

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E
INOVAÇÃO - MESTRADO PROFISSIONAL EM OLERICULTURA**

**ASSOCIAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS
NO CONTROLE DE *Meloidogyne javanica* EM CULTIVO DE
BATATA**

Autor: José Feliciano Bernardes Neto
Orientador: Dr. Nadson Carvalho Pontes

Dissertação apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Morrinhos – Área de Concentração Olericultura.

MORRINHOS-GO
2019

FICHA CATALOGRÁFICA DEVERÁ SER EMITIDA PELO BIBLIOTECÁRIO DO
IF GOIANO – CAMPUS MORRINHOS

FICHA DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Devo meus sinceros agradecimentos ao IF Goiano, Campus Morrinhos, pela oportunidade de poder estudar a ponto de conseguir, em mais uma etapa da minha carreira acadêmica, o título de Mestre em Olericultura. Este agradecimento ofereço ao Diretor-Geral do Campus Morrinhos, Professor Dr. Gilberto Silvério da Silva.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura por todo o suporte e qualidade no ensino e pela organização do programa, agradecimentos que direciono à professora Dra. Clarice Aparecida Megguer, Coordenadora do Programa.

Os meus mais profundos e sinceros agradecimentos ao meu orientador, professor Dr. Nadson Carvalho Pontes, que, desde a graduação, me acolheu e entendeu meus desafios e nunca desistiu de mim, sempre me incentivando e me mostrando que sempre podemos mais e mais aprender e evoluir.

Aos meus colegas de Instituição e de mestrado, que me forneceram total ajuda emocional e força para a execução deste trabalho.

Por último, agradeço à minha família, que me deu todo o suporte e ensino que escola alguma pôde me ensinar, e a Deus, por sempre curar a ignorância pois, a cada página que lemos, aprendemos o quanto somos pequenos e o quanto mais devemos aprender para supor como é a vida.

Obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

José Feliciano Bernardes Neto, filho de Braz Bernardes Ferreira e Milta Helena do Carmo Bernardes, nasceu em 19 de novembro de 1992, na cidade de Morrinhos-GO. Em 2018, graduou-se em Bacharel em Agronomia pelo Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. Em março de 2018, iniciou o curso de Mestrado Profissional em Olericultura no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos.

RESUMO

BERNARDES NETO, JOSÉ FELICIANO. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, março 2019. **Associação de produtos químicos e biológicos no controle de *Meloidogyne javanica* em cultivo de batata.** Orientador: Dr. Nadson Carvalho Pontes.

Esse estudo objetivou avaliar o efeito do princípio ativo fluopyram no controle de nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) em condições de campo na cultura da batata. O experimento foi realizado no campo experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. Após a área preparada e adubada, distribuíram-se batatas-semente cv. Ágatar nos sulcos. Os tratamentos foram duas testemunhas não tratadas e seis tratadas em diferentes doses e combinações com produtos à base de Fluopyram, *Bacillus subtilis*, Pencicurom e de Cadusafôs. Avaliaram-se a emergência e os sintomas de fitointoxicação aos 30 dias após o plantio (DAP), a amontoa, aos 38 DAP e a colheita, aos 98 DAP. Os tubérculos tiveram a produtividade estimada e a classificação comercial e com “pipocas” (galhas). A população de ovos e de juvenis de segundo estágio (J2) nas amostras foi avaliada em laboratório. Os dados foram submetidos a testes estatísticos. Não foram observados sintomas de fitointoxicação. Os tratamentos com Fluopyram reduziram os danos causados pelos nematoides, ovos e J2 nos tubérculos. Observaram-se os melhores resultados nas doses. 500 e 375 g a.i. ha⁻¹ em associação com *Bacillus subtilis* ou Pencicurom.

Palavras-chave: *Meloidogyne javanica*, *Solanum tuberosum* L., controle químico

ABSTRACT

BERNARDES NETO, JOSÉ FELICIANO. Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, March 2019. **Association of chemical and biological control on *Meloidogyne javanica* in potato crops.** Advisor: Dr. Pontes, Nadson Carvalho

This study aimed to evaluate the active principle fluopyram effect on root knot nematodes control (*Meloidogyne javanica*) in potato crop under field conditions. The experiment was carried out on the experimental field at the Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus, Goiás State, Brazil. After the area prepared and fertilized, seed potatoes cv. Agitate were sowed in the furrows. The treatments consisted of two control untreated and six control treated in different doses and combinations with products based on Fluopyram, *Bacillus subtilis*, Pencicurom and Cadusafós. The emergence and symptoms of phytointoxication were evaluated at 30th day after planting (DAP), heaping at 38th DAP, and harvest at 98th DAP. The tubers had productivity estimated and classified as commercial potatoes and with "popcorn" (galls). Population of eggs and second stage juveniles (J2) in the samples were evaluated in the laboratory. Data were submitted to statistical tests. No phytotoxication symptoms were found. Fluopyram treatments reduced the damage caused by nematodes, eggs, and J2 in the tubers. The best results were at doses 500 and 375 g a.i. ha⁻¹ in combination with *Bacillus subtilis* or Pencicurom.

Keywords: *Meloidogyne javanica*, *Solanum tuberosum* L., chemical control

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Croqui do experimento instalado no campo experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. Início em 15 de dezembro de 2017. Morrinhos (GO).....	13
Figura 2 Plantio e aplicação dos tratamentos. (A) Distribuição dos tubérculos. (B) Aplicação dos tratamentos nos tubérculos no sulco de plantio. (C) Tubérculo com a aplicação dos tratamentos. (D) Tubérculos cobertos.....	14
Figura 3 Visão do experimento após adubação de cobertura e amontoa aos 38 dias após o plantio.....	15
Figura 4 Tubérculos separados após a colheita (A) para pesagem e classificação (B).....	18
Figura 5 Procedimento de preparo das amostras (A), trituração (B) e separação com jogo de peneiras (C e D) de ovos e nematoides. Material coletado (E) e observado em microscópio de luz (F).....	18
Figura 6 Produtividade média estimada de tubérculos observada para os diferentes tratamentos avaliados. Não houve efeito dos tratamentos sobre esta variável (F, $p \leq 0,05$).....	19
Figura 7 Alguns dos defeitos e sintomas de ataque por fitopatógenos observados nos tubérculos colhidos, como o embonecamento e a sarna comum (A), e o severo ataque por nematoides com a formação das galhas nos tubérculos denominadas de pipocas (B).....	19
Figura 8 Número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) extraídos por grama de raiz (tubérculos) oriundos dos diferentes tratamentos avaliados. Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas (nº ovos por g de raiz) e minúsculas (nº de J2 por g de raiz) diferem entre si pelo teste T de Student ($p \leq 0,05$).....	20
Figura 9 Montagem em lâmina de Peters (A) para contagem do número de juvenis de segundo estágio (B) e ovos (C) em microscópio de luz (aumento de 10^3). Corte perineal de fêmeas (D) coletadas nas galhas para identificação da espécie (<i>Meloidogyne javanica</i>).....	20

