta inteira e flor) seca e fresca sem utilização de solventes, a fim de verificar suas ações sobre larvas de *D. speciosa* em condições controladas de laboratório, estufa e a campo, buscando reproduzir nestas condições a prática de tratamento no sulco com *T. minuta* para o plantio

de batata, relatada por agricultores familiares da Região Sul do RS, conforme pesquisa feita por Lovatto (2012).

3.2. Criação e manutenção de *D. speciosa*

O estabelecimento da criação de *D. speciosa* dar-se-á a partir de insetos coletados semanalmente a campo em plantas hospedeiras, mantidos sob condições controladas de temperatura (25 ± 2 °C), umidade relativa ($60 \pm 10\%$) e de fotoperíodo (fotofase de 14 h) em laboratório. Os adultos serão mantidos em gaiola conforme descrito por Ávila et al. (2000), com dieta constituída de plantas de feijoeiro (cultivar Carioca) fornecidas em frasco Erlenmeyer com água, com os pecíolos fixados com algodão ao gargalo evitando assim que os insetos entrem para o interior do recipiente, além de uma solução de mel a 10% colocada em uma placa de Petri (14 cm de diâmetro x 2 cm de altura) contendo algodão hidrófilo e pedaços de cenoura. A dieta será substituída a cada dois dias. Para a obtenção de posturas, serão utilizadas placas de Petri (14 cm de diâmetro x 2 cm de altura) contendo no fundo, uma esponja fina umedecida e, sobre esta, gaze de coloração preta, conforme metodologia descrita por Milanez (1995). Os ovos serão retirados do substrato de oviposição lavando-se a gaze em água corrente sobre um tecido fino tipo *voile* onde ficarão retidos. Para evitar a contaminação por fungos durante o período de incubação, os ovos serão tratados com solução de sulfato de cobre (CuSO_4) a 1%, durante dois minutos e, em seguida, transferidos para placas de Petri (9 cm de diâmetro x 1 cm de altura) forradas com papel de filtro umedecido.

As larvas serão criadas conforme Ávila et al. (2000) tendo como dieta radículas de plântulas de milho, as quais serão cultivadas em vermiculita esterilizada, umedecida com água destilada e acondicionadas em câmara climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

Por ocasião da inoculação das larvas, 40 g de vermiculita serão colocados no fundo do recipiente e sobre esta 80 g de água. Em seguida, plântulas de milho serão depositadas sobre a vermiculita umedecida, na proporção de 1 plântula para cada 3 larvas neonatas transferidas com auxílio de um pincel fino. Sobre as plântulas e as larvas, serão acrescentados mais 40 g de vermiculita e, sobre esta, 80 g de água. Após 10 dias de desenvolvimento,

as larvas serão transferidas, por peneiramento, do recipiente de inoculação para outro recipiente, que contenha vermiculita esterilizada umedecida e novas plântulas, porém na proporção de 1 plântula para cada 2 larvas para o inseto completar a fase imatura.

3.3. Bioensaios em laboratório

3.3.1. Desenvolvimento de larvas

O experimento será conduzido, em laboratório da Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul.

Serão utilizadas larvas de *D. speciosa* provenientes de criação mantida em laboratório, conforme metodologia descrita por Ávila et al. (2000). Os tratamentos a serem testados serão os seguintes: 6 g de planta inteira seca de *T. minuta*, 6 g de flor seca de *T. minuta*, 12 g de planta inteira fresca de *T. minuta*, e a testemunha (sem nenhuma estrutura da planta *T. minuta*), totalizando quatro tratamentos com seis repetições distribuídos inteiramente ao acaso.

Inicialmente larvas recém-eclodidas de *D. speciosa*, serão inoculadas em plântulas de milho cultivados em recipientes plásticos (9 cm de altura x 12 cm de diâmetro), seguindo o descrito por Ávila et al. (2000). Posteriormente, no período compreendido entre 10 e 13 dias após o desenvolvimento das larvas, estas serão transferidas, por peneiramento, do recipiente de inoculação para outro recipiente (9 cm x 12 cm) contendo tubérculos brotados de batata cultivar Cristal, baseando-se na metodologia descrita por Ávila & Parra (2002), os quais utilizaram um tubérculo de batata para cada 20 larvas no recipiente de criação.

No momento da transferência serão formadas 3 camadas no interior do recipiente plástico: a primeira, no fundo do recipiente, será constituída por 40 g de vermiculita esterilizada + 80 g de água destilada, sobre a qual será depositada um tubérculo de batata brotado, sendo este envolvido pelo tratamento (estruturas secas ou frescas de *T. minuta*), formando uma espécie de ninho (segunda camada), sobre o ninho, serão depositadas 15 larvas de *D. speciosa*, e a terceira e última camada será constituída por 40 g de vermiculita esterilizada + 80 g de água destilada. Esse procedimento será repetido para cada tratamento, e os recipientes serão mantidos em câmara climatizada com

temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.

As larvas permanecerão nos recipientes de criação até a emergência dos adultos, momento em que será avaliado o percentual de adultos originados das larvas inicialmente transferidas. À medida que os adultos forem emergindo será realizada a sexagem conforme descrito por White (1977) e em seguida, estes serão colocados no interior de gaiolas confeccionadas de copos plásticos (10 cm de diâmetro \times 15 cm de altura) desprovidos de fundo, sendo este substituído por tecido, tipo *voile*.

Serão montados casais com os adultos emergidos com diferença de até 48 horas. Os insetos serão alimentados com folhas de feijão até o final do ciclo de vida de cada inseto. O presente bioensaio visa avaliar a biologia da *D. speciosa* baseando-se no método utilizado por Haji (1981) sendo observados os seguintes parâmetros biológicos: duração e viabilidade no período larva-adulto; períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição; longevidade de machos e de fêmeas; fecundidade e viabilidade. A partir dos dados de sobrevivência e de oviposição, serão elaboradas tabelas de vida de fertilidade (SILVEIRA NETO et al., 1976). Posteriormente, calcular-se-á o número médio de ovos por fêmea (m_x) em cada data de oviposição (x) considerando o total de fêmeas, o índice de sobrevivência acumulado de fêmeas (l_x) durante o período de oviposição e o número de descendentes que atingiram a idade x .

Com base nas informações das tabelas de vida, serão estimados os seguintes parâmetros para cada tratamento (MAIA et al., 2000): Taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo de tempo entre cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (r_m), e o número de indivíduos adicionados à população, por fêmea, por dia, que darão origem a fêmeas (λ) de *D. speciosa*.

3.3.2. Preferência e consumo alimentar de *D. speciosa*

A avaliação de preferência alimentar de adultos de *D. speciosa* basear-se-á na metodologia utilizadas por (VIEIRA et al., 2003). Inicialmente serão retirados discos de 5 cm de diâmetro de folhas de batata cultivar Cristal por meio de um vazador metálico, os quais serão imersos por aproximadamente 5 segundos nos diferentes tratamentos: óleo da planta inteira *T. minuta* a 1%, 0,50%, 0,25% e 0,20% v/v, extrato aquoso de planta inteira e flor secos e

frescos de *T. minuta* a 5% v/v (5 ml de extrato bruto a 10% p/v) e 20% v/v (20ml de extrato bruto a 10% p/v). Haverá duas testemunhas uma constituída por água destilada e outra testemunha positiva constituída por óleo de Nim a 1%. O consumo alimentar dos insetos será analisado através de testes com e sem chance de escolha do alimento. Os insetos adultos de *D. speciosa* serão provenientes de população mantida em laboratório.

No bioensaio com chance de escolha, os discos de folhas de batata tratados, serão dispostos de forma circular e equidistante em placas de Petri de 14 cm de diâmetro. Cada placa conterà quatro insetos adultos de *D. speciosa* e quatro folíolos tratados sendo que dois dos tratamentos sempre serão as testemunhas (Água destilada e Nim a 1%), caracterizando assim uma bateria. No total serão quatorze tratamentos avaliados em seis baterias com oito repetições. No bioensaio sem chance de escolha os discos de folhas de batata com 5 cm de diâmetro serão dispostos individualmente em placas de Petri com 9 cm de diâmetro contendo um inseto por placa, o teste contará com doze tratamentos e cinco repetições.

As avaliações dos bioensaios com e sem chance de escolha serão realizados pela observação da sobrevivência dos insetos nas 24 e 48 horas após a instalação dos testes, e nas 48 horas será avaliado o consumo foliar através de medidor de área foliar modelo Licor LI-3100C. Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3.4. Avaliação em estufa

No período de março a julho de 2015, será implantado experimento em estufa da Estação Experimental Cascata (EEC), Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, utilizando os mesmos tratamentos testados em laboratório com partes da planta de *T. minuta*, e os resultados mais promissores obtidos com extratos e óleos de *T. minuta*. Os insetos para a infestação serão obtidos de criação estoque de *D. speciosa*, mantida em plântulas de milho, segundo metodologia descrita por Ávila et al. (2000). Os testes serão realizados com base nas metodologias descritas por Marques et al. (1999) e Bonine (1997).

Tubérculos de batata cultivar Cristal, serão plantados individualmente em vasos de polietileno com capacidade de 8 L, os quais, serão preenchidos

com substrato comercial (Furfa Fértil[®], Hortaliças), sendo que cada planta ficará protegida por todo o período do experimento, no interior de uma gaiola cilíndrica (1,20 m x 0,45 m diâmetro) de ferro coberta com tecido tipo *voile*, a fim de evitar a interferência de outros insetos. O experimento será dividido em duas partes: infestação com adultos e infestação com larvas de *D. speciosa*.

a) Infestação com adultos de *D. speciosa* - No período compreendido entre 20 e 30 dias após a emergência das plantas, estas serão pulverizadas com os produtos obtidos em laboratório nas concentrações que se mostrarem eficientes, em seguida serão liberados em cada gaiola dois casais de *D. speciosa* por um período de 5 dias consecutivos, com a finalidade de garantir o acasalamento e a conseqüente postura no substrato. Posteriormente, os adultos serão retirados das gaiolas com o auxílio de um succionador, sendo verificado o comportamento e a sobrevivência dos insetos.

A avaliação da parte aérea da planta será através da Área Foliar da Planta, obtida por medidor de área foliar (Licor LI-3100C), onde será retirada uma folha (do estrato médio da planta) em dois momentos diferentes, no dia da infestação e no dia da retirada dos insetos. As análises estatísticas serão realizadas separadamente por data de avaliação.

b) Infestação com larvas de *D. speciosa* – Serão colocados juntamente com os tubérculos no momento de plantio os tratamentos que seguem: 12 g planta inteira seca de *T. minuta*, 24 g planta inteira fresca de *T. minuta*, 12 g flor seca de *T. minuta* e testemunha (plantio de tubérculos sem partes da planta de *T. minuta*). Os tubérculos serão envolvidos com os tratamentos, imitando um ninho. Posteriormente, no período compreendido entre 20 e 30 dias após a emergência das plantas, ocorrerá a infestação artificial de 30 larvas de *D. speciosa* por planta, as quais permanecerão até a emergência dos adultos, que serão retirados das gaiolas. As plantas serão distribuídas inteiramente ao acaso no interior da estufa, cada tratamento conterà seis repetições. Todos os tubérculos serão colhidos e avaliados quando a maioria das plantas apresentarem sinais de maturação.

Os danos em tubérculos para ambos os experimentos serão avaliados seguindo a metodologia de Salles (2000), através de notas nas seguintes categorias de dano: 1 = sem furo; 2 = 1-3 furos; 3 = 4-7 furos; 4 = 8-11 furos e 5 = mais de 12 furos característicos de larvas do inseto por tubérculo. Assim

como o percentual de controle (PC) de cada tratamento testado será calculado a partir da fórmula de Abbott (1925).

Para a avaliação dos caracteres agronômicos será utilizado a metodologia descrita por Souza et al. (2005), onde:

a) aparência: será avaliada comparando-se os tratamentos introduzidos com as testemunhas, segundo a escala, onde 1= aparência ótima (tubérculos atrativos, com coloração clara, lisa, formato alongado e uniforme, olhos rasos, tamanho médio a grande) e 5= aparência péssima (tubérculos de película áspera, olhos profundos, baixa produtividade, formato irregular e outros defeitos);

b) uniformidade: será utilizada a escala onde: 1= uniforme (tubérculos com tamanho e formatos uniformes) e 5= desuniforme (tubérculos com diferentes tamanhos e formatos);

c) rendimento total: será realizada a classificação em peneira (diâmetro transversal: maior ou igual a 45 mm e menor que 45 mm, onde >45 mm serão considerados comerciais) e pesagem;

d) peso médio: divisão do rendimento total pelo número total de tubérculos;

e) % tubérculos comerciais: relação entre o número de tubérculos comerciais e o número total de tubérculos multiplicado por 100;

f) aspereza da película: será avaliada comparativamente às cultivares testemunhas, através da escala onde tubérculo com película lisa receberá nota 1 e com película áspera receberá nota 5;

g) profundidade do olho: será considerada a escala, onde: 1= olho raso e 5= olho profundo.

Os dados obtidos na avaliação serão submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

3.5. Avaliação em condições de campo

Será avaliado a campo o potencial de partes da planta de *T. minuta* como tratamentos no manejo de *D. speciosa* no momento do plantio da batata em condições de campo. O experimento será implantado na Estação Experimental Cascata e em uma propriedade familiar de base ecológica a ser definida posteriormente, no período de setembro de 2015 a março de 2016.

A cultivar de batata Cristal será plantada em parcelas de acordo com os tratamentos culturais recomendados para o cultivo orgânico segundo a IN 46 (MAPA, 2014) em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos serão Testemunha (sem partes da planta *T. minuta*), 12 g planta inteira seca de *T. minuta*, 12 g flor seca de *T. minuta*.

Cada bloco conterá 5 linhas de 6 m de comprimento com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,80 m entre linhas, as três linhas centrais conterão os tratamentos, sendo consideradas úteis as 18 plantas centrais de cada linha tratada, e as duas externas serão mantidas como bordadura.

Para a avaliação dos danos causados por larva de *D. speciosa* nos tubérculos, serão separados e pesados aleatoriamente 4 kg de tubérculos por parcela. Os tubérculos serão separados em dois tamanhos, os que ficarem retidos em peneira de 5 x 5 cm e em 3,5 x 3,5 cm de malha serão classificados em tubérculos grandes e pequenos, respectivamente. Esses tubérculos serão sub-classificados nas seguintes categorias de dano: 1= sem furo; 2= 1-3; 3= 4-7; 4= 8-11 furos e 5= mais de 12 furos característicos de larvas de vaquinha por tubérculo, conforme metodologia descrita por Salles (2000).

Para a avaliação dos caracteres agronômicos será utilizado a metodologia descrita por Souza et al. (2005), onde:

a) aparência: será avaliada comparando-se os clones introduzidos às testemunhas, segundo a escala, onde 1= aparência ótima (tubérculos atrativos, com coloração clara, lisa, formato alongado e uniforme, olhos rasos, tamanho médio a grande) e 5= aparência péssima (tubérculos de película áspera, olhos profundos, baixa produtividade, formato irregular e outros defeitos);

b) uniformidade: será utilizada a escala onde: 1= uniforme (tubérculos com tamanho e formatos uniformes) e 5= desuniforme (tubérculos com diferentes tamanhos e formatos);

c) rendimento total: será realizada a classificação em peneira (diâmetro transversal: maior ou igual a 45 mm e menor que 45 mm, onde >45 mm serão considerados comerciais) e pesagem;

d) peso médio: divisão do rendimento total pelo número total de tubérculos;

e) % tubérculos comerciais: relação entre o número de tubérculos comerciais e o número total de tubérculos multiplicado por 100;

f) aspereza da película: será avaliada comparativamente às cultivares testemunhas, através da escala onde tubérculo com película lisa receberá nota 1 e com película áspera receberá nota 5;

g) profundidade do olho: será considerada a escala, onde: 1= olho raso e 5= olho profundo.

Os dados obtidos na avaliação serão submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4 Resultados e Impactos Esperados

Espera-se com o presente trabalho verificar a potencialidade da espécie *T. minuta* de forma a valorizar o conhecimento gerado por décadas pelos agricultores(as) familiares, contribuindo para o aperfeiçoamento de uma tecnologia social, de fácil incorporação na Unidade de Produção Familiar, prática e independente de insumos externos, fornecendo às famílias produtoras de batata uma alternativa que poderá ser utilizada na propriedade familiar para o manejo de *D. speciosa*, garantindo qualidade de vida, renda e manutenção das famílias no meio rural.

5. Cronograma do Projeto

Atividades	Ano 2014				Ano 2015				Ano 2016				Ano 2017			
	Trimestral				Trimestral				Trimestral				Trimestral			
	J F M	A M J	J A S	O N D												
Revisão de literatura	x	x	x	X	x	x	X	X	x	x	x	x				
Disciplinas	x	x	x	X	x											
Elaboração do projeto	x	x	x													
Criação de <i>D. speciosa</i>				X	x	x	X	X	x							
Bioensaio				X	x	x	X									
Análise dos dados							X	X								
Apresentação do projeto						x										
Ensaio em estufa					x	x	X									
Análise dos dados							X	X								
Qualificação do projeto								X								
Ensaio de campo - UEP							X	X	x							
Análise dos dados de campo										x	x	x				
Publicação dos resultados													x	x		
Defesa da tese													x			

Entre os fatores que poderão interferir na execução das ações propostas comprometendo as metas e objetivos preconizados no trabalho estão às dificuldades envolvidas na criação do inseto em laboratório, pois havendo declínio populacional haverá a necessidade de replanejar o cronograma. No entanto, o problema poderá ser contornado através de coletas de *D. speciosa* a campo permitindo a manutenção da criação a uma densidade populacional que permita a realização de todos os bioensaios propostos. Referindo-se à fase experimental a campo, outra dificuldade que poderá afetar o andamento do trabalho são as condições meteorológicas. Por esta razão buscar-se-á ter disponível dados referentes a pelo menos duas safras experimentais distintas de batata.

6. Orçamento

6.1. Material de Consumo

Discriminação	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Gaiola de criação	Unid.	2	600,00	1.200,00
Estrutura metálica	Unid.	50	30,00	1.500,00
Vermiculita expandida	Saco 100 L	10	40,00	400,00
Sementes de milho orgânico	Saco 3 Kg	3	33,00	99,00
Vaso plástico (8 L)	Unid.	50	5,50	275,00
Turfa	Saco 23 Kg	10	25,00	250,00
Pote plástico c/ tampa	Unid.	100	4,00	400,00
Tecido <i>Voil</i> (m)	Unid.	100	5,50	550,00
Pincel fino	Unid.	3	2,00	6,00
Compressa Gaze c/ 500	Pacote	2	15,00	30,00
Tinta p/ tingir tecido (preta)	Unid.	1	4,00	4,00
Papel filtro c/100 fls.	Pacote	2	144,00	288,00
Erlenmeyer (250 ml)	Unid.	2	33,00	66,00
Algodão hidrófilo (500 g)	Rolo	2	15,00	30,00
Fita crepe	Unid.	2	4,00	4,00
Esponja fina	Unid.	3	3,00	9,00
Pisseta	Unid.	2	5,00	10,00
Cartuchos p/ impressora	Unid.	2	50,00	100,00
Folhas A4	Pacote	5	12,00	60,00
Copos plásticos	Pacote	100	45,00	45,00
Costureira	Unid.	50	10,00	500,00
Passagens (Pelotas-Porto Alegre)	Unid.	6	55,35	332,10
Passagens aéreas (eventos)	Unid.	4	800,00	1.680,00
Diárias	Unid.	10	187,83	1.878,30
Publicação em periódico	Unid.	2	850,00	1.700,00
Sub-total	-	-	-	R\$ 11.416,40
Custo total				R\$ 11.416,40

7. Divulgação

O projeto está vinculado ao Macro-programa 6 da Embrapa Clima Temperado – “Plantas Bioativas de interesse para o manejo satisfatório de agroecossistemas em transição agroecológica” e com o Projeto de Pós-doutorado DOCFIX/FAPERGS-CAPES, “Potencial da espécie *Tagetes minuta* (Asteraceae) enquanto estratégia tecnológica aplicada ao manejo de agroecossistemas em transição agroecológica”.

