

AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO E QUÍMICO NO MANEJO DE NEMATOIDES NA CULTURA DA BATATA

Rosane Mendonça do Nascimento², Iuri dos Santos³, Jasiquele Tunes Macedo⁴, Ana Julia Silva Rocha⁵, Adriana Dias Cardoso⁶, Alcebiades Rebouças São José⁷

RESUMO

Os nematoides acarretam sérios danos à cultura da batata, pois estão em contato direto com os tubérculos, deformando-os e afetando sua comercialização. Métodos alternativos ao químico, como o controle biológico, vêm sendo empregados para suprimir nematoides fitopatogênicos, reduzindo os riscos ambientais e proporcionando sustentabilidade à produção agrícola. Diante disso, objetivou-se avaliar a eficiência de diferentes bioagentes, nematicida químico e fertilizante na supressão populacional de nematoides em batata. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 9 tratamentos: 1. Testemunha (água); 2. Nematicida químico – Cadusafós (testemunha positiva); 3. *Trichoderma asperellum* (TA) (TrichobiolMax®); 4. *Trichoderma longibrachiatum* (TL) (TrichonemateMax®); 5. Fertilizante organomineral foliar (FOMF) (Soil-set™); 6. *Bacillus subtilis*+*Lactobacillus plantarum*+*Trichoderma longibrachiatum* (BS+LP+TL) (Nem Out™); 7. BS+LP+TL + fertilizante orgânico foliar (FOF) (Nem Out™+ Soil Plex Active); 8. *Bacillus subtilis*+*Enterococcus faecium*+*Lactobacillus plantarum* (BS+EF+LP) (Compost Aid™); 9. BS+EF+LP + FOF (Compost Aid™ + Soil Plex Active), com três repetições, sendo uma planta por repetição. No tratamento *B. subtilis*+*L. plantarum*+*T. Longibrachiatum*, observou-se as maiores reduções do número de fitonematoides adultos vivos (82,2%). O fertilizante organomineral também proporcionou alta redução populacional do número de adultos de 81,2%. O antagonista *T. longibrachiatum* obteve maior eficácia na mortalidade de nematoides adultos, com acréscimo de 61,65%. No tratamento com *T. Asperellum*, foi observado o menor número de ovos no solo, com redução de 75,49%, quando comparado com a testemunha. Foi possível observar que os microrganismos utilizados como agentes de biocontrole foram eficientes na redução populacional de nematoides e dos seus ovos. Produtos biológicos à base de *T. asperellum*, *T. longibrachiatum*, *B. subtilis*, *L. plantarum* e *E. faecium*, bem como o fertilizante organomineral, apresentam potencial para o controle de fitonematoides na cultura da batata.

PALAVRAS-CHAVE: Fitonematoides, Microrganismos, Produtos Biológicos, Tubérculos

BIOCONTROL AND CHEMICAL AGENTS IN THE MANAGEMENT OF NEMATODES IN POTATO CROPS

ABSTRACT

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB

² Doutora em Fitotecnia/UESB/Vitória da Conquista – BA

^{3,4,5} Discentes do Curso de Agronomia/UESB/Vitória da Conquista – BA

^{5,6} Professores do Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/UESB/ Vitória da Conquista – BA