LISTA DE TABELAS E QUADRO

	Página
Tabela 1	Descrição dos tratamentos aplicados em sulco de plantio da batata..... 16
Tabela 2	Valores médios de nota de fitotoxicidade (ERWC 1964), tubérculos germinados e números de ramos por planta aos 66, 75 e 83 dias após a inoculação, observadas nas parcelas submetidas aos diferentes tratamentos..... 19
Quadro	Escala de notas de fitotoxicidade (EWRC 1964)..... 17

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura da Batata	3
2.2 Principais nematoides fitopatogênicos em batata e opções de controle	4
2.3 Referências	7
3 CAPÍTULO I.....	10
3.1 Introdução	11
3.2 Material e métodos	13
3.2.1 Localização do Experimento.....	13
3.2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos.....	13
3.2.3 Implantação do experimento.....	14
3.2.4 Tratamentos	15
3.2.5 Avaliações.....	16
3.2.6 Análises estatísticas	18
3.3 Resultados e discussão.....	18
3.4 Referências.....	22
4 CONCLUSÃO GERAL	24

1 INTRODUÇÃO GERAL

A batata (*Solanum tuberosum*) é originária da região da Cordilheira dos Andes, América do Sul, tendo sido disseminada pelas tribos habitantes da região para quase todos os países (Filgueira 2008). É a quarta cultura mais produzida no mundo, perdendo apenas para o milho, trigo e arroz (Cunha et al. 2014). Trata-se de um relevante componente na dieta da população mundial por ser um alimento energético, fonte de vitaminas e sais minerais, sendo consumida na grande maioria dos países (Cônsole 2015).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação [Food Agriculture Organization (FAO)], a produção mundial de batata inglesa em 2013 foi de 373,15 milhões t (FAO 2013). A China é o principal país produtor. O Brasil é o 20º colocado na produção mundial com, aproximadamente, 3,9 milhões t, representando cerca de 1% do total da produção mundial (IBGE 2013), sendo cultivada em uma área plantada de 127.996 ha (IBGE 2015). Os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul e Goiás (IBGE 2013).

Os fitonematoides têm grande importância na cultura da batata pelo potencial que têm de causar graves prejuízos à cultura (Nazareno & Gomes 2010). Entre os principais nematoides, estão os causadores de galhas nas raízes, do gênero *Meloidogyne*, que infectam o sistema radicular das plantas, interferindo severamente no desenvolvimento, rendimento e qualidade dos tubérculos (Williams 1972; Oliveira 2007; Silva & Santos 2007). O sintoma típico do ataque deste grupo de nematoides em batata é o aparecimento das “pipocas” nos tubérculos infectados.

A falta de variedades com bons níveis de resistência leva à necessidade de avaliar produtos com efeito nematicida. Assim, o presente estudo teve como objetivo

avaliar, em condições de campo, a eficiência do Fluopyram aplicado em sulco de plantio no controle de nematoides-das-galhas em batata e na produtividade final da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da Batata

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma hortaliça originária da região dos Andes, na América do Sul. É a terceira cultura alimentar mais importante em todo o mundo, ficando atrás somente do arroz e do trigo. No Brasil, a batata é considerada a principal hortaliça em importância econômica (Pinheiro 2017). Em 2016, a área plantada com essa cultura foi de, aproximadamente, 130 mil ha, com uma produção de 3,85 milhões t (IBGE 2016).

A batata foi domesticada e levada para o continente Europeu pelos espanhóis e ingleses, que colonizaram a América Central durante o século XV e XVI. Porém, foi utilizada primeiramente como uma planta ornamental em jardins pelo continente europeu, posteriormente, introduzida na alimentação de animais e seres humanos, tendo sido considerada alimento de pessoas menos favorecidas. No Brasil, o cultivo da batata teve seu início no final do século XIX pelo sul do país, trazida por imigrantes europeus. Nesta região, ela se adaptou bem, pois as cultivares trazidas do continente Europeu exigiam um clima parecido com o da região Sul do país.

No início da revolução industrial, a batata era a principal fonte de energia dos trabalhadores das indústrias, por ser muito nutritiva e de baixo custo. Com essa importância nutricional, a cultura teve sua produção intensificada, propiciando o aumento de doenças, que ocasionaram vários problemas econômicos e sociais. Como exemplo, a fome na Irlanda, que causou milhões de mortes por fome e a emigração de outros milhões de irlandeses para a América durante os anos do final de 1800, danos esses causados aos batatais pelo fungo *Phytophthora infestans*, agente causal da requeima da batata (Alves et al. 2017).

Existem centenas de espécies de batatas do gênero *Solanum* pelo mundo, sendo que apenas oito delas são cultivadas em caráter comercial (Figueiredo et al. 2011). A batata é muito exigente em termos hídricos e em temperaturas médias ideais (10-20 °C), sendo que no Brasil é capaz de produzir até três safras durante o período de um ano. O Brasil consegue produzir 1% da batata do mundo, sendo autossuficiente para esta hortaliça, porém ainda importa batatas em formas industrializadas ou pré-processadas.

O manejo do solo em relação à adubação correta é uma prática que garante o sucesso na cultura da batata, sendo necessários o revolvimento do solo com arações e gradagens e a abertura de sulcos para o plantio dos tubérculos, denominados de batata-semente quando utilizados para este fim. Os sulcos devem ter de 10-15 cm de profundidade e uma distância de 70-90 cm.

Muito exigente na absorção de nutrientes, a cultura da batata requer uma boa recomendação de macro e micronutrientes, tendo em vista que o produto comercial corresponde a um tipo de tecido de reserva. A deficiência nutricional pode resultar em tubérculos pequenos. Com a calagem para correção do pH do solo e o fornecimento de Ca e Mg, o fornecimento dos demais macro e micronutrientes é feito no plantio com sua distribuição nos sulcos e o restante através de adubação de cobertura, principalmente os nitrogenados, podendo ocorrer uma ou duas coberturas via lanço ou fertirrigação (Lopes & Buso 1999).

As principais pragas da cultura da batata são lagarta-rosca, bicho-mineiro, vaquinha, traça-das-batatas, pulgões e ácaros, podendo variar de região em grau de severidade à cultura (Lopes & Buso 1999). Entre as doenças que acometem a cultura da batata, temos as causadas por fungos, bactérias e nematoides. As principais doenças fúngicas são causadas por *Phytophthora infestans* (requeima da batata) e *Alternaria grandis* (pinta-preta). Quanto às bactérias patogênicas, *Ralstonia solanacearum* (murcha-bacteriana) e bactérias pectolíticas (podridão mole) são as de maior potencial de dano. As espécies do gênero *Meloidogyne* correspondem aos nematoides de maior importância econômica nos cultivos brasileiros.

2.2 Principais nematoides fitopatogênicos em batata e opções de controle

Entre os vários fatores que afetam a produção de batata, os prejuízos econômicos causados pelos nematoides merecem atenção, pois são os organismos

pluricelulares mais abundantes do planeta (Kimpinski & Sturz, 2003; Ferraz & Brown, 2016). Os nematoides-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) são o grupo de fitonematoides mais importantes do mundo e, entre eles, no Brasil, as espécies *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood são de grande relevância para o cultivo de batata. A cultivar ‘Achat’ apresenta tolerância a essas espécies, porém ainda não é conhecida fonte de resistência em batata aos nematoides-das-galhas (Pinheiro 2017).