Conforme previsto nas duas atividades citadas acima, e de acordo com as normas estabelecidas pelo PPGSPAF, os resultados serão divulgados em cursos de extensão realizados pela Embrapa Clima Temperado em parceria com organizações ligadas à agricultura familiar no Território Zona Sul, bem

como publicados em resumos e artigos relacionados com a temática de pesquisa.

8. Referências Bibliográficas

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 18, p. 265-267, 1925.

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 715 p.

ÁVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. Desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 739-743, 2002.

ÁVILA, C. J.; TABAI, A. C.; PARRA, J. R. P. Comparação de técnicas para criação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em dietas natural e artificial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 32, p. 257-267, 2000.

BONINE, Derli Paulo. **Suscetibilidade de cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.) à *Diabrotica speciosa* (Germ.) (Coleoptera: Chrysomelidae) e ocorrência de outras pragas subterrâneas**. Pelotas, 1997. 68 f. Dissertação (Mestrado em: Fitossanidade) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1997.

COSTA, F. A. *Farmacognosia*. 4 ed. v. 2 Lisboa: Fundacao Calouste Gulbenkian. 1994.

CRANSHAW, W. S.; RADCLIFFE, E. B. Effect of defoliation on yield of potatoes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 73, p. 131-134, 1980.

FURIATTI, R. S. Efeito de genótipos de batata sobre *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em condições de campo. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 101-107, 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. & MOTO, C. (Eds.) **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002, 920 p.

GONÇALVES, M. M.; MEDEIROS, C. A. B.; NAZARENO, N. R. X. Características de Produção Orgânica de Batata. In: (Ed.). **Produção Orgânica de Batata: potencialidades e desafios**. Londrina, PR. LAPAR, 2009. Cap.1, 15- 36 p.

GONÇALVES, Marcio de Medeiros. **Ecologização do sistema de produção de batata no sul do Rio Grande do sul: comparação de sistemas de produção**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

HAI, N. F. P. **Biologia, dano e controle do adulto de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batatinha (*Solanum tuberosum* L.)**. Piracicaba, 1981. 53 f. Tese (Doutorado em Entomologia). – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, 2012 Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=3&z=t&o=26&u1=1&u2=1&u3=1&u4=34>> Acessado em: 7 agosto de 2014.

LARA, F. M.; SCARANELLO, A. L.; BALDIN, E. L. L.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de clones de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 761-765, 2004.

LOVATTO, Patrícia Braga. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças**.

2012. 392 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

LOVATTO, Patrícia B.; MAUCH, Carlos R.; SCHIEDECK, Gustavo.

Bioatividade de extratos aquosos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) sobre *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae) e viabilidade de sua utilização no manejo agroecológico de hortaliças. 7 ed. Congresso Brasileiro de Agroecologia. Fortaleza: 2011. CD-ROM.

MAIA, H.N.M.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, n.2, p.511-518, 2000.

MAPA. **Instrução Normativa MAPA Nº 46 DE 06/10/2011 (Federal), ANEXO VII**. Disponível em:

<<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?legislacao=581034>> Acesso em: 20 de julho de 2014.

MARQUES, G. B. C.; ÁVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. Danos causados por larvas e adultos de *D. speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 11, p. 1938-1986, 1999.

MILANEZ, José Maria. **Técnicas de criação e bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. 1995. 102 f. Tese (Doutorado em Entomologia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.).

NARDIN, I. Associação Brasileira da Batata. **Batata Show**, Itapetininga, ano 7, n. 19, p. 34-36, 2007.

PEREIRA, I. S.; CAMPOS, A. D.; GOMES, C. B.; PORTO, F. G. S.; MACEDO, J. K. Óleo essencial de chinchilho (*Tagetes minuta* L.) como alternativa para o controle da requeima na cultura da batata, **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 8, n. 2, 2013.

PEREIRA, A. S.; MEDEIROS, C. A. B.; REISSER, C. J.; CASTRO, C. M.; GOMES, C. B.; FREIRE, C. J. S.; NAVA, D. E.; ALMEIDA, I. R.; MADAIL, J. C. M.; DANIELS, J.; WEREGE, M. C.; NAZARENO, R. X. N.; BERTONCINI, O.; STEINMETZ, S. Produção de Batata no Rio Grande do Sul, **Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**, 2010, 93 p. (Documento Técnico, 19).

SALLES, L. A. Eficiência do inseticida Thiamethoxam (actara) no controle das pragas de solo da batata, *Diabrotica speciosa* (Coleoptera, Chrysomelidae) e *Heteroderes* spp. (Coleoptera, Elateridae). **Revista Brasileira de Agrociência**, Cruz Alta, v. 6, n. 2, p.149-151, 2000.

SIGNORINI, Chaiane B.; TRECHA, Calisc O.; SCHIEDECK, Gustavo.; MAUCH, Carlos R.; LOVATTO, Patrícia B. **Atividade do óleo essencial e extrato aquoso de *Tagetes minuta* (Asteraceae) sobre o consumo alimentar de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata, sob condições de laboratório**. 8 ed. Congresso Brasileiro de Agroecologia. Porto Alegre, 2013. CD- ROM.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILA NOVA, N. A. **Manual de ecologia de insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419 p.

SOULE, J. A. **Novel annual and perennial *Tagetes***. Em Janick J (Ed.) Progress in New Crops. ASHS Press. Arlington, VA, EEUU. p. 546-551, 1996.

SOUZA, V. Q.; PEREIRA A. S.; FRITCHE NETO, R.; SILVA, G. O.; OLIVEIRA, A. C. Potential of selection among and within potato clonal families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.5, p.199-206, 2005.

SOUZA, V. Q.; PEREIRA, A. S.; SILVA, G. O.; CARVALHO, F. F. I.; OLIVEIRA, A. C. Insect resistance and horticultural trait genetic values of potato families. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v. 11, p. 69-73, 2008.

VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; ANDREI, C. C. Plantas inseticidas. In:___ SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; LILIAN, A. M.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre, 5ª Edição, Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2003.

WHITE, R. Sexual characters of species of *Diabrotica* (Chrysomelidae: Coleoptera). **Annals Entomological Society American**, Lanham, v. 70, p. 168, 1977.

4 Relatório do Trabalho de Campo

4 Relatório do Trabalho de Campo

A execução prática do projeto de tese iniciou-se em novembro de 2014, com a instalação e manutenção da criação de *Diabrotica speciosa* no laboratório de Entomologia da Embrapa Clima Temperado (Figura 1), localizado no município de Pelotas, RS. Para isso, foram realizadas coletas periódicas de insetos em propriedades produtoras de hortaliças da região (Figura 2). Porém, mesmo com uma alta densidade populacional de insetos em laboratório houve dificuldades para o estabelecimento da criação, pois os insetos não realizavam posturas. Aparentemente as condições do ambiente estavam adequadas ao desenvolvimento da *D. speciosa*, e foi um longo período de investigação até a constatação de que o problema estava na intensidade luminosa na sala de criação. Posteriormente, a criação passou a se reproduzir normalmente, embora o fato constatado tenha interferido na realização inicial dos experimentos.



Figura 1 – Criação de *Diabrotica speciosa* mantida no laboratório de entomologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS. Fonte: TRECHA, 2015.



Figura 2 – Coleta de *Diabrotica speciosa* na Ilha dos Marinheiros no município de Rio Grande/RS. Fonte: TRECHA, 2015.

No período compreendido de março a maio de 2015 foram realizadas coletas de plantas *T. minuta* (Figura 3) em diferentes municípios da região Sul do estado como Pelotas, Canguçu, São Lourenço do Sul, Piratini e Rio Grande. Estas plantas foram separadas e processadas para a extração do óleo essencial da planta inteira, e também separadas em planta inteira e flor para a secagem em estufa visando o armazenamento para posterior uso em experimentos na forma de planta seca e para preparo de extratos.



Figura 3 -. Coleta de *Tagetes minuta* no município de Pelotas/RS. Fonte: TRECHA, 2015.

Em 04 de março de 2015 iniciou-se o plantio dos tubérculos de batata cultivar Cristal em estufa na Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado localizada no município de Pelotas, RS. Para a realização do experimento proposto no projeto de tese, onde foram realizadas infestações artificiais de larvas de *D. speciosa* 25 dias após a emergência das plantas. Os tubérculos no momento do plantio foram envolvidos por partes da planta seca ou fresca de *T. minuta* (Figura 4), as quais foram consideradas como tratamentos, formando um ninho. Todos os tubérculos foram plantados no mesmo dia em vasos plásticos contendo substrato comercial (Turfa Fértil®, Hortaliças). Em cada vaso foi mantido uma planta de batata, sendo cada planta individualizada no interior de uma gaiola de metal coberta com tecido tipo “voil”, evitando dessa forma o ataque de outros insetos de ocorrência natural. As plantas foram distribuídas ao acaso no interior da estufa, com a devida identificação. No período de cultivo diariamente fez-se o monitoramento do ambiente interno da estufa através da abertura e fechamento dos portões. A irrigação das plantas foi efetuada conforme a necessidade observada diariamente. O ponto de colheita foi determinado visualmente através da observação das folhas e caules que se tornaram amarelados progredindo ao

amadurecimento completo da parte aérea e também pela aderência da película aos tubérculos.



Figura 4 - Tubérculos de batata Cristal envolvidos pelo tratamento planta inteira fresca de *T. minuta* em estufa. Fonte: TRECHA, 2015.

Entretanto, o experimento com larvas de *D. speciosa* em estufa teve que ser repetido no mesmo período do ano seguinte (2016), pois devido ao problema encontrado para estabelecer a criação em laboratório optou-se por utilizar no ensaio um baixo número de larvas (15) para assim garantir a realização do experimento no primeiro ano, mas infelizmente não foi verificada nenhuma diferença entre os tratamentos. Por isso, em março de 2016 o mesmo experimento foi realizado em estufa utilizando o dobro de larvas (30) conforme definido em projeto, sendo possível dessa forma perceber diferença entre os tratamentos.

Em março de 2015 paralelamente a coleta de plantas, e a extração de óleo de *T. minuta* e ao experimento com larvas em estufa, também foi conduzido o bioensaio com larvas de *D. speciosa* no laboratório na Estação Experimental Cascata, as quais se desenvolveram em tubérculos de batata cultivar Cristal. Os tubérculos foram envolvidos por partes da planta seca ou fresca de *T. minuta* (Figura 5) e à medida que se dava a emergência dos adultos foram formados casais oriundos do mesmo tratamento, sendo mantido

um casal por gaiola. As avaliações ocorreram periodicamente através do registro das seguintes variáveis: mortalidade, fertilidade, reprodução e longevidade de cada indivíduo por todo o ciclo de vida para cada tratamento. As avaliações referentes a este bioensaio se estenderam até agosto de 2015.



Figura 5 - Tubérculos de batata envolvidos por partes da planta de *T. minuta* em condições de laboratório. Fonte: TRECHA, 2015.

Em agosto de 2015 foi instalado o experimento a campo na área Experimental da Cascata (Figura 6), o plantio da batata, cultivar Cristal, ocorreu no dia 25 de agosto de 2015, no momento do plantio os tubérculos foram envolvidos por partes da planta seca de *T. minuta*, pois neste período não há plantas de *T. minuta* por isso não foi utilizado partes da planta fresca.



Figura 6 – Vista do experimento implantado na área da Embrapa Clima Temperado, Estação Cascata, Pelotas/RS. Fonte: TRECHA, 2015.

Neste período do ano de 2015, excepcionalmente, foram registradas temperaturas a baixo da média normal e excesso de precipitação o que acabou acarretando baixa produtividade de tubérculos. O experimento foi montado em quatro blocos, cada bloco conteve cinco linhas de 6 m de comprimento cada com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,80 m entre linhas, sendo que as três linhas centrais continham os tratamentos, foram consideradas úteis as 18 plantas centrais de cada linha tratada, e as duas externas foram mantidas como bordadura. Foram realizados todos os tratos culturais recomendados para a cultura da batata entre eles a capina sempre que necessário e a amontoa aos 40 dias após o plantio dos tubérculos, foi utilizado esterco de peru como fonte adubação. A colheita foi realizada dia 17 de dezembro de 2015 quando as plantas apresentaram a parte aérea completamente madura (amerelada) e a película apresentou-se aderida aos tubérculos.

Entre dezembro de 2015 e maio de 2016 foram realizados os bioensaios de laboratório propostos no projeto de tese para avaliar o consumo alimentar de adultos de *D. speciosa* alimentados com discos de folhas de batata cultivar Cristal (Figura 7), tratados com diferentes concentrações dos extratos, e óleos de *T. minuta* em testes com e sem chance de escolha. As avaliações dos bioensaios com e sem chance de escolha foram realizadas nas 24 horas e 48 horas após a instalação dos testes, respectivamente. Embora no projeto tenha

sido previsto avaliações nas 24 e 48 horas para ambos os testes, isso não foi possível porque no teste com chance de escolha contendo óleo de *T. minuta*, todos os insetos morreram antes mesmo das 24 horas. O consumo foliar pelos insetos foi obtido através de medidor de área foliar modelo Licor LI-3100C.



Figura 7 - Ensaio de consumo alimentar de *D. speciosa* em discos de folhas de batata Cristal. Fonte: TRECHA, 2016.

O experimento de campo foi reproduzido no ano seguinte, no período de setembro de 2016 a fevereiro de 2017, em uma unidade agrícola familiar localizada no município de Morro Redondo, propriedade da senhora Marcia Scheer (Figura 9), a qual possui certificação orgânica para produção de hortaliças e está entre os poucos produtores de batata nesse sistema e que comercializa o produto na região de Pelotas. O preparo da área seguiu exatamente os realizados pela produtora na propriedade e o plantio dos tubérculos de batata cultivar Cristal, se deu em 26 de setembro de 2016, o qual foi retardado em função das altas precipitações ocorridas na época recomendada para o plantio da cultura na região. Foi utilizado adubo comercial Organo NPK Supremo, e os tubérculos foram envolvidos pelas estruturas secas de *T. minuta* no momento do plantio. Os tratamentos culturais realizados foram capinas sempre que necessário e a amontoa aos 40 dias após o plantio. O delineamento do experimento foi o mesmo realizado no ano anterior na Estação Cascata. A colheita foi realizada no dia 08 fevereiro de 2017 quando

as plantas apresentaram a parte aérea amarelada e a película estava completamente aderida os tubérculos.



Figura 8 – Cultivo de batata na propriedade da senhora Marcia Scheer, no município de Morro Redondo. Fonte: TRECHA, 2016.

Artigo 1 – Submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Tropical

**Comportamento alimentar de *Diabrotica speciosa* em folhas de batata tratadas
com óleo e extrato de *Tagetes minuta***

Calisc de Oliveira Trecha¹, Carlos Rogério Mauch¹, Carlos Alberto Barbosa
Medeiros², Dori Edson Nava², Patrícia Braga Lovatto¹

RESUMO

O cultivo da batata é prejudicado pelo consumo alimentar de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). O uso de inseticidas botânicos é uma alternativa ao controle químico e dentre estes, os obtidos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) apresentam potencial para o manejo de *D. speciosa*. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento alimentar de adultos de *D. speciosa* em folhas de batata tratadas com diferentes concentrações do óleo e do extrato aquoso de *T. minuta*. Foram realizados testes sem e com chance de escolha, oferecendo aos adultos discos foliares de batata, tratados com óleo essencial de *T. minuta*, a 1,0, 0,50, 0,25, 0,20 e 0,15% (v/v), e com extratos aquosos da planta inteira seca e fresca, e da flor seca e fresca de *T. minuta* a 5 e 20% (v/v), além da água destilada e óleo de nim a 1% (v/v). No teste sem chance de escolha utilizou-se placa de Petri (9 cm), contendo um disco foliar e um inseto. No teste com chance de escolha utilizou-se placa de Petri (14 cm) contendo todos os tratamentos e um inseto/tratamento. Em ambos os testes o óleo de *T. minuta* 0,25% manifestou indícios de maior eficiência para a redução de consumo alimentar de *D. speciosa*. Extratos aquosos de *T. minuta* foram significativos somente no teste sem chance de

¹Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Pelotas, RS, Brasil.

²Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

E-mails: calistrecha@gmail.com, crmauch@ufpel.edu.br, carlos.medeiros@embrapa.br, dori.edson-nava@embrapa.br, biolovatto@yahoo.com.br

escolha em todos os tratamentos a 20%. Sendo mais viável para o produtor a utilização do extrato aquoso da planta inteira fresca ou seca de *T. minuta* por exigir menor mão de obra.

PALAVRAS-CHAVES: *Solanum tuberosum*; vaquinha; chinchilho; bioativas.

***Diabrotica speciosa* feeding behavior in potato leaves treated with oil and *Tagetes minuta* extract**

ABSTRACT

Potato growing is affected by the food intake of *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). The use of botanical insecticides is an alternative for the chemical control and among these, the ones obtained from *Tagetes minuta* (Asteraceae) present a potential for the handling of *D. speciosa*. The purpose of the present work was to assess the eating behavior of adults of *D. speciosa* in potato leaves treated with different concentrations of oil and aqueous extract of *T. minuta*. Tests with and without chance of choice were carried out, offering the adults potato leaf discs, treated with essential oil of *T. minuta*, at 1,0, 0,50, 0,25, 0,20 and 0,15% (v/v), and with aqueous extract of the whole fresh and dry plant of *T. minuta* at 5 and 20% (v/v), as well as distilled water and neem oil at 1% (v/v). In the test without chance of choice, we used Petri dish (9 cm), with a leaf disc and an insect. In the test with chance of choice, we used Petri dish (14 cm) with all the treatments and an insect/treatment. In both tests the oil of *T. minuta* 0,25% showed signs of higher efficiency for the decrease of food intake of *D. speciosa*. While aqueous extracts of *T. minuta* were only significant in the test without chance of

choice in all treatments at 20%. Being more feasible for the grower the use of aqueous extract of the whole fresh or dry plant of *T. minuta* as it demands less workforce.

KEYWORDS: *Solanum tuberosum*; Corn rootworm; *Tagetes minuta*; bioactive.

INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é um dos estados brasileiros pioneiro no cultivo da batata (*Solanum tuberosum*), sendo o quarto maior produtor, e tem como característica o cultivo em pequenas e médias propriedades. Neste estado o cultivo orgânico vem se expandindo principalmente em propriedades familiares, nas quais parte da produção é comercializada diretamente para os consumidores (Pereira et al. 2010). A demanda pelo produto orgânico tem aumentado, desafiando os produtores que dispõem de pouca informação relativa ao manejo fitossanitário em sistema orgânico (Rossi et al. 2011).

Nesse sentido, um dos fatores limitantes para o estabelecimento do cultivo da batata é a sua suscetibilidade ao ataque de insetos, principalmente *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Os danos ocasionados para a cultura ocorrem em função da alimentação das larvas nos tubérculos e dos adultos nas folhas, diminuindo a fotossíntese o que reduz a produção de tubérculos (Salles 2000).

Geralmente, o manejo de *D. speciosa* nos cultivos de batata se dá pela utilização de agrotóxicos, os quais são aplicados diretamente no solo ou nas folhas representando cerca de 13% do custo de produção (Souza et al. 2008). Dentre os inseticidas utilizados, destacam-se clorpirifós, da classe dos organofosforados e thiamethoxam, pertencente ao grupo dos neonicotinóides (Kuhar & Alvarez 2008). Esse é o método mais adotado pelos produtores para o combate de insetos, sendo muito difícil o cultivo na forma intensiva sem o uso destas substâncias (ANVISA 2013).

Entretanto, com o uso crescente de agrotóxicos na produção agrícola em geral e a constante presença de resíduos acima dos níveis permitidos nos alimentos, o assunto têm sido alvo de preocupação no âmbito da saúde pública, exigindo das diversas esferas de governo, investimento e organização para implementar ações de controle de uso de agrotóxicos (Carneiro et al. 2015). Dessa forma, diante da perspectiva de minimizar os riscos de intoxicação humana e ambiental, a utilização de inseticidas botânicos para o manejo de insetos é uma alternativa viável, que já vem sendo utilizada em várias regiões do mundo (Saito 2004). Dentre estes inseticidas botânicos, destacam-se os produzidos por *Tagetes minuta* L. (Asteraceae), popularmente conhecida como chinchilho, planta nativa de regiões de clima temperado e montanhosas da América Latina, incluindo países como Argentina e México (Ferraz & Freitas 2005).