Nematodes cause serious damage to potato crops, as they are in direct contact with the tubers, deforming them and affecting their sale. Alternative methods to chemicals, such as biological control, have been used to suppress phytopathogenic nematodes, reducing environmental risks and providing sustainability to agricultural production. Therefore, the objective was to evaluate the efficiency of different bioagents, chemical nematicide and fertilizer in suppressing nematode populations in potatoes. A completely randomized experimental design was used, with 9 treatments: 1. Control (water); 2. Chemical nematicide – Cadusafós (positive control); 3. *Trichoderma asperellum* (TA) (TrichobiolMax®); 4. *Trichoderma longibrachiatum* (TL) (TrichonemateMax®); 5. Foliar organomineral fertilizer (FOMF) (Soil-set™); 6. *Bacillus subtilis*+*Lactobacillus plantarum*+*Trichoderma longibrachiatum* (BS+LP+TL) (Nem Out™); 7. BS+LP+TL + organic foliar fertilizer (FOF) (Nem Out™+ Soil Plex Active); 8. *Bacillus subtilis*+*Enterococcus faecium*+*Lactobacillus plantarum* (BS+EF+LP) (Compost Aid™); 9. BS+EF+LP + FOF (Compost Aid™ + Soil Plex Active), with three repetitions, one plant per repetition. In the treatment *B. subtilis*+*L. plantarum*+*T. Longibrachiatum*, the greatest reductions in the number of live adult phytonematodes (82.2%) were observed. The organomineral fertilizer also provided a high population reduction in the number of adults of 81.2%. The antagonist *T. longibrachiatum* was more effective in the mortality of adult nematodes, with an increase of 61.65%. In the treatment with *T. Asperellum*, the lowest number of eggs in the soil was observed, with a reduction of 75.49%, when compared to the control. It was possible to observe that the microorganisms used as biocontrol agents were efficient in reducing the population of nematodes and their eggs. Biological products based on *T. asperellum*, *T. longibrachiatum*, *B. subtilis*, *L. plantarum* and *E. faecium*, as well as organomineral fertilizer, have potential for controlling phytonematodes in potato crops.

KEYWORDS: Biological Products, Microorganisms, Phytonematodes, Tubers.

INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a terceira cultura alimentar de maior importância para o consumo humano, após o trigo e o arroz. Apresenta grande relevância econômica e social, contribuindo para a diminuição da fome e para a garantia de emprego no campo, principalmente nos países em desenvolvimento (Devaux *et al.*, 2020).

Dentre os principais problemas que causam maiores prejuízos à cultura, podemos destacar os sérios danos causados pelos fitonematoides. Os nematoides mais comuns na cultura da batata são o nematoide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) e o nematoide-das-lesões-radiculares (*Pratylenchus* spp.), podendo afetar até 100% da produção (Pinheiro *et al.*, 2015).

Tradicionalmente são utilizados nematicidas químicos para o manejo dos fitonematoides. No entanto, a eficiência desse método não é considerada satisfatória, além de apresentar riscos ao meio ambiente, pela contaminação dos lençóis freáticos,

lagos, rios e pela contaminação dos solos, o que interfere em sua biota. (Lopes *et al.*, 2018).

O *Trichoderma* é um fungo endofítico e simbiote amplamente comercializado no Brasil e em outros países como princípio ativo de biofungicidas e promotores de crescimento das plantas e, por estas características, vem se destacando como organismo bioprotetor (Chagas *et al.*, 2017). *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis* são utilizados como controle biológico de doenças fúngicas, bacterianas e nematoides em diferentes culturas de interesse agrícola, pois têm a capacidade de sobreviver no solo sob condições adversas, como variação de temperatura e ausência de nutrientes (Alves, 2018).

Diante do efeito nocivo dos nematoides e no intuito de tornar mais amplo o conhecimento da cultura da batata, objetivou-se, com a presente pesquisa, avaliar a eficiência de agentes de biocontrole e químico na supressão populacional de nematoides fitopatogênicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Vitória da Conquista, Bahia (14°51' S, 40°50' W), em viveiro telado com sombrite a 30%. Os tubérculos-semente utilizados foram da cultivar Ágata Geração 2 Tipo 1, os quais foram plantados em vasos de 20 dm³, contendo solo contaminado com população inicial de fitonematoides de 10 adultos por cm³. O solo foi coletado em uma área de produção comercial de batata, localizada no município de Mucugê-BA (lat 13° 02 '7,92" and long 41° 27 '36.91"), com histórico de ocorrência de nematoides.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 9 tratamentos: 1. Testemunha (água); 2. Nematicida químico – Cadusafós (testemunha positiva); 3. *Trichoderma asperellum* (TA) (TrichobiolMax®); 4. *Trichoderma longibrachiatum* (TL) (TrichonemateMax®); 5. Fertilizante organomineral foliar (FOMF) (Soil-set™); 6. *Bacillus subtilis*+*Lactobacillus plantarum*+*Trichoderma longibrachiatum* (BS+LP+TL) (Nem Out™); 7. BS+LP+TL + fertilizante orgânico foliar (FOF) (Nem Out™+ Soil Plex Active); 8. *Bacillus subtilis*+*Enterococcus faecium*+*Lactobacillus plantarum* (BS+EF+LP) (Compost Aid™); 9. BS+EF+LP + FOF (Compost Aid™ + Soil Plex Active), com três repetições, sendo uma planta por repetição.