No Brasil, as primeiras publicações de nematoides-das-galhas na cultura da batata relatam danos nas raízes e tubérculos no estado de São Paulo (Deslands 1935; Berthet 1955). Mais tarde, as espécies *M. javanica* e *M. incognita* foram constatadas sendo de maior importância para o cultivo de batata no país (Galli et al. 1968).

Apesar de difícil e muito oneroso, há diversos produtos e práticas para o manejo de fitonematoides, porém, o que ocorre, de fato, é uma diminuição da sua população. Além disso, para se chegar a níveis satisfatórios de redução, é necessária a integração de técnicas, como preparo do solo, utilização de plantas alelopáticas e aplicação de produtos químicos e biológicos destinados ao controle dos nematoides (Ferraz & Brown 2016).

O controle de nematoides deve ser feito utilizando vários métodos de integração visando ao baixo custo, como controle químico e biológico, havendo outros mecanismos como o controle cultural, utilização de plantas antagônicas ou produtoras de substâncias alelopáticas e utilização de plantas melhoradas geneticamente ou para cultivo já direto ou para a produção de porta-enxertos com esta resistência. O controle químico se depara com barreiras a este método, como o elevado custo e o risco de contaminação tanto do aplicador como do meio ambiente. (Araujo et al. 2012). O controle cultural visa a impedir que plantas hospedeiras favoráveis a certas espécies de nematoide fiquem a campo em períodos de vazio da cultura, impedindo que ela continue seu ciclo, diminuindo, assim, a população de nematoides. Por conseguinte, quando chegar o período da cultura, haverá uma população menor de nematoide. Outro exemplo de controle cultural é o revolvimento do solo, expondo adultos, ovos e juvenis de nematoides à radiação solar. Quando se buscam materiais para estudar possíveis acessos com genes que caracterizam resistência a certo patógeno, essa busca deve ser feita nos centros de origem ou em bancos de germoplasma públicos ou privados. Esses acessos mantêm sua carga genética inalterada e podem ser usados em programas de melhoramento (Araujo et al. 2012).

Quanto ao controle biológico, os principais produtos disponíveis são formulações à base de bactérias e fungos. Entre as bactérias, as principais espécies utilizadas pertencem ao gênero *Bacillus*, entre as quais, se destacam *B. subtilis* e *B. methylotrophicus*. Quanto aos fungos, podemos citar os agentes *Pochonia chlamydosporia* e *Paecilomyces lilacinus* como os mais utilizados (Silvino & Fancelli 2006; Podestá et al. 2009). Alguns agentes, como *B. subtilis*, produzem substâncias antibióticas que controlam os nematoides. Ao avaliar *B. subtilis* no controle de espécies de nematoides do gênero *Heterodera*, Araújo et. al. (2002) observaram diminuição da população de juvenis e da eclosão de ovos.

Os produtos químicos, mesmo sendo de elevado custo, são pouco eficazes e altamente contaminantes, apesar de mais utilizados, pelo simples fato de muitos produtores ainda acreditarem que estão resolvendo os problemas decorridos dos fitonematoides como outro agente causador de danos, tanto fitopatógenos como agentes entomológicos. A grande questão é que o controle de fitonematoides não é algo que se resolva de imediato, só no período da cultura, com um único mecanismo de controle e uma única tentativa, ele é constante, devendo envolver vários mecanismos de controle, sempre visando ao menor custo (Charchar et al. 2007).

O modo de aplicação do nematicida de origem química pode ser feito das mais diversas maneiras, sendo a mais utilizada o tratamento de sementes (modo sexuado) e tubérculos, rizomas, bulbos etc. (modo assexuado de reprodução), com aplicação no solo (nos sulcos, por exemplo). A utilização de molécula de Abamectina em tratamentos de sementes de algodão para o controle de *Rotylenchulus reniformes* tem sido muito bem estabelecida e diminuído os níveis populacionais deste nematóide, que causa muito danos a esta cultura, principalmente em solos do Cerrado (Lovato et al. 2007).

As nematicidas mais utilizados podem ser divididos em dois grupos, os fumigantes e os não fumigantes, havendo estudos conduzidos utilizando estes dois tipos de nematicidas na cultura da cenoura e da batata em solos do Cerrado para o controle de espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne*. Estes estudos foram importantes e muito relevantes, pois as espécies de nematoides deste gênero causam deformações nas raízes, as denominadas “galhas”, sendo que o tubérculo da batata e a raiz da cenoura são a parte comercial destas culturas, e havendo uma deformação, mesmo que pequena que seja a injúria (dano direto), o mercado rejeita o produto, além já dos danos indiretos que estes nematoides causam, como diminuição na produção, por exemplo. Para o controle dos nematoides do gênero *Meloidogyne* na cultura da cenoura e da batata, são mais

utilizados os produtos à base da molécula Carbofuram (nematicida não fumigante) (Charchar et al. 2007).

Como referido algumas vezes neste trabalho, os nematicidas têm alta toxicidade e deixam resíduos nos produtos comerciais, principalmente os não fumigantes, sendo seu uso uma desvantagem. Já os nematicidas fumigantes não apresentam resíduos em razão da sua alta volatilidade no meio ambiente, sendo mais eficientes contra os nematoides do gênero *Meloidogyne*. Porém os fumigantes necessitam de equipamentos e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) mais especializados para o seu uso, o que faz com que não seja tão popular sua utilização em grande áreas. Em estudos envolvendo a cultura da cenoura e da batata utilizando estes dois grupos de nematicidas para o controle de espécies de nematoide do gênero *Meloidogyne*, os produtos à base das moléculas de brometo de metila, metam-sódio e dicloropropeno cloropicrina, que são nematicidas fumigantes, foram muito mais efetivos do que os não fumigantes (Carbofuram) (Charchar et al. 2007).

Estudo recente analisando a utilização da molécula Fluopyram, Cadusafós no controle do nematoide *Meloidogyne javanica* na cultura da batata concluiu que nenhum dos tratamentos adotados com o uso de Fluopyram causou toxicidade à cultura da batata, tendo ocorrido controle do número de ovos e de juvenis de nematoides durante o ciclo da cultura, apresentando resultados superiores à molécula padrão utilizada no controle desta espécie de nematoide (Martins et al. 2018). Vale ressaltar que há poucos estudos com essa molécula para o controle de nematoides na cultura da batata.

2.3 Referências

- ALVES, FM; FERREIRA, MG; NICK, C. 2017. *A cultura. Batata, do plantio à colheita*, 1.ed. Viçosa: UFV, 1:9-19.
- ARAUJO, FF; SILVA, JFV; ARAUJO, ASF. 2002. Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, 32(2):197-202.
- ARAUJO, FF; BRAGANTE, RJ; BRAGANTE, CE. 2012. *Controle genético, químico e biológico de meloidoginose na cultura da soja*. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, abr./jun., 42(2):220-224.
- BERTHET, JA. 1955. Verruga das batatas. *Boletim de Agricultura*, São Paulo, 16, 1054p.

