

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DA QUALIDADE DA SOJA À *Pratylenchus Brachyurus*

Leandro Maranhão Simões¹, Thiago de Freitas Ferreira², Maximiller Dal-Bianco Lamas Costa³

RESUMO:

A produtividade da soja enfrenta desafios devido ao parasitismo por *Pratylenchus brachyurus*, que reduz o desempenho da cultura. Um dos principais obstáculos nos programas de melhoramento genético é encontrar genótipos resistentes a esse patógeno, já que ainda não foram identificadas variedades de soja com essa resistência. Este estudo avaliou 10 linhagens de soja do programa de melhoramento de soja do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO/FV) quanto a resistência à *P. brachyurus*, além das cultivares CD213PTA, M7739, N7901 e DESAFIO, genitores das linhagens. A condução do ensaio ocorreu em casa de vegetação, com um delineamento inteiramente casualizado composto por seis repetições. Após duas semanas da sementeira em substrato, ocorreu o transplante das mudas para vasos de polietileno contendo 0,5 dm³ de solo autoclavado. A inoculação dos nematoides foi realizada por meio da abertura de dois orifícios no solo ao lado da planta, nos quais foram inoculados 4 mL de uma suspensão de inóculo em cada orifício, totalizando 8 mL de suspensão contendo 1000 espécimes de *P. brachyurus* por unidade experimental. Decorridos 70 dias, o sistema radicular de cada planta foi processado separadamente. O número de indivíduos de *P. brachyurus* por tratamento foi quantificado em câmara de Peters e o número de nematoides por raiz foi mensurado, sendo posteriormente utilizado para o cálculo do fator reprodução (FR) e nematoide por grama (N g⁻¹) de raiz para cada um dos tratamentos. Os resultados foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Nenhum dos genótipos de soja avaliados foram resistente à *Pratylenchus brachyurus* (FR < 1), porém a cultivar CD213PTA foi capaz de reduzir a multiplicação do nematoide, se diferenciando estatisticamente dos outros genótipos, sendo, portanto, recomendada nos estudos de melhoramento genético que buscam variedades tolerantes ao nematoide das lesões radiculares.

Palavras-chave: *Glycine Max*, nematoides, resistência.

REACTION OF GENOTYPES FROM THE SOYBEAN QUALITY IMPROVEMENT PROGRAM TO *Pratylenchus brachyurus*

ABSTRACT:

Soybean productivity faces challenges due to parasitism by *Pratylenchus brachyurus*, which reduces crop performance. One of the main obstacles in breeding programs is finding genotypes resistant to this pathogen, as no soybean varieties with such resistance have yet been identified. This study evaluated 10 soybean lines from the breeding program of the Institute of Applied Biotechnology to Agriculture (BIOAGRO/FV) for resistance to *P. brachyurus*, in addition to the cultivars CD213PTA, M7739, N7901, and DESAFIO, the parents of the lines. The experiment was conducted in a greenhouse under a completely randomized design with six replications. Two weeks after sowing in substrate, the seedlings were transplanted into polyethylene pots containing 0.5 dm³ of autoclaved soil. The inoculation of nematodes was carried out by making two holes in the soil beside each plant, into which 4 mL of an inoculum suspension were applied per hole, totaling 8 mL of suspension containing 1000 individuals of *P. brachyurus* per experimental unit. After 70 days, the root

¹Bacharel em Agronomia e mestrando em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa-MG; leandro.simoed@ufv.br, <https://orcid.org/0009-0001-0164-0566>. ²Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Campos do Goytacazes - RJ. thiagolef@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6397-2822>.

³Professor Adjunto na Universidade Federal de Viçosa- UFV, Viçosa-MG, maximiller@ufv.br, <https://orcid.org/0000-0002-7001-4841>

system of each plant was processed separately. The number of *P. brachyurus* individuals per treatment was quantified in a Peters chamber, and the number of nematodes per root was measured and subsequently used to calculate the reproduction factor (FR) and nematodes per gram ($N\ g^{-1}$) of root for each treatment. The results were subjected to the Scott-Knott test at a 5% probability level. None of the evaluated soybean genotypes were resistant to *P. brachyurus* ($FR < 1$); however, the cultivar CD213PTA was able to reduce nematode multiplication, differing statistically from the other genotypes and can therefore be recommended for breeding programs aimed at developing varieties tolerant to the root-lesion nematode.