Inúmeros trabalhos de pesquisa realizados com uso de óleos e extratos de *T. minuta* e também o seu cultivo em consorcio com as culturas comerciais demonstraram a ação sobre insetos (Kyarimpa et al. 2014). *Tagetes minuta* é composta por aleloquímicos e óleos essenciais que possuem múltiplos usos e aplicações (Sadia et al. 2013). Logo, sua bioatividade exercida nos diferentes organismos se dá pela presença de monoterpenos, sesquiterpenos, flavonoides e tiofenóis (Garcia et al. 1995).

Estudos demonstram que extratos bruto e diluído em 30% (v/v) de flor e de folha de *T. minuta* possuem ação repelente e inseticida sobre *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae) (Lovatto et al. 2013). A aplicação de extrato bruto de *T. minuta* sobre pêssegos também demonstrou repelência a *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann 1930) (Diptera: Tephritidae) reduzindo a infestação de larvas e pupas nos frutos (Souza 2013). Em outro estudo, no qual foi avaliado o consumo foliar de batata por *D. speciosa*, foi observado que a utilização de extrato aquoso de flor de *T. minuta* a 20%, aplicado sobre discos foliares de batata, reduziu a área foliar a níveis

próximos ao tratamento onde foi utilizado óleo de nim a 0,5% (Signorini et al. 2013). Em outro teste de consumo realizado por Signorini et al. (2016), os resultados indicaram que extratos de *T. minuta* reduziram a alimentação de larvas de *Ascia monuste orseis* (Latreille, 1819) (Lepidoptera: Pieridae), enquanto os óleos de *T. minuta* limitaram a sobrevivência larval.

Segundo Menezes (2005), as substâncias presentes nos extratos botânicos apresentam amplo espectro de ação sobre insetos, apresentando vantagens sobre os inseticidas sintéticos, como baixa persistência, menor risco dos insetos desenvolverem resistência, e reduzido risco para organismos benéficos. A aplicação pode ser feita um pouco antes da colheita do alimento por possuir baixo ou nenhum poder residual. Pode não causar a morte do inseto, mas acarreta paralisação alimentar imediatamente ou pouco tempo após a aplicação do inseticida botânico, além de baixa a moderada toxicidade.

Portanto, a busca por alternativas constitui-se num campo de investigação aberto e contínuo, diante a variedade de substâncias presentes na flora, sendo um atrativo ao manejo de insetos, principalmente porque pequena parcela dessas plantas foi investigada (Simões et al. 2010). Além do mais, estudos relacionados ao comportamento alimentar dos insetos podem fornecer informações que auxiliam na obtenção de novas formas de manejo (Panizzi & Parra 2009). O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento alimentar de adultos de *D. speciosa* em folhas de batata tratadas com diferentes concentrações do óleo e extrato aquoso de *T. minuta*, em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes foram realizados na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, em câmaras climatizadas a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $60\pm 10\%$ e fotofase de 14h. Foram realizados dois experimentos, sendo um sem chance de escolha e outro com chance de escolha.

A avaliação de preferência alimentar de adultos de *D. speciosa* baseou-se na metodologia descrita por Vieira et al. (2003). Discos foliares de batata cultivar Cristal foram obtidos por meio de um vazador metálico.

O estudo foi composto por tratamentos com óleo essencial da planta inteira de *T. minuta*, a 1,0, 0,50, 0,25, 0,20 e 0,15% (v/v), e com extratos aquosos de planta inteira seca e fresca, e de flor seca e fresca de *T. minuta*, a 5 e 20% (v/v), além das testemunhas água destilada e óleo de nim 1% (v/v) (padrão).

A obtenção do óleo essencial de *T. minuta* foi realizada pelo método água-vapor em equipamento semi-industrial de inox marca Linax®, método semelhante ao arraste a vapor. Para o preparo dos tratamentos a base de óleo essencial, o mesmo foi adicionado em água destilada, na mesma proporção que o agente tensoativo não iônico Tween®, produto utilizado como agente dispersante entre água e óleo essencial.

Para a obtenção do extrato aquoso de partes secas de *T. minuta*, as plantas coletadas foram separadas em flores e planta inteira (contendo flores) e imediatamente levadas para estufa a 40°C por 42 horas. Posteriormente, armazenadas em embalagens de papel, e acondicionadas em ambiente seco, até o momento de uso. Os extratos aquosos de partes frescas da planta foram extraídos imediatamente após a coleta das mesmas.

A concentração dos extratos brutos para estruturas vegetais processadas secas foi de 10% (p/v) e para as estruturas vegetais frescas 20% (p/v). As infusões permaneceram

cobertas com papel alumínio até o resfriamento do material. Após, os extratos brutos foram filtrados para obtenção das concentrações de 5 e 20% (v/v), independente de serem provenientes de partes secas ou frescas. Os adultos de *D. speciosa*, foram provenientes de população mantida em laboratório, seguindo a técnica de criação de Ávila et al. (2000).

No bioensaio sem chance de escolha utilizaram-se discos de folhas de batata (5 cm de diâmetro), os quais foram dispostos individualmente em placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo um inseto por placa (Figura 1). No bioensaio com chance de escolha foram utilizados discos de folhas de batata (2,3 cm de diâmetro), foram dispostos de forma circular e equidistantes em placas de Petri (14 cm de diâmetro) (Figura 2). Todas as placas de ambos os testes tiveram o fundo revestido com papel filtro umedecido, a fim de evitar a desidratação do tecido foliar. Esse bioensaio foi avaliado em dois grupos mantidos paralelamente, sendo um grupo constituído apenas pelas diferentes concentrações de óleos de *T. minuta* e o outro composto por extratos aquosos de diferentes partes de *T. minuta* fresca ou seca. O grupo composto por óleos de *T. minuta* foi constituído por sete tratamentos, e o composto por extratos de *T. minuta* contou com dez tratamentos. Cada unidade amostral contou com um inseto para cada disco de folha de batata.



Figura 1 – Disposição dos discos foliares no teste sem chance de escolha. Fonte: TRECHA, 2016.



Figura 2 – Disposição dos discos foliares no teste com chance de escolha. Fonte: TRECHA, 2016.

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso com sete e oito repetições, para os testes sem e com chance de escolha, respectivamente. Cada placa de Petri representou uma unidade experimental.

A avaliação de ambos os testes se deu pela observação de sobrevivência dos insetos nas 24 e 48 horas após a instalação dos mesmos. Nas 48 horas foi avaliado o consumo foliar através da diferença entre os valores iniciais e finais, obtidos através do planímetro analógico (medidor de área foliar) modelo LICOR 3000, sendo os valores expressos em cm^2 , e a sobrevivência dos insetos nos tratamentos testados foi calculada pela fórmula de Abbott (1925). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), através do programa Sisvar® (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste sem chance de escolha com diferentes concentrações do óleo da planta inteira de *T. minuta*, foi constatada uma redução significativa na área foliar média consumida por adultos de *D. speciosa* nos discos de folhas de batata tratados com as concentrações 0,25, 0,20 e 0,15% do óleo de *T. minuta*, quando comparados ao tratamento água destilada (Tabela 1), as demais concentrações do óleo de *T. minuta* não diferiram significativamente da água destilada.

Tabela 1. Área foliar consumida por adultos de *Diabrotica speciosa* após 48 horas em teste sem chance de escolha, em discos foliares de batata submetidos a diferentes concentrações do óleo de *Tagetes minuta* em condições de laboratório.

Tratamentos	Área foliar consumida (cm ²)
Água destilada	9,31±0,20 a*
Óleo de nim 1%	6,69±0,39 b
Óleo <i>T. minuta</i> 1%	7,32±0,58 ab
Óleo <i>T. minuta</i> 0,50%	7,65±0,15 ab
Óleo <i>T. minuta</i> 0,25%	6,42 ±0,45 b
Óleo <i>T. minuta</i> 0,20%	6,69±0,29 b
Óleo <i>T. minuta</i> 0,15%	6,73±0,20 b
CV (%)	13,72

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Os resultados evidenciados no presente ensaio, possivelmente, estão relacionados à composição química do óleo essencial de *T. minuta* que repele a alimentação. Já que, em análise fitoquímica realizada por Medeiros (2015) em óleo essencial extraído de plantas de *T. minuta*, foram identificados como compostos predominantes os monoterpenos. Isso também foi verificado por Oliveira (2012), o qual obteve predomínio de monoterpenos seguido por sesquiterpenos, em análises de óleo obtidas de *T. minuta*.

Tais compostos caracterizam-se por serem supressores do apetite em insetos, de acordo com Godfrey 1994, Harborne (1993) as lactonas sesquiterpênicas presentes em algumas espécies como *Helianthus annuus* (Asteraceae) têm sido investigadas quanto as suas interações com *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). Logo a ação inibidora de apetite destes terpenóides foi divulgada pela primeira vez em 1974, quando extratos de duas espécies do gênero *Vernonia* e o glaucolideo-A, uma lactona sesquiterpênica, que ocorre em algumas espécies deste gênero, foi responsável por inibir a alimentação larval de insetos.

De acordo com Vizzoto et al. (2010), os monoterpenos devido ao seu baixo peso molecular, costumam ser substâncias voláteis, sendo denominados óleos essenciais. A

função dessas substâncias nas plantas pode ser tanto para atrair insetos como é o caso do limoneno e o mentol, quanto para repeli-los, como os piretróides, inseticidas naturais.

Segundo Viegas Jr. (2003), vários monoterpenos foram isolados e avaliados quanto à toxicidade a diferentes insetos, por isso há uma diversidade de trabalhos na literatura que remetem aos terpenóides superiores, fazendo referências a sua atividade em herbívoros, sendo notório o efeito na redução de apetite, o que pode levar os insetos à morte por inanição ou toxicidade direta (Harborne 1993, Simões 2010, Wanzala et al. 2012). De acordo com Sadia et al. (2013) o óleo de *T. minuta* é rico em metabólitos secundários, incluindo acíclico, monocíclico e monoterpenos bicíclicos, sesquiterpenos, flavonóides, carotenóides, e tiofenos.

Portanto, a redução no consumo de *D. speciosa* na área foliar da batata, possivelmente ocorreu em função da presença de substâncias antialimentares, tendo em vista que os resultados adquiridos não diferiram significativamente em relação à testemunha padrão óleo de nim 1%. De modo geral, as plantas são compostas por um conjunto de características físicas e químicas que atuam como mecanismos de defesa contra herbivoria que podem ser tóxicas, repelir, ou apresentar efeitos antinutricionais para os insetos (Harborne 1993). Os tiofenóis e seus derivados estão entre estas substâncias químicas de defesa das plantas, sendo frequentes nas espécies do gênero *Tagetes* (Abegaz 1991). Os tiofenóis atuam como toxinas que são ativadas pela luz solar ou à radiação UV (300-400 nm), e sua ação pode afetar nematóides, insetos, fungos e bactérias (Gommers & Geerlig 1973). Ainda sobre as substâncias antialimentares a azadiractina presente no nim, torna o alimento impalatável aos insetos, e estes ao ingerir a substância, param de comer e morrem depois de alguns dias (Menezes 2005).

Em ensaio realizado por Souza et al. (2014), foi verificado que todas as concentrações testadas do óleo de nim reduziram o consumo foliar de *D. speciosa* e *Cerotoma arcuata* (Olivier) em feijoeiro, exceto em teste sem chance de escolha com *D. speciosa* nas doses de 10 e 20 mL sendo deterrentes da alimentação. Porém, o óleo de cinamomo exerceu ação repelente e deterrente para ambas os insetos, com destaque para as doses de 10 e 20 mL.

Nas avaliações realizadas com extratos aquosos no teste sem chance de escolha, foi constatado um menor consumo médio por adultos de *D. speciosa* em todos os tratamentos com os extratos aquosos das diferentes partes da planta de *T. minuta* na concentração de 20%, os quais não diferiram significativamente do nim 1% (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram obtidos por Lovatto et al. (2013), que investigaram a bioatividade de extratos aquosos da espécie *T. minuta* sobre o afídeo *B. brassicae* e verificaram que o extrato a 10%, tanto de flores quanto de folhas, apresentou tendência de ser menos efetivo para repelir pulgões do que o extrato bruto e na diluição a 30%.

Tabela 2. Área foliar consumida por adultos de *Diabrotica speciosa* após 48 horas em teste sem chance de escolha, em discos foliares de batata submetidos a diferentes concentrações de extratos aquosos de partes da de *Tagetes minuta* em condições de laboratório.

Tratamentos	Área foliar consumida (cm ²)
Água destilada	9,23±0,20 a*
Óleo de nim 1%	6,25±0,39 b
Extrato planta inteira fresca 5%	6,63±0,48 ab
Extrato planta inteira fresca 20%	6,30±0,66 b
Extrato planta inteira seca 5%	7,54±0,70 ab
Extrato planta inteira seca 20%	6,18±0,68 b
Extrato flor seca 5%	7,18±0,51 ab
Extrato flor seca 20%	6,15±0,43 b
Extrato flor fresca 5%	7,00±0,70 ab
Extrato flor fresca 20%	6,36±0,86 b
CV (%)	19,14

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Os indicativos obtidos em laboratório no presente estudo são animadores considerando uma perspectiva de autonomia para produtores familiares no manejo de *D. speciosa* em cultivos orgânicos de batata, além do mais, *T. minuta* é uma planta encontrada espontaneamente nas propriedades, o que vai ao encontro da lógica agroecologia. Pois uma das diferenças fundamentais do sistema orgânico em relação ao convencional é a promoção da agrobiodiversidade e da manutenção dos ciclos biológicos na unidade produtiva, almejando a sustentabilidade econômica, social e ambiental da unidade, no tempo e no espaço. Neste contexto, a manutenção da flora assume grande importância atuando como hospedeira alternativa de inimigos naturais de insetos indesejados, entre outras inúmeras vantagens (Pereira & Melo 2008).

No teste sem chance de escolha também foram avaliados a mortalidade e a eficiência de controle dos tratamentos com extratos e óleo de *T. minuta* às 24 e 48 horas (Tabela 3). Nas avaliações realizadas às 24 horas, verificou-se mortalidade significativa apenas para os tratamentos com óleo de *T. minuta*, exceto para a concentração a 0,15%. Foi registrada uma eficiência de 100% para os tratamentos com óleo de *T. minuta* a 1,0, 0,50 e 0,25, e 60% de eficiência de controle para a concentração do óleo de *T. minuta* a 0,20%. Corroborando com este aspecto, Tomova et al. (2005) ao avaliarem a atividade do óleo essencial de *T. minuta* na sobrevivência dos afídeos *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae), *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), *Aucacorthum solani* (Hemiptera: Aphididae), obtiveram um controle de 100% para a primeira espécie e uma significativa redução da sobrevivência nas demais. Resultado semelhante também foi constatado por Signorini et al. (2013), em ensaio sem chance de escolha, pois não observaram consumo foliar de *D. speciosa* nos tratamentos com óleo de flor a 1,0 e 0,25% e óleo de folha a 1,0, já que 94% dos insetos morreram antes do consumo. De acordo com Taiz & Zeiger (2009), alguns vegetais possuem a mistura de mono e

sesquiterpenos voláteis, os óleos essenciais, que conferem aroma característico as folhas, esses apresentam reconhecidas propriedades repelentes aos insetos, sendo frequentemente encontradas em tricomas glandulares que se projetam agindo de forma tóxica, podendo repelir herbívoros antes mesmo que ataquem os tecidos.

Tabela 3. Mortalidade e eficiência de controle quando adultos de *Diabrotica speciosa* foram alimentados com discos foliares de batata, tratados com diferentes concentrações de extratos aquosos e óleos de *Tagetes minuta* em laboratório.

Tratamentos	Mortalidade 24 horas	EC (%)	Mortalidade 48 horas	EC (%)
Água destilada	0±0,00 aA ^z	0	0±0,00 aA ^z	0
Óleo de nim 1%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato planta inteira fresca 5%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato planta inteira fresca 20%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato planta inteira seca 5%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato planta inteira seca 20%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato flor seca 5%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato flor seca 20%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato flor fresca 5%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
Extrato flor fresca 20%	0,2±0,20 abA	20	0±0,00 aA	0
Óleo de <i>T. minuta</i> 1,0%	1±0,00 c**	100	-	-
Óleo de <i>T. minuta</i> 0,50%	1±0,00 c**	100	-	-
Óleo de <i>T. minuta</i> 0,25%	1±0,00 c**	100	-	-
Óleo de <i>T. minuta</i> 0,20%	0,6±0,24 bcA	60	0,4±0,55 bA	40
Óleo de <i>T. minuta</i> 0,15%	0±0,00 aA	0	0±0,00 aA	0
CV (%)	7,23		10,93	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).**Morreram nas 24 horas.

Não houve eficiência de controle para os extratos, embora o extrato aquoso de flor fresca a 20% tenha apresentado 20% de eficiência às 24 horas. Contudo este percentual não é considerado eficaz. De acordo Garcia (2002), um produto para ser considerado eficiente deve apresentar uma eficácia igual ou superior a 80%, evitando desse modo o aparecimento de resistência do inseto a ser manejado.

Nas avaliações efetuadas às 48 horas após a instalação do experimento (Tabela 3), verificou-se diferença significativa entre os tratamentos apenas para o óleo de *T. minuta* a 0,20% que manifestou uma eficiência de controle de 40%. Embora esse percentual de eficiência não seja considerado eficiente por estar abaixo dos 80%, esse resultado dá indícios de ação residual do óleo de *T. minuta* 0,20% na folha de batata.

De maneira geral, a composição química da planta ou óleo de *T. minuta* vem demonstrando potencial para proteger as culturas alimentares nas áreas de cultivo, pois têm sido uma aliada para reduzir a incidência de nematóides e ácaros, além de suprimir o desenvolvimento de plantas invasoras em área de arroz (*Oryza sativa* L.) aumentando, conseqüentemente, a produção. Além disso, tem contribuído no armazenamento de alimentos, por possuir propriedades inseticidas, fungicidas e microbianas aumentando assim, a segurança alimentar em comunidades subnutridas do mundo. Além dessas propriedades, *T. minuta* tem sido considerada amiga do meio ambiente por ser um acaricida não tóxico (Nchu et al. 2012, Sadia et al. 2013).

No ensaio com chance de escolha ocorreu redução significativa na área foliar em função do consumo alimentar por adultos de *D. speciosa* em todas as diluições do óleo de *T. minuta* (Tabela 4) em relação à água destilada, e somente a concentração de 0,50% equiparou-se ao nim 1%. As demais concentrações diferiram significativamente da água destilada e do nim 1%. Corroborando parcialmente com esses resultados Signorini et al. (2016), em experimento com chance de escolha avaliaram o consumo larval de *A. monuste orseis* em discos de couve tratados com óleo de flor e folha de *T. minuta*, e não registraram consumo significativo nas concentrações de 0,50%, quando comparado com água destilada e ao nim 1%.

Tabela 4. Área foliar consumida por adultos de *Diabrotica speciosa* após 24 horas em teste com chance de escolha, em discos foliares de batata submetidos a diferentes concentrações do óleo de *Tagetes minuta* em condições de laboratório.

Tratamentos	Área consumida foliar (cm ²)
Água destilada	2,68±0,09 a [‡]
Óleo nim 1,0%	1,51±0,05 c
Óleo <i>T. minuta</i> 1,0%	2,22±0,13 b
Óleo <i>T. minuta</i> 0,50%	2,31±0,08 bc
Óleo <i>T. minuta</i> 0,25%	2,12±0,10 b
Óleo <i>T. minuta</i> 0,20%	2,11±0,05 b
Óleo <i>T. minuta</i> 0,15%	2,19±0,07 b
CV (%)	10,34

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Não foi registrada diferença significativa quanto à área foliar consumida por adultos de *D. speciosa* quando discos de folhas de batata foram tratados com diferentes extratos aquosos de *T. minuta* nas diluições 5 e 20% (Tabela 5). Tal resultado discorda com os obtidos por Signorini et al. (2016), pois extratos aquosos de flor (10% v/v) e folha (10% v/v) foram significativos quando comparados com a água destilada reduzindo o consumo pelas lagartas *A. monuste orseis* em 43,1 e 37,4%, respectivamente. Em ensaio com chance de escolha realizado por Gonçalves et al. (2011), verificaram que todos os tratamentos manifestaram redução no consumo alimentar da *D. speciosa*, 0,21, 0,38 e 1,17 cm², respectivamente, comparados com à água (1,95 cm²). Em outro estudo realizado por Souza et al. (2014) em folhas de feijoeiro, perceberam que todas as concentrações do óleo de nim testadas reduziram o consumo foliar da *D. speciosa*, isso também corrobora com o resultado demonstrado pelo nim a 1% neste experimento.