- CHARCHAR, JM; VIEIRA, JV; OLIVEIRA, VR; MOITA, AW. 2007. Efeitos de nematicidas fumigantes e não fumigantes no controle de *Meloidogyne* spp. em batata e cenoura. *Nematologia Brasileira*, 31(2):1-8.
- CÔNSOLO, FZ. 2015. *Avaliação das concentrações de magnésio, zinco, cobre, ferro, manganês, alumínio, cromo, cádmio, níquel, cobalto e molibdênio nas hortaliças tuberosas comercializadas e consumidas em Mato Grosso do Sul*. Mato Grosso do Sul: UFMS. 22p. (Tese doutorado).
- CUNHA, FF; GODOY, AR; MUCHALAK, SM; LIMA, SF; LEAL, AJF; BAILO, FHR; GUAZINA, RA. 2014. Produção de cultivares de batata em diferentes sistemas de irrigação. *Bioscience Journal (Online)*, 30:55-64.
- DESLANDS, JV. 1935. In: DESLANDS, J. (ed.). *Doenças da batata: medidas de prevenção*. Ministério da Agricultura, Serviço de Defesa Sanitária Vegetal, Rio de Janeiro, p.17-18.
- FERRAZ, LCCB; BROWN, DJF. 2016. *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Norma, Manaus, 251p.
- FIGUEIREDO, PG; TANAMATI, FY; MARTINS, D; BICUDO, SJ; CURCELLI, F. 2011. Cultivares, qualidade de tubérculos e comercialização da batata no Brasil. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 7:42-52.
- FILGUEIRA, RAF. 2008. Batata: o alimento universal. In: *Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. p.161-193.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO)/(ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO). 2013. *Olericultura - Análise da Conjuntura Agropecuária*. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/olericultura_2013_14.pdf. Acessado em julho 9, 2016.
- GALLI, F; TOKESHI, H; CARVALHO, PCT; BALMER, E; KIMATI, H; CARDOSO, CON; SALGADO, CL. 1968. Manual de fitopatologia: doenças das plantas e seus controles. *Agrônômica Ceres*, São Paulo, 640p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. *Pesquisa agropecuária municipal*. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20%20RJ/edef/1999_Tabela%20d%20composicao%20de%20alimentos.pdf. Acessado em maio 4, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2015. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z>. Acessado em maio 17, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2016. *Plataforma sidra. Pesquisa Agrícola Municipal 2016*. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1001#resultado>. Acesso em agosto 8, 2018.
- KIMPINSKI, J; STURZ, AV. 2003. *Managing crop root zone ecosystems for prevention of harmful and encouragement of beneficial nematodes*. *Soil and Tillage Research*, 72(2):213-221.

- LOPES, CA; BUSO, JA. (org.). 1999. *A cultura da batata*. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1, 187p.
- MARTINS, MM; ASSELTA, FO; SALGADO, LO; SULZBACH, F. 2018. Avaliação da eficácia e da praticabilidade agronômica do nematicida fluopyram 50% no controle do nematoide *Meloidogyne javanica* na cultura da batata (*Solanum tuberosum*). 35º Congresso Brasileiro de Nematologia, Bento Golçalves-RS, *Anais*, p.155-156.
- NAZARENO, NXR; GOMES, CB. 2010. Doenças. In: PEREIRA, AS. (org). *Produção de batata no Rio Grande do Sul - Sistema de Produção*. Embrapa Clima Temperado 19:55-68.
- OLIVEIRA, CMG. 2007. *Panorama das doenças e pragas em horticultura, doenças causadas por nematoides*. Campinas: Instituto Biológico, Centro Experimental Central do Instituto Biológico 69:85-86.
- PINHEIRO, JB. 2017. *Nematoides em hortaliças*. Brasília: Embrapa, 194p.
- PODESTÁ, GS; GIARRETA, RD; FREITAS, LG; LOPES, EA; FERRAZ, S; ZOOCA, RJF. 2009. *Atividade nematofaga de P. chlamydosporia em solo natural ou autoclavado sobre Meloidogyne javanica*. Departamento de fitopatologia, UFV.
- SILVA, AR; SANTOS, JM. 2007. *Nematoides na Cultura da Batata Inglesa no Brasil*. Itapetininga: Associação brasileira da batata, 55p.
- SILVINO, CH; FANCELLI, M. 2006. Manejo Integrado de nematoides na cultura da bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, 28(2):331-338.
- WILLIAMS, KJO. 1972. *Meloidogyne javanica*. Commonwealth Agriculture Bureaux, CIH. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes 1:4.

3 CAPÍTULO I

Associação de produtos químicos e biológicos no controle de nematoide-das-galhas em cultivo de batata

(Normas de acordo com a Revista Horticultura Brasileira)

Resumo

Esse estudo objetivou avaliar o efeito do princípio ativo fluopyram no controle de nematoide-das-galhas (*Meloidogyne javanica*) em condições de campo na cultura da batata. O experimento foi realizado no campo experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. Após a área preparada e adubada, distribuíram-se batatas-semente cv. Ágatar nos sulcos. Os tratamentos foram duas testemunhas não tratadas e seis tratadas em diferentes doses e combinações com produtos à base de Fluopyram, *Bacillus subtilis*, Pencicurom e de Cadusafós. Avaliaram-se a emergência e os sintomas de fitointoxicação aos 30 dias após o plantio (DAP), a amontoa, aos 38 DAP e a colheita, aos 98 DAP. Os tubérculos tiveram a produtividade estimada e a classificação comercial e com “pipocas” (galhas). A população de ovos e de juvenis de segundo estágio (J2) nas amostras foi avaliada em laboratório. Os dados foram submetidos a testes estatísticos. Não foram observados sintomas de fitointoxicação. Os tratamentos com Fluopyram reduziram os danos causados pelos nematoides, ovos e J2 nos tubérculos. Observaram-se os melhores resultados nas doses. 500 e 375 g a.i. ha⁻¹ em associação com *Bacillus subtilis* ou Pencicurom.

Palavras-chave: *Meloidogyne javanica*, *Solanum tuberosum* L., controle químico

3 CHAPTER I

Chemical and biological products associated in root knot nematodes control in potato crops

Abstract

This study aimed to evaluate the active principle fluopyram effect on root knot nematodes control (*Meloidogyne javanica*) in potato crop under field conditions. The experiment was carried out on the experimental field at the Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus, Goiás State, Brazil. After the area prepared and fertilized, seed potatoes cv. Agitate were sowed in the furrows. The treatments consisted of two control untreated and six control treated in different doses and combinations with products based on Fluopyram, *Bacillus subtilis*, Pencicurom and Cadusafós. The emergence and symptoms of phytointoxication were evaluated at 30th day after planting (DAP), heaping at 38th DAP, and harvest at 98th DAP. The tubers had productivity estimated and classified as commercial potatoes and with "popcorn" (galls). Population of eggs and second stage juveniles (J2) in the samples were evaluated in the laboratory. Data were submitted to statistical tests. No phytotoxication symptoms were found. Fluopyram treatments reduced the damage caused by nematodes, eggs, and J2 in the tubers. The best results were at doses 500 and 375 g a.i. ha⁻¹ in combination with *Bacillus subtilis* or Pencicurom.

