ÍTALO WILLIAN DA SILVA

ÍNDICES DE TOMADA DE DECISÃO PARA *Chrysodeixis includens* E MONITORAMENTO PARA O MANEJO DE PRAGAS EM *Solanum tuberosum*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa *Campus* Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca UFV - Campus de Rio Paranaíba

S586i

Silva, Ítalo Willian da, 1989-
Índices de tomada de decisão para *Chrysodeixis includens* e monitoramento para o manejo de pragas em *Solanum tuberosum* / Ítalo Willian da Silva. - Rio Paranaíba, MG, 2016.
ix,57f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : Flávio Lemes Fernandes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
1. Amostragem. 2. Batata. 3. Controle. I. Universidade Federal de Viçosa. Campus UFV - Rio Paranaíba. Mestrado em Agronomia-Produção Vegetal (Campus CRP). II. Título.

635.21

ÍTALO WILLIAN DA SILVA

ÍNDICES DE TOMADA DE DECISÃO PARA *Chrysodeixis includens* E MONITORAMENTO PARA O MANEJO DE PRAGAS EM *Solanum tuberosum*

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa *Campus* Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 15/07/2016

_____ _____

Ézio Marques da Silva Vanessa Andaló Mendes de Carvalho

_____ _____

Marcus Vinicius Sampaio Marcelo Rodrigues dos Reis
(Co-orientador)

_____

Flávio Lemes Fernandes
(Orientador)

A Deus e Nossa Senhora

Aos meus pais José Maria e Lúcia

A minha irmã Vanessa

Aos meus avós Geraldo e Elizeu (in memoriam)

Dedico

“Deus é o dono de tudo. Devo a Ele a oportunidade que tive de chegar onde cheguei. Muitas pessoas têm essa capacidade, mas não têm a oportunidade. Ele a deu para mim, não sei porque. Só sei que não posso desperdiçá-la.” ***Ayrton Senna***

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me conceder sabedoria nas escolhas dos melhores caminhos e força para não desistir dos meus objetivos. Agradeço também a Nossa Senhora, que sempre está olhando por mim e intercedendo a meu favor.

Aos meus pais José Maria e Lúcia, por desejarem sempre o melhor para mim, pelo esforço que fizeram para que eu pudesse superar cada obstáculo em meu caminho e chegar aqui e, principalmente, por guiarem meu caminho.

À minha irmã Vanessa pelo amor, confiança e motivação incondicional.

Ao meu irmão Deivid pela amizade e por sempre me incentivar a continuar a seguir em frente, mesmo quando parecia impossível.

Aos meus avós Elizeu José da Silva (*in memoriam*), Sebastiana Maria de Jesus, Maria Martins Ferreira e Geraldo dos Reis Prata (*in memoriam*) pelos ensinamentos e exemplo de vida.

À Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba (UFV-CRP) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado e pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos Mestres da UFV (CRP), pelos valiosos ensinamentos.

Ao meu orientador Professor Dr. Flávio Lemes Fernandes, por sempre ter acreditado e depositado sua confiança em mim ao longo de todos esses anos de trabalho e convivência. Agradeço imensamente por suas orientações, palavras de incentivo, puxões de orelha e principalmente paciência.

Aos membros da banca Prof. Ézio, Prof. Marcelo, Prof. e Profª. Vanessa, pelas contribuições.

Aos colegas do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas da UFV-CRP, Arícia, Davi, Layane, Nayara, Rafael, Renata, Ricardo e Salmo, pela ajuda e companheirismo e À Profª. Drª. Maria Elisa de Sena Fernandes e a pequena Vitória pela amizade**.**

Aos meus amigos, Leone e Gleuton pela força, que mesmo à distância e deram força para continuar em frente.

Aos meus amigos Juno e Jéssica Gorri que mesmo após o GPMIP nunca deixaram de me ajudar e apoiar.

À minha namorada Tatiana e à Ana Clara, pela amizade, carinho e amor que me proporcionam a cada dia.

BIOGRAFIA

Ítalo Willian da Silva, filho de José Maria e Maria Lúcia das Chagas, nasceu em São Gotardo, Minas Gerais, em 02 de setembro de 1989. Em dezembro de 2007, concluiu o Segundo Grau na Escola Estadual Doutor Adiron Gonçalves Boaventura e em 2008 ingressou no curso de Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba (UFV-CRP). Em Novembro de 2011, iniciou suas atividades no Grupo de Pesquisa em Manejo Integrado de Pragas (GPMIP), o qual ainda desenvolve vários trabalhos com manejo integrado pragas de hortaliças e grandes culturas, sendo orientado pelo Professor Dr. Flávio Lemes Fernandes. No semestre de 2013-II desempenhou atividades de monitoria voluntária, nível I, da disciplina AGR 146 – Entomologia, no Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba. Em Março de 2014, graduou-se Engenheiro Agrônomo e em agosto de 2014 iniciou o curso de Mestrado Acadêmico em Agronomia – Produção Vegetal na UFV-CRP, submetendo-se a defesa em 15 de julho de 2016.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS.....vii
RESUMO viii
ABSTRACT ix
INTRODUÇÃO GERAL 1
REFERÊNCIAS.....5
CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DE INJÚRIAS E NÍVEIS DE CONTROLE E DE DANO ECONÔMICO DE *Chrysodeixis* (=*Pseudoplusia*) *includens* (WALKER, 1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM *Solanum tuberosum*.....10
RESUMO 10
ABSTRACT 11
1. INTRODUÇÃO 12
2. MATERIAL E MÉTODOS.....13
2.1. Nível de dano econômico e controle (NDE e NC) 14
2.2. Custo de controle (CC) 15
2.3. Cálculo do valor da produção (VP) 15
2.4. Dano por unidade de injúria (I).....15
2.5. Coeficiente de eficiência de controle (K) 15
2.6. Análise dos dados.....15
3. RESULTADOS.....15
4. DISCUSSÃO 16
5. REFERÊNCIAS.....25
CAPITULO II: MONITORAMENTO E NÍVEL DE CONTROLE DE PRAGAS REDUZEM CUSTOS EM BATATA *Solanum tuberosum*?.....30
RESUMO 30
ABSTRACT 31
1. INTRODUÇÃO 32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....33
2.1. Época 1 33
2.2. Época 2 34
2.3. Avaliações.....34
2.3.1. Época 1 34
2.3.2. Época 2 35
2.4. ANÁLISE DOS DADOS 36
3. RESULTADOS.....36
3.1. Época 1 36
3.2. Época 2 37
4. DISCUSSÃO 39
5. REFERÊNCIAS.....44
CONCLUSÕES GERAIS 47

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

CAPITULO I

Figura 1 – Detalhes do experimento 19

Figura 2 – Escala de notas para desfolha causadas por lagartas de *C. includens* em *S. tuberosum* cultivar Taurus..... 20

Tabela 1 – Porcentagem de notas por terço do dossel da planta de *S. tuberosum* cultivar taurus..... 21

Tabela 2 – Índice spad e diâmetro da haste principal em *S. tuberosum* cultivar taurus . 22

Tabela 3 – Custo de controle de *C. includens* em *S. tuberosum* cultivar taurus 23

Tabela 4 – Produtividade e perdas associados à *C. includens*..... 24

CAPITULO II

Figura 1 – Flutuação populacional de pragas em seis cultivares de *S.tuberosum* 41

Figura 2 – Flutuação populacional de pragas e inimigos naturais em *S. tuberosum* cultivar Agata 42

Tabela 1 – Atributos avaliados nas cultivares de batata 43

RESUMO

SILVA, Ítalo Willian, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016. **ÍNDICES DE TOMADA DE DECISÃO PARA *Chrysodeixis includens* E MONITORAMENTO PARA O MANEJO DE PRAGAS EM *Solanum tuberosum*.** Orientador: Flávio Lemes Fernandes. Coorientadores: Marcelo Rodrigues dos Reis, Leonardo Angelo Aquino.

O manejo integrado de pragas (MIP) promove o controle racional dos insetos-pragas através da associação de diferentes táticas, entre as quais estão, por exemplo, o emprego do monitoramento de pragas que indicam que o controle só é realizado quando necessário. Objetivou-se caracterizar as injúrias de *Chrysodeixis includens* e determinar os níveis de dano econômico (NDE) e de controle (NC) para esta praga em batata cultivar Taurus, e verificar se o monitoramento de pragas reduz a aplicação de inseticidas e os custos associados ao controle de pragas em cultivares de *Solanum tuberosum*. Foi observado o padrão de injúrias após 144 horas das infestações das lagartas, posteriormente foi determinado o NDE e NC. Verificou-se que estas lagartas atacam o terço mediano das plantas de batata, sendo as injúrias entre nervuras. O NDE variou de 0,14-1,36 lagartas por planta e o NC foi de 0,11-1,08 lagartas por planta. Considerando a desfolha verificou-se que o NDE variou de 3,47-33,49% e o NC variou de 2,78-26,80% de desfolha. Para verificar a viabilidade do monitoramento de pragas, foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro realizado com as variedades: Ágata e Atlantic, e as Fls 2027, 1867, 2215 e 2221, e o segundo com a variedade Ágata. O monitoramento foi realizado por meio da batida de bandeja e contagem do número de minas ativas em folhas. O número de pulverizações foi reduzido em 66,67 no primeiro ano e 71,42 % no segundo ano o que permitiu uma redução nos custos de 60,86 e 51,38 % no controle de pragas.

ABSTRACT

SILVA, Italo Willian, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2016. **INDEXES DECISION MAKING INDECES TO *Chrysodeixis includens* AND MONITORING FOR PEST MANAGEMENT IN *Solanum tuberosum***. Advisor: Flávio Lemes Fernandes. Co-Advisors: Marcelo Rodrigues dos Reis, Leonardo Angelo Aquino

Integrated pest management (IPM) promotes the rational control of insect pests through the combination of different tactics, among which are, for example, the use of monitoring pests indicating that the control is performed only when needed. This study aimed to characterize the injuries of *Chrysodeixis includens* and determine the levels of economic damage level (EDL) and control (CL) for this pest in potato cultivar Taurus, and verify that the monitoring of pests reduces the application of insecticides and the costs associated with control pests in *Solanum tuberosum* cultivars. The standard of injuries was observed after 144 hours of infestations of caterpillars was later determined the EDL and CL. It was found that these caterpillars attack the middle third of the potato plants, and injuries between ribs. The EDL ranged from 0.14 to 1.36 caterpillars per plant and the CL was 0.11 to 1.08 caterpillars per plant. Whereas defoliation it was found that the EDL varied from 3.47 to 33.49%, and CL varied from 2.78 to 26.80% defoliation. To check the viability of monitoring pests, two experiments were conducted, the first being carried out with the varieties: Agata and Atlantic, and Fls 2027, 1867, 2215 and 2221, and the second with the variety Agata. The monitoring was carried out through the tray beat and count the number of active mines in leaves. The number of sprays was reduced by 66.67 the first year and 71.42% in the second year which allowed a reduction in costs 60.86 and 51.38% in the control of pests.

INTRODUÇÃO GERAL

A batata inglesa *Solanum tuberosum* L. (Solanales: Solanaceae) é nativa da Cordilheira dos Andes (Filgueira, 2008). A produção mundial desta hortaliça aproxima-se de 368 milhões de toneladas (Faostat, 2014). No Brasil, a área cultivada no ano de 2016 será próxima de 125 mil hectares e a produção foi de aproximadamente 3,6 milhões de toneladas o que corresponde a aproximadamente 1% da produção mundial (IBGE, 2015). Há dois mercados a que se destinam a batata brasileira. O primeiro, que representa a maior parte, é o comércio do tubérculo na forma *in natura*. O segundo mercado, se refere à batata destinada à indústria, seja para a produção de "chips" ou de batata para fritura.

Dentre as cultivares de batata que atendem o comércio de batata *in natura* destaca-se a Ágata. Esta é a mais cultivada no mundo (60% de área de batata plantada), possui precocidade e boa produtividade, normalmente são comercializadas a granel nas gondolas dos supermercados (Zorzella et al., 2003). Na modalidade indústria, cita-se variedades como Taurus, Atlantic, FLs 2027, 1867, 2215 e 2221. Atlantic é adaptada às diversas regiões, possui alto teor de matéria seca e baixo teor de açúcares redutores. As FLs (Frito Lays) são variedades originárias dos Estados Unidos e são patenteadas para a produção de salgadinhos do tipo chips.

Alguns fatores afetam a produção de batata como as doenças e os insetos-praga (Merz & Falloon, 2009; Dehnen-Schmutz et al., 2010; Suffert & Ward, 2014). Os danos causados pelas pragas podem ser observados em quase todas as estruturas da planta, desde o plantio até a colheita, uma vez que estas pragas possuem diferentes hábitos alimentares, podem ser agrupados em minadores, broqueadores, desfolhadores e sugadores.

No grupo dos minadores pode se citar a mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) e a traça-da-batata *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Estas são consideradas pragas de grande importância, pois podem causar grandes perdas econômicas (Rondon et al., 2010; Golizadeh & Esmaeili, 2012; Mujica & Kroschel, 2013; Golizadeh et al., 2014). As larvas destes insetos confeccionam minas ao se alimentarem do mesofilo foliar. No entanto, *P. operculella* também é considerada um broqueador, uma vez que broqueia os tubérculos (Golizadeh & Esmaeili, 2012).

Liriomyza huidobrensis é uma praga altamente polífaga, atacando diversas culturas de importância econômica. Esta praga é considerada uma das mais sérias espécies minadoras em batata (Niño et al., 2009; Maharjan et al., 2014). A alimentação

das larvas minadoras podem reduzir a fotossíntese e a respiração, afetando consequentemente a produção de tubérculos (Weintraub & Horowitz, 1996; Larrain, 2004).

As fêmeas depositam ovos diretamente na folha de batata, nos tubérculos ou outras partes da planta (Rondon, 2010). Os ovos da traça são pequenos, de formato oval-achatado, de cor branca-creme. Após aproximadamente cinco dias emergem as lagartas que penetram nas folhas e tubérculos expostos. Nas folhas as lagartas confeccionam minas de formato irregular, mas também podem penetrar através de fissuras no solo e atacarem os tubérculos causando perfurações que os depreciam comercialmente, além de aumentar o risco de infecção por agentes patogênicos (Trivedi & Rajagopal 1992; Sporleder et al., 2008; Rondon, 2010).

Outro broqueador importante na cultura da batata é a espécie *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae). Os adultos causam danos indiretos por consumir as folhas da batateira, enquanto a larva causa dano direto reduzindo a qualidade dos tubérculos (Lara et al., 2004; Silva et al., 2010).