Tabela 5. Área foliar consumida por adultos de *Diabrotica speciosa* após 24 horas em teste com chance de escolha, em discos foliares de batata submetidos a diferentes concentrações de extratos aquosos de *Tagetes minuta* em condições de laboratório.

Tratamentos	Área foliar consumida (cm ²)
Água destilada	3,00 ± 0,00 a*
Óleo de nim 1%	1,92 ± 0,63 b
Extrato planta inteira fresca 5%	2,30 ± 0,21 ab
Extrato planta inteira fresca 20%	2,39 ± 0,05 ab
Extrato planta inteira seca 5%	2,43 ± 0,74 ab
Extrato planta inteira seca 20%	2,37 ± 0,24 ab
Extrato flor seca 5%	2,49 ± 0,14 ab
Extrato flor seca 20%	2,31 ± 0,11 ab
Extrato flor fresca 5%	2,65 ± 0,15 ab
Extrato flor fresca 20%	2,45 ± 0,16 ab
CV(%)	16,94

*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

CONCLUSÃO

1. Nas condições em que os testes foram realizados o óleo 0,25% de *T. minuta* foi o mais promissor para a redução do consumo alimentar de *D. speciosa*, em ambos os testes.
2. Todos os extratos aquosos de *T. minuta* na concentração 20% reduziram o consumo alimentar dos insetos no teste sem chance de escolha. Diante disso, pensando em praticidade e minimização da mão de obra, extratos obtidos da planta inteira fresca ou seca de *T. minuta* são mais viáveis para a utilização pelo agricultor.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, v. 18, p. 265-266, 1925.
- Abegaz, B.M, 1991. Polyacetylenic thiophenes and terpenoids from the roots of *Echinops pappii*. *Phytochemistry* 30, 879–881.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) 2013. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d480f50041ebb7a09db8bd3e2b7e7e4d/Relat%C3%B3rio%20PARA%202011-12%20-%202013_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 03 de maio de 2017.
- ÁVILA, C. J.; TABAI, A. C.; PARRA, J. R. P. Comparação de técnicas para criação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em dietas natural e artificial. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29, n. 32, p. 257-267, 2000.
- CARNEIRO, F. F. et al. *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Búrigo. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.
- FERRAZ, S.; FREITAS L.G. *O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais*. 2005. Disponível em: <<http://jcofertilizantes.com.br/pesquisa/pesquisa16-o-controle-defitonematoides.pdf>>. Acesso em: 10 de março de 2017.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GARCIA, D. A. et al. The essential oil from *Tagetes minuta* L. modulates binding of [3H] flunitrazepam to crude membranes from chick brain. *Lipids*, v. 30, p. 1105-1109, 1995.

GARCIA, F. R. M. 2002. *Zoologia agrícola: Manejo ecológico de pragas*. 2ª ed. Rígel, Porto Alegre, Brasil, 248p.

GODFREY, C. R. A.; *Agrochemical from Natural Products*, Marcel Dekker Inc., New York, 1994.

GOMMERS, F. J.; GEERLIGS, J. W. G. Lethal effects of near ultraviolet light on *Pratylenchus penetrans* from roots of *Tagetes*. *Nematologica*, v. 19, p. 389–393, 1973.

GONÇALVES, M. M.; MEDEIROS, C. A.; NAVA, D. E. Consumo foliar de batata submetida a diferentes tinturas de Meliáceas e óleo de nim por adultos de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 6, n. 2, p. 92-100, 2011.

HARBORNE, J. B. Insect feeding preferences. In: *Introduction to Ecological Biochemistry*. Academic Press, p. 128–158, 1993.

KYARIMPA, C. M.; BÖHMDORFER, S.; WASSWA, J.; KIREMIRE, B. T.; NDIEGE, I. O.; KABASA, J. D. Essential oil and composition of *Tagetes minuta* from Uganda. Larvicidal activity on *Anopheles gambiae*. *Industrial Crops and Products*, v. 62, p. 400–404, 2014

KUHAR, T. P.; ALVAREZ, J. M. Timing of injury and efficacy of soil applied insecticides against wireworms on potato in Virginia. *Crop Protection*, v. 27, p. 792–798, 2008.

LOVATTO, P. B.; SCHIEDECK, G.; MAUCH, C. R. Extratos aquosos de I (Asteraceae) como alternativa ao manejo agro-ecológico de afídeos em hortaliças. *Interciencia*, v. 38, n. 9, p. 676-680, 2013.

MEDEIROS, C. H. *Alterações bioquímicas e fisiológicas em couve submetidas à aplicação de óleos essenciais e húmus de minhoca*. 2015. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

MENEZES, E. L. A. *Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola*. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p. (Documentos, 205).

NCHU, F.; MAGANO, S. R.; ELOFF, J. N. In vitro anti-tick properties of the essential oil of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) on *Hyalomma rufipes* (Acari: Ixodidae). *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, v. 79, n. 1, p. 2-5, 2012.

OLIVEIRA, C. Q. *Constituintes químicos de óleos voláteis de plantas medicinais do sul do Brasil: Isolamento, determinação estrutural e atividade biológica*. 200 f. 2012. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.) *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. 1 ed. Brasília: Embrapa/CNPq. 2009. 1164p.

- PEREIRA, W.; MELO, W. F. *Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças*, Brasília, Embrapa Hortaliças, 2008, 8 p. (Circular técnica, 62).
- PEREIRA, A. S. et al. *Produção de Batata no Rio Grande do Sul*. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2010, 93 p. (Documento Técnico, 19).
- ROSSI, F. et al. 2011. Cultivares de batata para sistemas orgânicos de produção. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 2, p 000-000, 2011.
- SADIA, S. et al. *Tagetes minuta* L., A USEFUL underutilized plant of family Asteraceae: A review. *Pakistan Journal Weed Science Research*, v.19, n. 2, p 179-189, 2013.
- SAITO, M. L. *As plantas praguicidas: alternativa para o controle de pragas da agricultura*. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2004.
- SALLES, L. A. Eficiência do inseticida Thiamethoxam (actara) no controle das pragas de solo da batata, *Diabrotica speciosa* (Coleoptera, Chrysomelidae) e *Heteroderes* spp. (Coleoptera, Elateridae). *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 6, n. 2, p.149-151, 2000.
- SIGNORINI, C. B. et al. Influência de extratos e óleos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) no consumo foliar e sobrevivência larval de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 6, n. 4, p. 26-33, 2016.
- SIGNORINI, C. B. et al. Atividade do óleo essencial e extrato aquoso de *Tagetes minuta* (Asteraceae) sobre o consumo alimentar de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata, sob condições de laboratório. *Cadernos de Agroecologia*, v.8, n.2, 2013.
- SIMÕES, C. M. O. et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 6^a ed. Porto Alegre: Editora UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.
- SOUZA, B. H. S. et al. Repelência e deterrência alimentar de vaquinhas por óleos de nim e cinamomo aplicados em folhas de feijoeiro. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 2, p. 76-86, 2014.
- SOUZA, D. S. *Utilização de plantas bioativas como alternativa agroecológica: a eficácia de chinchilho (Tagetes minuta L.) como repelente de Anastrepha fraterculus (Diptera: Tephritidae) em pêssego (Prunus persicabatsch)*. 42f. 2013. Trabalho Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.
- SOUZA, V. Q. et al. Insect resistance and horticultural trait genetic values of potato families. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, v. 11, p. 69-73, 2008.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- TOMOVA, B.S.; WATERHOUSE, J.S.; DOBERSKI, J. The effect of fractionated *Tagetes* oil volatiles on aphid reproduction. *Entomologic Exp Appl*. v. 115, p. 153-159, 2005.

VIEGAS, JR. C. Terpenos com atividade: Uma alternativa para o controle de insetos. *Química Nova*, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

VIEIRA, P. C. et al. In: SIMÕES, C. M. et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre, 5ª Edição, Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2003.

VIZZOTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. *Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p. (Documentos, 316).

WANZALA, W.; OGOMA, S. B. Chemical composition and mosquito repellency of essential oil of *Tagetes minuta* from the southern slopes of Mount Elgon in western Kenya. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, v. 16, n. 2, p. 216-232, 2013.

Artigo 2 – Submetido à revista *Comunicata Scientiae*

Desenvolvimento da larva-alfinete em tubérculos de batata envolvidos por *Tagetes minuta* em laboratório

Calisc de Oliveira Trecha¹, Carlos Rogério Mauch¹, Gabriela Berguenmaier de Olanda², Carlos Alberto Barbosa Medeiros², Patrícia Braga Lovatto¹, Ana Paula Schneid Afonso da Rosa²

Resumo

No Brasil a batata está entre as hortaliças mais importantes sob o ponto de vista econômico, embora sua produtividade seja prejudicada por diversos insetos entre eles está a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). E a espécie *Tagetes minuta* (Asteraceae) tem manifestado potencial inseticida em diversos trabalhos. Por isso o objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos biológicos e a tabela de vida de fertilidade de *D. speciosa* quando larvas foram inoculadas em tubérculos de batata envolvidos por partes de planta de *T. minuta*. Os tratamentos testados foram testemunha, 6 g de planta inteira seca de *T. minuta*, 6 g de flor seca de *T. minuta* e 12 g de planta inteira fresca de *T. minuta* totalizando quatro tratamentos com seis repetições distribuídos inteiramente ao acaso. As larvas de *D. speciosa* foram inoculadas em tubérculos de batata brotados e envolvidos por partes da planta seca ou fresca de *T. minuta*. Os tratamentos juntamente com as larvas foram

¹Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia, Pelotas, RS, Brasil

²Pesquisador (a) da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

E-mails: caliscotrecha@gmail.com, crmauch@gmail.com, carlos.medeiros@embrapa, biolovatto@yahoo.com.br, ana.afonso@embrapa.br

mantido entre duas camadas de vermiculita umedecida. O experimento foi realizado em laboratório com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas. Todas as estruturas da planta de *T. minuta* demonstraram indícios de reduzir a emergência dos adultos de *D. speciosa*, embora a flor seca tenha se destacado por inibir totalmente a emergência. A planta inteira fresca interferiu na biologia do inseto reduzindo à longevidade das fêmeas, a viabilidade dos ovos, a fecundidade e a taxa líquida de reprodução.

Palavras-chaves: *Diabrotica speciosa*, inseticida natural, planta tóxica, *Solanum tuberosum*, tabela de vida.

Introdução

A batata (*Solanum tuberosum*) está entre as hortaliças economicamente mais importantes no Brasil, sendo as regiões Sul e Sudeste os maiores destaque na produção. No Rio Grande do Sul a safra 2016 aumentou a produtividade média por hectare em 16,9% (IBGE, 2017), embora as perdas de produção da cultura podem chegar a 33% devido ao ataque de insetos.

Segundo Bercellini & Malacalza (1994), *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae), popularmente conhecida por ‘vaquinha’ ou “larva-alfinete”, é um dos insetos mais prejudiciais à cultura da batata. Conforme Trecha et al. (2016), a presença de cinco larvas de *D.*

speciosa em uma planta de batata, é suficiente para reduzir o percentual de tubérculos comerciais.

Segundo Ávila & Parra (2002), a batata é um hospedeiro ideal para a multiplicação deste inseto no campo, uma vez que suas folhas são nutricionalmente adequadas para adultos, por proporcionar alta capacidade de postura, assim como os tubérculos que propiciam alta viabilidade larval.

A utilização de plantas espontâneas tem sido discutida por expressar-se como uma ferramenta viável para o manejo de insetos, pois muitos inseticidas botânicos, são produtos derivados dessas plantas, podendo ser o próprio material vegetal normalmente moído ou seus produtos derivados por extração aquosa, solventes orgânicos, ou ainda por destilação (Wiesbrook, 2004).

Em pesquisa etnobotânica realizada por Lovatto (2012) com agricultores do Sul do Rio Grande do Sul, *T. minuta* foi apontada como estratégia utilizada para o manejo de diversos insetos, assim como no manejo da requeima da batata (*Phytophthora infestans*), sendo a planta colocada no sulco de plantio juntamente com os tubérculos. Posteriormente, Pereira et al. (2013) constataram a redução da requeima na batata no campo ao aplicarem óleo da flor de *T. minuta*.

Pesquisas referentes a conhecimentos biológicos de insetos são fundamentais para estratégias de manejo populacional de insetos pragas (Bitencourt, 2007). O estudo da tabela de vida de fertilidade contribui para a compreensão da dinâmica populacional de uma

espécie (Coppel & Mertins 1977). Objetivou-se avaliar o desenvolvimento da larva-alfinete em tubérculos de batata envolvidos em diferentes estruturas (secas e frescas) de *T. minuta* em laboratório.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no laboratório da Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, localizado no município de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul, no período de março a agosto de 2015.

A cultivar Cristal foi escolhida para a realização deste bioensaio por apresentar potencial de utilização em sistemas de produção orgânico, devido à sua resistência a requeima (*P. infestans*) e a pinta preta (*Alternaria solani*) (Pereira et al., 2008).

Foram utilizadas larvas de *D. speciosa* provenientes de criação mantida em laboratório, conforme metodologia descrita por Ávila et al. (2000).

Os tratamentos testados foram 6 g de planta inteira seca de *T. minuta*, 6 g de flor seca de *T. minuta*, 12 g de planta inteira fresca de *T. minuta* e ausência de *T. minuta* (testemunha) totalizando quatro tratamentos com seis repetições distribuídas inteiramente ao acaso. As plantas que constituíram os tratamentos planta inteira seca e fresca foram coletadas no período de floração. Sendo utilizado somente folíolos e flores, as hastes centrais foram eliminadas. Os tratamentos constituídos com planta inteira seca ou fresca contaram com a

presença de flores. Foi utilizado o dobro da quantidade da planta inteira fresca em função da presença de água na planta fresca.

Inicialmente, larvas recém eclodidas de *D. speciosa* foram inoculadas em tubérculos brotados de batata, seguindo a metodologia descrita por Ávila & Parra (2002). A inoculação foi realizada entre duas camadas de vermiculita umedecida (40 g de vermiculita esterilizada + 80 g de água destilada) no interior de um recipiente plástico (15 cm de diâmetro x 7 cm de altura). Entre as camadas de vermiculita umedecida foi colocado um tubérculo brotado de batata envolvido pelo respectivo tratamento (parte da planta seca ou fresca de *T. minuta*), sobre o qual foram depositadas 15 larvas de *D. speciosa* (Figura 1). Esse procedimento foi repetido para cada tratamento, e os recipientes foram mantidos em câmara climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas.



Figura 1 – a) Tubérculos brotados; b) Tratamento planta inteira fresca sobre a primeira camada de vermiculita; c) Tratamento entre duas camadas de vermiculita. Fonte: TRECHA, 2017.

As larvas permaneceram nos recipientes de criação até a emergência dos adultos, momento em que foi avaliado o percentual de adultos originados das larvas inicialmente inoculadas. À medida que

os adultos foram emergindo, foi realizada a sexagem conforme descrito por White (1977) e em seguida, transferidos para o interior de gaiolas confeccionadas de copos plásticos (10 cm de diâmetro × 15 cm de altura) desprovidos de fundo, o qual foi substituído por tecido tipo *voile*, fixado com um elástico de borracha. Em cada gaiola, foi mantido um casal de *D. speciosa* alimentando-os com folíolos de feijão (*Phaseolus vulgaris*) até o final do ciclo de vida de cada inseto. No interior da gaiola foi mantido um substrato de oviposição, gaze de algodão tingida de preto e umedecida sempre que necessário. Ocorreu troca do alimento e contagem do número de ovos em cada gaiola, a cada quatro dias, sendo a segunda postura separada para a determinação da viabilidade dos ovos, conforme Ávila et al. (2000).

No presente bioensaio foi avaliada a biologia da *D. speciosa* baseando-se no método utilizado por Haji (1981), sendo observados os seguintes parâmetros biológicos: viabilidade no período larva-adulto (percentual de adultos emergidos); períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição; longevidade de machos e de fêmeas; fecundidade e viabilidade dos ovos. A partir dos dados de sobrevivência e de oviposição, foram elaboradas tabelas de vida de fertilidade (Silveira Neto et al., 1976). Posteriormente, calculou-se o número médio de ovos por fêmea (m_x) em cada data de oviposição (x) considerando o total de fêmeas, o índice de sobrevivência acumulado de fêmeas (l_x) durante o período de oviposição e o número de descendentes que atingiram a idade x . Com base nas informações das

tabelas de vida, foram estimados os seguintes parâmetros para cada tratamento (Maia et al., 2000): Taxa líquida de reprodução (R_0), intervalo de tempo entre cada geração (T), capacidade inata de aumentar em número (r_m), e o número de indivíduos adicionados à população, por fêmea, por dia, que darão origem a fêmeas (λ). O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições para cada tratamento na fase larval, ao passo que o número de repetições na fase adulta, foi determinado conforme número de adultos emergidos (machos e fêmeas) para formar casais. Logo, a testemunha constituiu-se de 16 repetições, planta inteira seca de *T. minuta* 15 repetições, e planta inteira fresca de *T. minuta* 6 repetições. Os dados dos parâmetros biológicos obtidos nos ensaios foram submetidos ao teste t através do programa Sisvar® Ferreira (2011), a fim de normalizar e reduzir a heterogeneidade das variações foram transformadas as variáveis período de pré-oviposição, período de oviposição, fecundidade total e longevidade de macho e fêmea para $\sqrt{x + 0,5}$. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e discussão

Com relação ao percentual médio de emergência de adultos de *D. speciosa* conforme demonstrado na Tabela 1, constatou-se diferenças significativas em todos os tratamentos frente à testemunha. A flor seca de *T. minuta* inibiu 100% a emergência dos insetos, e a planta

inteira fresca manifestou um percentual de 17,10% de emergência, apenas. Estes resultados corroboram com os obtidos por Chamorro et al. (2011), os quais constataram que o óleo essencial de flores de *T. minuta* apresentou maior toxicidade para o ácaro *Varroa destructor*, parasita de *Apis mellífera*, ocasionando 85% de mortalidade após 3 horas de exposição. Enquanto óleos obtidos de folhas de plantas de *T. minuta* com e sem a presença de flores acarretaram mortalidade de 57% e 38%, respectivamente.

Tabela 1. Percentual médio da emergência de adultos *Diabrotica speciosa*, quando as larvas foram submetidas a estruturas secas e frescas de *Tagetes minuta* no recipiente de criação em laboratório (Pelotas, 2015)

Tratamentos ¹	Emergência de adultos (%)
Testemunha	73,33±2,14 a
Planta inteira seca	48,89±3,28 b
Flor seca	0,00±0,00 d
Planta inteira fresca	17,10±2,8 c
CV (%)	22,31

¹ Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Em trabalho realizado por Modise & Ashafa (2016) verificaram que as plantas *Cosmos bipinnatus*, *Foeniculum vulgare* e *T. minuta* apresentaram propriedades larvicidas e pupicidas, ao passo que *F.*

vulgare e *T. minuta*, também manifestaram propriedades inseticidas ao mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae).

O período de plena floração da planta *T. minuta* é o momento em que se obtém os maiores volumes de óleo essencial, sendo também o momento de maior concentração de metabólitos secundários com ação sobre insetos. Possivelmente, a reposta constatada pelo tratamento com flor seca neste ensaio esteja relacionada à elevada concentração dos compostos químicos, já que foi utilizado somente a flor. Por outro lado, a planta inteira seca pode ter manifestado menor interferência na emergência dos insetos por conter a presença de outras estruturas da planta como folhas e ramificações finas. Talvez a concentração dos constituintes químicos de ação inseticida que estão presentes nas flores da planta, tenham sido diluídos por conter diferentes partes da planta com predominância de outros compostos secundários que possivelmente não são tão eficazes sobre insetos. É importante ressaltar ainda, que as plantas foram coletadas juntamente. Porém antes da secagem em estufa foi realizada a separação dos tratamentos, sendo as flores separadas e secas isoladamente, enquanto a planta inteira seca se manteve com folhas, ramificações finas e flores.