Keywords: *Meloidogyne javanica*, *Solanum tuberosum* L., chemical control

3.1 Introdução

A batata (*Solanum tuberosum*) tem como centro de origem áreas da região da Cordilheira dos Andes, localizada na América do Sul, tendo sido disseminada pelas tribos habitantes da região para quase todos os países (Filgueira 2008). De todas as culturas ao redor do mundo, é a quarta cultura mais produzida, perdendo apenas para o milho, trigo e arroz (Cunha et al. 2014), sendo um relevante componente na dieta da população mundial por ser um alimento que fornece altos valores energéticos, fonte de vitaminas e sais minerais, sendo consumida na grande maioria dos países ao redor do mundo (Cônsole 2015).

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação [Food and Agriculture Organization (FAO)], a produção mundial de batata inglesa em 2016 foi de 385 milhões t (ACTUALITIX 2016). A China é o principal país produtor com 96 milhões t em 2014. O Brasil é o 21º colocado na produção mundial com, aproximadamente, 3,6 milhões t, representando cerca de 1% do total da produção mundial (ACTUALITIX 2016), sendo cultivada em uma área plantada de 127.996 ha (IBGE 2015). Os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul e Goiás (IBGE 2013).

Várias doenças causadas por diferentes fitopatógenos têm grande importância na cultura da batata, sendo os de maior relevância atualmente os fitonematoides, pelo potencial de causar graves prejuízos à cultura (Nazareno & Gomes 2010). Entre os principais nematoides, estão os causadores de galhas nas raízes, do gênero *Meloidogyne*, que infectam o sistema radicular das plantas, interferindo severamente no desenvolvimento, rendimento e qualidade dos tubérculos (Williams 1972; Oliveira 2007; Silva & Santos 2007). O sintoma típico do ataque deste grupo de nematoides em batata é o aparecimento das “pipocas” nos tubérculos infectados.

O controle de fitonematoides é bastante difícil e de elevado custo, o que se almeja é, ao máximo, diminuir sua população em determinada área. Além disso, para chegar a níveis satisfatórios de redução, é necessária a integração de técnicas, como preparo do solo, utilização de plantas alelopáticas e aplicação de produtos químicos e biológicos destinados a seu controle (Ferraz & Brown 2016).

A utilização de agroquímicos para o controle dos fitonematoides é de elevado custo, pouco eficaz e altamente contaminante, mas ainda sim os agroquímicos são os mais utilizados pelo simples fato de muitos produtores ainda acreditarem que estão resolvendo os problemas decorridos dos fitonematoides como se fosse outro agente causador de danos, tanto fitopatógenos como agentes entomológicos. A grande questão é que o controle de fitonematoides não é algo que se resolva de imediato só no período da cultura que está sendo cultivada com um único mecanismo de controle e por uma única tentativa, ele é constante, deve envolver vários mecanismos de controle, sempre visando ao menor custo (Charchar et al. 2007).

Estudo recente analisando a utilização das moléculas Fluopyram e Cadusafós no controle do nematoide *Meloidogyne javanica* na cultura da batata concluiu que nenhum dos tratamentos adotados com o uso de Fluopyram causou toxidez à cultura da batata, tendo ocorrido controle do número de ovos e juvenis de nematoides durante o

ciclo da cultura, apresentando resultados superiores à molécula padrão (Cadusafós) utilizada no controle desta espécie de nematoide (Martins et al. 2018).

Vale ressaltar que há poucos estudos com essa molécula para o controle de nematoides na cultura da batata. Sendo assim, no presente estudo, conduzido em condições de campo, buscou-se avaliar a eficiência do Fluopyram no controle de nematoide-das-galhas em batata e no desempenho e produção da cultura.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos (19°09'40''S, 48°16'42''W e 836 m de altitude). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa. A área conta com sistema de irrigação por microaspersão. O local tem histórico recorrente de infecção por *Meloidogyne* spp.

3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento seguiu o delineamento em blocos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 5m, com espaçamento de 0,80 m entre linhas, totalizando 16 m². A parcela útil correspondeu às linhas centrais, desprezando-se 1 m na extremidade de cada linha (4,8 m²). A distribuição das parcelas seguiu o esquema descrito (Figura 1).

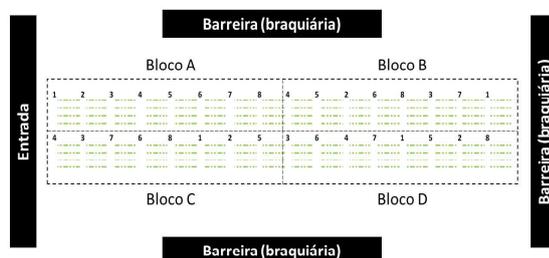


Figura 1. Croqui do experimento instalado no campo experimental do Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos. Início 15 de dezembro de 2017 (Sketch of the experiment installed on the experimental field at the Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus. Starting December 15, 2017). Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

3.2.3 Implantação do experimento

Nos dias que antecederam ao plantio, foi feito o preparo da área, com operações de subsolagem, gradagem e nivelamento da área com grade niveladora. O experimento foi instalado em 15 de dezembro de 2017. Considerando a análise de solo, foi calculada a quantidade de nutrientes necessárias para suprir as plantas de batata que seriam cultivadas na área. Para adubação de plantio, foram incorporados ao solo 2,25 t ha⁻¹ de NPK (4-14-8). Esta adubação foi feita por um distribuidor de adubo acoplado ao sulcador. O plantio das batatas semente foi feito após o preparo do solo e adubação, em 15 de dezembro de 2017. Foram utilizadas batatas-semente cv. Ágata, semeadas manualmente, sendo distribuídos três tubérculos por metro linear.

Na ocasião do plantio, os tubérculos, assim que distribuídos nos sulcos ainda descobertos, foram submetidos aos respectivos tratamentos. Nesta ocasião, foi feita a aplicação de Fipronil (Regent®, Basf S.A. 200 g p.c. ha⁻¹) em jato dirigido no sulco de plantio da cultura antes da cobertura dos tubérculos semente, na dose de 120 g i.a. ha⁻¹ para controle de cupins e formigas.



Figura 2. Plantio e aplicação dos tratamentos. (A) Distribuição dos tubérculos. (B) Aplicação dos tratamentos nos tubérculos no sulco de plantio. (C) Tubérculo com a aplicação dos tratamentos. (D) Tubérculos cobertos [Planting and treatment application. (A) Tuber distribution. (B) Treatment application to tubers in the planting furrows. (C) Tuber with treatment application. (D) Covered tubers]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

Aos 38 dias após o plantio (DAP), foi feita adubação de cobertura, com a distribuição de 1,5 t ha⁻¹ de adubo formulado 20-0-20 e uma nova aplicação de Fipronil (Regent®, Basf S.A. 200 g p.c. ha⁻¹), com jato dirigido para a base das plantas, local de formação de novos tubérculos, cobrindo-se o local aplicado imediatamente com terra

após a aplicação por meio do procedimento da amontoa (Figura 3). O controle de pragas, doenças e plantas daninhas durante o ciclo da cultura foi feito de acordo com o monitoramento diário da área, com observações no campo, utilizando produtos recomendados para a cultura da batata. O manejo fitossanitário foi o mesmo para todos os tratamentos, fazendo a aplicação apenas via sulco de plantio conforme recomendação do fabricante.