Dentre os insetos sugadores podem ser citados os pulgões *Myzus persicae* (Sulzer) e *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). Os danos causados por estas pragas podem ser diretos, devido à sucção de nutrientes, ou indiretos, que envolvem a transmissão de viroses, injeção de toxinas e favorecimento ao desenvolvimento de fungos saprófitos (Powell et al., 2006).

Ainda no grupo dos sugadores cita-se *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). Esta praga é polífaga e tanto a fase de ninfa quanto a adulta são capazes de causar danos nas culturas que ataca. Apresenta altas capacidades reprodutiva e destrutiva, devido à capacidade de causar danos diretos, através da sucção de nutrientes, e danos indiretos, pela injeção de toxinas e favorecimento ao desenvolvimento de fungos saprófitos (Morales & Jones, 2004; Fekrat & Shishehbor, 2007). Além disso, Freitas et al. (2012) verificaram que o biótipo b desta praga é capaz de transmitir viroses do tomateiro para plantas de batata, no Brasil.

Entre as pragas desfolhadoras que atacam a batateira a principal é a lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includen*s (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). Trata-se de uma praga polífaga podendo se alimentar de cerca de 174 espécies, pertencentes a 39 famílias, destacando-se soja *Glycine max* L. (Merril), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) e batateira (*S. tuberosum* L.) (Specht et al., 2015). Em *G. hirsutum*, *G. max*, *Ricinus comunis* L.

(mamoneira) e *P. vulgaris* as lagartas se alimentam somente da região internervuras, deixando as folhas com aspecto rendilhado (Baldin et al., 2014).

A suscetibilidade da cultura às pragas citadas, aliada à exigência do mercado consumidor, determina o elevado número de aplicações de inseticidas. No entanto, o uso intensivo destes, pode levar ao desenvolvimento da resistência das pragas aos inseticidas, onerar o custo de produção e contaminar o ambiente e o homem (Okoth et al., 2014; Alyokhin & Miller, 2015). Estes problemas podem ser reduzidos por meio da adoção do sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que auxilia aos agricultores a tomarem a decisão de controle com menor custo e obtendo maior benefício. Neste sistema o inseto é considerado praga quando ocasiona danos econômicos (Higley & Pedigo, 1993; Pedigo & Rice, 2009; Timprasert et al., 2014).

No MIP o controle químico só é necessário com o uso dos níveis dos índices populacionais das pragas (Timprasert et al., 2014). Estes índices são o nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) (Pedigo & Rice, 2009). O nível de dano econômico é determinado como a densidade de pragas na qual a perda ocorrida na produção se iguala em valor ao custo de controle (Higley & Pedigo 1997; Gullan & Cranston, 2012). O nível de controle é a intensidade de ataque da praga na qual se deve iniciar uma ação de controle de modo a evitar que esta densidade venha no futuro atingir o nível de dano econômico (Stern et al., 1959). O NDE varia com o custo para controlar a praga, valor da produção, unidade de injúria, dano e coeficiente de eficiência de controle (Pedigo & Rice, 2009). Define-se o NC como 80% do NDE, sendo este o momento ideal de se realizar o controle, a fim de evitar que a densidade da praga atinja NDE (Pedigo & Rice, 2009; Mujica & Kroschel, 2013). Sabe-se que a adoção do NDE pode ser fundamental, pois a utilização correta dos inseticidas pode diminuir em até 87% a ocorrência de pragas (Picanço et al., 2004). Pulverizações adotando-se o NC é uma prática que tem sido observada em estudos em plantas da família da batata, como por exemplo, o tomateiro (Picanço et al., 2004; Picanço et al., 2007; Walker et al., 2009), ou em soja (Bueno et al., 2011) e cafeeiro (Fernandes et al., 2011). Na cultura da batata são escassos os trabalhos que analisem o impacto financeiro desses programas na rentabilidade da cultura, assim, essa pesquisa é de fundamental importância, por ser esta cultura caracterizada por elevado investimento, demandando alto retorno para ser economicamente viável.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho determinar os NDE [NC] para tomada de decisão no manejo de pragas na cultura da batata, bem como verificar a viabilidade da adoção do monitoramento de pragas nesta cultura. O trabalho foi dividido

em dois capítulos. No primeiro foi definido o NDE [NC] e realizada a caracterização das injúrias de *C. includens* e o segundo capítulo aborda a viabilidade de adoção do monitoramento para o manejo de pragas na cultura da batata.

REFERÊNCIAS

ALYOKHIN, A.; MILLER, L. Propensity for flying and walking by the Colorado potato beetles treated with imidacloprid. **American Journal Potato Resource**, v.92, p.138-142, 2015.

ANDRADE, K.; BUENO, A.F.; SILVA, D.M.; STECCA, C.S.; PASINI, A.; OLIVEIRA, M.C.N**.** Bioecological characteristics of *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) feed on different hosts. **Austral Entomology**, 2016. DOI:10.1111/aen.12208.

BALDIN, E.L.L.; LOURENÇÃO, A.L.; SCHLICK-SOUZA, E.C. Outbreaks of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in common bean and castor bean in São Paulo State, Brazil. **Bragantia**, v.73, p.458-465, 2014.

BARRIONUEVO, M.J.; MURÚA, M.G.; GOANE, L.; MEAGHER, R.; NAVARRO, F. Life table studies of *Rachiplusia nu* (Guenée) and *Chrysodeixis* (=*Pseudoplusia*) *includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) on artificial diet. **Florida Entomologist**, v.95, p.944–951, 2012.

BUENO, A.F.; BATISELA, M.J.; BUENO, R.C.O.F.; FRANÇA-NETO, J.B.; NISHIKAWA, M.A.N.; FILHO, A.L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v.30, p.937–945, 2011.

DEHNEN-SCHMUTZ, K.; MACLEOD, A.; REED, P.; MILLS, P.R. The role of regulatory mechanisms for control of plant diseases and food security-case studies from potato production in Britain. **Food Security**, v.2, p.233–245, 2010.

FEKRAT, L.; SHISHEHBOR, P. Some Biological Features of Cotton Whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on Various Host Plants. **Pakistan Journal of Biological Sciences,** v.10, p.3180-3184, 2007.

FERNANDES, F.L.; PICANÇO, M.C.; CAMPOS, S.O.; BASTOS, C.S.; CHEDIAKI, M. GUEDES, R.N.C.; DA SILVA, R.S. Economic injury level for the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) using attractive traps in brazilian coffee fields. **Journal of Economic Entomology**, v.104, p.1909-1917, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** São Paulo: UFV, 2008. 421 p.

FOOD AND AGRICULTURE OF THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION, FAOSTASTICAL DATA BASE – FAOSTAT**. Production**

quantities by country. 2014. Disponivel em: < faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em 20 de junho de 2016.

FREITAS, D.M.S; NARDIN, I.; SHIMOYAMA, N.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; REZENDE, J.A.M. First Report of *Tomato chlorosis vírus* in Potato in Brazil. **Plant disease**, v.96, p.593, 2012.

GOATER, B., RONKAY, L., FIBIGER, M. **Noctuidae Europaeae. Catocalinae, Plusiinae.** Entomological Press: Sorø, 2003. 452 p.

GOLIZADEH, A.; ESMAEILI, N. Comparative life history and fecundity of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) on leaves and tubers of different potato cultivars. **Journal of Economic Entomology**, v.105, p.1809-1815, 2012.

GOLIZADEH, A.; ESMAEILI, N.; RAZMJOU, J.; RAFIEE-DASTJERDI, H. Comparative life tables of the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella*, on leaves and tubers of different potato cultivars. **Journal of Insect Science**, v.14, p.1-42, 2014.

GULLAN, P.J.; CRASTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. São Paulo: Roca, 2012. 440 p.

HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. Economic injury level concepts and their use in sustaining environmental quality. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 46, p. 233-243, 1993.

HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. The EIL concept. In: HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. (Ed.). **Economic thresholds for integral pest management**. Lincoln: University of Nebraska, 1997. p. 114-127.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/defaulttab.shtm>. Acesso 21 de junho de 2016.

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

LARRAÍN, P. Situación de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) en cultivos de papa del cono sur de América y sus perspectivas de manejo integrado. **Revista Latino americana de la Papa (Suplemento Especial)**, p.5-10, 2004.

MAHARJAN, R.; OH, H.W.; JUNG, C**.** Morphological and genetic characteristics of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) infesting potato crops in Korea. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v.17, p.281-286, 2014.

MERZ, U.; FALLOON, R.E. Powdery scab of potato - increased knowledge of pathogen biology and disease epidemiology for effective disease management. **Potato Research**, v.52, p.17-37, 2009.

MORALES, F.J.; JONES, P.G. The ecology and epidemiology of whitefly-trasmitted viruses in Latin America. **Virus Research**, v.100, p.57-65, 2004.

MUJICA, N.; KROSCHEL, J. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. **Crop Protection**, v.47, p.6-16, 2013.

NIÑO, L.; PRIETO, L., SANTIAGO V.; ACEVEDO, E. Fluctuación poblacional de la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis* Blanchard) en cultivos de papa de Pueblo Llano, Estado Mérida, Venezuela. **Entomotropica**, v.24, p.65-70, 2009.

OKOTH, C.A.; DENG, A.L.; TABU, I.M.; AKUTSE, K.S.; FIABOE, K.K.M. Effect of Host Plant on Feeding, Biological and Morphological Parameters of *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **African Entomology**, v.22, p. 577-588, 2014.

PEDIGO, L.P.; RICE, M.E. **Entomology and pest management**. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 784 p.

PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.B.; MIRANDA, M.M.M.; MARTINS, J.C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v.9, p. 327-335, 2007.

PICANÇO, M.C.; DE PAULA, S.V.; MORAES JUNIOR, A.R.; DE OLIVEIRA, I.R.; SEMEÃO, A.A.; ROSADO, J.F. Impactos financeiros da adoção de manejo integrado de pragas na cultura do tomateiro. **Acta Scientiarum**, v.26, p.245-252, 2004.

POWELL, G.; TOSH, C.R.; HARDIE, J. Host plant selection by aphids: behavioral, evolutionary, and applied perspectives. **Annual Review of Entomology**, v.51, p.309-330, 2006.

RONDON, S.I. The Potato Tuberworm: A Literature review of its biology, ecology and control. **American Journal of Potato Research**, v.87, p. 149-166, 2010.

RONDON, S.I.; XUE, L. Practical techniques and accuracy for sexing the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **The Florida Entomologist**, v.93, p.113-115, 2010.

SHASHANK, P.; SINGH, L. Checklist of the subfamily Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) from India. **Indian Journal of Entomology**, v.76, p.229-240, 2014.

SILVA, V.F. da; MORAES, J.C.; MELO, B.A. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1465-1469, 2010.

SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S.V.; SOSA-GÓMEZ, D.R. Host plants of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.59, p.343-345, 2015.

SPORLEDER, M.; ZEGARRA, O., CAUTI, E.M.R.; KROSCHEL, J. Effects of temperature on the activity and kinetics of the granulovirus infecting the potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae). **Biological Control**, v.44, p.286-295, 2008.

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v.29, p.81-101, 1959.

SUFFERT, M.; WARD, M. Emerging Pests of Potato in Europe: Early Warning, Risk Analyses and Regulation. **Potato Research**, v.57, p.263-271, 2014.

TIMPRASERT, S.; DATTA, A.; RANAMUKHAARACHCHI, S.L. Factors determining adoption of integrated pest management by vegetable growers in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. **Crop Protection**, v.62, p.32-39, 2014.

TJALLINGII, W.F. Salivary secretions by aphids interacting with proteins of phloem wound responses. **Journal of Experimental Botany**, v.57, p.739-745, 2006.

TRIVEDI, T.P.; RAJAGOPAL, D. Distribution, biology, ecology and management of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae): a review. **Tropical Pest Management,** v.38, p.279-285, 1992.

WALKER, G.P.; HODSON, A.J.; KALE, A.J.; HERMAN, T.J.B.; CAMERON, P.J. Trends in IPM and insecticide use in processing tomatoes in New Zealand. **Crop Protection**, v.28, p.421-427, 2009.

WEINTRAUB, P.G.; HOROWITZ, A. R. Spatial and diel activity of the pea leafminer (Diptera: Agromyzidae) in potatoes, *Solanum tuberosum*. **Environmental Entomology**, v.25, p.722-726, 1996.

ZORZELLA, C.A. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p.15-24, 2003.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DE INJÚRIAS E NÍVEIS DE CONTROLE E DE DANO ECONÔMICO DE *Chrysodeixis* (=*Pseudoplusia*) *includens* (WALKER, 1858) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EM *Solanum tuberosum*

RESUMO: É possível reduzir o uso dos inseticidas utilizando-se os níveis de dano econômico (NDE) e o de controle (NC) no manejo integrado de pragas (MIP). Objetivou-se caracterizar as injúrias de *Chrysodeixis includens* e determinar os NDE e NC para esta praga em batata cultivar Taurus. Cinco linhas com nove plantas de batata foram cobertas por gaiolas de organza (3,0 x 1,0 x 1,0 m). Aos 45 dias após o plantio (DAP) foram realizadas infestações nas densidades de 0, 1, 3, 5 e 11 lagartas por terço da batateira, no total de 0, 3, 9, 15 e 33 lagartas por planta, respectivamente. Foram atribuídas notas de desfolha em três folhas por terço das plantas após 24 e 144 horas das infestações. Aos 20, 45 e 75 DAP, foi avaliado o índice SPAD e o diâmetro da haste principal e aos 115 DAP foi mensurada a produtividade da batata. Foi observado o padrão de injúrias 144 horas após as infestações das lagartas. O custo de controle, valor da produção, coeficiente de eficiência de controle e dano por unidade de injúria, foram utilizados para o cálculo do NDE. Para o NC multiplicaram-se os valores do NDE por 0,8. As lagartas de *C. includens* atacam o terço mediano das plantas de batata, sendo as injúrias entre nervuras. O NDE [NC] para *C. includens* aos 45 dias após o plantio de acordo com o valor da produção foi de 0,14-1,36 lagartas por planta [0,11-1,08 lagartas por planta]. Considerando a desfolha verificou-se que o NDE [NC] variou de 3,47-33,49% de desfolha [2,78-26,80% de desfolha]. Assim, lagartas de *C. includens* desfolham o terço mediano da batateira e a alimentação ocorre entre as nervuras dos folíolos e os NDEs foram 0,14 lagartas por planta e 3,47% de desfolha, os NCs foram de 0,11 lagartas por planta e 2,78% de desfolha.