A extração dos nematoides do solo foi realizada através da técnica do peneiramento, seguida de centrifugação em solução de sacarose (Jenkis, 1964).

Posteriormente, os tubos de ensaio foram colocados na geladeira e, após 24 horas da extração, foi realizada a contagem dos nematoides adultos vivos e mortos e dos ovos presentes no solo.

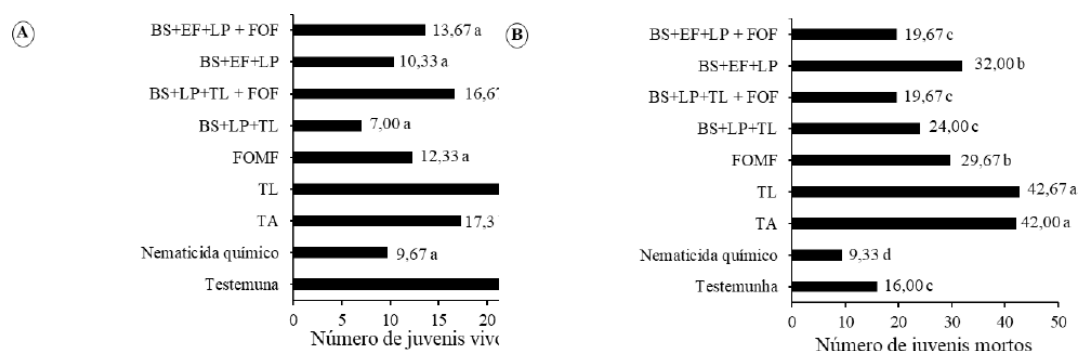
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si com base no teste de Scott-Knott, com nível de 5% de significância, por meio do programa estatístico Sisvar, versão 5.7 (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da contagem estão apresentados na Figura 1. Constatou-se que os tratamentos BS+LP+TL, FOMF e BS+LP+TL + FOF foram os que melhor representaram a redução de adultos nas amostras de solo, com diminuição de, respectivamente, 82,2%, 81,2% e 69,3%, em relação à testemunha (Figura 1 A). Portanto, esses produtos à base de *Trichoderma*, *B. subtilis*, fertilizante organomineral e orgânico foram os mais eficientes na supressão populacional de nematoides vivos.

Os bioprodutos à base de TL, BS+EF+LP e TA apresentaram potencial nematicida superior ao químico, com aumento no número de mortos, respectivamente, 71,65%, 65,27% e 61,34% (Figura 1 B).

Figura 1 – Número de nematoides juvenis vivos (A) e mortos (B) presentes no solo.



TA: *T. asperellum*; TL: *T. longibrachiatum*; BS+LP+TL: *B. subtilis*+*L. plantarum*+*T. longibrachiatum*; BS+EF+LP: *B. subtilis*+*E. faecium*+*L. plantarum*; FOF: fertilizante orgânico foliar; FOMF: fertilizante organomineral foliar. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

O tratamento TrichonemateMax® foi o que obteve maior eficácia na mortalidade de nematoides. Esses fungos também produzem toxinas que podem contribuir para a inatividade e imobilidade dos nematoides (Chanu *et al.*, 2015).

A presença de *B. subtilis* na rizosfera induz à degradação de exsudatos radiculares reduzindo a migração e interferindo, dessa forma, no ciclo de vida do nematoide (Araújo *et al.*, 2002).

A Tabela 1 indica o número de ovos encontrados. Os produtos avaliados foram igualmente eficientes para a redução do número de ovos presentes nas amostras.

TABELA 1 - Ovos de nematoides, presentes no solo, em plantas de batata tratadas com diferentes produtos.