O tratamento planta inteira fresca manifestou uma expressiva redução na emergência de *D. speciosa* depois da flor seca. Tal constatação pode ter relação com o momento de coleta das plantas. Já que esta ocorreu dez dias após a coleta das plantas para a obtenção dos tratamentos secos (flor e planta inteira). As plantas foram

coletadas e imediatamente utilizadas no ensaio. Essa diferença de dias pode ter influenciado na concentração de compostos que agem sobre os insetos. Isso pode ser uma explicação para a diferença observada entre os resultados constatados entre a planta inteira seca e fresca.

De acordo com Sadia et al. (2013), a presença dos monoterpenos aumentou nas folhas verdes e nas estruturas reprodutivas ao longo ciclo de vida da planta, enquanto que nas folhas senescente ocorreu redução. Isso talvez explique a mortalidade das larvas de *D. speciosa* no tratamento constituído com flor seca de *T. minuta*, seguido da planta inteira fresca de *T. minuta* (estado adulto íntegra) considerando que os terpenoides (lactonas e sesquiterpenos) são substâncias tóxicas e amargas (Menezes, 2005).

As plantas têm um conjunto de características químicas que atuam como mecanismos de defesa contra herbivoria, devido à produção e armazenamento de substâncias orgânicas em diferentes partes da planta, que atuam como repelente, tóxicos, ou podem ter efeitos antinutricionais sobre insetos (Harborne, 1993). Ou seja, a alta mortalidade larval verificada nos tratamentos flor seca e planta inteira fresca de *T. minuta* pode ter sido ocasionada pela presença de substâncias tóxicas no recipiente de criação ou ainda pela inibição da alimentação em função do gosto amargo liberado no recipiente de criação.

A longevidade de adultos de *D. speciosa* (Tabela 2) foi reduzida significativamente (53,83 dias) apenas para as fêmeas provenientes de

larvas que se desenvolveram na presença de planta inteira fresca de *T. minuta*. Quanto à longevidade entre indivíduos machos e fêmeas, expostos ao mesmo tratamento, houve diferença significativa apenas na testemunha, onde os machos apresentaram longevidade de 59,93 dias e as fêmeas 78,87 dias.

Tabela 2. Longevidade (dias) de machos e fêmeas \pm (Erro Padrão) e viabilidade de ovos adultos de *Diabrotica speciosa* quando as larvas foram submetidas a planta seca e fresca de *Tagetes minuta* no recipiente de criação em laboratório (Pelotas, 2015)

Tratamentos ^{1, 2}	Longevidade machos	Longevidade fêmeas	Viabilidade (%)
Testemunha	59,93 \pm 2,47 aB [16]	78,87 \pm 3,64 aA [16]	92,46 \pm 1,97 a [11]
Planta inteira seca	64,40 \pm 4,96 aA [15]	75,40 \pm 3,79 aA [15]	65,20 \pm 6,69 ab [10]
Planta inteira fresca	49,17 \pm 3,44 aA [6]	53,83 \pm 2,14 bA [6]	58,89 \pm 14,55 b [3]
CV (%)	13,27	9,72	17,25

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, e maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey. ² Valores entre colchetes expressam o número de observações.

Em estudo realizado por Teodoro et al. (2014) avaliando o tipo de alimento consumido por adultos de *D. speciosa*, constato-se redução significativa na longevidade apenas para adultos machos (56,00 dias),

quando se alimentaram apenas de folhas de feijão. Este resultado contraria o obtido no presente estudo. Por outro lado, Teodoro et al. (2014), também verificaram diferença significativas entre adultos machos (56,00 dias) e fêmeas (78,9 dias) quando estes foram alimentados com folhas de feijão.

A viabilidade dos ovos de adultos de *D. speciosa* provenientes das larvas que se desenvolveram na presença da planta inteira fresca de *T. minuta* (Tabela 2) foi reduzida significativamente (58,89%), comparado à testemunha. Este resultado foi bem inferior ao encontrado por Hellwig et al. (2015), que avaliaram substratos de criação e obtiveram um percentual de viabilidade de ovos de *D. speciosa* de 94,21% quando utilizaram substrato vermiculita sem transferência, assim como no presente estudo que não foi realizada transferência, ou seja, as larvas foram inoculadas e mantidas no recipiente de criação até a emergência dos adultos. Em trabalho realizado por Adekunle et al. (2007), verificaram que a dihidrotagetona e o Z- β -ocimeno presentes no óleo de *T. minuta* foram responsáveis pela forte atividade nematicida contra ovos e juvenis de *Meloidogyne incógnita*, tendo a dihidrotagetona manifestado-se mais tóxica do que o Z- β -ocimeno.

A redução da viabilidade larval de *D. speciosa* evidenciada neste estudo pode ser indício da ação dos compostos secundários presentes na planta fresca de *T. minuta*. De acordo com Gallo et al. (2002) os derivados botânicos podem causar diversos efeitos sobre os insetos,

entre eles distúrbios no desenvolvimento, deformações, infertilidade e mortalidade nas diversas fases, pois estes compostos penetram no organismo por ingestão, através do aparelho digestivo, por contato, atravessando o tegumento e através das vias respiratórias.

A família Asteraceae tem permitido o isolamento de várias lactonas sesquiterpênicas, sendo observado a capacidade das lactonas sesquiterpênicas em inibir o desenvolvimento do inseto, como observado em ensaios utilizando o glaucolideo-A que após ingerido reduziu a taxa de crescimento, o peso da pupa e a sobrevivência de três espécies de besouros (Harborne, 1993).

Com relação aos parâmetros biológicos dos adultos de *D. speciosa*, verificou-se que o período de pré-oviposição e oviposição dos adultos provenientes de larvas criadas em contato com partes da planta *T. minuta* não foram influenciados significativamente (Tabela 3). Em trabalho realizado por Teodoro et al. (2014) avaliando os mesmos parâmetros para adultos de *D. speciosa* verificaram um período de pré-oviposição e oviposição abaixo dos constatados neste estudo 27,10 e 29,45 dias, respectivamente, quando os insetos foram alimentados com folhas de feijão.

Tabela 3. Período de pré-oviposição (PPO) \pm (Erro Padrão), período de oviposição (PO) e fecundidade total de adultos \pm EP de *Diabrotica speciosa*, quando as larvas foram submetidas a estruturas secas e frescas de *Tagetes minuta* no recipiente de criação em laboratório (Pelotas, 2015)

Tratamentos ^{1,2}	PPO	PO	Fecundidade
Testemunha	26,55 \pm 1,29 a [16]	33,9 \pm 4,85 a [16]	199,82 \pm 26,22 a [11]
Planta inteira seca	40,3 \pm 6,60 a [16]	28,70 \pm 5,70 a [16]	74,10 \pm 23,29 ab [10]
Planta inteira fresca	28,00 \pm 5,40 a [6]	23,33 \pm 5,66 a [6]	23,33 \pm 9,65 b [3]
CV (%)	25,11	39,76	43,03

¹ Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey. ² Valores entre colchetes expressam o número de observações.

A fecundidade total de adultos de *D. speciosa* (Tabela 3) foi reduzida significativamente quando as larvas se desenvolveram na presença da planta inteira fresca de *T. minuta* (23,33 ovos/fêmea/dia) quando comparado à testemunha (199,82 ovos/fêmea/dia). Por outro lado, a planta inteira seca apresentou uma fecundidade de 74,10 ovos/fêmea/dia não diferindo da planta inteira fresca nem da testemunha.

Percebe-se indícios de que a presença de metabólitos secundários oriundos de *T. minuta* no recipiente de criação, alteram a

fecundidade das fêmeas, tendo em vista que a metodologia de criação utilizada neste estudo foi baseada nos resultados obtidos por Ávila & Parra (2002), que constataram como alimento ideal para fase larval, radículas de batata, por propiciar maior viabilidade das larvas de *D. speciosa* (84,1%), enquanto para adultos a maior fecundidade foi constatada para insetos alimentados com folhas de feijoeiro.

Quanto ao comportamento manifestado pela planta inteira fresca de *T. minuta* vai ao encontro da constatação de Sadia et al. (2013), os quais concluíram que a presença dos monoterpenos aumenta nas folhas verdes e nas estruturas reprodutivas de *T. minuta*, e a planta inteira fresca utilizada neste teste encontrava-se em estado adulta íntegra, ou seja, com flores.

Além do mais, a presença da planta de *T. minuta* no recipiente de criação pode ter alterado a qualidade do alimento (tubérculo) disponível para a alimentação das larvas. Conforme Klemola et al. (2007), a qualidade do alimento consumido por larvas herbívoras pode causar efeito direto sobre diferentes características do indivíduo, como fecundidade, crescimento e sobrevivência. De acordo com Menezes (2005), algumas plantas espontâneas produzem substâncias aromáticas que podem apresentar alguma bioatividade contra insetos, como o mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.) (Asteraceae), cujos extratos de folhas são repelentes a insetos ou agem como reguladores de crescimento.

Há uma diversidade de trabalhos na literatura que remetem aos terpenóides superiores, fazendo referências a observações de atividades como inibidores ou retardadores de crescimento, danos na maturação, redução da capacidade produtiva, supressores de apetite, podendo levar os insetos à morte por inanição ou toxicidade direta (Harborne, 1993; Wanzala & Ogoma, 2013).

Alguns terpenos foram identificados como responsáveis pela redução da herbivoria em espécies de Asteraceae (Viegas, 2003). Muitos vegetais possuem a mistura de mono e sesquiterpenos voláteis, chamados óleos essenciais que conferem aroma característico as folhas, esses óleos apresentam reconhecidas propriedades repelentes de insetos, sendo frequentemente encontradas em tricomas glandulares que se projetam agindo de forma tóxica, podendo repelir herbívoros antes mesmo que ataquem os tecidos (Taiz & Zeiger, 2009).

Além disso, o comportamento de insetos herbívoros é freqüentemente integrado com a planta hospedeira de diversas maneiras, essa integração pode ser observada nos efeitos induzidos pelas plantas hospedeiras na fisiologia e comportamento dos insetos, inclusive na reprodução, e pelas respostas de defesa das plantas ao ataque de insetos. Particularmente, importantes são os efeitos das plantas hospedeiras em relação ao comportamento pelo feromônio, que parece ser parte das estratégias dos machos (maximizar encontros com as fêmeas) bem como das fêmeas (acesso a novos recursos de alimentação e locais de oviposição) (Ceruti, 2007).

A partir dos dados de fecundidade foi elaborada uma tabela de vida e fertilidade (Tabela 4). A duração média de uma geração (T) foi de 13,34 semanas para testemunha, de 12,81 semanas para planta inteira seca e de 12,87 semanas para a planta inteira fresca. A taxa líquida de reprodução (R_0), a capacidade inata de aumentar em número (rm) e a razão finita de aumento (λ) para adultos de *D. speciosa* na testemunha foi de 63,12; 0,31 e 1,36, respectivamente. Já para planta inteira seca foi de 61,21; 0,32 e 1,38, e para planta inteira fresca, foi de 30,84; 0,26 e 1,30 (Tabela 4).

Tabela 4. Taxa líquida de reprodução (R_0), duração média em semanas de uma geração (T), capacidade inata de aumentar em número (rm) e razão finita de aumento (λ) de adultos de *Diabrotica speciosa*, quando as larvas foram submetidas a estruturas secas e frescas de *T. minuta* no recipiente de criação em laboratório (Pelotas, 2015)

Tratamentos	R_0	T	rm	λ
Testemunha	63,12	13,34	0,31	1,36
Planta inteira seca	61,21	12,81	0,32	1,38
Planta inteira fresca	30,84	12,87	0,26	1,30

Esses resultados indicam que decorridos 95 dias (duração média da geração), pode-se esperar aproximadamente 63 e 61 fêmeas resultantes de cada fêmea, para testemunha e planta inteira seca de *T. minuta*, respectivamente, na fase de reprodução. Por outro lado

quando as larvas se desenvolveram na presença de planta inteira fresca de *T. minuta*, esse número reduziu para aproximadamente 30 fêmeas resultantes por fêmea. Esse resultado foi bem inferior ao verificado em tabela de vida de fertilidade elaborada por Teodoro et al. (2014), os quais verificaram cerca de 55 fêmeas resultantes de cada fêmea quando alimentadas com folíolos de feijão. De acordo com Panizi & Parra (2009), a presença de compostos secundários ou aleloquímicos no alimento causam impactos variáveis na biologia dos insetos, determinando a sua capacidade de contribuição reprodutiva para a geração seguinte.

Conclusão

Em condições de laboratório a flor seca de *T. minuta* inibiu totalmente a emergência de adultos de *D. speciosa*. Enquanto a planta inteira fresca apresentou indícios de uma maior interferência ao ciclo de vida do inseto, pois além de ter reduzido o percentual de emergência dos adultos também reduziu a longevidade das fêmeas, o percentual de viabilidade dos ovos, a fecundidade e a taxa líquida de reprodução.

Referências

- ADEKUNLE, O.K., ACHARYA, R., SINGH, B. Toxicity of pure compounds isolated from *Tagetes minuta* oil to *Meloidogyne incognita*. *Australasian Plant Disease Notes*, n. 2, p. 101–104, 2007.
- ÁVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. Desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 739-743, 2002.
- ÁVILA, C. J.; TABAI, A. C.; PARRA, J. R. P. Comparação de técnicas para criação de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em dietas natural e artificial. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 32, p. 257-267, 2000.
- BERCELLINI, N.; MALACALZA, L. Plagas y depredadores en soja en el noroeste de la provincia de Buenos Aires (Arg.). **Turrialba**, San José, v. 44, n. 4, p. 244-254, 1994.
- BITENCOURT, D. R. **Biologia, capacidade reprodutiva e consumo foliar de *Diabrotica speciosa* (German, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros**. 2007. 48f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, 2007.
- CHAMORRO, E. R.; SEQUEIRA, A. F.; VELASCO, G. A.; ZALAZA, M. F.; BALLERINI, G. A. Evaluation of *Tagetes minuta* L. essential oils to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). **Journal of the Argentine Chemical Society**, v. 98, p.39-47, 2011.
- COPPEL, H.C.; MERTINS, J.W. **Biological insect pest suppression**. New York: Springer-Verlag. 1977. 314p.
- CERUTI, F. C. Interações entre feromônios de insetos e semioquímicos de plantas. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 73-82, 2007.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. & MOTO, C. (Eds.) **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002, 920 p.
- HAJI, N. F. P. **Biologia, dano e controle do adulto de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batatinha (*Solanum tuberosum* L.)**. 1981. 53 f. Tese (Doutorado em Agronomia) -

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

HARBORNE, J.B. Insect feeding preferences. In: Introduction to Ecological Biochemistry. **Academic Press**, London, p. 128–158, 1993.

HELLWIG, L.; TEODORO, J. S.; TRECHA, C. O.; LIMA, C. V.; MEDINA, L. B.; ROSA, A. P.S. Desenvolvimento da larva-alfinete em turfa e vermiculita. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.14, n.1, p. 1-9, 2015.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola 2017**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u2=1&u3=1&u4=1&u1=34>>. Acessado em 28 out de 2017.

KLEMOLA, N.; KLEMOLA T.; RANTALA, M.J.; RUUHOLA, T. Natural host-plant quality affects immune defence of an insect herbivore. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.123, n.2, p. 167-176, 2007.

LOVATTO, Patrícia Braga. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças**. 2012. 392 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

MAIA, H.N.M.; LUIZ, A.J.B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.93, n.2, p.511-518, 2000.

MENEZES, E. L. A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola . Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 2005. 58 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 205).

MODISE, S. A.; ASHAF, A. O. Larvicidal, pupicidal and insecticidal activities of *Cosmos bipinnatus*, *Foeniculum vulgare* and *Tagetes minuta* against *Culex quinquefasciatus* mosquitoes. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research* May, Nigéria, v. 15, n. 5, p. 965-972, 2016.

PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.) Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. 1 ed. Brasília: Embrapa/CNPq. 2009. 1164p.

PEREIRA, I. S.; CAMPOS, A. D.; GOMES, C. B.; PORTO, F. G. S.; MACEDO, J. K. Óleo essencial de chinchilho (*Tagetes minuta* L.) como alternativa

para o controle da requeima na cultura da batata. **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 8, n. 2, 2013.

PEREIRA, A. S.; SILVA, A. C. F.; CASTRO, C. M.; MEDEIROS, C. A.B.; HIRANO, E.; NAZARENO, N. R. X.; BERTONCINI, O.; MELO, P.E.; SOUZA, Z. S. **Catálogo de cultivares de batata**, Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2008, 39 p. (Documentos, 247).

SADIA, S.; KHALID, S.; QURESHI, R.; BAJWA, A. A. *Tagetes minuta* L. a useful underutilized plant of family asteraceae: a review. **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 19, n. 2, p.179-189, 2013.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILA NOVA, N. A. **Manual de ecologia de insetos**. Piracicaba: Ceres, 1976. 419 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TEODORO, J. S.; TRECHA, C. O.; MEDINA, L. B.; HELLWIG, L.; LIMA, C. V.; AFONSO, A. P. S. R. Biologia e tabela de vida de fertilidade de *Diabrotica speciosa* (Col.: Chrysomelidae) em dieta natural, **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 3, p. 238-243, 2014.

TRECHA, C. O.; ALVES, A. M.; BARROS, W. S.; ROSA, A. P. S. A.; MAUCH, C. R. Influência da safra de verão e outono no dano de larvas da vaquinha em tubérculos de batata cultivadas em casa de vegetação. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 115, n. 1, p. 1-8, 2016.

VIEGAS, JR. C. Terpenos com atividade: Uma alternativa para o controle de insetos. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

WANZALA, W.; OGOMA, S. B. Chemical composition and mosquito repellency of essential oil of *Tagetes minuta* from the southern slopes of Mount Elgon in western Kenya. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, cidade, v. 16, n. 2, p. 216-232, 2013.

WHITE, R. Sexual characters of species of *Diabrotica* (Chrysomelidae: Coleoptera). **Annals Entomological Society American**, Lanham, v. 70, p. 168, 1977.

WIESBROOK, M. L. Natural indeed: Are natural insecticides safer and better than conventional insecticides? **Illinois Pesticide Review**, v. 17, n. 3, 2004.

Artigo 3 – Submetido à revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Manejo da larva alfinete com *Tagetes minuta* em produção agroecológica de batatas

Calisc de Oliveira Trecha⁽¹⁾, Carlos Rogério Mauch⁽¹⁾, Carlos Alberto Babosa

Medeiros⁽²⁾ e Patrícia Braga Lovatto⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Pelotas - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS. E-mail: calisctrecha@gmail.com, crmauch@gmail.com, biolovatto@yahoo.com.br

⁽²⁾Embrapa Clima Temperado, BR 392, Km78, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: carlos.medeiros@embrapa.br

Resumo - A agricultura convencional aumenta os custos de produção e o uso de pesticidas, os quais têm efeito negativo sobre ambiente, saúde humana e desrespeitam a dinâmica ecológica dos agroecossistemas. A espécie *Tagetes minuta* (Asteraceae) tem se mostrado como alternativa promissora no manejo de insetos, devido à sua constituição química. A fim de verificar a ação de partes da planta de *T. minuta* no manejo de larvas de *D. speciosa* em cultivos de batata em estufa e no campo. Em estufa, foram inoculadas 30 larvas de *D. speciosa* em plantas de batata mantidas em vasos. No campo observou-se por dois períodos consecutivos a ocorrência natural de insetos. Constatou-se efeito alelopático de *T. minuta*, principalmente da flor seca, sobre as plantas de batata tanto em estufa quanto no campo. Em estufa, a planta inteira fresca de *T. minuta* apresentou maior peso de tubérculos totais, o menor ataque aos tubérculos foi verificado no tratamento com a planta inteira seca. Em condições de campo, em ambos os períodos, os tubérculos apresentaram maior circunferência, maior percentual de tubérculos comerciais e foram menos atacados por larvas de *D. speciosa* quando se desenvolveram na presença de qualquer uma das estruturas seca de *T. minuta*. A flor seca de *T. minuta* reduziu em 50,00% o percentual de plantas de batata em campo.