Palavras-chave: Batata, Desfolha, Falsa-medideira, Manejo integrado de pragas.

CHAPTER I

CHARACTERIZATION OF INJURIES AND LEVELS OF CONTROL AND ECONOMIC DAMAGE *Chrysodeixis* (= *Pseudoplusia*) *includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: NOCTUIDAE) IN *Solanum tuberosum*

ABSTRACT: It´s possible to reduce the use of insecticides using levels of economic damage (LED) and the control (CL) on integrated pest management (IPM). This study aimed to characterize the injuries of *Chrysodeixis includens* and determine the LED and CL for this pest in potato cultivar Taurus. Five lines with nine potato plants were covered with organza cage (3.0 x 1.0 x 1.0 m). At 45 days after planting (DAP) were performed infestations at densities of 0, 1, 3, 5:11 by third potato plant, totaling 0, 3, 9, 15:33 larvae per plant, respectively. Defoliation grades were awarded in three leaves per third of the plants after 24 and 144 hours of infestations. At 20, 45 and 75 DAP, the SPAD has been reported and the diameter of the main stem and DAP 115 was measured potato yield. The pattern of injuries was observed 144 hours after infestation of caterpillars. The cost control, value of production, control efficiency coefficient and damage by injury unit were used to calculate the NDE. To CL multiplied LED values by 0.8. Caterpillars of *C. includens* attack the median third of the potato plants, and injuries occurs between ribs. The LED [CL] to *C. includens* 45 days after planting according to the value of production was 0.14 to 1.36 caterpillars per plant [0.11 to 1.08 caterpillars per plant]. Considering the defoliation, it was found that the LED [CL] varied from 3.47 to 33.49% defoliation [2.78 to 26.80% defoliation]. Thus, caterpillars of *C. includens* defoliate the median third of the potato and injuries occurs between the ribs of the leaflets and LEDs were 0.14 larvae per plant and 3.47% defoliation, the CLs were 0.11 caterpillars per plant and 2.78% defoliation.

Keywords: Potato, Defoliation, Soybean looper, Integrated pest management.

1. INTRODUÇÃO

A batateira *Solanum tuberosum* L. é suscetível a vários insetos-praga, com perdas significativas de produtividade e/ou qualidade de tubérculos (Silva et al., 2010; Ahmed et al., 2013; Mujica & Kroschel, 2013; Golizadeh et al., 2014; Suffert & Ward, 2014).

Um desfolhador de importância na batateira é *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecido como falsa medideira, da subfamília Plusiinae. Esta lagarta tem causado perdas na cultura da soja, em regiões produtoras do Brasil, no entanto, até os anos 90 era considerada uma praga secundária com baixa distribuição em cultivos (Barrionuevo et al., 2012). Em *S. tuberosum* sua primeira ocorrência se deu por volta do ano de 1928 (Specht et al., 2015).

Trata-se de uma praga polífaga que se alimenta de cerca de 174 espécies, pertencentes a 39 famílias, destacando-se soja *Glycine max* L. (Merril.), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), e as solanáceas, como tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) e batateira (*S. tuberosum* L.) (Specht et al., 2015). Em *G. hirsutum, G. max, Ricinus comunis* L. (mamoneira) e *P. vulgaris* ocorre nas folhas mais velhas e se alimentam entre as nervuras, deixando as folhas rendilhadas (Bueno et al., 2011a; Baldin et al., 2014), estas injúrias acarretam prejuízo econômico (Bueno et al., 2011b; Specht et al., 2015). No entanto, apesar de que sua ocorrência ser comum na cultura da batata, ainda não houve relatos das características descritivas das injúrias devido à alimentação das lagartas de *C. includens*.

A batateira pode tolerar desfolhas sem ocorrer perda de produtividade (Cranshaw & Radcliffe, 1980; Irigoyen et al., 2011; Schreiber et al., 2015). Assim, a simples presença dessas lagartas se alimentando em plantas de batata não justifica a pulverização com inseticidas, principalmente por não se ter relatos de transmissão de patógenos.

A adoção do MIP prevê que o uso do controle químico seja definido juntamente com base nas densidades populacionais das pragas (Timprasert et al., 2014). O nível de dano econômico (NDE) e o nível de controle (NC) são os principais índices a serem adotados. O NDE varia com o custo de controle da praga, valor da produção, danos por unidade de injúria e coeficiente de eficiência de controle (Pedigo & Rice, 2009). O NC é definido como 80% do NDE, sendo este o momento ideal de se realizar o controle, a fim de evitar que a densidade da praga atinja o NDE (Pedigo & Rice, 2009). Sabe-se que a adoção do NDE pode ser fundamental, pois a utilização correta dos inseticidas

pode diminuir a ocorrência de pragas nas culturas, como *S. lycopersicum* (Picanço et al., 2004; Picanço et al., 2007; Walker et al., 2009); melancia, *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai (Lima et al., 2014); e couve-flor *Brassica oleraceae* L. (Ahuja et al., 2015).

Assim, objetivou-se caracterizar as injúrias de *C. includens* e determinar os NDE/NC na batateira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Viçosa, *Campus* de Rio Paranaíba (46º16'45" O, 19º12'00" S e altitude de 1.080 m, com temperatura média anual 20,4 ºC e pluviosidade média anual de 1.533 mm), em latossolo-vermelho amarelo, textura argilosa. A cultivar de batata utilizada foi a Taurus, cedida pela empresa MONTESA. Todas as práticas culturais como adubação, amontoa, irrigação e manejo fitossanitário foram realizadas conforme Dwelle & Love (2003). No plantio foi realizada uma aplicação de 0,6 L ha^{-1} do inseticida fipronil + alfacipermetrina (180 +120 g L^{-1}) e outra aos 15 dias após o plantio (DAP) concomitante a amontoa.

O plantio foi manual em uma área experimental de 12,0 x 6,0 m (72,0 m^2), em espaçamento 1,0 m entre fileiras, depositando-se três tubérculos por metro para se obter média de 12 hastes por metro quadrado. Aos 15 dias após o plantio (DAP) cobriu-se cinco fileiras de batata com cinco gaiolas para evitar a infestação por outras pragas. Cada gaiola (3,0 x 1,0 x 1,0 m) foi confeccionada com madeira tipo *Pinus*, recoberta parcialmente com tecido de organza com a parte de baixo, voltada para o solo, com abertura de 3,0 x 1,0 m (Figura 1B, C).

As plantas foram monitoradas durante todo o cultivo, para evitar infestações adicionais de *C. includens* e por outras pragas. Quando as plantas estavam na fase de tuberização (45 DAP) infestou-se nove plantas por parcela em cada gaiola com 0, 3, 9, 15 e 33 lagartas de 3° instar de *C. includens* por planta, estas foram divididas por terço do dossel da planta, ou seja, 0, 1, 3, 5 e 11 lagartas por terço do dossel (apical, mediano e basal) da planta de batata (Figura 1A). As lagartas foram cedidas pelo laboratório de criação de insetos da empresa DuPont do Brasil S.A. (Paulínia-SP). A fase de tuberização foi selecionada por ser a de menor tolerância às desfolhas (Irigoyen et al., 2011).

As lagartas permaneceram nas plantas por 7 dias e as injúrias (%) (Figura 1D) ocasionadas pela alimentação foram classificadas nas notas de desfolha: 0 – ausência, 1

- 5 a 10%, 2 - 11 a 15%, 3 - 16% a 20%, 4 - 21 a 25%, 5 - > 25% de desfolha (Figura 2) com 1, 2, 3 e 7 dias após a infestação das plantas de batata. A avaliação foi realizada em três folhas de cada terço das plantas de batata. Em seguida, as lagartas foram removidas das plantas e pulverizou-se com o inseticida clorantraniliprole 200 WG (dose: 0,2 L ha $^{-1}$; 200 g L^{-1}) para eliminar as lagartas remanescentes. As plantas ficaram isentas de artrópodes fitófagos até à colheita (115 DAP) (Figura 1E).

Aos 20, 45 e 75 DAP avaliou-se o diâmetro da haste principal a uma altura de 10 cm do solo, com paquímetro digital (Digimess, 100174BL) e mediu-se o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development) no folíolo terminal da quarta folha jovem completamente expandida a partir do ápice da planta, com clorofilômetro digital (SoilControl, CFL-1030). Todas as avaliações foram realizadas em três plantas no interior das gaiolas. Plantas externas às gaiolas foram avaliadas para verificar se as condições internas à gaiola afetavam as características fisiológicas da planta. Os dados foram submetidos à Anava e as médias comparadas pelo teste Tukey ($p<0,05$).

As plantas de batata foram dessecadas aos 100 DAP com o herbicida paraquat SL (1,5 L ha $^{-1}$; 276 g L^{-1}), sendo repetida a aplicação aos 107 DAP. Aos 115 DAP foi realizada a colheita, onde os tubérculos das parcelas foram retirados do solo utilizando-se enxadas e coletados manualmente, sendo armazenados em sacos plásticos (Figura 1F). Após a colheita os tubérculos foram lavados, contados e pesados em balança eletrônica (Balmak ELC-10). Foi realizada a classificação da produção em quatro classes de acordo com o diâmetro dos tubérculos: extraclasse ≥85 mm; classe I ≥ 45 e < 85 mm; classe II ≥28 e ≤ 45 mm; descarte <28 mm.

2.1. Nível de dano econômico e controle (NDE e NC)

O cálculo do NDE para *C. includens* foi determinado com o custo de controle (R$ ha^{-1}), produtividade média (t ha^{-1}), valor da produção (US$ ha^{-1}), dano por unidade de injúria e coeficiente de eficiência de controle (K). O NDE foi calculado com a fórmula adaptada de Pedigo & Rice (2009) (Fórmula 1). Para a obtenção do NC multiplicaram os valores de NDE por 0,8 (Pedigo & Rice, 2009; Mujica & Kroschel, 2013).

$$NDE = \frac{CC}{VP \times I \times K} \qquad 1$$

Em que, NDE = nível de dano econômico; CC = custo de controle; VP = valor da produção; I = dano por unidade de injúria por praga; K = coeficiente de eficiência de controle.

2.2. Custo de controle (CC)

No cálculo do custo de controle considerou-se o aluguel do trator e do pulverizador, totalizando em US$ 4450,14 ha^{-1}. Para o cálculo do custo de três aplicações de inseticidas foi selecionado o inseticida de origem biológica espinetoram WG (dose: 0,06 e 0,1 kg ha^{-1}; 250 g kg^{-1}) por ser este o único ingrediente ativo registrado para *C. includens* no Brasil. Posteriormente, multiplicou-se a dose do inseticida (L ha^{-1}) pelo preço por litro do inseticida obtendo-se o custo total do inseticida.

2.3. Cálculo do valor da produção (VP)

O valor da produção foi expresso em US$ ha^{-1}. A produção média de 366,25 sacas de 50 kg ha^{-1} ou 18.312 kg ha^{-1} (18,31 t ha^{-1}). Considerou-se o preço médio de venda da batata foi de US$ 251, 91 por saca de 50 kg, sendo este obtido pelos preços médios mensais da batata para fritura, comercializado nos anos de 2010 a 2016 (CEPEA, 2016).

2.4. Dano por unidade de injúria (I)

O dano por unidade de injúria (I) foi obtido pelo ajuste do modelo linear da produtividade (t ha^{-1}) em função do número de lagartas por planta e da desfolha (%).

2.5. Coeficiente de eficiência de controle (K)

O K foi obtido por meio dos valores de eficácia dos inseticidas, onde se considerou o valor de 0,80 conforme exigido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2014; Paula-Moraes et al., 2013).

2.6. Análise dos dados

Os dados de índice SPAD e diâmetro das hastes principais foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a normalidade dos resíduos e homogeneidade de variância, em seguida, foram submetidos à Anava e teste Tukey a $p < 0,05$ utilizando o software R, versão 2. 13. 0 (Core Team R, 2013).

3. RESULTADOS

Em relação à ocorrência de injúrias, verificou-se que houve um aumento em todos os terços das plantas com 7 dias após a infestação. A maior intensidade de injúrias (desfolha) um dia após a infestação foi observado no terço médio da batateira, neste terço a porcentagem de notas 3 foi de 5,56 %. Aos sete dias após as infestações a porcentagem de notas >3 aumentaram nas densidades de 15 (22,78 %) e 33 (25,23 %)

lagartas de *C. includens* por planta (Tabela 1). As lagartas de terceiro instar de *C. includens* apresentaram padrão de injúrias com alimentação do centro para a borda dos folíolos de *S. tuberosum*, não se alimentando das nervuras, possibilitando que os folíolos apresentassem aspecto "rendilhado" (Figura 1 D).

Verificou-se que não houve diferença significativa aos 20 ($F_{(5,12)}$ =0,65; p=0,66), 45 ($F_{(5,12)}$ =0,96; p=0,47) e aos 75 DAP ($F_{(5,12)}$ =0,81; p=0,56) nas leituras do índice SPAD. Quanto ao diâmetro da haste principal não foi detectada diferença significativa aos 20 ($F_{(5,12)}$ =0,51; p=0,76) e 45 DAP ($F_{(5,12)}$ =1,37; p=0,29), porém foi detectada diferença significativa aos 75 DAP ($F_{(5,12)}$ =3,32; p<0,001), sendo que os menores diâmetros ocorreram na maior densidade de lagartas de *C. includens* por planta (Tabela 2).

O custo de controle de *C. includens* foi de US$ 5.795,07 ha^{-1}. Deste custo total para *C. includens*, 76,79% equivalem ao custo operacional e 23,21% ao custo de três aplicações do inseticida do grupo das espinosinas (Tabela 3). O valor de produção com uma produtividade de 18.312 kg ha^{-1} e o preço de venda de US$ 75,81; 251,91 e 692,21 por saca de 50 kg foi de US$ 27.767,29; US$ 92.263,73 e US$ 253.515,38 ha^{-1}, respectivamente.

A relação entre o número de lagartas de *C. includens* e a produtividade por planta foi significativa (Y=17,82-0,164 x; R^2= 0,81; F=17,75; p<0,001). As perdas foram mais significativas em densidades >9 lagartas de *C. includens* por planta, com perdas de até 5,1 t ha^{-1} na densidade de 33 lagartas por planta (Tabela 4). No entanto, a relação entre o número de lagartas de *C. includens* e o número de tubérculos não foi significativa para a classe II (Y= 33,41-0,62 X; R^2= 0,42; F=2,97; p=0,15), para a classe III (Y= 37,86-0,27 X; R^2= 0,15; F=0,72; p=0,44) e para o descarte (Y= 18,80-0,04 X; R^2= 0,08; F=0,03; p=0,86). Verificou-se ainda, que a relação entre o número de lagartas de *C. includens* e % de desfolha por planta apresentou diferença significativa (Y= 0,658 X; R^2= 0,74; F=12,01; p<0,001).