Figura 3. Visão do experimento após adubação de cobertura e amontoa aos 38 dias após o plantio (The experimente view after top-dressing and heaps at 38 days after planting). Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

Com 49 DAP, foi feita a aplicação dos herbicidas à base de cletodim (Fusilade®, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda., 0,45 L p.c. ha⁻¹) e metribuzim (Bayer Crop Science S.A. 0,75 L p.c. ha⁻¹), com bomba costal motorizada de 20 L. O controle das plantas daninhas também foi feito por capinas manuais quinzenalmente. Para o manejo de insetos-praga, foram aplicados os seguintes inseticidas à base de tiametoxam e lambda-cialotrina (Engeo Pleno®, Syngenta Proteção de cultivos Ltda.) na dose de 0,10 L p.c. ha⁻¹ aos 42, 49 e 56 DAP, para controle de escaravelho, também chamado de besouro-da-batata (*Leptinotarsa decemlineata*), e vaquinha verde amarela (*Diabrotica speciosa*).

Ao longo do ciclo de cultivo, os dados meteorológicos foram monitorados pela estação meteorológica (Agrosystem®) presente na área do Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos (INMET/SINDA 2015).

3.2.4 Tratamentos

O projeto consistiu da avaliação de produto à base de Fluopyram, em diferentes doses e combinações, com os produtos à base de *Bacillus subtilis* e Pencicuirom,

contrastados com as testemunhas não tratadas e com outro produto comercial nematicida à base de Cadusafós (Tabela 1) para efeitos no controle de nematoide-das-galhas. Foram seguidas a dose recomendada pelo fabricante e diferentes doses recomendadas para verificar possíveis resultados quando aplicadas em combinação com outro produto. Conforme mencionado, a aplicação dos tratamentos foi feita no sulco de plantio, com cobertura dos tubérculos e do solo no sulco pelos produtos aplicados com volume de calda de 200 L ha⁻¹. A aplicação foi feita com pulverizador pressurizado à CO₂ com bico tipo leque e pressão de trabalho de 2,5 bar, resultando no mesmo volume de calda desejado para todos os tratamentos. A dose do produto comercial padrão foi utilizada conforme recomendação do fabricante. As aplicações tiveram início às 16 h 30 min, finalizando às 17 h 50 min. Neste período, as médias de temperatura, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar foram 23,96 °C, 89,67%, 3,2 km h⁻¹ e 257 W m⁻², respectivamente.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos aplicados em sulco de plantio da batata (Description of the treatments applied in potato planting furrow). Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

Tratamento nº	Descrição do Tratamento	Dose de ingrediente ativo por ha (g i.a. ha ⁻¹)
1	Testemunha 1	-
2	Testemunha 2	-
3	Cadusafós	6000
4	Fluopyram	375
5	Fluopyram	500
6	Fluopyram+Pencicuirom	375+1000
7	Fluopyram+ <i>Bacillus subtilis</i>	375+54,72
8	Fluopyram+Pencicuirom+ <i>Bacillus subtilis</i>	375+750+41,04

3.2.5 Avaliações

Aos 35 DAP, foram feitas a avaliação da germinação dos tubérculos bem como a ocorrência de fitointoxicação, avaliada com base na escala de notas [European Weed Research Council (EWRC) 1964] (Quadro). A avaliação da germinação foi feita pela contagem do número de ramos por planta. Devido a plantios anteriores de batata na mesma área, foi observada ocorrência do nematoide-das-galhas pela formação de galhas nos tubérculos produzidos, conhecido como “pipoca”. Após a colheita, estes danos foram avaliados com base na incidência dos sintomas de “pipocas” nos tubérculos. Os tubérculos sintomáticas foram coletados e, em laboratório, feita a avaliação para confirmar tratar-se de nematoide-das-galhas, causado por *Meloidogyne* spp., e determinar a espécie do patógeno. Foram mantidas duas testemunhas não tratadas, de

modo a confirmar a homogeneidade do inóculo de nematoide na área. Assim, estas testemunhas foram avaliadas separadamente.

Quadro. Escala de notas de fitotoxicidade (EWRC 1964) [Scale of phytotoxicity notes (EWRC 1964)]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

Índice de avaliação	Descrição da fitointoxicação
1	Sem dan
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Redução no porte das plantas, encarquilhamento e necrose das folhas
7	Mais de 80% das folhas destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas páreas verdes nas plantas
9	Morte da planta

A colheita foi feita aos 98 dias após o plantio, ciclo de colheita da cultivar utilizada, sendo coletados os tubérculos em 3,6 m² da parcela útil. A colheita foi feita manualmente, e os tubérculos encontrados na área selecionada de cada parcela foram colocados em caixas de plástico com volume de 20 L, levadas para o laboratório. Os tubérculos foram lavados, pesados e classificados quanto ao tamanho e ocorrência de defeitos (Figura 4). Todas as batatas de todas as parcelas foram passadas e identificadas separadamente para determinar a produção e a produtividade. Foram considerados tubérculos comerciais aqueles que apresentavam diâmetro superior a 45 mm e sem defeitos graves para a avaliação nematológica. Avaliou-se a incidência de galhas nos tubérculos, ocasionadas pelo ataque de nematoides, pela seleção ao acaso de dez batatas. Destas batatas amostradas, foram retiradas lascas de 0,5 cm de espessura para a extração dos nematoides (Boneti & Ferraz 1981). Para tal, 100 g dos fragmentos foram lavados e triturados em liquidificador com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% durante 30 s (Figura 5). A suspensão obtida foi passada em peneiras sobrepostas de 20, 200 e 400 meshes para separar impurezas e coletar os nematoides. Recolheu-se a suspensão da peneira de 400 meshes, com o auxílio de uma pisseta contendo água destilada, colocando a solução retirada em um béquer e, com o auxílio de lâmina de Peters, determinou-se o número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) em microscópio de luz (aumento de 10³). A identificação da espécie de *Meloidogyne* foi feita por avaliação do corte perineal, através de uma chave de identificação, podendo ser constatado que a espécie de nematoide encontrada que estava causando danos à cultura era de fato *Meloidogyne javanica*.



Figura 4. Tubérculos separados após a colheita (A) para pesagem e classificação (B) [Tubers separated post-harvest (A) for weighing and classification (B)]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

3.2.6 Análises estatísticas

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (F, $p \leq 0,05$). Quando observados efeitos significativos dos tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste T de Student (T, $p \leq 0,05$). Todas as análises foram feitas no programa SAS 9.2 (SAS Institute 2008), utilizando os procedimentos *univariate general linear modeling* (GLM).



Figura 5. Procedimento de preparo das amostras (A), trituração (B) e separação com jogo de peneiras (C e D) de ovos e nematoides. Material coletado (E) e observado em microscópio de luz (F) [Sample preparation procedure (A), crushing (B), and separation with set of sieves (C and D) of eggs and nematodes. Collected material (E) and monitored under light microscope (F)]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

3.3 Resultados e discussão

Não foram verificadas em nenhuma das avaliações feitas neste experimento sintomas de fitointoxicação nas plantas de batata oriundas dos tubérculos tratados. Nas avaliações feitas aos 30 DAP, todas as plantas obtiveram nota 1 (ERWC 1964). Além

disso, não houve diferenças entre o número de tubérculos germinados aos 30 DAP (F, $p=0,41$) bem como entre o número de ramas aos 66, 75 e 83 DAP. Deste modo, não há indícios de que os tratamentos possam causar fitointoxicação nas plantas bem como comprometer seu desenvolvimento ao longo do ciclo (Tabela 2).