Keywords: *Glycine Max*, nematodes, resistance, breeding

INTRODUÇÃO

A soja é uma oleaginosa de grande importância na cadeia agropecuária mundial. A produção global da cultura alcança aproximadamente 369 milhões de toneladas, cultivadas em uma área de 136 milhões de hectares (USDA/PSD, 2024). No Brasil, a soja ocupa cerca de 81,06 milhões de hectares, com produção estimada em 168 milhões de toneladas (CONAB, 2025), números que consolidam o país como o maior produtor mundial dessa cultura (USDA/PSD, 2024).

A sojicultura está entre as atividades agrícolas que apresentaram os maiores índices de crescimento econômico e produtivo nas últimas décadas. Esse avanço pode ser atribuído a diversos fatores, como o fortalecimento do mercado internacional da soja, o desenvolvimento tecnológico que permitiu a expansão do cultivo para diferentes regiões do mundo e a consolidação da oleaginosa como uma das principais fontes de proteína vegetal, especialmente para atender às demandas da produção animal (Cruz et al., 2016). A elevada produtividade da cultura é sustentada por um alto nível de tecnologia e pesquisa, que abrange desde o desenvolvimento genético das sementes até as práticas de colheita (Embrapa, 2020).

Nas últimas safras, entretanto, a produção de soja tem sido comprometida por diversos problemas fitossanitários, com destaque para o parasitismo causado por *Pratylenchus brachyurus*, conhecido como nematoide das lesões radiculares. No Brasil, *P. brachyurus* já foi associado a prejuízos em diversas culturas de importância econômica, como soja, milho, algodão, feijão, pastagens, sorgo, batata, seringueira, arroz, abacaxi, hortaliças, cana-de-açúcar e café (Lordello, 1988; Franchini et al., 2014; Oliveira 2023).

Na produção nacional de soja, perdas de 30 a 50% na produtividade de grãos têm sido relatadas em lavouras infestadas por *P. brachyurus*, especialmente na região Centro-Oeste do Brasil (Brida et al., 2017; Macedo et al., 2025). Esse é um fitonematoide endoparasita migrador, capaz de provocar danos severos ao sistema radicular das plantas, apresentando ampla disseminação no território brasileiro (Gardiano et al., 2022).

A associação entre *P. brachyurus* e a cultura da soja é particularmente preocupante, uma vez que esse fitoparasita representa alto risco à produção e está entre os nematoides do gênero *Pratylenchus* com maior número de relatos de ocorrência na cultura

(Macedo et al., 2025). Além dos danos diretos causados pela degradação dos tecidos radiculares, resultantes da ação mecânica do estilete, os ferimentos provocados pelo nematoide favorecem a entrada e colonização por fungos e bactérias, intensificando os prejuízos à produtividade (Oliveira, 2022).

O manejo de *P. brachyurus* requer uma abordagem integrada, em razão de sua ampla gama de hospedeiros, o que dificulta a seleção de espécies adequadas para rotação ou sucessão de culturas (Tarini et al., 2025). Entre as práticas culturais mais utilizadas, destaca-se a alternância com plantas não hospedeiras ou antagonistas, como as crotalárias. Estudos em casa de vegetação demonstram que *Crotalaria breviflora*, *C. spectabilis* e *C. ochroleuca* apresentam baixos fatores de reprodução do nematoide, reduzindo significativamente sua capacidade reprodutiva (Braz et al., 2016; Ribeiro, 2024).