Verificou-se que os NDE [NC] para *C. includens* aos 45 dias após o plantio variou de 0,14 lagartas por planta [0,11 lagartas por planta] a 1,36 lagartas por planta [1,08 lagartas por planta]. Ao se considerar a desfolha, verificou-se que o NDE [NC] variou de 3,47 % [2,78 %] a 33,49 % [26,80 %].

4. DISCUSSÃO

A baixa porcentagem de ataque de lagartas de *C. includens* nas folhas do dossel apical da planta pode ser explicada pelo fato desta parte da planta receber maior

quantidade de luz, e a luz ultravioleta (UV-B) induz e estimula a síntese de compostos secundários como os taninos (War et al., 2012). Os metabólitos secundários são os compostos que não afetam o crescimento e desenvolvimento de uma planta, mas reduzem a palatabilidade dos tecidos de plantas em que são produzidos (Howe & Jander, 2008). Estes podem ser armazenados como formas inativas ou induzidas, devido aos estresses bióticos (War et al., 2012). Os taninos exercem um forte efeito deletério sobre insetos fitófagos afetando o seu crescimento e desenvolvimento através de ligações às proteínas, reduzindo a eficiência da absorção de nutrientes e causando lesões no intestino médio dos insetos (Sharma & Sujana, 2009; Barbehenn & Peter Constabel, 2011).

Outro ponto que deve ser considerado é que os tecidos jovens das plantas possuem uma maior concentração de compostos químicos de defesa, como as enzimas polifenol oxidases (PPOs). Essas enzimas também são observadas em outras culturas, como *S. lycopersicum* e *Arachis hypogaea* L., conferindo resistência às pragas *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Nocutidae) (Bhonwong et al., 2009; War et al., 2011; War et al., 2012). Quanto menores as porcentagens de injúrias no terço basal das plantas, as folhas mais velhas contêm concentrações mais elevadas de compostos antialimentares tais como celulose, hemicelulose, lignina e que reduzem a digestibilidade para os insetos que se alimentam de folhas, (Hanley et al., 2007).

Neste estudo observou-se que a cultivar Taurus com 45 DAP é suscetível ao ataque de *C. includens*. A planta em estádio de tuberização quando sofreu desfolha reduziu a produtividade. Ao ocorrer a desfolha, as plantas perdem áreas foliares fotossinteticamente ativas, assim, menores quantidades de fotoassimilados serão translocados das folhas (fonte) para o tubérculo (dreno), e assim acarretando menor produtividade (Struik & Ewing, 1995; Irigoyen et al., 2011; Mujica & Kroschel, 2013; Stieha & Poveda et al., 2015).

As lagartas de *C. includens* se alimentam nas regiões entre nervuras, evitando-as, provavelmente devido à presença de compostos secundários conhecidos como furanocumarinas no interior das nervuras (Chambers et al., 2007). As furanocumarinas foram reportadas em várias espécies vegetais, inclusive em plantas da família Solanaceae e são tóxicas a vários insetos praga (Murray et al., 1982; Berenbaum & Zangerl, 1992; Milesi et al., 2001;). Além disso, Nitao & Zangerl (2004) verificaram que quando as folhas sofrem danos por lagartas falsas medideiras, como *Trichoplusia ni* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) ocorre um acúmulo de furanocumarina ao longo do

local da lesão, o que explica a não preferência destes insetos para se alimentarem das nervuras de folhas.

Os valores encontrados com a leitura do clorofilômetro digital indicaram que a cobertura das gaiolas não afetou a taxa fotossintética das plantas de *S. tuberosum*. Outro fato, é que plantas atacadas não reduziram a fotossíntese. Por outro lado, as maiores densidades de lagartas influenciaram o desenvolvimento das plantas, já que ao ocorrer a desfolha, os fotoassimilados que seriam destinados para o crescimento e desenvolvimento da planta seriam para a formação de novas folhas (Gonzalez-Sanpedro et al., 2008).

Quando os NDEs são alcançados pode-se ocorrer perdas de até 5,1 ton ha^{-1}. Estudos com perdas em batata e pragas são escassos, mas Basavaraju et al. (2009) ao estudarem os danos da lagarta desfolhadora *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae) verificaram que 0,78 lagartas por planta no ano de 2004 e 0,71 lagartas por planta no ano de 2005, causaram uma perda de 1,15 ton ha^{-1} (7,94 %) de perdas em tubérculos de batata na Índia.

Portanto, os NDEs e NCs para *C. includens* determinados neste estudo são recomendados no manejo da praga em *S. tuberosum*, uma vez que irão possibilitar a redução dos custos associados ao controle desta praga.

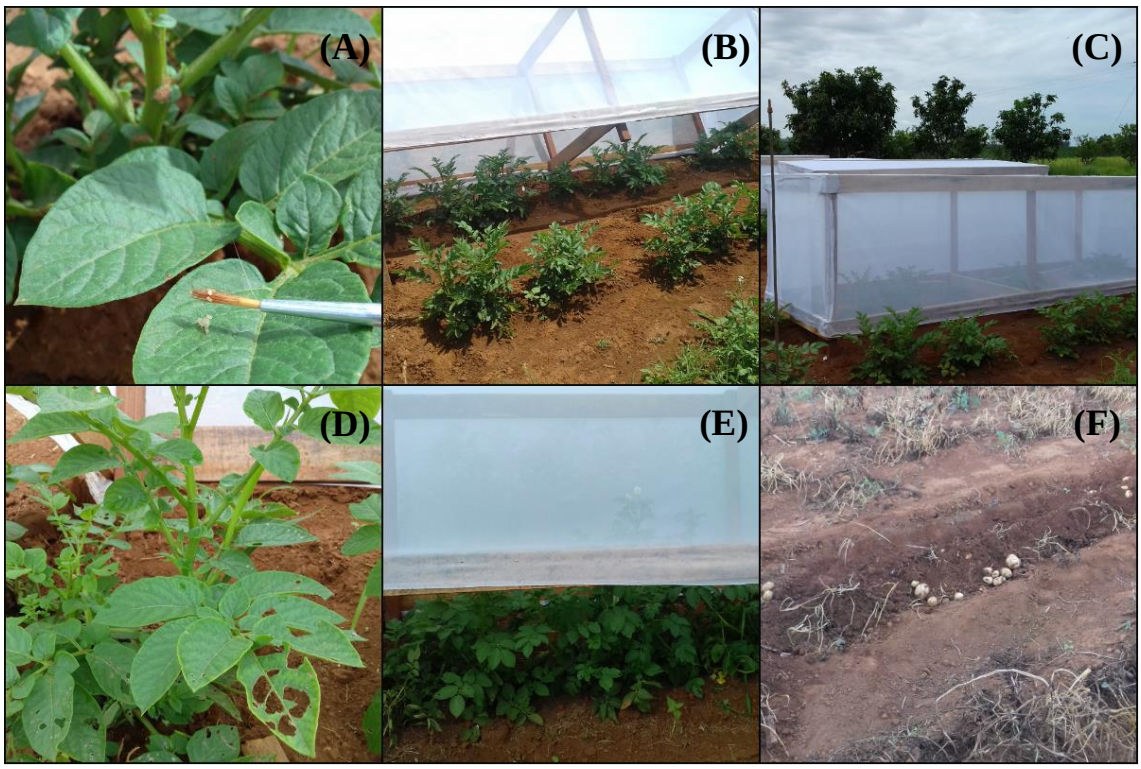

Figura. 1. Infestação de lagartas de terceiro ínstar de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) com pincel (A), gaiola com a abertura lateral antes (B) e após (C) a infestação dos tratamentos. Folhas de batata furadas após a infestação de lagartas de 3° ínstar (D) e gaiola suspensa para avaliar/remover lagartas após 7 dias de infestação (E). Plantas dessecadas e tubérculos expostos no solo para avaliação da produtividade dos tratamentos (F).

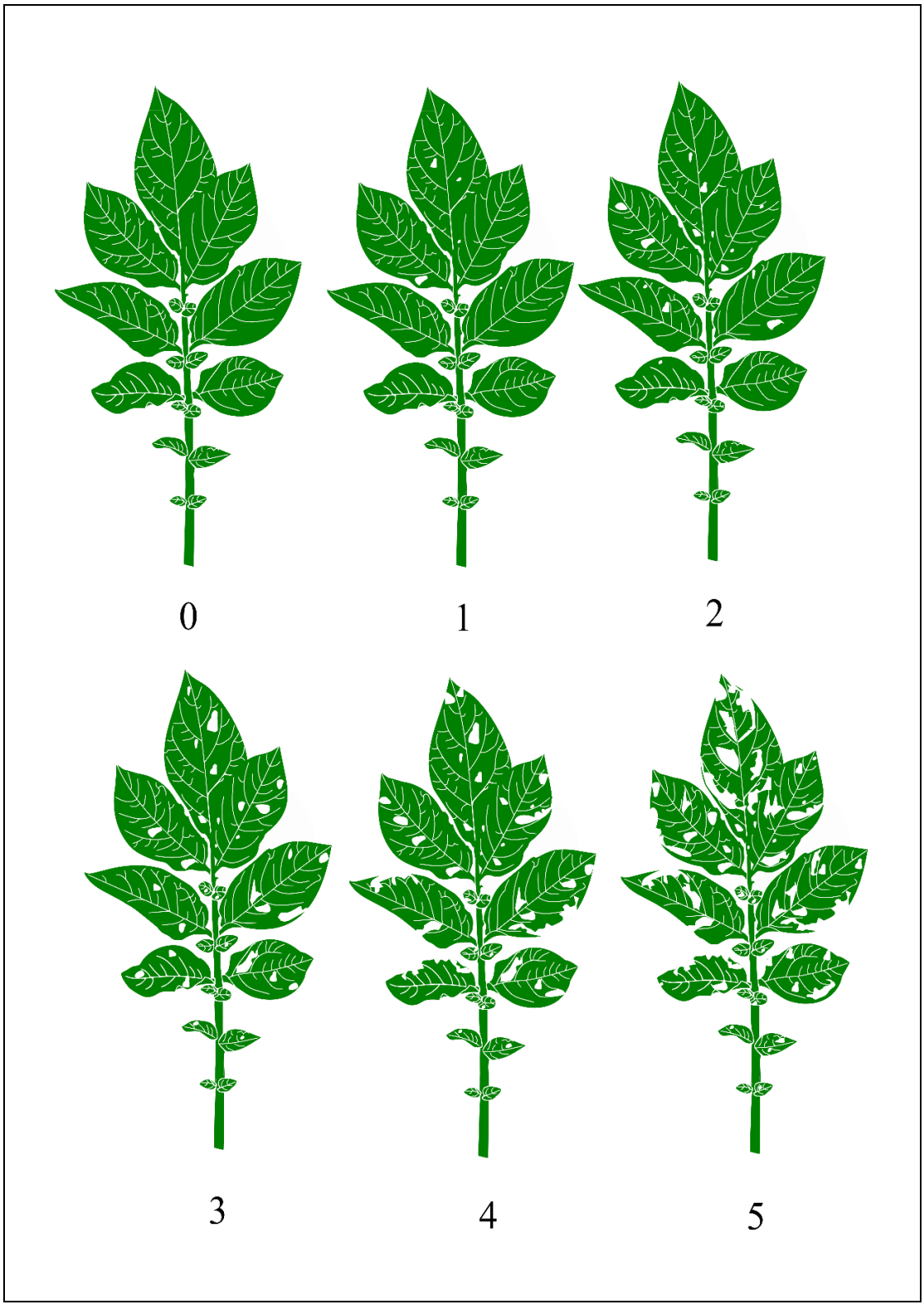

Figura. 2. Escala de notas usadas para quantificar a desfolha causada por *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) em batata. Onde: 0 – ausência, 1 - 5 a 10%, 2 - 11 a 15%, 3 - 16 a 20%, 4 - 21 a 25%, 5 - > 25% de desfolha.

Tabela 1. Porcentagem (%) de notas em função do número de lagartas de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) por planta no sétimo dia após a infestação artificial em 3 folhas do ápice, meio e da base de plantas de batata cultivar Taurus (n=9).

Número de lagartas por planta	Notas/Terço do dossel					
	0	1	2	3	4	5
Apical						
0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	91,68	0,00	8,34	0,00	0,00	0,00
9	83,34	16,68	0,00	0,00	0,00	0,00
15	83,34	5,56	2,78	0,00	5,56	2,78
33	72,22	13,89	5,56	0,00	2,78	5,56
Mediano						
0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	66,67	22,23	11,12	0,00	0,00	0,00
9	38,89	47,23	8,34	5,56	0,00	0,00
15	30,56	19,45	19,45	8,34	16,67	22,78
33	13,89	8,34	8,34	13,89	22,23	25,23
Basal						
0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	50,00	30,56	13,89	5,55	0,00	0,00
9	55,56	27,78	11,12	2,78	2,78	0,00
15	61,12	22,23	16,67	0,00	0,00	0,00
33	33,33	30,56	36,12	11,12	0,00	0,00

[1]Notas: 0 – ausência, 1 - 5 a 10%, 2 - 11 a 15%, 3 - 16% a 20%, 4 - 21 a 25%, 5 - > 25% de desfolha.

Tabela 2. Valores de leitura do clorofilômetro digital (SPAD) na quarta folha totalmente expandida a partir do ápice; e diâmetro da haste principal (mm) nas plantas antes e após a infestação com lagartas de *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae).

Médias[1]/Número de lagartas por planta						
SPAD						
DAP	0	3	9	15	33	Padrão[£]
20	48,86 Aa	46,73 Aa	49,20 Aa	46,87 Aa	47,57 Aa	45,14 Aa
45	45,35 Aa	45,75 Aa	47,45 Aa	42,98 Aa	43,24 Aa	42,82 Aa
75	41,83 Aa	44,77 Aa	45,71 Aa	39,10 Aa	38,90 Aa	40,50 Aa
Haste principal						
20	7,44 Bb	10,11 Bb	8,92 Bb	8,11 Bb	9,28 Bb	9,22 Bb
45	8,93 Bb	11,30 Bb	9,59 Bb	8,66 Bb	9,11 Bb	10,17 Bb
75	10,08 Bb	12,48 Cb	10,25 Bb	9,21 Bb	8,93 Ab	11,12 Bb

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p<0,05$)[1]. Padrão[£]=Avaliações realizadas fora da gaiola. Infestação foi realizada aos 45 DAP.