Termos para indexação: Agricultura familiar, insetos, planta bioativa, hortaliça, agroecológico

Management of the cucurbit beetle with *Tagetes minuta* in potatoes agro-ecological production

Abstract - Conventional agriculture increases the productions costs and the use of pesticides, which have a negative effect on the environment and human health, and disrespect the ecological dynamics of the agroecosystems. The species *Tagetes minuta* (Asteraceae) has come out as a promising alternative in the handling of insects, due to its chemical constitution. In order to verify the action of parts of the *T. minuta* plant in the handling of larvae of *D. speciosa* in potato farming in greenhouse and in the field. In greenhouse, 30 larvae of *D. speciosa* were inoculated in potato plants kept in vases. In the field, the natural occurrence of insects has been observed in two consecutive periods. Allelopathic effect of *T. minuta* was noticed, mainly of the dried flower, on the potato plants both in the greenhouse and in the field. In greenhouse, the whole fresh plant of *T. minuta* presented greater weight of total tubers. The lowest attack of tubers was verified in the treatment with the whole dried plant. In field conditions, in both periods, the tubers presented larger circumference, higher percentage of commercial tubers and were less attacked by *D. speciosa* larvae when they grew in the presence of any of the dried structures of *T. minuta*. The *T. minuta* dried flower reduced in 50,00% the percentage of potato plants in the field.

Index terms: Insects, bioactive plant, vegetable, agroecological, family farming.

Introdução

A agricultura convencional visa à maximização da produção e o lucro. No entanto, na busca incessante destes objetivos, um rol de práticas foram desenvolvidas sem preocupação com as conseqüências ao longo do tempo, desconsiderando a dinâmica ecológica dos agroecossistemas. Dentre essas práticas básicas, o controle químico sintético de insetos, doenças e plantas espontâneas constitui a espinha dorsal da agricultura moderna. Além de serem responsáveis por grande parte dos custos de produção, os pesticidas têm um profundo efeito negativo no ambiente e, sobre a saúde humana (ANVISA, 2016).

Conforme dados divulgados pelo IBGE (2016) para o cultivo da batata (*Solanum tuberosum*), os produtores altamente especializados, ao investirem nas lavouras, levam em consideração a expectativa de lucro, para isso podem ampliar suas áreas plantadas e intensificarem os tratos culturais, juntamente com a quantidade de adubos e agrotóxicos. No último relatório do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) realizado e divulgado pela ANVISA (2016) para a cultura da batata os ingredientes ativos detectados no maior número das amostras analisadas foram acefato, pencicuro e clorpirifós. Das 742 amostras analisadas, 31 apresentaram agrotóxicos não autorizados para uso na cultura da batata, o destaque foi para o fempropatrina, detectado em 5,18% das amostras analisadas.

A utilização de práticas e conceitos ecológicos na agricultura é crescente nos últimos anos, principalmente nas unidades de produção familiar. Isso se deve a diversos fatores, tais como a manutenção da biodiversidade, a elevada degradação do solo e meio ambiente, a preocupação com a segurança alimentar e saúde, qualidade de vida e

aumento da renda. Por isso, muitos agricultores buscam iniciar um processo de transição dos agroecossistemas convencionais para os de base ecológica, através de práticas mais sustentáveis (Medeiros, 2013).

De acordo com Pereira et al. (2008), os sistemas de produção de batata estão evoluindo para sistemas que racionalizam a utilização de insumos químicos, até uma produção orgânica. Isso se dá em função do crescimento de uma consciência ambiental e a demanda por produtos mais saudáveis. No Rio Grande do Sul o cultivo orgânico de batata baseado nas premissas agroecológicas, vem sendo desenvolvido principalmente em propriedades familiares onde parte da produção é comercializada de forma direta (Pereira et al., 2010).

Práticas agrícolas baseadas na Agroecologia resgatam os saberes e práticas tradicionais, ligadas às condições ecológicas, econômicas e culturais de cada local, e de cada população, contribuindo para agriculturas mais sustentáveis (Luff, 2002). Agricultores familiares da Região Sul do Brasil, apontaram a espécie *Tagetes minuta* (Asteraceae) como estratégia já utilizada entre eles para o manejo de pulgas e piolhos, e também no manejo da requeima (*Phytophthora infestans*) na batata, para isso colocam partes da planta no sulco juntamente com os tubérculos no momento do plantio (Lovatto, 2012).

Tagetes minuta é amplamente distribuída na Região Sul do Brasil, e configura-se num importante recurso a ser investigado para o manejo em agroecossistemas pois pode ser identificado como insumo local, solucionando problemas regionais, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção (Lovatto et al., 2012). Além do mais, inúmeros trabalhos de pesquisa já foram realizados com óleos essenciais, extratos e até mesmo com o consórcio de *T. minuta*, os quais revelaram a ação fungicida, bactericida,

alelopática e a inseticida tanto de interesse à saúde pública como de importância agrícola (Ileri et al., 2010; Lima, 2010; Kyarimpa et al., 2014; Arora et al., 2016).

Um dos principais impedimentos para a produção da batata é o ataque de insetos, e entre a *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) afetam a cultura em todas as fases do seu ciclo de vida, tanto larvas quanto adultos, embora o ataque das larvas sejam mais expressivos por atacarem diretamente os tubérculos inviabilizando a comercialização (Lara et al., 2004). Diante da carência no mercado de produtos compatíveis com a produção de base ecológica da batata, e as dificuldades enfrentadas pelos produtores que produzem a partir do sistema orgânico, uma série de estudos foi realizado a fim de verificar a ação de partes da planta de *T. minuta* no manejo de larvas de *D. speciosa* em cultivos de batata, em estufa e no campo.

Material e Métodos

O trabalho foi executado em estufa e no campo, em março de 2016 foi realizado na estufa da Estação Experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas, RS. Em condições de campo foi implantado em dois períodos, o primeiro em agosto de 2015 quando o plantio dos tubérculos se deu na área experimental da Embrapa Estação Cascata, localizada no município de Pelotas, RS. No segundo período, o plantio se deu em setembro de 2016 na propriedade familiar da senhora Márcia Scheer, localizada no município de Morro Redondo, RS, a qual possui certificação orgânica para o cultivo de batata e outras hortaliças.

A cultivar de batata utilizada em todos os experimentos foi a Cristal, por apresentar potencial de utilização em sistemas de produção orgânico, devido a sua resistência à requeima (*P. infestans*) e à pinta preta (*Alternaria solani*), além de

apresentar moderado potencial produtivo de tubérculos com boa aparência (Pereira et al., 2008).

Em estufa, os tubérculos foram plantados individualmente em vasos de polietileno com capacidade de 8 L, os quais foram preenchidos com substrato comercial (Turfa Fértil[®], Hortaliças), sendo que cada planta ficou protegida por todo o período do experimento, no interior de uma gaiola cilíndrica (1,20 m x 0,45 m diâmetro) de ferro coberta com tecido tipo *voile*, a fim de evitar a interferência de outros insetos. Foram colocados, juntamente com os tubérculos, no momento de plantio, os seguintes tratamentos: testemunha (sem partes da planta de *T. minima*), 12 g planta inteira seca de *T. minima*, 24 g planta inteira fresca de *T. minima* e 12 g flor seca de *T. minima*. Os tratamentos constituídos com planta inteira seca ou fresca contaram com a presença de flores. Foi utilizado o dobro da quantidade da planta inteira fresca em função da presença de água na planta fresca. Os tubérculos foram envolvidos com os respectivos tratamentos. Posteriormente, 25 dias após a emergência das plantas, cada planta de batata foi inoculada com 30 larvas de *D. speciosa* provenientes de criação mantida em laboratório, as larvas permaneceram nas plantas até a emergência dos adultos, que foram retirados das gaiolas com o auxílio de um succionador. As plantas foram distribuídas inteiramente ao acaso no interior da estufa. A colheita foi realizada quando folhas e caules apresentaram-se amarelados, e a película apresentou-se aderida aos tubérculos. Os tratamentos culturais realizados foram à amontoa, 40 dias após o plantio, e a irrigação das plantas sempre que necessário. O experimento foi composto por quatro tratamentos com seis repetições.

No campo, os tubérculos foram plantados em parcelas de acordo com os tratamentos culturais recomendados para o cultivo orgânico segundo a IN 46 (MAPA, 2014), em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada tubérculo de batata foi

envolvido por partes da planta de *T. minuta* simulando um ninho. Os tratamentos empregados no campo foram os mesmos avaliados em estufa com exceção da planta inteira fresca de *T. minuta*, pois nesse período do ano não há ocorrência da espécie na região Sul do estado do Rio Grande do Sul. Dessa forma, o experimento foi composto por três tratamentos com quatro repetições. Cada bloco foi constituído por 5 linhas de 6 m de comprimento com espaçamento de 0,30 m entre plantas e 0,80 m entre linhas. As três linhas centrais mantiveram os tratamentos, sendo consideradas úteis as 18 plantas centrais de cada linha tratada, e as duas linhas externas foram mantidas como bordadura. Em condições de campo não foi realizada nenhuma infestação artificial com larvas ou adultos de *D. speciosa*. Os danos avaliados nos tubérculos foram ocasionados por larvas do inseto que ocorreram naturalmente na área de cultivo da batata.

As variáveis avaliadas foram as mesmas tanto para o experimento realizado em estufa quanto para os realizados no campo.

Foi avaliada a incidência de ataque nos tubérculos (IAT) através da fórmula: $IAT = (NTA/NTT) \times 100$, levando-se em conta o número de tubérculos atacados (NTA), considerando atacados aqueles que apresentaram no mínimo três furos, e o número de tubérculos total (NTT) (Kwon et al., 1999).

A avaliação dos caracteres agrônômicos seguiu a metodologia descrita por Souza et al. (2005), para a produção total de tubérculos foi realizada a classificação de tubérculos comerciais por meio da mensuração do diâmetro transversal por peneiramento, na qual tubérculos maiores que 45 mm foram considerados comerciais para em seguida proceder a contagem e a pesagem dos tubérculos totais (Kg), a pesagem foi efetuada com o auxílio de uma balança; para a percentagem de tubérculos comerciais foi utilizada a relação entre o número de tubérculos comerciais e o número total de tubérculos multiplicado por 100.

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), através do programa Sisvar® (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

No experimento realizado em estufa, conforme demonstrado na Tabela 1, para a variável peso total de tubérculos apenas o tratamento constituído por planta inteira fresca de *T. minuta* (0,180 Kg), diferenciou-se significativamente da testemunha (0,060 Kg). Este resultado corrobora com o relato de agricultores familiares da região Sul do Brasil, os quais colocam a planta fresca de *T. minuta* no sulco juntamente com os tubérculos no momento do plantio, embora a principal finalidade relatada pelos produtores seja o manejo de *P. infestans*, eles ainda ressaltam o aumento na produção por produzir tubérculos de melhor aparência com película mais lisa sem aparente ataque de larvas (Lovatto, 2012).

A ação observada neste experimento com o tratamento planta inteira fresca, provavelmente possa estar relacionada á presença de monoterpenos, os quais aumentam suas concentrações em folhas verdes e nas estruturas reprodutivas ao longo ciclo de vida da planta, enquanto que nas folhas senescentes ocorre redução na concentração (Sadia et al., 2013). No meio científico há inúmeras notificações a cerca da espécie *T. minuta* devido a sua caracterização química, a qual apresenta propriedades diversificadas como ação anti-helmíntica, bactericida, fungicida, acaricida, repelente, anti-séptica, antiviral, anti-inflamatória e inseticida (Wanjala & Wanzala 2016; Karimian et al., 2014; Zoubiri & Baaliouamer, 2014). Em estudo realizado por Kyarimpa et al. (2014), com o propósito de verificar o efeito de diferentes concentrações do óleo de *T. minuta* sobre larvas do mosquito *Anopheles gambiae*, principal vetor da malária, os autores

concluíram que o uso da formulação do óleo essencial de *T. minuta* como larvicida natural reduz o mosquito na fase de larva. Isso reforça a possibilidade de que a presença da planta fresca de *T. minuta* no meio de cultivo pode ter inibido a ação das larvas no presente estudo.

Foi constatada redução significativa no percentual de incidência de ataque aos tubérculos de batata (41,93%) pelas larvas de *D. speciosa* no tratamento com a planta inteira seca de *T. minuta* quando comparado à testemunha (Tabela 1). Em estudo realizado por Muzemu et al. (2013), avalia-se a eficácia dos pós das folhas de *Eucalyptus tereticornis*, *T. minuta* e *Carica papaya* no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae), e concluíram que estas plantas têm propriedades pesticidas para suprimir *S. zeamais* em grãos de milho no armazenamento, podendo serem usadas como opção de manejo alternativo aos pesticidas sintéticos. Na África, Musundire et al. (2015), investigaram a eficácia de pós das folhas *Eucalyptus grandis* e *T. minuta* como protetores de grãos contra *S. zeamais* em milho armazenado, e verificaram que *E. grandis* e *T. minuta* reduziram os danos nos grãos e a infestação de insetos, sem efeitos adversos sobre a germinação de sementes, cor e odor, podendo dessa forma serem utilizados como alternativas sustentáveis aos inseticidas sintéticos no armazenamento de milho, especialmente por pequenos agricultores. Os trabalhos citados reforçam a possibilidade da ação da planta inteira seca de *T. minuta* sobre as larvas de *D. speciosa*, considerando que tanto *D. speciosa* quanto o besouro *S. zeamais* pertencem à ordem Coleoptera. Logo, há indícios de que a planta inteira seca pode ter contribuído para o menor índice de ataque aos tubérculos de batata pelas larvas de *D. speciosa*.

Para as variáveis circunferência e percentual de tubérculos comerciais (Tabela 1) não foi verificada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos avaliados. Em

estudo realizado em casa de vegetação por Trecha et al. (2016), também não perceberam diferenças significativas para a variável circunferência dos tubérculos em nenhuma das safras avaliadas para a cultivar de batata Agata, sendo que a densidade de 30 larvas de *D. speciosa* nas safras de verão e outono manifestaram uma circunferência de 7,50 cm e 8,00 cm, respectivamente. Os mesmos autores constataram um percentual de tubérculos comercial para as cultivares Agata e BRS Clara na safra de verão bem inferior ao constatado neste trabalho 11,00 % e 2,50 %, respectivamente para a densidade de 30 larvas de *D. speciosa*.

Vale ressaltar que foi verificado um atraso na emergência das plantas de batata (1 a 2 semanas) que estiveram na presença de partes da planta seca de *T. minuta* com relação às plantas não tratadas (testemunha). Tal atraso foi mais expressivo nas plantas expostas a presença da flor seca de *T. minuta*, enquanto as plantas de batata não tratadas apresentaram emergência no tempo previsto. O efeito alelopático do óleo essencial de *T. minuta* foi observado por Scriveranti et al. (2003), os quais perceberam forte efeito inibitório no crescimento radicular de mudas de *Z. mays*. Tal efeito também foi constatado por Lee et al. (2015) testando óleos essenciais e extratos aquosos de *T. minuta*, ambos foram fitotóxico para o crescimento de diferentes espécies a saber: *Oryza sativa*, *Brassica campestris*, *Raphanus sativus*, e *Sesamum indicum*.

Sob condições de campo no primeiro período (2015/2016 Cascata) não foi verificada diferenças significativas entre os tratamentos avaliados para variável peso de tubérculos totais (Tabela 2). Esse comportamento se manteve no segundo período (2016/2017 propriedade familiar) (Tabela 3), não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. Tal resultado se compara ao obtido por Teodoro et al. (2013), que avaliaram a reação de clones do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa Clima Temperado frente à infestação natural do inseto às folhas e aos

tubérculos em condições de campo, e não verificaram diferenças significativas entre os clones testados quanto à variável peso de tubérculos totais.

Da mesma forma que verificado em estufa, no campo também houve um retardo na emergência das plantas de batata em presença de partes da planta de *T. minuta*. Além disso, foi verificada redução significativa no número de plantas de batatas nas linhas que continham os tratamentos com flor e planta inteira seca de *T. minuta*, conforme mostra Figura 1. As linhas compostas pela testemunha apresentaram um maior percentual de plantas emergidas 82,50%, seguido da planta inteira seca de *T. minuta* 71,25%, as quais não se diferenciaram significativamente. Por outro lado, as linhas constituídas pelos tratamentos com flor seca, diferiram-se significativamente dos demais tratamentos, apresentando uma emergência de apenas, 50% das plantas de batata.

A flor seca de *T. minuta* produziu o maior percentual de tubérculos comerciais (48,63%), quando comparada à testemunha em condições de campo no primeiro período (2015/2016 Cascata) (Tabela 2). Já no segundo período (2016/2017 propriedade familiar) (Tabela 3), o maior percentual foi registrado tanto pela planta inteira (61,13%), como pela flor seca de (56,41%), ambas diferindo significativamente da testemunha. Esses resultados foram bem inferiores ao verificados por Teodoro et al. (2014), os quais verificaram um percentual de tubérculos comercial para a cultivar Asterix de 82,8% (com infestação) e de 87,8 % (sem infestação) em casa de vegetação, os quais buscaram caracterizar clones avançados do programa de melhoramento genético de batata da Embrapa quanto à resistência a *D. speciosa*, em condições de infestação artificial.

Portanto, como demonstrado nas tabelas 2 e 3 não, ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos para a variável peso de tubérculos totais, porém a flor seca de *T. minuta* destacou-se numericamente como um dos tratamentos mais

promissores para a produção de tubérculos comerciais, em ambos os experimentos realizados no campo. Isso de certa maneira é uma boa resposta aos produtores de batata em sistema orgânico de produção que almejam alternativas mais sustentáveis para produzir a cultura.

Chamorro et al. (2008) analisaram a composição química de plantas de *T. minuta* coletadas em diferentes regiões da Argentina, e verificaram que os compostos majoritário do óleo essencial das folhas é a dehidrotagetona, enquanto que nas flores prevaleceram β -ocimeno e tagetona indicando assim, que a constituição química da planta é variável conforme a parte utilizada e a idade da mesma.

De acordo com Arora et al. (2016), o constituinte majoritário do óleo essencial de *T. minuta* é o *cis*- β -ocimeno, esses autores compararam o efeito fitotóxico do óleo essencial de *T. minuta* e o composto *cis*- β -ocimeno isolado sobre *Cassia occidentalis* (Família Fabaceae), planta espontânea, e concluíram que ambos são fortemente alelopáticos para *C. occidentalis*. Contudo, o efeito do *cis*- β -ocimeno isolado é mais expressivo comparado com o óleo. Porém, este por ser o componente majoritário do óleo de *T. minuta*, os pesquisadores enfatizam a contribuição do *cis*- β -ocimeno para a relativa alelopatia de *T. minuta*.

O potencial alelopático do óleo essencial de *T. minuta* sobre outras plantas espontâneas foi investigado por Arora et al. (2015), que constataram reduções de germinação, crescimento, teor de clorofila e na capacidade respiratória das plantas *Chenopodium murale*, *Phalaris minor*, e *Amaranthus viridis*. Segundo Scrivanti et al. (2003), os constituintes majoritário presentes em *T. minuta* responsáveis pela fitotoxides em outras plantas é o Limonene (66,3 %), (E)-ocimenone (19,1%).

O óleo essencial a 1% de *T. minuta* afetou a germinação das sementes de *Lactuca sativa* L. (alface), assim como o extrato aquoso a 30% proporcionou o maior percentual de plântulas anormais (Medeiros et al., 2013).

De certa maneira, o potencial alelopático de algumas plantas bioativas torna-se importante para o desenvolvimento de bioherbicidas baseados em processos simplificados de baixo custo e fácil apropriação por agricultores familiares (Hruska et al. 1982).

Com relação à variável circunferência dos tubérculos, em ambos os períodos (Tabelas 2 e 3) sob condições de campo, foram verificadas diferenças significativas da testemunha para os demais tratamentos, sendo constatada uma circunferência de 12,35 e 20,03 cm para os tubérculos que se desenvolveram na presença da flor seca no primeiro e segundo períodos, respectivamente, e circunferências de 13,95 e 22,19 cm para os tubérculos que se desenvolveram na presença da planta inteira seca de *T. minuta* no primeiro e segundo períodos, respectivamente. Esses resultados foram bem superiores aos constatados por Trecha et al. (2016), que registraram uma circunferência para cultivar de batata Agata de 7,50 cm e 8,00 cm para a safra de verão e outono, respectivamente. Enquanto a cultivar BRS Clara manifestou uma circunferência de 7,25 cm e 8,25 cm para as safras de verão e outono, respectivamente, quando estas cultivares foram infestadas com 30 larvas de *D. speciosa* em casa de vegetação.