Em relação à produção, os tratamentos T7 e T8 tiveram superioridade em relação aos demais (Figura 6).

Tabela 2. Valores médios de nota de fitotoxicidade (ERWC 1964), tubérculos germinados e números de ramas por planta aos 66, 75 e 83 dias após a inoculação, observadas nas parcelas submetidas aos diferentes tratamentos [Mean values of phytotoxicity (ERWC 1964), germinated tubers and number of branches per plant at 66th, 75th, and 83rd days after inoculation found in plots under different treatments]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

Tratamento	Dose ingrediente ativo por ha (g i.a.ha ⁻¹)	Fitotoxicidade	Número de tubérculos germinados	Nº de Ramas 66D	Nº de Ramas 75D	Nº de Ramas 83D
Testemunha 1	-	1 – Sem dano	28,5 ^{ns}	4,8 ^{ns}	3,12 ^{ns}	2,5 ^{ns}
Testemunha 2	-	1 – Sem dano	27,5	4,29	3,45	2,75
Cadusafós	6000	1 – Sem dano	25,5	3,83	3,2	2,5
Fluopyram	375	1 – Sem dano	27,5	3,79	3,08	3,12
Fluopyram	500	1 – Sem dano	29,5	4,29	3,04	2,41
Fluopyram+Pencicuirom	375+1000	1 – Sem dano	28,75	4,5	2,87	2,41
Fluopyram+Bacillus subtilis	375+54,72	1 – Sem dano	27,75	3,75	3,42	2,58
Fluopyram+Pencicuirom +Bacillus subtilis	375+ 750+	1 – Sem dano	30,0	4,0	3,25	2,75
Coefficiente de variação (%)	-	-	9,6	12,25	14,59	12,73
P-valor	-	-	0,41	0,34	0,67	0,11

ns - não significativo (F, $p \leq 0,05$).

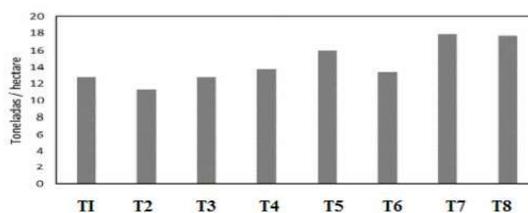


Figura 6. Figura 6. Produtividade média estimada de tubérculos observada para os diferentes tratamentos avaliados. Não houve efeito dos tratamentos sobre esta variável (F, $p \leq 0,05$) [Estimated average productivity of tubers found in different evaluated treatments. There was no effect in the treatments on this variable (F, $p \leq 0,05$)]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

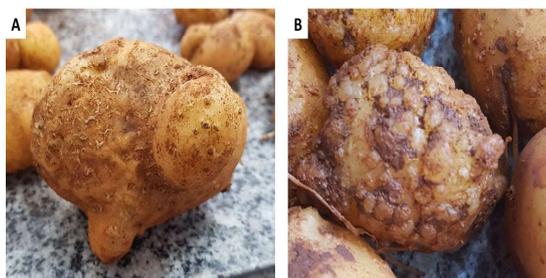


Figura 7. Alguns dos defeitos e sintomas de ataque por fitopatógenos observados nos tubérculos colhidos, como o embonecamento e a sarna comum (A), e o severo ataque por nematoides com a formação das galhas nos tubérculos denominadas de pipocas (B) [Some of the defects and symptoms of phytopathogenic attack found in tubers harvested, such as knobby potatoes and common scab (A), and the severe nematode attack with the formation of gall in tubers called 'popcorn' (B)]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

Com relação à avaliação do número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2), os tratamentos proporcionaram redução na quantidade de fitonematoides presentes nos tubérculos em relação às testemunhas (Figura 8). Foi possível observar redução da quantidade de inóculo pelos tratamentos com Fluopyram, principalmente na dose 500 g i.a. ha⁻¹ ou em dose menor em associação com outros produtos.

As análises em microscópio (Figura 9), além de permitir a contagem do número de J2 e ovos, possibilitou a identificação da espécie de *Meloidogyne*. Por meio de observação do corte perineal das fêmeas coletadas nas galhas, foi possível identificar como sendo *M. javanica* a espécie causadora dos sintomas observados.

Os tratamentos com Fluopyram, seja na dose 500 g i.a. ha⁻¹ ou em mistura com outros produtos, reduziram a incidência de sintomas de infecção por nematoides. A avaliação de número de ovos e J2 corrobora a ideia de que o produto foi efetivo no controle de *M. javanica*, reduzindo os danos causados por fitonematoides na área (ovos e J2).

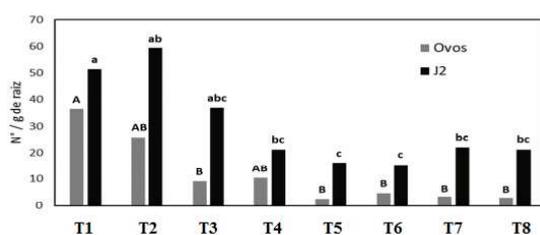


Figura 8. Número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2) extraídos por grama de raiz (tubérculos) oriundos dos diferentes tratamentos avaliados. Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas (n° ovos por g de raiz) e minúsculas (n° de J2 por g de raiz) diferem entre si pelo teste T de Student ($p \leq 0,05$) [Number of eggs and second stage juveniles (J2) extracted per root grass (tubers) from different evaluated treatments. Means followed by different capital letters (number of eggs per g of root) and lowercase letters (number of J2 per g of root) differ among them by the T-Student test ($p \leq 0,05$)]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

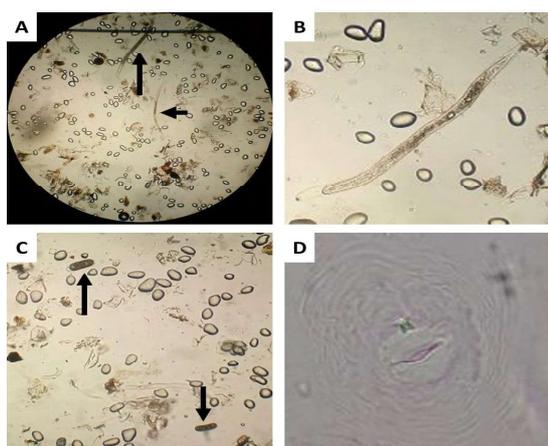


Figura 9. Montagem em lâmina de Peters (A) para contagem do número de juvenis de segundo estágio (B) e ovos (C) em microscópio de luz (aumento de 10³ vezes). Corte perineal de fêmeas (D) coletadas nas galhas para identificação da espécie (*Meloidogyne javanica*) [Peters' blade assembly (A) for counting the number of second stage juveniles (B) and eggs (C), under a light microscope (magnification 10³ times). Perineal cut of females (D) collected in galls for species identification (*Meloidogyne javanica*)]. Morrinhos, Goiás State (GO), Brazil, IF Goiano, Morrinhos Campus, 2017.

