

PratyOmics - Metabolómica da planta para o controlo do nemátode das lesões radiculares *Pratylenchus penetrans*

Problemática - O nemátode das lesões radiculares, *Pratylenchus penetrans*

O nemátode-das-lesões-radiculares (NLR), *Pratylenchus penetrans*, é um endoparasita migratório que afeta culturas agrícolas economicamente importantes, como a batata, estando atualmente presente na lista de pragas reguladas não sujeitas a quarantena A2 da União Europeia (UE 2016/2031). Em alguns países europeus, como Portugal, esta espécie foi detetada em campos de produção de batata estando relacionada com o seu baixo rendimento (Figura 1A) (Esteves et al., 2015, Orlando et al., 2020; Figueiredo et al., 2021). O ciclo de vida do NLR ocorre dentro da raiz (Figura 1B), e a sua alimentação centra-se nas células epidérmicas e corticais. A infeção radicular resulta em lesões acastanhadas nos pontos de entrada/saída, provocadas pela ação do nemátode durante a migração e alimentação, levando à formação de extensos danos celulares no sistema radicular, necroses, e, frequentemente, distorção e/ou atrofia (Vicente et al., 2021). Os danos nas raízes causados pelos NLRs resultam num fraco crescimento das plantas e consequentes perdas nas colheitas (Gil et al., 2021).

Tradicionalmente, o controlo dos nemátodes fitoparasitas assenta em boas práticas agronómicas e na aplicação de compostos nematodocidas de origem sintética. O pousio ou a rotação de culturas são as práticas mais comumente usadas pelos agricultores, contudo a situação de pousio é economicamente inviável sendo apenas empregue como último recurso. A rotação implica a escolha de culturas não suscetíveis ao nemátode (de difícil escolha face ao elevado número de plantas hospedeiras).



Figura 1. Os nemátodes das lesões radiculares: campo de batata infestado com *Pratylenchus penetrans* (Bélgica; Moens and Perry, 2009) (A); juvenis de *P. penetrans* no interior de raiz de batata (NemaLab-MED) (B)

A seleção de variedades resistentes é uma medida agronómica significativa, mas face ao anteriormente referido, a existência de variedades resistentes é limitada nas culturas mais significativas. A aplicação de nematodocidas de origem sintética pode ser efetuada por fumigação, destacando-se o bromometano (brometo de metilo), metam-sódio ou 1,3-dicloropropeno. Dos compostos não fumigantes destacam-se o aldicarb, o oxamil e o carbofurano. A aplicação dos compostos referidos consome tempo, recursos e custos económicos e a sua aplicação acarreta dificuldades logísticas traduzindo-se em custos adicionais de produção e, principalmente, na contaminação ambiental e em riscos para a saúde do consumidor (Pathak et al., 2022). As restrições atualmente

existentes contra a utilização dos compostos, faz com que seja necessário criar estratégias de controlo e investir em abordagens mais sustentáveis para atenuar os danos provocados pelos NLR.

Devido a restrições ambientais (maioritariamente na União Europeia) e em parte pela pressão dos consumidores, a investigação da indústria agrícola tem-se focado no desenvolvimento de produtos com uma base biológica, também conhecido por biocontrolo.

Os nematodocidas referidos assentam a sua atividade em bactérias (*Bacillus velezensis*, *Pasteuria nishizawae*), por ação de compostos naturalmente produzidos, ou em fungos (*Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus*), por ação físico-química diretamente nos nemátodes ou com a destruição dos seus ovos. O processo de investigação do biocontrolo é bastante moroso, e a indústria foca-se agora em compostos de origem natural, biodegradáveis, com baixo efeito tóxico para o solo, para organismos aquáticos e para a saúde humana. Os novos produtos terão por base óleos essenciais, extratos de plantas, compostos produzidos por plantas, algas ou subprodutos dos processos industriais que apresentam direta e indiretamente (por volatilização) um efeito nematodocida eficaz (Figura 2). Outros exemplos são resíduos de sementes de brássicas (mostarda, repolho ou brócolos) empregues pela ação supressiva do NLR, ou cravo-túnico (*Tagetes patula*), reconhecido pela eficácia na redução da população de NLR em campo.