Os tratamentos constituídos por flor seca e planta inteira seca de *T. minuta* nos dois experimentos a campo reduziram significativamente a incidência de ataque de larvas de *D. speciosa* aos tubérculos de batata (Tabelas 2 e 3), quando comparados à testemunha, os quais não diferiram entre si. Esses resultados vão ao encontro com o relato de Motazedian et al. (2014), os quais ressaltam que os óleos essenciais presentes em plantas, estão na posse de um grande potencial de compostos a serem utilizados em

programas de manejo fitossanitário, a fim de reduzir ou equilibrar a população de insetos indesejados tanto no campo quanto em estufas ou em outros sistemas fechados.

Pesquisas recentes continuam demonstrando a ação da espécie *T. minuta* sobre insetos, tais como a sobrevivência larval de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae) foi reduzida em média 37% quando estas foram alimentadas com folhas de couve tratadas com óleos de folhas e flores de *T. minuta* a 1% v/v (Signorini et al., 2016). O óleo essencial de *T. minuta* também manifestou-se eficiente para o manejo de larvas de *Cochliomyia macellaria* (Díptera: Calliphoridae) em condições de laboratório (Chaaban et al., 2017).

Além do óleo essencial a planta de *T. minuta* também vem sendo objeto de estudo para a pesquisa, já que em algumas regiões a planta tem sido cultivada juntamente com culturas alimentares como tomate, berinjela, pimenta, tabaco e batata com a finalidade de manter a população de nematoides no solo em níveis baixos e assim aumentar a produtividade das culturas alimentícias (Wanzala & Ogoma, 2013).

É imprescindível destacar que em estudo realizado por Chamorro et al. (2011) os autores verificaram efeito acaricida do óleo essencial de *T. minuta* sobre *Varroa destructor*, considerado problema aos apiários, os autores constataram que o óleo de *T. minuta* é tóxico para *V. destructor*, sendo o óleo obtido das flores o mais tóxico, enquanto nenhuma toxicidade foi registrada para *Apis mellifera*. Isso demonstra o potencial de *T. minuta* como alternativa viável para manejo de *D. speciosa* em sistemas de produção orgânico de batata, respeitando o agroecossistema e preservando a população de abelhas que vem sendo amplamente afetada pelo uso abusivo de agrotóxicos letais para este inseto benéfico.

Conclusão

1. Em estufa a planta inteira fresca de *T. minuta* propiciou o maior peso de tubérculos totais enquanto a planta inteira seca reduziu o índice de ataque aos tubérculos.

2. Em condições de campo os tubérculos de batata, cultivar Cristal, apresentaram maior circunferência e menor índice de ataque quando se desenvolveram na presença da flor seca e da planta inteira seca de *T. minuta*.

3. No campo a flor seca de *T. minuta* propiciou aumento no percentual de tubérculos comerciais, embora tenha reduzido pela metade a população de plantas de batata.

4. A planta inteira seca de *T. minuta* nas condições testadas demonstrou que pode ser uma alternativa viável para utilização em sistemas de cultivo agroecológico de batata visando o manejo de *D. speciosa*. Pois mesmo tendo passado pelo processo de secagem os metabólitos secundários presentes na planta parecem ter se mantido com igual eficácia. Portanto, a utilização da planta inteira seca possibilita ao produtor planejar a colheita de *T. minuta* no momento de floração intensa, garantindo assim a concentração dos compostos químicos que manifestam eficiência sobre os insetos.

Referências

- ARORA, K.; BATISH, D.; SINGH, H. P.; KOHLI, R. K. Comparative account of allelopathic potential of essential oil of *Tagetes minuta* L. and its major component cis- β -Ocimene. **Annals Of Plant Sciences**, v.5, n.9, p.1428-1431, 2016.
- ARORA, K.; BATISH, D.R.; SINGH, P.H.; KOHLI, R.K. Allelopathic potential of the essential oil of wild marigold (*Tagetes minuta* L.) against some invasive weeds. **Journal of Agriculture and Environmental Sciences**, n.3, p.56-60, 2015.
- ANVISA – **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. 2016. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). Disponível em:<
http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8> >.
Acessado em 25 de jan 2017.
- CHAABAN, A.; SOUZA, A.L.F.; MARTINS, C.E.N.; BERTOLDI, F.C.; MOLENTO, M.B. Chemical Composition of the Essential Oil of *Tagetes minuta* and Its Activity against *Cochliomyia macellaria* (Diptera: Calliphoridae). **European Journal of Medicinal Plants**, n.18, v.1, p.1-10, 2017.
- CHAMORRO, E.R.; SEQUEIRA, A.F.; VELASCO, G.A.; ZALAZA, M.F.; BALLERINI, G.A. Evaluation of *Tagetes minuta* L. essential oils to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). **Journal of the Argentine Chemical Society**, v.98, p.39-47, 2011.
- CHAMORRO, E.R.; SEQUEIRA, A.F.; VELASCO, G.A.; ZALAZAR, M.F. Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flowers. **Journal of the Argentine Chemical Society**, v.96, p.80-86, 2008.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

HRUSKA, A.F.; DIRR, M.A.; POKORNY, F.A. Investigation of anthocyanic pigments and substances inhibitory to seed germination in the fruit pulp of *Liriope muscari*.

Journal of the American Society for Horticultural Science, v.107, p.468-473, 1982.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

Levantamento sistemático da produção agrícola 2016. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=1&z=t&o=26&u2=1&u3=1&u4=1&u1=34>>. Acessado em 28 set de 2017.

IRERI, L.N.; KONGORO, J.; NGURE, P.; MUTAI, C.; LANGAT, B.; TONUI, W.;

KIMUTAI, A.; MUCHERU, O. The potential of the extracts of *Tagetes minuta*

Linnaeus (Asteraceae), *Acalypha fruticosa* Forssk (Euphorbiaceae) and *Tarichonanthus camphoratus* L. (Compositae) against *Phlebotomus duboscqi* Neveu Lemaire (Diptera:

Psychodidae), the vector for *Leishmania major* Yakimoff and Schokhor. **Journal of**

Vector Borne Diseases, v.47, n.3, p.168-174, 2010.

KARIMIAN, P.; KAVOOSI, G.; AMIRGHOFRAN, Z. Anti-oxidative and anti-

inflammatory effects of *Tagetes minuta* essential oil in activated macrophages. **Asian**

Pacific Journal of Tropical Biomedicine, v.4, n.3, p.219-227, 2014.

KYARIMPA, C. M.; BÖHMDORFER, S.; WASSWA, J.; KIREMIRE, B. T.; NDIEGE,

I. O.; KABASA, J. D. Essential oil and composition of *Tagetes minuta* from Uganda.

Larvicidal activity on *Anopheles gambiae*. **Industrial Crops and Products**, v.62,

p.400–404, 2014.

KWON, M.; HAHM, Y.I.; SHIN, K.Y.; AHN, Y.J. Evaluation of various potato

cultivars for resistance to wireworms (Coleoptera: Elateridae). **American**

Journal of Potato Research, v.76, n.5, p.317-319, 1999.

LARA, F. M.; SCARANELLO, A. L.; BALDIN, E. L. L.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de clones de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.761-765, 2004.

LEE, S.; SHIM, K.; KIL, J. Phytotoxic effect of aqueous extracts and essential oils from southern marigold (*Tagetes minuta*). **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, n.30, p.161-169, 2015.

LIMA, W.P. Toxicidade do óleo essencial de *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) em larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) e protocolo de alimentação em camundongos Swiss Calb/ C. 2010, 64f. Tese (Doutorado) Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto. 2010.

LOVATTO, P.B. As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças. 2012. 392 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

LOVATTO, P.B.; SCHIEDECK, G.; GARCIA, F.R.M. a interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. **Interciencia**, v.37, n.9, p.657- 663, 2012.

LUFF, F. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.1, 2002.

MOTAZEDIAN, N.; ALEOSFOOR, M.; DAVOODI, A.; BANDANI, A. Insecticidal activity of five medicinal plant essential oils against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. **Journal Crop Protection**, v.3, n.2, p.137-146, 2014.

MEDEIROS, C.H.; SIGNORINI, C.B.; SCHIEDECK, G. Alelopatia do extrato aquoso e óleo essencial de *Tagetes minuta* L. (Chinchilho) na germinação de sementes de alface. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-4, 2013.

MUSUNDIRE, R.; MAZODZE, F.; MACHEKA, L.; NGADZE, R.T.; MUBAIWA, J.; MANDITSERA F. *Eucalyptus grandis* and *Tagetes minuta* leaf powders effectively protect stored maize against *Sitophilus zeamais* without affecting grain organoleptic properties. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.2, p.49-57, 2015.

MUZEMU, S.; CHITAMBA, J.; MUTETWA, B. Evaluation of *Eucalyptus tereticornis*, *Tagetes minuta* and *Carica papaya* as Stored Maize Grain Protectants against *Sitophilus zeamais* (Motsch) (Coleoptera: Curculionidae). **Agriculture, Forestry and Fisheries**, v.2, n.5, p.196-201, 2013.

PEREIRA, A.S.; MEDEIROS, C.A.B.; REISSER, C.J.; CASTRO, C.M.; GOMES, C.B.; FREIRE, C.J.S.; NAVA, D.E.; ALMEIDA, I.R.; MADAIL, J.C.M.; DANIELS, J.; WEREGE, M.C.; NAZARENO, R.X.N.; BERTONCINI, O.; STEINMETZ, S.

Produção de Batata no Rio Grande do Sul, **Pelotas, EMBRAPA CLIMA**

TEMPERADO, 2010, 93 p. (Documento Técnico, 19).

PEREIRA, A.S.; SILVA, A.C.F.; CASTRO, C.M.; MEDEIROS, C.A.B.; HIRANO, E.; NAZARENO, N.R.X.; BERTONCINI, O.; MELO, P.E.; SOUZA, Z.S. **Catálogo de cultivares de batata**, Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2008, 39 p.

(Documentos, 247).

SADIA, S.; KHALID, S.; QURESHI, R.; BAJWA, A.A. *Tagetes minuta* L. a useful underutilized plant of family asteraceae: a review. **Pak. J. Weed Sci. Res.**, v. 9, n.2, p.179-189, 2013.

SCRIVANTI, L.R.; ZUNINO, M.P.; ZYGADLO, J.A. *Tagetes minuta* and *Schinusareira* essential oils as allelopathic agents. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.31, n.6, p.563-572, 2003.

SIGNORINI, C.B.; LOVATTO, P.B.; SCHIEDECK, G.; LOBO, E.A.; MAUCH, C.R. Influência de extratos e óleos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) no consumo foliar e sobrevivência larval de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.4, p.26-33, 2016.

SOUZA, V. Q.; PEREIRA A. S.; FRITCHE NETO, R.; SILVA, G. O.; OLIVEIRA, A. C. Potential of selection among and within potato clonal families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.199-206, 2005.

TEODORO, J.S.; MARTINS, J.F.S.; ROSA, A.P.S.A.; CASTRO, C.M.; CUNHA, U.S. Characterization of potato genotypes for resistance to *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.440-445, 2014.

TEODORO, J.S.; MARTINS, J.F.S.; ROSA, A.P.S.A.; CASTRO, C.M.; CUNHA, U.S. Reação de Genótipos de Batata à Infestação Natural de Adultos e Larvas de *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae), **Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2013, 9p. (Circular técnica, 151).**

TRECHA, C.O.; ALVES, A.M.; BARROS, W. S.; ROSA, A.P.S.A.; MAUCH, C.R. Influência da safra de verão e outono no dano de larvas da vaquinha em tubérculos de batata cultivadas em casa de vegetação. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v.115, n.1, p.1-8, 2016.

WANJALA, W.C. WANZALA, W. **Tagetes (*Tagetes minuta*) oils**. In: Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety, ed. Preedy VR, 1st ed. Academic Press. 2016, 791- 802 p.

WANZALA, W.; OGOMA, S.B. Chemical composition and mosquito repellency of essential oil of *Tagetes minuta* from the southern slopes of Mount Elgon in western Kenya. *J. Essent. Oil Bear. Plants*, v.16, p.216–332, 2013.

ZOUBIRI, S.; BAALIOUAMER, A. Potentiality of plants as source of insecticide principles. *Journal of Saudi Chemical Society*, v.18, p.925–938, 2014.

Tabela 1 – Peso (Kg) de tubérculos totais (TT), circunferência (cm), percentual de incidência do ataque aos tubérculos (IAT), e o percentual de tubérculos comerciais (TC) de batata cultivar Cristal plantados juntamente com partes da planta de *T. minuta* em estufa. Aos 25 dias após o plantio as plantas foram infestadas artificialmente com larvas de *D. speciosa*. Pelotas, 2016.

Tratamentos	Peso TT (Kg)	Circunferência (cm)	IAT (%)	TC (%)
Testemunha	0,060 b	8,23 a	81,84 a	38,87 a
Flor seca	0,110 ab	9,52 a	56,79 a	65,36 a
Planta inteira seca	0,156 ab	9,25 a	41,93 b	61,95 a
Planta inteira fresca	0,181 a	13,36 a	52,50 a	62,50 a
CV(%)	33,58	22,60	18,98	30,61

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 2 – Peso (Kg) de tubérculos totais (TT), circunferência (cm) de tubérculos, percentual médio do índice de ataque aos tubérculos (IAT), e o percentual tubérculos comerciais (TC) da cultivar de batata Cristal produzida em condições de campo unidade experimental Cascata da Embrapa Clima Temperado, Pelotas 2015/2016.

Tratamento	Peso TT (Kg)	Circunferência (cm)	IAT (%)	TC (%)
Testemunha	6,03 a	10,45 b	83,27 a	33,00 b
Flor seca	4,87 a	12,35 a	25,33 b	48,63 a
Planta inteira seca	5,74 a	13,95 a	19,63 b	39,96 ab
CV (%)	12,75	6,90	15,01	17,83

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 3 – Peso (Kg) de tubérculos totais (TT), circunferência (cm) de tubérculos, percentual médio do índice de ataque aos tubérculos (IAT), e o percentual de tubérculos comerciais (TC) da cultivar de batata Cristal produzida em condições de campo na propriedade familiar com certificação para produção orgânica, Morro Redondo, 2016/2017.

Tratamentos	Peso TT (Kg)	Circunferência (cm)	IAT (%)	TC (%)
Testemunha	1,64 a	12,22 b	34,92 a	33,99 b
Flor seca	1,21 a	20,03 a	14,24 b	56,41 a
Planta inteira seca	1,56 a	22,19 a	13,32 b	61,13 a
CV (%)	16,97	7,04	13,85	17,25

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

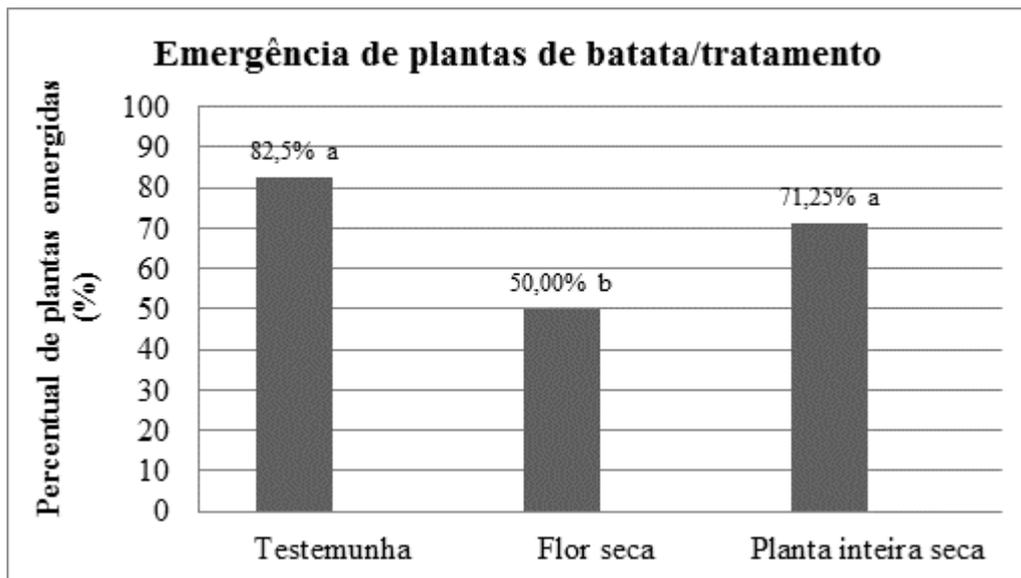


Figura 1 – Percentual de plantas de batata emergidas em cada linha dos tratamentos avaliados.

5 Considerações Finais

O presente trabalho teve a preocupação de atender aos objetivos especificados no projeto de tese. Dentro das condições em que a pesquisa foi realizada a espécie *Tagetes minuta* apresentou bioatividade significativa sobre *Diabrotica speciosa*, pois tanto os subprodutos obtidos da planta (óleo essencial e extratos aquosos) quanto à própria planta fresca ou seca manifestaram indicativos de alteração no comportamento do inseto tanto na fase adulta como na fase larval.

O consumo de adultos de *D. speciosa* foi reduzido quando discos foliares de batata foram tratados com diferentes concentrações do óleo essencial de *T. minuta*, sendo a concentração de 0,20% a mais viável para uma possível utilização por agricultores, por estar entre as diluições menos consumidas pelo inseto, e por necessitar de uma quantidade de óleo relativamente baixa. Todos os extratos aquosos de *T. minuta* a 20% inibiram a alimentação do inseto, contudo, pensando em otimização de mão de obra, a utilização do extrato aquoso da planta inteira fresca torna-se mais viável para o produtor, em plantio de batata realizados no período de fevereiro a março que coincide com a ocorrência de *T. minuta*.

Quanto à bioatividade das partes secas ou frescas para viabilidade larval em laboratório, a flor seca manifestou alta letalidade, enquanto a planta inteira fresca, além de ter manifestado elevada mortalidade das larvas, também interferiu no desenvolvimento biológico do inseto, pois reduziu à longevidade das fêmeas, a viabilidade de ovos, a fecundidade e a taxa líquida de reprodução da *D. speciosa* em condições de laboratório.

Em estufa, a planta inteira fresca contribuiu para a obtenção do maior peso de tubérculos totais, e a planta inteira seca reduziu a incidência de ataque do inseto aos tubérculos. Enquanto a campo a flor seca e planta inteira seca de *T. minuta* estimularam a produção de tubérculos com maior circunferência, reduziram a incidência de ataque do inseto aos tubérculos e aumentaram a produção de tubérculos comerciais.

Tanto em estufa quanto a campo, a flor seca de *T. minuta* apresentou efeito alelopático sobre as plantas de batata reduzindo o número de plantas de batata. Por outro lado, a planta inteira seca reduziu o ataque das larvas tanto em estufa quanto a campo. Os resultados ora apresentados demonstram

viabilidade de utilização por produtores de batata, em sistema agroecológico, no período de primavera, época em que não ocorre *T. minuta* no campo, sendo possível coletar a planta no outono, secá-la e armazená-la para posterior utilização.

Para além disso, *T. minuta* já é conhecida pelos agricultores, o que acaba por fortalecer a sabedoria popular e o conhecimento empírico, indo ao encontro de uma produção agrícola mais respeitosa com o meio ambiente e com o conhecimento transmitido de geração para geração. Estratégias como essas possibilitam a redução de gastos com a compra de produtos fitossanitários no mercado, já que a planta na maioria das vezes está disponível nas propriedades.

Referências

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 715 p.

AGUIAR-MENEZES, Elen de Lima; MENEZES, Eurípedes Barsanulfo. Bases ecológicas das interações entre insetos e plantas no manejo ecológico de pragas agrícolas. In _____. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 324-339, 2005.

AMARO, G. B.; SILVA, D. M.; MARINHO, A. G.; NASCIMENTO, W. M. Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. **Brasília, EMBRAPA HORTALIÇAS**, 2007, 16p. (Circular Técnica, 47).