Tabela 3. Custo total da operação, aplicação de inseticida e total do controle químico para *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura da batata *Solanum tuberosum*, cultivar Taurus.

Custo operacional (A)				
Itens		Custo de três aplicações (US$ ha^{-1})		
Aluguel do pulverizador			4.450,14	
Subtotal (US$ ha^{-1})			4.450,14	
Custo de três aplicações de inseticida (B)				
Espécie	Inseticida (Ingrediente ativo)	Preço do inseticida (US$ kg^{-1})	Dose (kg ha^{-1})	Custo (US$ ha^{-1})
C. includens	Espinetoran	5.603,88	0,06	1.008,70
	Espinetoran	5.603,88	0,10	1.681,16
Média		5.603,88	0,08	1.344,93
Custo total de Controle (A+B)				
Espécie	Operação (US$ ha^{-1}) (A)		Inseticidas (US$ ha^{-1}) (B)	Total (US$ ha^{-1}) (A+B)
C. includens	4.450,14		1.344,93	5.795,07

1 US$ = R$ 3,2964

Tabela 4. Produtividade (t ha^{-1}), perdas (t ha^{-1}) e perdas (%) de batata *Solanum tuberosum* cultivar Taurus em função do número de lagartas de *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae) por planta. Rio Paranaíba, MG, 2016.

Número de lagartas por planta	Produtividade (ton ha^{-1})	Perdas (ton ha^{-1})	Perdas (%)
0	18,31	0,000	0,00
3	18,30	0,008	0,04
9	15,64	2,667	14,56
15	13,76	4,550	24,85
33	13,21	5,104	27,87
0[1]	17,77	0,537	0,00

[1]Avaliação produtividade fora das gaiolas, onde não foi realizada infestação de lagartas.

5. REFERÊNCIAS

AHMED, A.A.I.; HASHEM, M.Y.; MOHAMED, S.M.; SHIMAA KHALILA, S.H. Protection of potato crop against *Phthorimaea operculella* (Zeller) infestation using frass extract of two noctuid insect pests under laboratory and storage simulation conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.46, p.2409-2419, 2013.

AHUJA, D.B.; USHA, R.A.; SINGH, S.K.; SINGH, N. Comparison of Integrated Pest Management approaches and conventional (non-IPM) practices in late-winter-season cauliflower in Northern India. **Crop Protection,** v.78, p.232-238, 2015.

BALDIN, E.L.L.; LOURENÇÃO, A.L.; SCHLICK-SOUZA, E.C. Outbreaks of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) in common bean and castor bean in São Paulo State, Brazil. **Bragantia**, v.73, p.458-465, 2014.

BARBEHENN, R.V.; PETER CONSTABEL, C. Tannins in plant-herbivore interactions. **Phytochemistry**, v.72, p.155-165, 2011.

BARRIONUEVO, M.J.; MURÚA, M.G.; GOANE, L.; MEAGHER, R.; NAVARRO, F. Life table studies of *Rachiplusia nu* (Guenée snd *Chrysodeixis* (=*Pseudoplusia*) *includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) on artificial diet. **Florida Entomologist**, v.95, p.944-951, 2012.

BASAVARAJU B.S.; CHAKRAVARTHY, A.K.; DODDABASAPPA, B.; KRISHNAMURTHY, N. Yield loss estimation due to major insect and mite pests on potato in Karnataka. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.22, p. 597-00, 2009.

BERENBAUM, M.R.; ZANGERL, A.R. Genetics of physiological and behavioral resistance to host furanocoumarins in the parsnip webworm. **Evolution**, v.46, p.1373-1384, 1992.

BHONWONG, A.; STOUT, M.J.; ATTAJARUSIT, J.; TANTASAWAT, P. Defensive role of tomato polyphenol oxidases against cotton bollworm (*Helicoverpa armigera*) and beet armyworm (*Spodoptera exigua*). **Journal of Chemical Ecology**, v.35, p.28-38, 2009.

BUENO, A.F.; BATISELA, M.J.; BUENO, R.C.O.F.; FRANÇA-NETO, J.B., NISHIKAWA, M.A.N.; FILHO, A.L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v.30, p. 937–945, 2011a.

BUENO, R.C.O.F.; BUENO, A.F.; MOSCARDI, F.; POSTALI PARRA, J.R.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. Lepidopteran larva consumption of soybean foliage: Basis for developing multiple-species economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v.67, p.170-174, 2011b.

CHAMBERS L.E.J.; BERENBAUM M.R.; ZANGERL, A.R. Benefits of trenching behavior in the context of an inducible defense. **Chemoecology**, v.17, p.125-130, 2007.

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

DWELLE, R.B.; LOVE S.L. **Potato growth and development**. 2003. Disponível em: <http://www.ah.uidaho.edu/potato/PotatoProductonSystems/Topics/Growth&Development.pdf>. Acesso em 10 de junho de 2016.

GOLIZADEH, A.; ESMAEILI, N**.** Comparative life history and fecundity of *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) on leaves and tubers of different potato cultivars. **Journal of Economic Entomology**, v.105, p.1809-1815, 2012.

GOLIZADEH, A.; ESMAEILI, N.; RAZMJOU, J.; RAFIEE-DASTJERDI, H. Comparative life tables of the potato tuberworm, *Phthorimaea operculella*, on leaves and tubers of different potato cultivars. **Journal of Insect Science**, v.14, p.1-42, 2014.

GONZALEZ-SANPEDRO, M.C.; TOAN, T.I.E; MORENO, J.; KERGOAT, L.; RUBIO, E. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v.112, p.810-824, 2008.

HANLEY, M.E.; LAMONT, B.B.; FAIRBANKS, M.M.; RAFFERTY, C.M. Plant structural traits and their role in antiherbivore defense. **Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematic**, v.8, p.157-178, 2007.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Preço médio dos hortifrutícolas**. 2016. Disponível em: <http://www.hfbrasil.org.br/br/banco-de-dados-precos-medios-dos-hortifruticolas.aspx>. Acesso em 22 de Junho de 2016.

HOWE, G.A.; JANDER, G**.** Plant immunity to insect herbivores. **Annual Review Plant Biology**, v. 59, p.41-66, 2008.

IRIGOYEN, I.; DOMEÑO, I.; MURO, J. Effect of defoliation by simulated hail damage on yield of potato cultivars with different maturity performed in Spain. **American Journal Potato Resource**, v.88, p.82-90, 2011.

LIMA, C.H.O.; SARMENTO, R.A.; ROSADO, J.F.; SILVEIRA, M.C.A.C.; SANTOS G.R., PEDRO NETO, M., ERASMO, E.A.L., NASCIMENTO, M.I.R.; PICANÇO, M.C. Efficiency and economic feasibility of pest control systems in watermelon cropping. **Journal of Economic Entomology**, v.107, p.1118-1126, 2014.

MILESI, S.; MASSOT, B.; GONTIER, E.; BOURGAUD, F.; GUCKERT, A. *Ruta graveolens* L.: a promising species for the production of furanocoumarins. **Plant Science**, v.161, p.189-199, 2001.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Agrofit**. 2016. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/!ap_praga_detalhe_cons?p_id_cultura_praga=5862>. Acesso em 22 de abril de 2016

MOSCARDI, F.; BUENO, A.F.; SOSA-GÓMEZ; D.R.; ROGGIA, S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B.; POMARI, I.C.; YANO, S.A.C. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.) **Soja: Manejo Integrado de Insetos e outros Ártropodes-praga**. Londrina: Embrapa, 2012. p.213-334

MUJICA, N.; KROSCHEL, J. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. **Crop Protection**, v.47, p.6-16, 2013.

MURRAY, R. D. H.; MENDEZ, J.; BROWN, S. A. The Natural Coumarins: Occurrence, Chemistry and Biochemistry. Toronto: John Wiley 8 Sons Ltda, 1982.

NITAO, J.K; ZANGERL, A.R. Microwave-facilitated extraction of furanocoumarins onto paper substrates: an imaging technique to analyse spatial distribution and abundance in leaves. **Phytochem Anal**, v.15, p.262–266, 2004.

PAULA-MORAES, S.; HUNT, T.E.; WRIGHT, R.J.; HEIN, G.L.; BLANKENSHIP, E.E. Western bean cutworm survival and the development of economic injury levels and economic threshold4s in field corn. **Journal of Economic Entomology**, v.106, p.1274-1285.

PEDIGO, L.P.; RICE, M.E. **Entomology and pest management**. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 784 p.

PICANÇO, M.C.; BACCI, L. CRESPO, A.L.B.; MIRANDA, M.M.M.; MARTINS, J.C. Effect of integrated pest management practices on tomato production and conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v.9, p.327-335, 2007.

PICANÇO, M.C.; DE PAULA, S.V.; MORAES JUNIOR, A.R.; DE OLIVEIRA, I.R.; SEMEÃO, A.A.; ROSADO, J.F. Impactos financeiros da adoção de manejo integrado de pragas na cultura do tomateiro. **Acta Scientiarum**, v.26, p.245-252, 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

RODRIGUEZ, D.; RICO, M.S.; RODRÍGUEZ, L.E.; ÑÚSTEZ, C.E. Efecto de diferentes niveles y épocas de defoliación sobre el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* cv. Parda Pastusa). **Revista Facultad Nacional de Agronomia Medellín**, v. 63, p.5521-5531, 2010.

SCHREIBER, A.; JENSEN, A.; RONDON, S.; WENNINGER, E.; REITZ, S**. Integrated Pest Management Guidelines for Insects and Mites in Idaho, Oregon and Washington Potatoes**. 2015. Disponível em <http://www.nwpotatoresearch.com/IPMStuff/PDFs/NorthwestInsectGuidelines.pdf>. Acesso em 20 de Maio de 2016.

SCHUSTER, D.J. Intraplant distribution of immature life stages of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. **Environmental Entomology**, v.27, p.1-9, 1998.

SHARMA, H.C.; SUJANA, G.; RAO, D.M**.** Morphological and chemical components of resistance to pod borer, *Helicoverpa armigera* in wild relatives of pigeon pea. **Arthropod-Plant Interaction**, v.3, p.151-61, 2009.

SHASHANK, P.; SINGH, L. Checklist of the subfamily Plusiinae (Lepidoptera: Noctuidae) from India. **Indian Journal of Entomology**, v.76, p.229–240, 2014.

SHOREY, H.H.; ANDRES, L.A.; HALE, R.L. The biology of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae). I. Life history and behavior. **Annals of the Entomological Society of America**, v.55, p.591-597, 1962.

SILVA, V.F. DA; MORAES, J.C.; MELO, B.A. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, p.1465-1469, 2010.

SPECHT, A.; PAULA-MORAES, S.V.; SOSA-GÓMEZ, D.R**.** Host plants of *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera, Noctuidae, Plusiinae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.59, p.343-345, 2015.

STERN, V.M.; SMITH, R.F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. The integrated control concept. **Hilgardia**, v.29, p.81-101, 1959.

STIEHA, C.; POVEDA, K. Tolerance responses to herbivory: implications for future management strategies in potato. **Annals of Applied Biology**, v.166, p.208-217, 2015.

STRUIK, P.C.; EWING, E.E**.** Crop physiology of potato (*Solanum tuberosum*) responses to photoperiod and temperature relevant to crop modelling In: HAVERKORT, A.J.; MACKERRON, D.K.L (Ed.). **Proceedings, Kluwer.** Dordrecht: Academic Press, 1995. p.19-40.

SUFFERT, M.; WARD, M. Emerging Pests of Potato in Europe: Early Warning, Risk Analyses and Regulation. **Potato Research,** v.57, p.263-271, 2014.

TIMPRASERT, S., DATTA, A.; RANAMUKHAARACHCHI, S.L. Factors determining adoption of integrated pest management by vegetable growers in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. **Crop Protection**, v.62, p.32-39, 2014.

WALKER, G.P.; HODSON, A.J.; KALE, A.J.; HERMAN, T.J.B.; CAMERON, P.J**.** Trends in IPM and insecticide use in processing tomatoes in New Zealand. **Crop Protection**, v.28, p.421-427, 2009.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; AHMAD, T.; BUHROO, A.A.; HUSSAIN, B.; IGNACIMUTHU, S.; SHARMA, H.C. Mechanisms of plant defense against insect herbivores. **Plant Signaling & Behavior**, v.7, p.1306-1320, 2012.

WAR, A.R.; PAULRAJ, M.G.; WAR, M.Y.; IGNACIMUTHU, S. Jasmonic acid-mediated induced resistance in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) against *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal Plant Growth Regulation**, v.30, p.512-523, 2011.

CAPITULO II

MONITORAMENTO E NÍVEL DE CONTROLE DE PRAGAS REDUZEM CUSTOS EM BATATA *Solanum tuberosum*?

RESUMO: O uso do monitoramento de pragas pode reduzir a população de pragas em diversas culturas, reduzindo o número de pulverizações. Assim, objetivou-se verificar se a adoção do monitoramento de pragas e os níveis de controle reduzem a população de pragas e a pulverizações com inseticidas na cultura da batata. Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro realizado com as cultivares Ágata, Atlantic e as Fls 2027, 1867, 2215 e 2221, e o segundo com a cultivar Ágata, realizados no verão e no outono, respectivamente. O monitoramento foi realizado por meio da batida de bandeja e pela contagem do número de minas ativas nas folhas. No primeiro experimento (época 1) foram estabelecidos dois tratamentos: padrão produtor e monitoramento de pragas. No segundo experimento (época 2) foi adicionado o controle. O número de pulverizações foi reduzido em 66,67 (época 1) e 71,42% (época 2) o que permitiu uma redução nos custos de 60,86 e 51,38 % para o controle de pragas, gerando um acréscimo de 8,97 e 12,75 % na receita líquida. A prática do monitoramento de pragas na cultura da batata com uso do nível de controle reduz o número de aplicações de inseticidas, acarretando o aumento da renda líquida do produtor.

Palavras-chave: Amostragem, batata, controle químico, produtividade, receita, tomada de decisão.

CHAPTER II

MONITORING AND PEST CONTROL LEVEL REDUCE COSTS IN POTATO *Solanum tuberosum*?