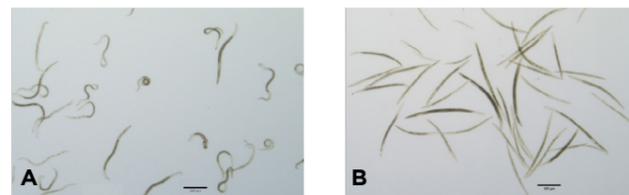


Figura 2. Ação de compostos nematodocidas extraídos de plantas no nemátode das lesões radiculares, *Pratylenchus penetrans*. (A) nemátodes vivos em água; (B) nemátodes mortos após 24 horas de contato direto (NemaLab; Barbosa et al., 2024)

A procura da solução - a investigação em curso no projeto PratyOmics

A metabolómica de plantas é uma área recente no estudo da resistência de culturas em resposta à infeção de nemátodes fitoparasitas, podendo acelerar o melhoramento de culturas e o desenvolvimento de novos pesticidas. No contexto da interação nemátode-planta, esta área desempenha um papel crucial, permitindo a identificação e a análise de metabolitos secundários, compostos químicos que são produzidos pelas plantas em resposta à presença de fatores abióticos e bióticos, como os nemátodes, potencialmente envolvidos na mediação da resistência do hospedeiro e, consequentemente, um alvo promissor na redução do impacto dos NLR (Patel et al., 2021; Salam et al., 2023). O projeto PratyOmics - Metabolómica da planta para o controlo do nemátode das lesões radiculares *Pratylenchus penetrans*



Actileaf®

O primeiro indutor de resistência registado na vinha com eficácia contra botrytis, míldio e oídio

O Actileaf® atua preventivamente como indutor das defesas naturais das plantas, aumentando a síntese de fitoalexinas.

Tem um modo de ação múltiplo, ativando sistemicamente várias vias metabólicas, gerando assim mecanismos naturais de defesa física e química contra o agente patogénico.

Autorização de venda nº 1623 concedida pela DGAV.

(PTDC/ASP-PLA/0197/2020), financiado em 2021 pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT/MCTES), conta com a participação de investigadores do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV) (instituição proponente), e investigadores de instituições nacionais parceiras e um consultor internacional, nomeadamente, Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento (Universidade de Évora), o laboratório HERCULES – Herança cultural, Estudos e Salvaguarda (Universidade de Évora), Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL, Instituto Politécnico de Beja), o Centro de Ecologia Funcional (Universidade de Coimbra), e o *United States Department of Agriculture* (USDA, Estados Unidos da América).

O principal objetivo do PratyOmics consiste na análise comparativa do metabolismo global (metaboloma) de cultivares de batateira tolerantes e suscetíveis em resposta à infeção causada pelo *P. penetrans*, e consequente identificação de metabolitos (secundários) como potenciais agentes nematocidas (Figura 3).

O projeto visa igualmente testar os compostos identificados e, para os promissores, compreender o modo de atuação no nemátode através de uma abordagem transcriptómica. Estudos já publicados, no âmbito do projeto, demonstraram a eficácia de compostos de diferentes classes químicas, candidatos para o desenvolvimento de bionematicidas como estratégia sustentável de gestão (Barbosa et al., 2024).

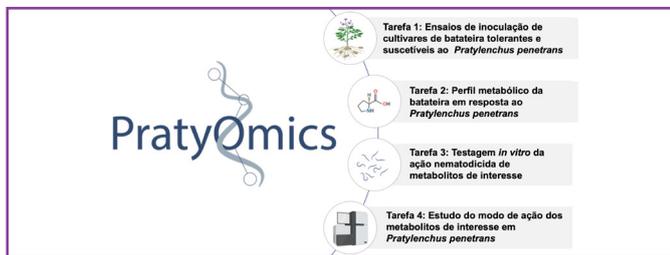


Figura 3. Tarefas delineadas no âmbito da investigação do projeto PratyOmics. Para uma leitura mais detalhada, consultar: <https://projects.inia.vt/pratyomics>

Espera-se assim que o projeto contribua com a identificação de novos compostos derivados de plantas, com propriedades nematocidas, que irão proporcionar o desenvolvimento de novas estratégias sustentáveis para a produção de batata, não só a nível nacional como internacional.