Tratamentos	Número de ovos
1. Testemunha	17,67 b
2. Nematicida químico	5,33 a
3. TA	4,33 a
4. TL	8,33 a
5. FOMF	6,67 a
6. BS+LP+TL	6,63 a
7. BS+LP+TL+FOG	7,09 a
8. BS+EF+LP	7,00 a
9. BS+EF+LP+FOF	5,00 a
CV (%)	42,89

TA: *T. asperellum*; TL: *T. longibrachiatum*; BS+LP+TL: *B. subtilis*+*L. plantarum*+*T. longibrachiatum*; BS+EF+LP: *B. subtilis*+*E. faecium*+*L. plantarum*; FOF: fertilizante orgânico foliar; FOMF: fertilizante organomineral foliar. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Khan *et al.* (2018) verificaram que os metabólitos produzidos por *Trichoderma*, ao crescer em cultura líquida tiveram efeito direto sobre *M. incógnita*.

CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES

Neste estudo, foi possível observar que os produtos biológicos contendo os agentes de biocontrole, como *T. longibrachiatum*, *B. subtilis*, *E. faecium* e o fertilizante organomineral, foram capazes de reduzir a população de nematoides de segundo instar (J2) no solo. Os bioagentes *T. longibrachiatum* e *T. asperellum*, quando aplicados isolados; e o *B. subtilis*+*E. faecium*+*L. plantarum* foram mais eficientes na redução de adultos. Todos os tratamentos, exceto a testemunha, proporcionaram a redução do número de ovos presentes no solo.

Os resultados desta pesquisa acerca do uso de agentes de controle biológico no manejo de nematoides na cultura da batata confirmaram que os bioagentes são uma alternativa sustentável para reduzir os danos diretos e indiretos ocasionados por nematoides, bem como possibilitam a diminuição da população desses parasitos presentes no solo.

É essencial que outros estudos sejam desenvolvidos para avaliar a eficácia desses bioagentes em condições de campo, em locais diversos; bem como sobre a aceitação e forma de aplicação dos pequenos, médios e grandes produtores dos produtos biológicos, minimizando, dessa forma, a utilização dos produtos químicos durante a produção de tubérculos e contribuindo com a sustentabilidade ambiental e segurança alimentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alves KCS, Almeida MEM, Glória JC, Pereira KD, Castro DP, Mariúba LAM (2018). *Bacillus subtilis*: uma versátil ferramenta biotecnológica. *Sci Amazon* 7(2):15-23.
2. Araújo FF, Silva JFV, Araújo ASF (2002). Influência de *Bacillus subtilis* na eclosão, orientação e infecção de *Heterodera glycines* em soja. *Cienc rural* 32(2):97-203. doi: 10.1590/S0103-84782002000200003.
3. Araújo JJS, Muniz MFS, Filho GM, Rocha FS, Cunha e Castro, JM (2018). *Bacillus subtilis* no tratamento de mudas de bananeira infectadas por fitonematoides. *Rev Ceres* 65(1): 099-103. doi: 10.1590/0034-737X201865010013.
4. Chagas LFB, Chagas Junior AF, Soares LP, Fidelis RR. (2017). *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. *Revista de Agricultura Neotropical* 4(3):97-102. doi:10.32404/rean.v4i3.1529
5. Chanu LB, Mohilal N, Shah MM (2015). Evaluation of the Efficiency of Some Antagonistic *Trichoderma* spp. in the Management of Plant Parasitic Nematodes. In: Shah MM (ed) *Microbiology in Agriculture and Human Health*. IntechOpen, London.
6. Devaux A, Goffart JP, Petsakos A, Kromann P, Gatto M, Okello J, Suarez V, Hareau G (2020). Global Food Security, Contributions from Sustainable Potato Agri-Food Systems. In: Campos H, Ortiz O. (Eds.). *The Potato Crop*, 1ª ed. Springer, Cham. 85
7. Ferreira DF (2014). Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc Agrotec* 38(2): 109-112.

8. Khan MR, Ahmad I, Ahamad F (2018). Effect of pure culture and culture filtrates of *Trichoderma* species on root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* infesting tomato. *Indian Phytopathol* 71:265–274. 10.1007/s42360-018-0031-1

9. Lopes CA, Melo PE, Rossato M, Pereira AS (2018). Breeding potatoes for resistance to bacterial blight in Brazil: a quick review in face of a more effective screening protocol. *Hortic bras* 36:6-12. doi:10.1590/S0102-053620180102.