ABSTRACT: The use of monitoring pests can reduce the population of pests in several crops, reducing the number of sprays. Thus, this study aimed to verify if the adoption of monitoring and pest control levels reduce the population of pests and spraying of insecticides in the potato. Two experiments were conducted, the first held with the Agate cultivars Atlantic and Fls 2027, 1867, 2215 and 2221, and the second with the cultivar Agata, conducted in the summer and fall, respectively. The monitoring was carried out through the tray hit and the number of active mines count the leaves. In the first experiment (time 1) were established two treatments: Standard producer and monitoring pests. In the second experiment, (time 2) control has been added. The number of sprays was reduced by 66.67 (time 1) and 71.42% (time 2) allowing a reduction in costs 60.86 and 51.38% for the control of pests, generating an increase of 8 97 and 12.75% in net income. The practice of pest monitoring in the potato crop to control the level of use reduces the number of insecticide applications, resulting in the increase in net income producer.

Keywords: Sampling, potato, chemical control, yield, income, decision making.

1. INTRODUÇÃO

Perdas na produtividade e qualidade dos tubérculos de batata *Solanum tuberosum* (Solanales: Solanaceae) são frequentes. Parte dessas perdas é decorrente do ataque de pragas, que muitas vezes são negligenciadas e contribuem com prejuízos superiores a 50% (Mujica & Kroschel, 2013). Boas práticas agrícolas de manejo devem ser adotadas, e evitar a utilização calendários de pulverização de inseticidas. O uso intensivo de inseticidas, leva ao desenvolvimento da resistência de pragas aos inseticidas, aumento do custo de produção e contamina o ambiente e o homem (Okoth et al., 2014; Alyokhin & Miller, 2015).

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma alternativa sustentável usado no controle de pragas, já que neste sistema o inseto só é considerado praga se causar danos econômicos na cultura (Timprasert et al., 2014). As pulverizações são realizadas quando a praga está abaixo do nível de dano econômico (NDE) (Reisig et al., 2012), sendo definido como a densidade de pragas na qual o prejuízo causado é igual ao custo de controle. Sendo assim, o controle é realizado quando a praga atinge o nível de controle (NC) antes do NDE. No entanto, é necessário estimar a densidade da praga, por meio de monitoramento populacional, rápido, barato, eficiente e de fácil adoção. Na cultura da batata este monitoramento pode ser feito por contagem direta (Alves et al., 2014) ou adaptado de outras culturas pelo uso de aparatos como bandejas plásticas (Moura et al., 2003; Bacci et al., 2008).

No MIP da batata é importante ainda considerar os agentes de controle biológico natural, que auxiliam no manejo das pragas, como *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae), *Geocoris* spp. (Hemiptera: Geocoridade) e *Chrysoperla* spp. (Neuroptera: Chrysopidae) que predam *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) (Li et al., 2011, Veres et al., 2012); *Cycloneda sanguinea* (L., 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) e *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinelidae) que predam *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) (Amaral et al., 2013). *Copidosoma koehleri* (Blanchard) (Hymenoptera: Encyrtidae) e *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Hymenoptera: Eulophidae) que parasitam minadores como *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) (Mondaca & Esconboza, 2013).

Apesar da adoção do monitoramento e do nível de controle ser uma estratégia que traz benefícios em diversas culturas, não foram encontrados estudos realizados em batata. Existem estudos em tomateiro onde o uso do monitoramento de *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (Thysanoptera: Thripidae), *B. tabaci***,** *Macrosiphum*

euphorbiae (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae), *M. persicae*, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae), *Helicoverpa zea* (Bodie, 1850) (Lepidoptera*:* Noctuidae), *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée, 1854*)* (Lepidoptera: Crambiade), *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) resulta em economia superior a 50% (Sikora et al., 2002; Picanço et al., 2007; Walker et al., 2009).

Em outros cultivos como melancia *Citrullus lanatus* (Cucurbitales: Curcubitaceae) (Lima et al., 2014), morango *Fragaria* sp (Rosales: Rosaceae) (Steiner, 2002), couve-flor *Brassica oleraceae* L. (Brassicales: Brassicaceae) (Ahuja et al., 2015), alface *Lactuca sativa* L. (Asterales: Asteraceae) (Workman, 2007) e cebola *Allium cepa* L. (Asparagales: Alliaceae) (Workman, 2002) também foi possível verificar que ao se adotar o monitoramento das pragas reduziu-se pulverizações com inseticidas.

Desta forma, objetivou-se verificar a redução das populações de pragas e pulverizações com inseticidas com a adoção do monitoramento de pragas e dos níveis de controle.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Época 1

O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Viçosa, *Campus* de Rio Paranaíba (46º16’45” O, 19º12’00” S e altitude de 1.080 m, com temperatura média anual 20,4°C e pluviosidade média anual de 1.533 mm), em latossolo-vermelho amarelo, textura argilosa durante o cultivo outono com os cultivares Ágata, Atlantic e as FLs 2027, 1867, 2215 e 2221.

O preparo do solo foi realizado com grade aradora/niveladora e com enxada rotativa. A adubação mineral foi realizada no sulco de plantio, com base na análise de solo, e constitui-se de 2.110 kg ha^{-1} de adubo fosfatado e as fontes de micronutrientes foram Fylloton (0,75 L ha^{-1}), Profol Mg (0,5 L ha^{-1}), Profol B (0,3 L ha^{-1}), Agrumax (0,6 kg ha^{-1}), Agrumax Mz (0,3 kg ha^{-1}) e Kellus Iron (0,5 kg ha^{-1}) em três aplicações. O plantio das variedades de batata foi realizado em março/2014 (outono), em área pré-cultivada com milho. A densidade de plantio foi de quatro tubérculos por metro linear e espaçamento de 0,80 m entre linhas. A técnica de amontoa foi realizada 11 dias após o plantio (DAP), utilizando o sulcador de duas linhas (marca Baldan, modelo SD), quando as plantas possuíam de 3 a 4 hastes.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com dois tratamentos e quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos foram (PP)

padrão do produtor (pulverização de inseticidas com datas programadas) e (MP) monitoramento de pragas (pulverização quando a população de praga atingir o NC). As parcelas foram de 4,0 x 5,0 metros (20 m²) considerando-se 12 linhas úteis e como bordadura as duas últimas linhas de cada lateral da parcela.

2.2. Época 2

O segundo estudo foi conduzido no município de Rio Paranaíba, na estação experimental da Cooperativa Agropecuária do Alto Paranaíba (COOPADAP) (46º09'46" O e 19º12'26" S e altitude de 1.159 m) em latossolo vermelho-amarelo, com textura argilosa, durante o cultivo de verão de 2015. Para tanto, selecionou-se apenas a cultivar Ágata por ser a mais representativa no mundo (ZipMec, 2013).

Os tratos culturais realizados neste experimento foram análogos ao ano 1, no entanto, o plantio foi realizado em janeiro/2015 em área de pivô central, na densidade de quatro plantas por metro linear e espaçamento de 0,80 m entre linhas. Foi realizada adubação de plantio de acordo com análise de solo.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três tratamentos e cinco repetições: sem aplicação de inseticida (controle), MP e PP. As parcelas experimentais possuíam dimensões de 18 x 11,2 m (201,6 m²), considerando-se como bordadura 2 metros de cada lado e as três linhas laterais à parcela.

2.3. Avaliações

2.3.1. Época 1

As avaliações de densidade de pragas foram realizadas em ambos os tratamentos e em todos os cultivares. Estas se iniciaram aos 33 dias após o plantio (DAP), uma vez que as plantas apresentavam tamanho suficiente para realizar a batida de bandeja, e foram finalizadas aos 101 DAP (18 dias antes da colheita).

As recomendações de pulverizações do MP foram realizadas de acordo com o nível de controle estabelecido para cada praga, sendo eles de 10 insetos por batida de bandeja para os sugadores como *M. persicae*, *M. euphorbiae*, *Thrips palmi* (Karny, 1925) (Thysanoptera: Thripidae) e *B. tabaci*. Para desfolhadores como *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) foi adotado o NC de 2,5 insetos por batida de bandeja. Para os minadores como *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) e *Phthorimaea operculella* (Zeller, 1873) (Lepidoptera: Gelechiidae), foi considerado um nível de 5 minas por planta. As pulverizações foram realizadas por meio de pulverizador costal pressurizado de CO_2, operando à pressão

constante de 4,0 kgf cm^{-2}, equipado com barra de duas pontas tipo leque, espaçadas 50 cm.

Aos 119 DAP, os tubérculos da linha central de cada parcela foram retirados do solo com auxílio de enxadas, coletados e armazenados em caixas de polietileno de alta densidade (31,0 x 36,0 x 56,0 cm). Em seguida, estes foram lavados em água corrente, contados e pesados em balança eletrônica (marca Welmy e modelo WPL), para obter a produtividade em cada parcela experimental. Posteriormente, foram calculados os custos associados às pulverizações de inseticidas, de acordo com o tempo gasto para se pulverizar 1 ha de batata, o valor dos inseticidas e o valor do aluguel da hora máquina, de acordo com a seguinte expressão (1):

(1) $CP = \left[\left(PI \; x \, D \right) + AM \right] x \, T$

em que: CP= Custo de pulverização (R$ ha^{-1}); PI= Preço do inseticida (R$ ha^{-1}), D= Dose (L ou Kg ha^{-1}); AM = Aluguel de hora máquina (R$ $hora^{-1}$); T= Tempo para pulverizar um hectare de batata (horas)

O valor de aluguel da hora máquina foi padronizado em R$ 112,56 $hora^{-1}$, multiplicado pelo tempo de pulverização em horas para cada um dos tratamentos. O tempo para pulverizar 1 ha de batata foi calculado com base na soma dos tempos de preparo da calda, manobras de trator e tempo de pulverização. Este valor foi calculado em 6,66 minutos ou 0,11 horas.

2.3.2. Época 2

As recomendações de pulverização do monitoramento de pragas foram de acordo com os níveis de controle utilizados na época 1, com exceção dos sugadores, no qual foi considerado NC de 5 insetos/batida de bandeja, devido à transmissão de viroses.

As avaliações foram realizadas por meio da batida de bandeja para *M. persicae*, *M. euphorbiae*, *T. palmi*, *B. tabaci* e *D. speciosa* e inimigos naturais. Para *L. huidobrensis* e *P. operculella* usou-se a contagem direta de minas ativas na 5ª, 6ª e 7ª folhas (Alves et al., 2014). Avaliou-se 10 plantas no centro das parcelas em todos os tratamentos, no entanto, no tratamento monitoramento de pragas, iniciou-se a amostragem logo após a emergência das hastes (21 DAP), enquanto que no controle e no tratamento padrão produtor as avaliações foram aos 46 DAP.

No tratamento controle não foi realizada nenhuma pulverização com inseticida. Por outro lado, as pulverizações no MP foram realizadas conforme descrito no ano 1.

Enquanto que no PP as pulverizações foram realizadas de modo convencional, com pulverizador tratorizado.

Aos 108 DAP, os tubérculos das três linhas centrais, cada uma de 5 metros de comprimento, foram retirados do solo conforme descrito no ano 1. Posteriormente foram retiradas amostras de 5 % do peso da produção de cada parcela, para determinar a classe dos tubérculos, medindo-se o diâmetro equatorial dos tubérculos. Essa medição foi realizada utilizando-se um paquímetro digital (marca Digimess e modelo 100174BL).

Os tubérculos foram separados em quatro classes, de diâmetro (CEAGESP, 2001). Sendo classe (I) ≥50 mm; (II) >33 e < 50 mm; (III) >28 e ≤ 33 mm; (IV) ≤ 28 mm. Foi realizada a estimativa da produtividade (t ha^{-1}) em cada parcela. De acordo com a classificação dos tubérculos e a produtividade, foi definido o valor da produção, estabelecendo assim a receita bruta da produção de batata. Posteriormente, foram calculados os custos associados às pulverizações com inseticidas conforme descrito no experimento 1. Para o estabelecimento da receita líquida foi deduzido os custos de pulverizações com inseticidas do valor da produção, verificando deste modo se houve redução nos custos relacionados com pulverizações de inseticidas.

2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados nos experimentos foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a normalidade dos resíduos e homogeneidade de variância, em seguida, foram submetidos à Anava e teste Tukey a $p < 0,05$ utilizando o software R, versão 2. 13. 0 (Core Team R, 2013).

Além disso, foi calculada a frequência de ocorrência dos insetos (%) para as pragas, grupos de pragas e inimigos naturais utilizando o software Microsoft Office Excel® 2010 pela seguinte expressão (2):

$$(2)\ Frq = \left(\frac{\sum x}{\sum\sum(n)} \right) x100$$

Onde: Frq = Frequência de insetos (%); ∑ inseto (x) = Total do inseto x; ∑ ∑ (n) = Total geral de insetos.

3. RESULTADOS

3.1. Época 1

Não houve diferença entre as densidades de sugadores ($F_{(5,318)}$ =0,08; p=0,99), desfolhadores ($F_{(5,318)}$ =1,59; p=0,16) e minadores ($F_{(5,318)}$ =0,71; p=0,61) entre as

cultivares de batata. Os insetos mais frequentes foram *Thrips* sp. (62,69%), *B. tabaci* (59,76%) e *M. persicae* (58,59%), e os menos frequentes *D. speciosa* (41,57%), *P. opercullela* (8,21%) e *L. huidobrensis* (6,78%).

Os picos populacionais de (*L. huidobrensis* e *P. operculella*) ocorreram aos 61 e 89 DAP, variando entre as cultivares Ágata, Atlantic, FLs 1867, 2027, 2215 e 2221 e os tratamentos MP e PP, mesmo assim, as densidades dessas pragas permaneceram abaixo do nível de controle (NC). Já para os desfolhadores os picos populacionais ocorreram aos 75 e 101 DAP em ambos os tratamentos (PP e MP). As densidades destes insetos atingiram o NC (≥ 2,5 insetos por batida de bandeja) em todos os tratamentos e variedades. As populações de sugadores foram mais altas no início das avaliações (entre 33 e 48 DAP) (Figura 1).

As produtividades foram semelhantes entre os tratamentos PP e MP ($F_{(2,43)}$ = 0,51; p=0,48), com médias de 341 e 338,6 sacas ha^{-1}, respectivamente. No PP as produtividades entre os cultivares foram diferentes ($F_{(5,15)}$ =3,09; p<0,001). A cultivar FL 2215 apresentou média de produtividade 361 sacas ha^{-1}, seguida por 359,4 sacas ha^{1} (FL 2027), 354,4 sacas ha^{-1} (FL 2221), 326,6 sacas ha^{-1} (Ágata), 298,1 sacas ha^{-1} (Atlantic) e 278,1 sacas ha^{-1} (FL 1867), respectivamente. No MP as produtividades entre as cultivares foram semelhantes ($F_{(5,15)}$ = 2,14; p=0,11), sendo elas (367,7 sacas ha^{-1}) (FL 2221), 365,9 sacas ha^{-1} (FL 2027), 343,3 sacas ha^{-1} (Ágata), 343,1 sacas ha^{-1} (FL 2215), 340,2 sacas ha^{-1} (Atlantic) e 284,9 sacas ha^{-1} (FL 1867).