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2016. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8>. Acessado em 25 de nov. 2017.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2013. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d480f50041ebb7a09db8bd3e2b7e7e4d/Relat%C3%B3rio%2BPARA%2B2011-12%2B-%2B30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES>. Acessado em 23 de nov. 2017.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2008. . **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/3989428047457d5189a7dd3fbc4c6735/nota+tecnica++resultados+para+2008.pdf?MOD=AJPERES>>. Acessado em: 23 de jout. 2017.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2016. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) para Relatório das Análises de Amostras Monitoradas no Período de 2013 a 2015**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759>. Acessado em: 24 de jan 2017.

ÁVILA, C.J.; MILANEZ, J.M.; PARRA, J.R.P. Previsão de ocorrência de *Diabrotica speciosa* utilizando-se o modelo de graus-dia de laboratório. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 4, p. 427-432, 2002.

ÁVILA, C. J.; PARRA, J. R. P. Desenvolvimento de *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae) em diferentes hospedeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.739-743, 2002.

BARBOSA, F. S.; LEITE, G. L. D.; MARTINS, E. R.; D'AVILA, V. A.; CERQUEIRA, V. M. Medicinal plant extracts on the control of *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.15, n.1, p.142-149, 2013.

BARBOSA, S.; FRANÇA, F. H. Pragas da batata e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 76, p. 55-61, 1981.

BARROS, Luciana Tereza Estriga. **Aspectos bionômicos de Geometridae (Lepidoptera) associados à *Rapanea umbellata* (Mart.) Mez, 1902 (Myrsinaceae) na região de São Carlos, SP.** 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

BOFF, M. I. C.; GANDIN, C. L. G. Principais pragas na cultura da melancia e seu controle. **Agropecuário Catarinense**, Florianópolis, v.5, p.39-41, 1992.

BLÜTHGEN, Nico. Interação plantas-animais e a importância funcional da biodiversidade. In: _____. **Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, p. 261-272, 2012.

CAPORAL, Francisco Roberto. 2008. **Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Savanas: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 895-929.

CIP- Centro Internacional de La Papa. 2010. **Agricultural research for development**. Facts and figures about potato. Disponível em: <<http://cipotato.org/potato/publications/pdf/0055449.pdf>> Acesso em 02 de agosto de 2017.

CHAMORRO, E. R.; SEQUEIRA, A. F.; VELASCO, G. A.; ZALAZA, M. F.; BALLERINI, G. A. Evaluation of *Tagetes minuta* L. essential oils to control *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). **Journal of the Argentine Chemical Society**, v. 98, p.39-47, 2011.

CHAMORRO, E. R.; SEQUEIRA, A. F.; VELASCO, G. A.; ZALAZAR, M. F. Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flowers. **Journal of the Argentine Chemical Society**, cidade, v. 96, p. 80-86, 2008.

CRANSHAW, W. S.; RADCLIFFE, E. B. Effect of defoliation on yield of potatoes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 73, p. 131-134, 1980.

DEL-CLARO, Kleber. **Origens e importâncias das relações plantas-animais para a ecologia e conservação**. . In:____. Ecologia das interações plantas-animais: uma abordagem ecológico-evolutiva. Rio de Janeiro: Technical Books, p. 37-50, 2012.

FERRAZ, S.; FREITAS L. G. **O controle de fitonematóides por plantas antagonistas e produtos naturais. 2005**. Disponível em: <<http://jcofertilizantes.com.br/pesquisa/pesquisa16-o-controle-defitonematoides.pdf>> Acesso em 10 de set. de 2017.

FERREIRA, E.; BARRIGOSI, F. A. J. Insetos Orizívoros da parte subterrânea. **Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA ARROZ e FEIJÃO**, 2006, 5 p. (Documento Técnico, 190).

FILGUEIRA, F. A. R. (Ed.). **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, UFV, 2012, 421p.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. EMBRAPA, Brasília, 1. ed. 2003. 567 p.

FREITAS, J. M. S.; CLERY-SANTOS, M. P.; PÉREZ-MALUF, R. **Abundância de himenópteros parasitoides em diferentes perfis de paisagens**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. Anais... Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007. p. 1-2, 2007.

FURIATTI, R. S. Efeito de genótipos de batata sobre *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: Chrysomelidae) em condições de campo. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 101-107, 2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; DE BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S. & MOTO, C. (Eds.) **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 2002, 920 p.

GAKUUBI, M. M.; WANZALA, W.; WAGACHA, J. M.; DOSSAJI, S. F. Bioactive properties of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oils: A review. **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, CIDADE, v. 4, n. 2, p. 27-36, 2016.

GARCIA D. A.; PERILLO, M. A.; ZYGADLO, J. A.; MARTIJENA, I. D. The essential oil from *Tagetes minuta* L. modulates the binding of [3H] flunitrazepam to crude membranes from chick brain. **Lipids**, v. 30, p. 1105-1109, 1995.

GASSEN, D. N. Insetos subterrâneos prejudiciais às culturas no sul do Brasil. **Passo Fundo, EMBRAPA TRIGO**, 1989. 49 p. (Documento Técnico, 13).

GIACOMINI, G.; NACHTIGAL, G. F.; SCHIEDECK, G.; VALGAS, R.A.; GIACOMINI, R.X.; LIMA, D. L. Atividade fitotóxica de extratos aquosos e óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. & Sacc. **Caderos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, 2013.

GONÇALVES, T. S. Interações ecológicas e evolutivas entre: plantas, herbívoros e seus inimigos naturais. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 3, n. 3, p. 1-9, 2015.

GONÇALVES, Márcio de Medeiros. **Avaliação de insumos fitossanitários para o controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) e *Phytophthora infestans* (mont.) de Bary. no cultivo de batata em sistema de produção orgânico**. 2012. 135f. Tese (Doutor em Ciências) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

GONÇALVES, M. M. MEDEIROS, C. A. B.; NAZARENO, N. R. X. Características de Produção Orgânica de Batata. In:____. **Produção Orgânica de Batata: potencialidades e desafios**. Londrina, PR. LAPAR, 2009. Cap.1, 15- 36 p.

GLIESSMAN, Stephen R. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. 4 ed, Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009, 654 p.

GULLAN, P.J; CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. 440 p.

HAI, N.F.P. **Biologia, dano e controle do adulto de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) na cultura da batatinha (*Solanum tuberosum* L.)**. 1981. 53f. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.

HENZ, G. P. Redução de perdas pós-colheita em batata para consumo. **Brasília, EMBRAPA HORTALIÇAS**, 2004. 10 p. (Documento Técnico, 33).

HULINA, N. Wild marigold - *Tagetes minuta* L. New Weed on the Island of Hvar, and New Contribution to the Knowledge of its Distribution in Dalmatia (Croatia) **Agriculture Conspectus Scientificus**. 73: 23-26. 2008.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – 2016. LSPA- Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. **Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil novembro de 2016**.

<[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201611.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistemático_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201611.pdf)> Acessado em: 25 nov. 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 267 p. 2009.

IBRAHIM, M. A.; KAINULAINEN, P.; AFLATUNI, A.; TIILIKKALA, K.; HOLOPAINEN, J. K. Insecticidal, repellent, antimicrobial and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests. **Agricultural and Food Science**, v. 1; n. 10, p. 243-259, 2001.

IRERI, L.N.; KONGORO, J.; NGURE, P.; MUTAI, C.; LANGAT, B.; TONUI, W.; KIMUTAI, A.; MUCHERU, O. The potential of the extracts of *Tagetes minuta* Linnaeus (Asteraceae), *Acalypha fruticosa* Forssk (Euphorbiaceae) and *Tarhonanthus camphoratus* L. (Compositae) against *Phlebotomus duboscqi* Neveu Lemaire (Diptera: Psychodidae), the vector for *Leishmania major* Yakimoff and Schokhor. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 47, n. 3, p. 168-174, 2010.

JUNGUES, E.; MORENO, M.; LIMA, D.; BAUER, C. Efeito do extrato aquoso e do óleo essencial de *Tagetes minuta* aplicado ao solo sobre a penetração de J2 de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, 2009.

KHALER, A.L.; OLNESS, A.E.; SUTTER, G.R.; DYBING, C.D.; DEVINE, O.J. Root damage by corn rootworm and nutrient content in maize. *Agronomy Journal*, v.77, n.5, p.769-774, 1985.

KRYSAN, J.L. Introduction: biology, distribution, and identification of pest *Diabrotica*. In:____. **Methods for study of pest Diabrotica**. New York: Springer-Verlag, 1986. Cap.1, p. 1-23.

KRYSAN, J.L.; SMITH, R. F. Systematics of *virgifera* species groups of *Diabrotica* (Coleoptera: Chrysomelidae: Luperini). **Entomography**, Sacramento, v.5, p.375-384, 1987.

KYARIMPA, C. M.; BÖHMDORFER, S.; WASSWA, J.; KIREMIRE, B. T.; NDIEGE, I. O.; KABASA, J. D. Essential oil and composition of *Tagetes minuta* from Uganda. Larvicidal activity on. **Industrial Crops and Products**, CIDADE, v. 62, p. 400–404, 2014.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas: Plantas Superiores – Dicotiledôneas**. Tomo III. BASF. São Paulo. 2005. 683 p.

LARA, F. M.; SCARANELLO, A. L.; BALDIN, E. L. L.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; LOURENÇÃO, A. L. Resistência de clones de batata a larvas e adultos de *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 761-765, 2004.

LAWRENCE, B.M., 1993. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavour and fragrance industries. In:____. **New Crops**. Wiley, New York, pp. 620–627.

LIMA, Waldemir Pereira. **Toxicidade do óleo essencial de *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) em larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) e protocolo de alimentação em camundongos Swiss Calb/ C**. 2010, 64f. Tese (Doutorado) Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto. 2010.

LORENZI, H.; MATOS, F.J. As Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas Cultivadas. 2ª ed. **Instituto Plantarum**. Nova Odessa, Brasil. 2008. 544 p.

LOVATTO, Patrícia Braga. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças**. 2012. 392 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

LOVATTO, P. B.; SCHIEDECK, G.; MAUCH, C. R. Extratos aquosos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) como alternativa ao manejo agro-ecológico de afídeos em hortaliças. **Interciencia**, Santiago, v. 38, n. 9, p. 676-680, 2013.

LOVATTO, P. B.; SCHIEDECK, G.; GARCIA, F. R. M. a interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. **Interciencia**, Santiago, v. 37, n. 9, p. 657- 663, 2012.

LUFF, F. Agroecologia e saber ambiental. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. v. 3, n. 1, 2002.

MACHADO, R. C. M. Interação inseto-planta e suas implicações no manejo integrado de pragas. 2009. 58 f. Monografia apresentada como um dos requisitos parciais à obtenção ao Título de Especialista , Curso de Pós-graduação Lato Sensu “Tecnologias Inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de Plantas”. Porto Alegre, 2009.

MARQUES, M. A. Contribuição ao estudo dos Chrysomelídeos do gênero *Diabrotica*. **Boletim da Escola Nacional de Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 3, p. 61-117, 1941.

MEDEIROS, Camila Heidrich. **Alterações bioquímicas e fisiológicas em couve submetidas à aplicação de óleos essenciais e húmus de minhoca**. Pelotas. 2015. 60f. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

MICHELI, Adriana. **Variabilidade intraespecífica, inimigos naturais e avaliação da mistura de fungos entomopatogênicos e inseticidas para o controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Curitiba, 2005. 135 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MIGLIORINI, P.; LUTINSK, J. A.; GARCIA, F. R. M. Eficiência de extratos vegetais no controle de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), em laboratório. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p: 83-89, 2010.

MILANEZ, J. M. **Técnicas de criação e bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Piracicaba, 1995. 102 f. Tese (Dotourado em Ciências, Área de Concentração em Entomologia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

MORAES, J. C.; GOUSSAIN, M. M.; BASAGLI, M. A. B.; CARVALHO, G. A.; ECOLE, E. C.; SAMPAIO, M. V. Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 5, p. 619-624, 2004.

MOYO, M.; NYAKUDYA, I.W.; KATSVANGA, C.A.T.; TAFIREI, R. Efficacy of the botanical pesticides, *Derris elliptica*, *Capsicum frutescens* and *Tagetes minuta* for the control of *Brevicoryne brassicae* in vegetables. **Journal of Sustainable Development in Africa**, v. 8, p. 216-222, 2006.

MUSUNDIRE, R.; MAZODZE, F.; MACHEKA, L.; NGADZE, R. T.; MUBAIWA, J.; MANDITSERA F. *Eucalyptus grandis* and *Tagetes minuta* leaf powders effectively protect stored maize against *Sitophilus zeamais* without affecting grain organoleptic properties. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 2, p. 49-57, 2015.

NASCIMENTO, W. M. Produção de sementes de hortaliças para a agricultura familiar. **Brasília, EMBRAPA HORTALIÇA**, 2005, 16p. (Circular Técnica, 35).

NAZARENO, N. R. X.; PEREIRA, A. S.; SILVA, G. O.; CASTRO, C.M.; BERTONCINI, O.; MEDEIROS, C. A. B. ; HIRANO. E.; GOMES, C.B.; CAMPOS, J. F. IPR CRIS: Cultivar rústica de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 404-408, 2015.

NAZARENO, N. R. X. Desafios para a produção de batata orgânica no Paraná. **Batata Show**, Itapetininga, v.5, n.11, p.30-31, 2005.

NAKANO, O.; FLORIM, C. A.; ZAMBOM, S. Atividade residual de fipronil sobre a *Diabrotica speciosa* alimentada com folhas de batatinha – (*Solanum tuberosum*). In: Reunião Sul Brasileira de Pragas de Solo, 2001, Londrina. **Anais da VIII Reunião Sul Brasileira sobre Pragas de Solo**, Londrina, p. 249-254, 2001.

NETO, C. C. Ciência e saberes: tecnologias convencionais e Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.1, n.1, 2000.

OLIVEIRA, R. S.; SOUZA, M. F.; MAGELA, M. L. M.; ALVES FILHO, A.; PAULA, C. O. Silício na proteção de plantas contra herbívoros: uma abordagem sobre as interações tritróficas no sistema trigo, pulgões e parasitóides. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 876-898, 2012.

OEPP/EPPO. **European and Mediterranean Plant Protection Organization Bulletin. *Diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: Chrysomelidae)**. Luxemburgo: OEPP/EPPO, 2005. v.35, p.374-376.

PEREIRA, I. S.; CAMPOS, A. D.; GOMES, C. B.; PORTO, F. G. S.; MACEDO, J. K. Óleo essencial de chinchilho (*Tagetes minuta* L.) como alternativa para o controle da requeima na cultura da batata, **Cadernos de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 8, n. 2, 2013.

PEREIRA, A. S.; MEDEIROS, C. A. B.; REISSER, C. J.; CASTRO, C. M.; GOMES, C. B.; FREIRE, C. J. S.; NAVA, D. E.; ALMEIDA, I. R.; MADAIL, J. C. M.; DANIELS, J.; WEREGE, M. C.; NAZARENO, R. X. N.; BERTONCINI, O.; STEINMETZ, S. Produção de Batata no Rio Grande do Sul, **Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**, 2010, 93 p. (Documento Técnico, 19).

PEREIRA, A.S.; SILVA, A.C.F.; CASTRO, C.M.; MEDEIRO, C.A.B.; HIRANO, E.; NAZARENO, N.R.X.; BERTOCINE, O.; MELO, P.E.; SOUZA, Z.S. Catálogo Cultivares de Batata, **Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**, 2008, 41 p. (Documentos, 247). Disponível <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/746700/1/documento247.pdf>>. Acessado em 02 de agosto de 2017.

PEREIRA, A. S.; DANIELS, J.; FREIRE, C. J. S.; BERTONCINI, O.; NAZARENO, N. R. X.; BRISOLA, A. D.; SALLES, L. A. B.; MADAIL, J. C. M. Produção de batata no Rio Grande do Sul, **Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**, 2005, 14p. (Documento Técnico, 48).

REICHERT, L. J.; PADILLA, M. C.; GOMES, M.C.; CÁCERES, R.S. Análise socioeconômica da produção de batata nos municípios de Sanlúcar de Barrameda/Espanha e São Lourenço do Sul/Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 35, n. 1, p. 143-156, 2012.

RICHTER, J. M. **Investigation into alternative wheat aphid control strategies for emerging farmers**. 2011. 106f. Dissertation (Magister). The Faculty of Natural and 283 Agricultural Sciences Department of Zoology and Entomology (Entomology Division), University of the Free State, Bloemfontein, South Africa, 2011.

SADIA, S.; KHALID, S.; QURESHI, R.; BAJWA, A. A. *Tagetes minuta* L. a useful underutilized plant of family asteraceae: a review. **Pakistan Journal of Weed Science Research**, v. 19, n. 2, p.179-189, 2013.

SALLES, L. A. B. Incidência de danos de *Diabrotica speciosa* em cultivares e linhagens de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 205-209, 2000.

SEFFRIN, R. C. A. S.; COSTA, E. C.; LONGH, S. J.; LOPES, S. J.; SANTOS, V. J. Comportamento alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* na presença de extratos aquosos de Meliaceae. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2115-2118, 2008. a

SEFFRIN, R. C. A. S.; COSTA, E. C. DOMINGUES, L. S.; DEQUECH, S. T. B.; SAUSEN, C. D. Atividade inseticida de meliáceas sobre *Diabrotica speciosa* (Col., Chrysomelidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1805-1809, 2008. b

SIDDIQUI, M. A.; ALAM, M. M. Control of plant parasitic nematodes by intercropping with *Tagetes minuta*. **Nematologia Mediterrânea**, cidade, v. 15, n. 2, p. 205-211, 1987.

SIGNORINI, C. B.; TRECHA, C. O.; SCHIEDECK, G.; MAUCH, C. R.; LOVATTO, P.B. Atividade do óleo essencial e extrato aquoso de *Tagetes minuta* (Asteraceae) sobre o consumo alimentar de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em batata, sob condições de laboratório. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v.8, n.2, 2013.

SHAHZADI, I., HASSAN, A., KHAN, U. W., SHAH, M. M., 2010. Evaluating biological activities of the seed extracts from *Tagetes minuta* L. found in Northern Pakistan. *J. Med. Plants Res.* 4, 2108–2112.

SOULE, J.A., 1996. Infrageneric systematics of *Tagetes*. In: _____. **Compositae: Systematics, Proceedings of the International Compositae Conference**, Kew 1994, p. 435–443.

SOUZA, Diego. **Utilização de plantas bioativas como alternativa agroecológica: a eficácia de chinchilho (*Tagetes minuta* L.) como repelente de *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) em pêssego (*Prunus persica* batsch).** 2013. 42f. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013

SOUZA, V. Q.; PEREIRA, A. S.; SILVA, G. O.; NETO, R. F.; CASTRO, C. M. Avaliação de genótipos de batata selecionados para resistência a insetos-praga. **Pelotas, EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**, 2008, 29 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 65)

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.

SOUZA, C. A. S.; AVANCINI, C. A. M.; WIEST, J. M. Atividade antimicrobiana de *Tagetes minuta* L. - Compositae - (Chinchilho) frente a bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 429-433, 2000.

TEODORO, J. S.; MARTINS, J. F. S.; ROSA, A. P. S. A.; CASTRO, C. M.; CUNHA, U. S. Characterization of potato genotypes for resistance to *Diabrotica speciosa*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n. 4, p. 440-445, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.

VIANA, P. A. Manejo de *Diabrotica speciosa* na cultura do milho. **Sete Lagoas, EMBRAPA MILHO E SORGO**, 2010. 6 p. (Documento Técnico, 141).

VIZZOTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. **Pelotas: EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**, 2010. 16 p. (Documentos, 316).

WANZALA, W.; OGOMA, S. B. Chemical composition and mosquito repellency of essential oil of *Tagetes minuta* from the southern slopes of Mount Elgon in

western Kenya. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 16, p. 216–332, 2013.

WILCOX, J. A. Chrysomelidae: Galerucinae. In: ____ **Coleopterum Catalogus**. Gravenhage: **W. Junk**, 1972. p. 296-323.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.

ZYGADLO, J. A., GROSSO, N. R. ALBURRA R. E., GUZMAN, C. A. Essential oil variation in *Tagetes minuta* populations. **Biochemical Systematics and Ecology**. v.18, p.405-407, 1990.