Bibliografia

Barbosa, P., Faria, J.M.S., Cavaco, T., Figueiredo, A.C., Mota, M., Vicente, C.S.L. (2024) Nematicidal activity of phytochemicals against the root-lesion nematode *Pratylenchus penetrans*. *Plants*, 13, 726. <https://doi.org/10.3390/plants13050726>
 Esteves, I., Maleita, C., Abrantes, I. (2015) Root-lesion and root-knot nematodes parasitizing potato. *European Journal of Plant Pathology* 141, 397-406 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10658-014-0551-1>

Figueiredo, J., Vieira, P., Abrantes, I., Esteves, I. (2021) Detection of the root lesion nematode *Pratylenchus penetrans* in potato tubers. *Plant Pathology* 70:1757-1968. <https://doi.org/10.1111/ppa.13425>
 Gil, D., Cardoso, J. M. S., Abrantes, I., Esteves, I. (2021). *Pratylenchus penetrans* parasitizing potato crops: Morphometric and genetic variability of Portuguese isolates. *Plants*, 10(3), 603. <https://doi.org/10.3390/plants10030603>
 Moens, M., Perry, R. N. (2009) Migratory plant endoparasitic nematodes: a group rich in contrasts and divergence. *Annual Review of Phytopathology*. 47:313-332. [10.1146/annurev-phyto-080508-081846](https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080508-081846)
 Orlando, V., Grove, I.G., Edwards, S.G., Prior, T., Roberts, D., Neilson, R., Back, M. (2020) Root-lesion nematodes of potato: current status of diagnostics, pathogenicity and management. *Plant Pathology* 69: 405-417 <https://doi.org/10.1111/ppa.13144>
 Patel, M.K., Pandey, S., Kumar, M., Haque, M.I., Pal, S., Yadav, N.S. (2021) *Plants Metabolome Study: Emerging Tools and Techniques*. *Plants* (Basel). 10(11):2409. [doi: 10.3390/plants10112409](https://doi.org/10.3390/plants10112409)
 Pathak, V.M., Verma, V.K., Rawat, B.S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N., Cunill, J.M. (2022) Current status of pesticide effects on environment, human health and its eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*. 13:962619. [doi: 10.3389/fmicb.2022.962619](https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619)
 Salam, U., Ullah, S., Tang, Z.-H., Elateeq, A. A., Khan, Y., Khan, J., Khan, A., Ali, S. (2023) Plant metabolomics: An overview of the role of primary and secondary metabolites against different environmental stress factors. *Life*, 13(3), 706. <https://doi.org/10.3390/life13030706>
 Vicente, C., Inácio, M. L., Mota, M., Vieira, P. (2021) O nemátode das lesões radiculares, *Pratylenchus penetrans*. *Vida Rural*, abril, 79-82.

Pedro Barbosa¹, Marina Costa², Margarida Espada¹, Manuel Mota¹, Dora Teixeira³, Teresa Brás⁴, Fátima Duarte⁴, Teresa Brás⁴, Joana Figueiredo⁵, Joana M. S. Cardoso⁵, Ivânia Esteves⁵, Isabel Abrantes⁵, Jorge Faria², Ana Rita Varela^{2,1}, Filomena Nóbrega², Paulo Vieira⁶, M^a Lurdes Inácio², Cláudia S. L. Vicente^{1,2}

¹ MED - Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Instituto de Investigação e Formação Avançada, Universidade de Évora, Évora, Portugal
² INIAV, I.P. - Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Oeiras, Portugal
³ Departamento de Química e Bioquímica da Escola de Ciências e Tecnologia & Laboratório HERCULES - Herança Cultural, Estudos e Salvaguarda, Universidade de Évora, Évora, Portugal
⁴ CEBAL - Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL), Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), Beja, Portugal
⁵ Centre for Functional Ecology - Science for People and the Planet, Laboratório Associado TERRA, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal
⁶ *United States Department of Agriculture (USDA), Agricultural Research Service, Beltsville, Maryland, USA*