O número de pulverizações foi de oito no padrão produtor e de três no monitoramento de pragas. A adoção do monitoramento de pragas possibilitou uma redução de 62,5 % no número de pulverizações de inseticidas comparado ao padrão produtor (Tabela 1).

3.2. Época 2

As densidades de *M. persicae*, *B. tabaci* e *Thrips* sp. não atenderam às pressuposições da Anava. Dessa forma, considerou-se análise de grupos de pragas, verificando-se diferenças entre os tratamentos para os sugadores ($F_{(2,113)}$ =50,391; p<0,001) e não diferença para minadores ($F_{(2,83)}$ =1,04; p=0,356) e desfolhadores ($F_{(2,113)}$ =2,94; p=0,367). A maior frequência de minadores foi de 40,19 % (controle) e a menor foi de 24,51 % (MP). As maiores frequências de sugadores ocorreram no PP (42,58 %), enquanto que as menores ocorreram no MP (16,96 %). As frequências de desfolhadores foram de 0,12% no MP e de 0,04 % no PP.

Houve diferença nas densidades de inimigos naturais ($F_{(2, 113)} = 8,1053$; $p<0,001$) entre os tratamentos. A maior densidade foi no controle (4,33 insetos por batida de bandeja); no MP (2,22 insetos por batida de bandeja) e PP (2,23 por batida de bandeja) não se diferenciaram. Os inimigos naturais que ocorreram com maior frequência em todos os tratamentos foram *O. insidiosus*, microparasitoides e *E. conexa*. As frequências no controle foram 7,36 % para *O. insidiosus*, 23,31 % para microparasitoides e 7,67 % para *E. conexa*. No MP estas frequências foram de 2,76, 14,11 e 6,45 % e no PP estas foram de 2,45, 12,88 e 3,68 %, respectivamente.

O pico populacional de sugadores no controle foi alcançado aos 73 DAP (Figura 2). No MP os picos populacionais destes insetos foram alcançados aos 34 e 66 DAP, onde as densidades populacionais estavam acima do NC, sendo necessário realizar pulverizações para a densidade populacional ficar abaixo do NC. No tratamento PP o pico populacional foi alcançado aos 62 DAP, no entanto, a densidade de insetos permaneceu acima do NC ($\geq$ 10 insetos por batida de bandeja). As maiores densidades do desfolhador (*D. speciosa*) no controle ocorreram aos 48 e 73 DAP, nas demais datas estas densidades permaneceram abaixo do NC ($\geq$ 2,5 insetos por batida de bandeja). No MP os picos populacionais foram alcançados aos 59, 62 e 66 DAP atingindo o NC. No PP o pico populacional ocorreu aos 59 DAP, alcançando o NC, nas datas posteriores as densidades permaneceram abaixo do NC. Os picos populacionais de minadores ocorreram nos dois tratamentos aos 48 e 80 DAP, ficando acima do NC ($\geq$ 2,5 minas ativas por planta). No MP e PP o pico populacional ocorreu aos 80 DAP, atingindo o NC (Figura 2).

As produtividades foram diferentes entre os tratamentos ($F_{(2,8)} = 9,43$; $p<0,001$), com médias de 488,4 e 450,4 sacas ha^{-1} no MP e PP, respectivamente. A diferença entre as produtividades nos dois tratamentos e o controle (412,2 sacas ha^{-1}) foi de 76,2 e 38,9 sacas ha^{-1}, respetivamente (Tabela 1). Não houve diferença no número de tubérculos produzidos ($F_{(2,8)} = 0,32$; $p=0,06$). Houve diferença na qualidade dos tubérculos produzidos classe I ($F_{(2,8)} = 11,66$; $p=0,004$), com os tubérculos maiores (58,03 mm) no MP, seguido por (50,06 mm) no controle e (50,49 mm) no PP.

No MP foram realizadas 6 pulverizações, enquanto que no PP foram realizadas 21 pulverizações com inseticidas. A adoção do monitoramento de pragas reduziu 71,5% o número de pulverizações com inseticidas comparando ao PP. Isto possibilita uma redução de até 51,37 % nos custos associados a estas pulverizações (Tabela 1).

4. DISCUSSÃO

Os picos populacionais de insetos no padrão produtor no geral foram maiores do que no monitoramento de pragas, tanto na época 1 quanto na época 2. As densidades de insetos foram semelhantes em ambos os experimentos, com exceção do grupo dos sugadores. Na época 2 ocorreram as maiores densidades devido ao fato do experimento ter sido conduzido no verão, sendo esta a época mais propícia ao desenvolvimento de insetos sugadores como os afídeos (Were et al., 2013).

Neste estudo reduziu-se o número de pulverizações utilizando-se o nível de controle (NC). Na época 2 variou-se o valor do NC de insetos sugadores devido ao fato destes insetos serem transmissores de viroses, no entanto, o número de pulverizações com inseticidas ainda foi menor no monitoramento de pragas em relação ao padrão produtor. Realizar as pulverizações adotando-se o NC é uma prática que tem sido observada em estudos em plantas cultivadas, como por exemplo, o tomate (Picanço et al., 2007; Walker et al., 2009), ou em soja (Bueno et al., 2011) e cafeeiro (Fernandes et al., 2011). Rahman (2013) verificou que ao se aumentar o número de pulverizações não há um aumento dos níveis de rendimento das principais culturas, inclusive da batata, assim pode-se inferir que não há aumento de produtividade em função do aumento do número de pulverizações. Os resultados deste experimento indicaram que pulverizações antes que as pragas atinjam o nível de dano econômico (NDE), pode colaborar para incrementos significativos na produtividade de batata.

Os inseticidas podem exercer efeitos, capazes de modificar o metabolismo e morfologia das espécies vegetais, e deste modo exercer efeito sobre a produtividade (Rozsavolgyi & Horvath 2008; Gupta & Milatovic 2014). A aplicação de inseticidas pode ter afetar negativamente a taxa de fotossíntese, diminuindo o número e tamanho de estômatos (Untiedt & Blanke, 2004). No experimento 2 no tratamento padrão produtor pode ter ocorrido uma diminuição do número e tamanho dos estômatos em função do excesso de aplicações de piretroides, que pode afetar negativamente a assimilação de CO_2 e de evaporação, resultando em tubérculos com menor diâmetro equatorial. Portanto, o tamanho de tubérculos foi inversamente relacionado com o aumento de pulverizações de piretroides. Resultados semelhantes foram obtidos por Duran et al. (2015) ao testar diferentes concentrações de deltametrina (piretroide) sobre plantas de milho. Em repolho Kumar & Meena (2010) verificaram que à medida que se aumenta a dose (g i.a. ha^{-1}) do inseticida indoxacarbe 14,5% SC, há um aumento nos efeitos fitotóxicos resultando em menor produtividade desta cultura.

Como não houve diferença significativa na produtividade (kg ha^{-1}) entre as variedades da época 1, presume-se que os valores obtidos são fatores próprios destas variedades, como verificado por Souza & Campo (2010) em experimento realizado com diferentes variedades de feijão. Altos níveis de infestações de pragas são responsáveis por causar perdas de produtividade (Noronha et al., 2008), no entanto, neste experimento ocorreram baixas infestações de pragas, o que também pode explicar a não diferença de produtividade entres as variedades. Já na época 2, a maior produtividade no monitoramento de pragas pode ser explicada pela menor infestação de pragas neste tratamento.

As maiores densidades de inimigos naturais no controle são explicadas pelo fato de não terem sido realizadas pulverizações com inseticidas. Assim, esses inimigos naturais podem ter se movimentado para o tratamento padrão produtor, devido à proximidade das áreas, o que explica as altas densidades durante as avaliações neste tratamento. No tratamento monitoramento de pragas as altas densidades de inimigos naturais ocorreram devido à redução das pulverizações, possibilitando assim o incremento do controle biológico natural (Williams et al., 2013). Além dessa redução do número de pulverizações é importante utilizar inseticidas seletivos para conservação destes inimigos naturais (Bacci et al., 2011). No tratamento monitoramento de pragas foram utilizados inseticidas pertencentes ao grupo espinosade e benzoiluréia, o que também pode ter contribuído para as altas densidades de inimigos naturais, já que são inseticidas considerados seletivos.

Quantos aos custos, o melhor tratamento foi o que se adotou o monitoramento e os níveis de controle das pragas, pois reduziu as pulverizações de inseticidas em até 71,42 % e reduzindo os custos em até US$ 5.081,76 ha^{-1}. Ao se considerar o custo de produção da batata de US$ 49.446,00 ha^{-1} isso representaria uma economia de aproximadamente 10,28 %; considerando o custo de produção da batata de até US$ 82.410,00 ha^{-1} (Deleo & Cardoso, 2014) isso representaria uma economia de até 6,16 %.

Pode-se concluir que a adoção do monitoramento de pragas pode exercer um impacto positivo sobre a produção de batata, já que se verificaram dois aspectos importantes, sendo a redução no uso de inseticidas e o incremento relativo de rendimento.

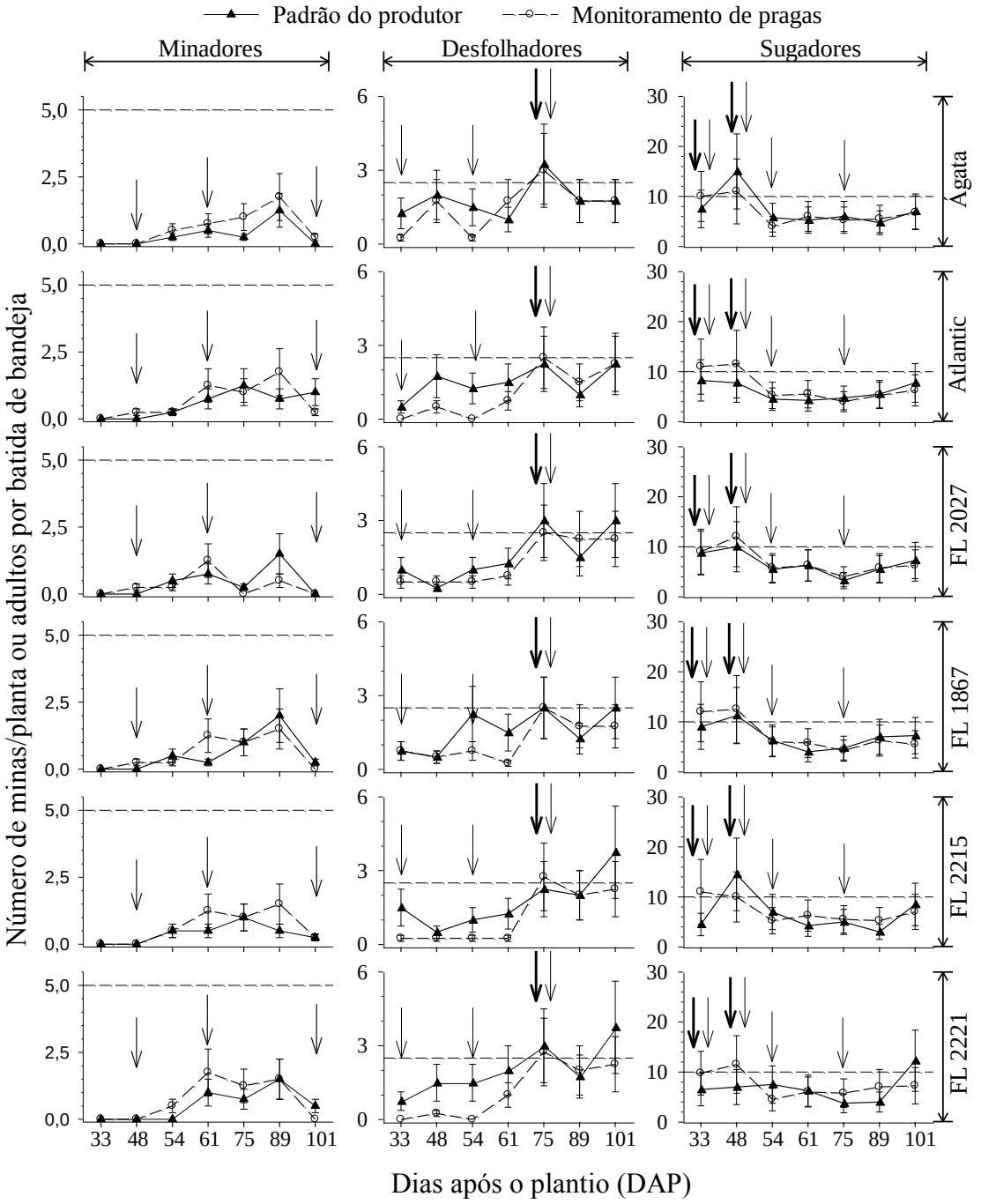

Figura 1. Número de desfolhadores, sugadores/batida de bandeja e minas/planta em seis cultivares de batata na época 1 (Média ± erro padrão). A linha tracejada dentro do gráfico representa o nível de controle. As setas mais e menos espessas indicam o momento da pulverização no tratamento padrão do produtor e no monitoramento de pragas, respectivamente.