Com base nos resultados obtidos sobre o número de ovos e J2, os tratamentos T1 (testemunha não tratada) e T2 (Testemunha não tratada) foram tomados como parâmetros de infestação para avaliar os demais tratamentos, tanto que se tomarmos por base os tratamentos T1 e T2 teremos uma área naturalmente infestada. Nota-se que, mesmo com a utilização da molécula mais comumente utilizada o Cadusafós, não houve diferença estatística no controle de ovos e J2 em relação às testemunhas (Martins et al. 2018).

Os tratamentos T4, T5, T6, T7 e T8 apresentaram resultados interessantes, visto que em todos eles temos a molécula de Fluopyram. Os melhores resultados ocorreram quando houve menor incidência de ovos e de J2 de *Meloidogyne javanica*, correspondentes aos tratamentos T5 (Fluopyram) e T6 (Fluopyram+Pencicuirom).

Como o manejo de fitonematoides é algo constante, a utilização deste produto acompanhado de outras práticas manejo, sejam elas biológicas ou com o uso de plantas antagonicas, pode reduzir drasticamente os níveis populacionais dos fitonematoides e os danos ocasionados nas culturas suscetíveis, partindo do princípio de que a integração destas práticas oportuniza maior variedade de mecanismos de ação e controle. A molécula de Fluopyram apresenta desempenho melhor com a utilização de outras moléculas e microrganismos (Figura 8), resultado obtido com este trabalho.

O Fluopyram se apresenta como um importante componente para o controle de *Meloidogyne javanica* na cultura da batata, tendo mostrado eficiência superior ao Cloropirifós quando aplicado isoladamente, produto comumente utilizado para este fim. Além disso, mostrou compatibilidade quando aplicado com produtos biológicos e químicos, ou seja, não houve interações indesejáveis que inviabilizassem a ação dos produtos e a do Fluopyram, tendo ocorrido, na verdade, uma potencialização da ação em conjunto, como anteriormente relatado no controle de *Meloidogyne javanica*.

Há poucos trabalhos para esta molécula na cultura da batata e para outras culturas com a finalidade de controle de nematoides, sendo atualmente a molécula de Fluopyram mais utilizada como fungicida para o controle de fungos do grupo dos ascomicetos e deuteromicetos. Perante a luz destes resultados, com um grande potencial de controle de fitonematoides, os olhares devem se voltar mais para esta molécula e sua eficácia no controle de nematoides. E que se deve observar agora a regulação na dosagem de ingredientes ativos. de cada molécula utilizada da qual foram obtidos resultados satisfatórios, acrescentar a um programa de controle de fitonematoides e

ainda verificar sua eficácia para outras culturas e para outras espécies do gênero *Meloidogyne*.

3.4 Referências

- ACTUALITIX, 2016. *Batata produção*. Disponível em: <https://pt.actualitix.com/pais/wld/batata-paises-produtores.php> Acessado em fevereiro 13, 2019.
- BONETI, JIS; FERRAZ, S. 1981. Modificação do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* de raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 6(3):553.
- CHARCHAR, JM; VIEIRA, JV; OLIVEIRA, VR; MOITA, AW. 2007. Efeitos de nematicidas fumigantes e não fumigantes no controle de *Meloidogyne* spp. em batata e cenoura. *Nematologia Brasileira*, 31(2):1-8.
- CÔNSOLO, FZ. 2015. *Avaliação das concentrações de magnésio, zinco, cobre, ferro, manganês, alumínio, cromo, cádmio, níquel, cobalto, e molibdênio nas hortaliças tuberosas comercializadas e consumidas em Mato Grosso do Sul*. Mato Grosso do Sul: UFMS. 22p (Tese doutorado).
- CUNHA, F.F; GODOY, AR; MUCHALAK, SM; LIMA, SF; LEAL, AJF; BAILO, FHR; GUAZINA, RA. 2014. Produção de cultivares de batata em diferentes sistemas de irrigação. *Bioscience Journal* (Online), 30:55-64.
- EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL (EWRC). 1964. Report of 3rd and 4th meetings of EWRC. Committee of methods in weed research. *Weed Research*, 4:88.
- FERRAZ, LCCB; BROWN, DJF. 2016. *Nematologia de plantas: fundamentos e importância*. Norma, Manaus, 251p.
- FILGUEIRA, RAF. 2008. Batata: o alimento universal. In: *Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV. p.161-193.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2013. *Pesquisa agropecuária municipal*. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20%20RJ/edef/1999_Tabela%20d%20composicao%20de%20alimentos.pdf. Acessado em maio 4, 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2015. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z>. Acessado em maio 17, 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), SISTEMA INTEGRADO DE DADOS AMBIENTAIS (SINDA). 2015. *Banco de Dados Meteorológicos*. Previsão do Tempo. Morrinhos. Disponível em <https://meteorologia-ifgoiano-mhos.webnode.com/meteorologia/>. Acessado em maio 17, 2016.
- MARTINS, MM; ASSELTA, FO; SALGADO. LO; SULZBACH, F. 2018. Avaliação da eficácia e da praticabilidade agrônômica do nematicida fluopyram 50% no

- controle do nematoide *Meloidogyne javanica* na cultura da batata (*Solanum tuberosum*). 35º Congresso Brasileiro de Nematologia, Bento Gonçalves-RS, *Anais*, p.155-156.
- NAZARENO, NXR; GOMES, CB. 2010. Doenças. In: PEREIRA, AS. (org). *Produção de batata no Rio Grande do Sul - Sistema de Produção*. Embrapa Clima Temperado 19:55-68.
- OLIVEIRA CMG. 2007. *Panorama das doenças e pragas em horticultura, doenças causadas por nematoides*. Campinas: Instituto Biológico, Centro Experimental Central do Instituto Biológico 69:85-86.
- SAS INSTITUTE INC. 2008. SAS/STAT: SAS/STAT® 9.2 User' s Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. *Introduction to Statistical Modeling with SAS/STAT Software*. Disponível em <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugstatmodel/61751/PDF/default/statugstatmodel.pdf>. Acessado em maio 17, 2016.
- SILVA, AR; SANTOS, JM. 2007. *Nematoides na Cultura da Batata Inglesa no Brasil*. Itapetininga: Associação brasileira da batata. 55p.
- WILLIAMS, KJO. 1972. *Meloidogyne javanica*. Commonwealth Agriculture Bureaux, CIH. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes 1:4.

4 CONCLUSÃO GERAL

- a) Os tratamentos avaliados não provocaram sintomas de fitointoxicação nas plantas nem comprometimento do seu desenvolvimento;
- b) os tratamentos com Fluopyram sozinho na dose 500 g i.a. ha⁻¹ e na dose 375 g i.a. ha⁻¹ associado a *Bacillus subtilis* ou Pencicuirom reduziram a incidência de danos visíveis nos tubérculos provocados por nematoides-das-galhas em relação às testemunhas e ao produto comercial nematicida à base de Cadusafós;
- c) a redução na severidade dos danos por nematoides promovida por Fluopyram foi acompanhada pela redução da população do patógeno em relação à testemunha, estimada pelo número de ovos e juvenis de segundo estágio (J2), com desempenho mais satisfatório do que os demais produtos comerciais, com boa aceitação e notoriedade.