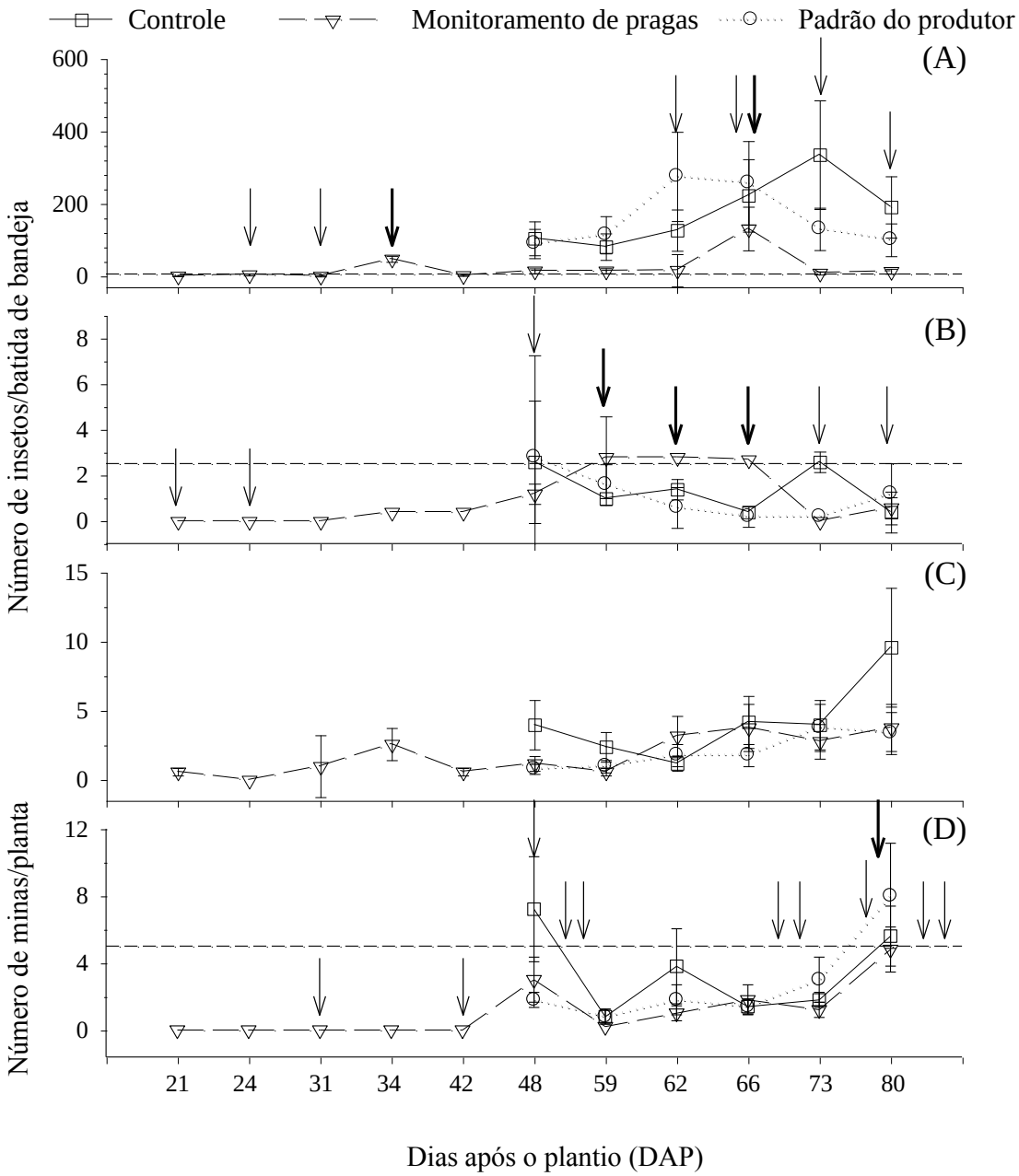

Figura 2. Número de insetos sugadores (A), desfolhadores (B) e inimigos naturais (C)/ batida de bandeja e minas/planta (D) (Média±erro padrão) em batata cultivar Ágata na Época 2, Rio Paranaíba, MG, 2015. NC= Nível de controle. As setas espessas indicam pulverizações no monitoramento de pragas e as setas finas indicam pulverizações no padrão do produtor. A linha tracejada dentro do gráfico representa o nível de controle.

Tabela 1. Atributos avaliados nos cultivares Ágata, Atlantic, FLs 2027, 1867, 2215 e 2221 no cultivo de Outono (Época 1) e em batata cultivar Ágata no Verão (Época 2).

Atributos	Época 1		Época 2		
	Padrão do produtor	Monitoramento de pragas	Controle	Padrão do produtor	Monitoramento de pragas
Pulverizações de inseticidas	8	3	0	21	6
Pulverizações de fungicidas	22	22	21	21	21
Pulverizações de herbicidas	2	2	2	2	2
Total de sugadores	1024 A	1136 A	5678 A	5063 A	2958 B
Total de minadores	89 A	90 A	125 A	100 A	81 A
Total de desfolhadores	80 A	55 A	15 A	6 A	16 A
Produtividade (sacas ha $^{-1}$)	341,1 A	330,6 A	412,2 C	450,4 B	488,4 A
[1]Custo com inseticidas (R$ ha $^{-1}$)	1.468,2	610,5	0,00	2.817,1	3.227,2
[2]Custo com pulverizações (R$ ha $^{-1}$)	4.324,2	1.434,3	0,00	9.956,8	4.874,7
[3]Receita bruta (R$ ha $^{-1}$)	89.952,2	89.292,9	108.702,1	118.775,9	128.796,9
[4]Receita líquida (R$ ha $^{-1}$)	85.628,0	87.858,6	108.702,1	108.819,1	123.922,2

[1]Preço do inseticida x dose x número de pulverizações. [2](Preço do inseticida + aluguel máquina) x tempo para pulverizar 1 ha de batata. [3]Produtividade x preço da saca (US$ 263,7/ saca de 50 kg). [4]Receita bruta – Custo com pulverizações de inseticidas. 1,00 US$= R$ 3,2964

5. REFERÊNCIAS

AHUJA, D.B.; USHA, R.A.; SINGH, S.K.; SINGH, N. Comparison of Integrated Pest Management approaches and conventional (non-IPM) practices in late-winter-season cauliflower in Northern India. **Crop Protection**, v.78, p.232-238, 2015.

ALYOKHIN, A.; MILLER, L. Propensity for flying and walking by the Colorado potato beetles treated with imidacloprid**. American Journal Potato Resourch**, v.92, p.138-142, 2015.

ALVES, F.M.; DINIZ, J.F.S.; SILVA, I.W.; FERNANDES, F.L.; DA SILVA, P.R.; GORRI, J.E.R. (2014) Sampling plan for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) on a potato (*Solanum tuberosum*) plantation. **American Journal Potato Resourch**, v.91, p.663-672, 2014.

AMARAL, D.S.S.L.; VENZON, M.; DUARTE, M.V.A.; SOUSA, F.F.; PALLINI, A.; HARWOOD, J.D. Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators. **Biological control**, v.64, p.338-346, 2013.

BACCI, L.; PICANÇO, M.C.; MOURA, M.F.; SEMEÃO, A.A.; FERNANDES, F.L.; MORAIS, E.G.F. Sampling plan for thrips (Thysanoptera: Thipidae) on cucumber, **Neotropical Entomology**, v.37, p.582-590, 2008.

BACCI, L.; ROSADO, J.F.; PICANÇO, M.C. Concentration-mortality responses of *Myzus persicae* and natural enemies to selected insecticides. **Journal of Environmental Science and Health Part A**, v.47, p.1930-1937, 2012.

BUENO, A.F.; BATISELA, M.J.; BUENO, R.C.O.F.; FRANÇA-NETO, J.B.; NISHIKAWA, M.A.N.; FILHO, A.L. Effects of integrated pest management, biological control and prophylactic use of insecticides on the management and sustainability of soybean. **Crop Protection**, v.30, p.937–945, 2011.

CEAGESP. **Classificação da Batata *in natura*.** São Paulo: Programa brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros, 2001. 4 p.

CORTEZ-MONDACA, E.; VALENZUELA-ESCOBOZA, F.A. Natural enemies of the leafminer *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae): Challenges and Perspectives for its Biological Control. **Southwestern Entomologist**, v.38, p. 643-660, 2013.

DELEO, J.P.B.; CARDOSO, F. **Especial batata: Gestão sustentável - Custo de produção em alta nos últimos anos.** 2014. Disponível em: <http://www.

cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/139/mat_capa.pdf>. Acesso 25 de Outubro 2015.

FERNANDES, F.L.; PICANÇO, M.C.; CAMPOS, S.O.; BASTOS, C.S.; CHEDIAK, M.; GUEDES, R.N.C.; SILVA, R.S. Economic injury level for the coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) using attractive traps in brazilian coffee fields. **Journal of Economic Entomology**, v.104, p.1909-1917, 2011.

GUPTA, R.C.; MILATOVIC, D.Inseticides. In: GUPTA, R.C. (Ed.) **Biomarkers in Toxicology** Amsterdam: Academic Press/Elsevier, 2014. p.389-407.

KUMAR, A.; MEENA, N.K. Field evaluation of indoxacarb 14.5% sc against diamond back moth, *Plutella xylostella* Linn. on cabbage and it's phytotoxicity. **Pest Management in Horticultural Ecosystems**, v.16, p.179-183, 2010.

LI, S.J.; XUE, X.; AHMED, M.Z.; REN, S.X., DU, Y.Z.; WU, J.H., CUTHBERTSON, A.G.S.; QUI, B.L. Host plants and natural enemies of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in China. **Insect Science**, v.18, p.101-120, 2011.

LIMA, C.H.O.; SARMENTO, R.A.; ROSADO, J.F.; SILVEIRA, M.C.A.C.; SANTOS, G.R.; PEDRO NETO, M; ERASMO, E.A.L.; NASCIMENTO, I.R.; PICANÇO, M.C. Efficiency and economic feasibility of pest control systems in watermelon cropping. **Journal of Economic Entomology**, v.107, p.1118-1126, 2014.

MAC Z POTATOES - History, production, trade. Guide vegetable. 2013. Disponível em <http://www.zipmec.com/em/potatoes-history-production-trade-guide-vege>. Acesso em 21 Outubro 2015.

MOURA, M.F.; PICANÇO, M.C.; DA SILVA, E.M.; GUEDES, R.N.C.; PEREIRA, J.L. Plano de amostragem do biótipo B de *Bemisia tabaci* na cultura do pepino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1357-1363, 2003.

MUJICA, N.; KROSCHEL, J. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. **Crop Protection**, v.46, p.6-16, 2013.

OKOTH, C.A.; DENG, A.L.; TABU, I.M.; AKUTSE, K.S.; FIABOE, K.K.M. Effect of host plant on feeding, biological and morphological parameters of *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **African Entomology**, v.22, p.577-588, 2014.

NORONHA, C.; VENON, R.S.; VINCENT, C. Key pests of potatoes in Canada. **Cahiers Agricultures**, v.17, p.375-381, 2008.

PICANÇO, M.C.; BACCI, L.; CRESPO, A.L.B.; MIRANDA, M.M.M.; MARTINS, J.C. Effect of integrated pest management pratices on tomato production and

conservation of natural enemies. **Agricultural and Forest Entomology**, v.9, p.327-335, 2007.

PICANÇO, M.C.; PAULA, S.V.; MORÃES JUNIOR, A.R.; OLIVEIRA, I.R.; SEMEÃO, A.A.; ROSADO, J.Á. Impactos financeiros da adoção de manejo integrado de pragas na cultura do tomateiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p.245-252, 2004.

RAHMAN, S. Pesticide consumption and productivity and the potential of IPM in Bangladesh. **Science of Total Environment**, v.445, p.48-56, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

REISIG, D.D.; BACHELER, J.S.; HERBERT, D.A.; KUHAR, T.; MALONE, S.; PHILIPS, C.; WEISZ, R. Efficacy and value of prophylactic vs integrated pest management approaches for management of cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in wheat and ramifications for adoption by growers. **Journal of Economic Entomology**, v.105, p.1612-1619, 2012.

ROZSAVOLGYI, T.; HORVATH, F. Effect of pyrethroid insecticides on the photosynthetic activity of pea mesophyll protoplasts. **Acta Biologica Szegediensis**, v.52, p.233–235, 2008.

SIKORA, E.J.; KEMBLE, K.M.; ZEHNDER, G.M.; GOODMAN, W.R.; ANDRIANIFAHANANA, M.; BAUSKE, E.M.; MURPHY, J.F. Using on-farm demonstrations to promote integrated pest management practices in tomato production. **Hortic Technology**, v.12, p.485-488, 2002.

STEINER, M. Progress towards integrated pest management for thrips (Thysanoptera: Thripidae) in strawberries in Australia. **Bulletin OILB/SROP**, v.25, p.253-256, 2002.

SOUZA, B.H.S.; CAMPO, A.R. 2010. Composição e ocorrência de pragas em seis variedades de feijoeiro comum e reflexos na produtividade. Disponível em <http://www. grupocultiva. com. br/site/conte-nt/artigos. php?id=822>. Acesso em 30 de outubro 2015.

TIMPRASERT, S.; DATTA, A.; RANAMUKHAARACHCHI, S.L. Factors determining adoption of integrated pest management by vegetable growers in Nakhon Ratchasima Province, Thailand. **Crop Protection**, v.62, p.32-39, 2014.

UNTIED, T.R. BLANKE, M.M. Effects of fungicide and insecticide mixtures on apple tree canopy photosynthesis, dark respiration and carbon economy. **Crop Protection**, v.23, p.1001-1006, 2004.

VERES, A.; TÓTH, F.; KISS, J.; FETYKÓ, K.; OROSZ, S.; LAVIGNE, C; OTTO, S.; BOHAN, D. Spatio-temporal dynamics of *Orius* spp. (Hemiptera: Anthocoridae) abundance in the agricultural landscape. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.162, p.45-51, 2012.

WALKER, G.P.; HODSON, A.J.; KALE, A.J.; HERMAN, T.J.B.; CAMERON, P.J. Trends in IPM and insecticide use in processing tomatoes in New Zealand. **Crop Protection**, v.28, p.421-427, 2009.

WERE, H.K.; KABIRA, J.N.; KINYUA, Z.M.; OLUBAYO, F.M.; KARINGA, J.K.; AURA, J.; LEES, A.K.; COWAN, G.H.; TORRANCE, L. Occurrence and distribution of potato Pests and diseases in Kenya. **Potato Research**, v.52, p.325-342, 2013.

WILLIAMS, T.; ARREDONDO-BERNAL, H.C.; RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE, L.A. Biological Pest Control in Mexico. **Annual Review Entomology**, v.58, p.119-40, 2013.

WORKMAN, P.; WALKER, G.P.; WINKLER, S. Incidence and control of thrips on outdoor lettuce at pukekohe. **New Zeland Plant Protect**, v.60, p.42-49, 2007.

WORKMAN, P.J.; MARTIN, N.A. Towards integrated pest management of *Thrips tabaci* on onions. **New Zeland Plant Protect**, v.55, p.188, 2002.

CONCLUSÕES GERAIS

As lagartas de *Chrysodeixis includens* desfolham mais o terço mediano das plantas de batata e a alimentação ocorre entre as nervuras dos folíolos da planta adquirindo aspecto “rendilhado”.

Os NDEs foram 0,14 lagartas por planta e 3,47 % de desfolha enquanto os NCs foram de 0,11 lagartas por planta e 2,78 % de desfolha

A prática do monitoramento de pragas na cultura da batata com uso do nível de controle reduz o número de aplicações de inseticidas, acarretando o aumento da renda líquida do produtor.