O controle químico de *P. brachyurus* apresenta limitações devido à elevada toxicidade dos nematicidas para mamíferos, aos riscos de contaminação ambiental e perigo ao aplicador (Cruz et al., 2024). O tratamento de sementes surge como alternativa para mitigar esses riscos; contudo, a pressão de seleção pode favorecer o desenvolvimento de resistência nas populações do nematoide (Guarnieri et al., 2018). Diante desse cenário, o controle biológico tem ganhado destaque, com o uso de bionematicidas à base de microrganismos antagonistas, como os fungos *Pochonia chlamydosporia*, *Trichoderma* spp., *Beauveria bassiana* e bactérias do gênero *Bacillus* (Oliveira et al., 2023).

Embora o uso de cultivares resistentes seja considerado o método mais eficiente para o manejo de fitonemátoides, ainda não existem cultivares de soja altamente resistentes a *P. brachyurus*. Isso se deve, em grande parte, ao fato de que os programas de melhoramento genético nacionais priorizaram historicamente a resistência aos nematoides de cisto e de galhas (Lin et al., 2022). Adicionalmente, ainda não foram identificados QTLs (*Quantitative Trait Loci*) associados à resistência a esse nematoide, ferramenta fundamental para auxiliar os programas de melhoramento na seleção de genótipos superiores (Terasawa, 2017). Nesse sentido, é necessária a realização de fenotipagens que busquem genótipos que apresentem algum tipo de resistência ao nematoide de forma a subsidiar os programas de

melhoramento e a produção de soja no Brasil, onde as altas temperaturas e os sistemas de cultivo intensivos favorecem a proliferação desse nematoide, resultando em perdas significativas de produtividade e reduzindo a longevidade de cultivares suscetíveis.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar linhagens oriundas do Programa de Melhoramento Genético para Qualidade da Soja (PMQS) do Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO/UFV) e algumas cultivares de empresas, visando à identificação de potenciais fontes de resistência à *P. brachyurus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Reação de genótipos de soja à *Pratylenchus brachyurus*

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada na Universidade Federal de Viçosa (UFV), município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil (20°45' S; 42°52' W). Foram avaliadas cinco cultivares (CD213PTA, Conquista, Desafio, M7739 e N7901) e dez linhagens do PMQS (UFV77C10-202, UFV77C10-207, UFV77C10-210, UFV77C10-236, UFV77C10-24, UFV-78C11, UFV80C10-184, UFV80C10-FR, UFV80C10-PL303, UFV80C10-TARDIA). A escolha dos genótipos avaliados neste estudo baseou-se em critérios agrônômicos e genéticos de relevância para os programas de melhoramento da soja. As cultivares foram incluídas por se tratarem de alguns dos genitores das linhagens do PMQS, representando, portanto, a base genética do material avaliado. Além disso, tanto as cultivares quanto as linhagens selecionadas apresentam elevado potencial produtivo, característica essencial para o desenvolvimento de genótipos superiores. A avaliação desses materiais quanto à reação ao *P. brachyurus* atende à demanda crescente do campo por cultivares que associem alta produtividade à maior tolerância ou resistência ao nematoide das lesões radiculares. Sementes de *Crotalaria spectabilis* foram utilizadas como controle resistente à *Pratylenchus brachyurus* e à cultivar Desafio como padrão de suscetibilidade, totalizando 16 tratamentos.

O substrato utilizado consistiu em uma mistura de solo autoclavado (Latosolo Vermelho Distrófico) e areia autoclavada, na proporção volumétrica de 1:1, a qual foi acondicionada em vasos de polietileno com capacidade de 500 cm³. Em cada vaso foram semeadas duas sementes, em orifícios com aproximadamente 2 cm de profundidade. Após

sete dias, realizou-se o desbaste, mantendo-se uma plântula por vaso, caracterizando uma unidade experimental.

A população inicial de *P. brachyurus* foi obtida a partir de vasos pertencentes ao banco de fitonematoides do programa, multiplicados na cultivar Desafio (suscetível), sob condições de casa de vegetação favoráveis à sua reprodução, com sucessivos ciclos de multiplicação e isolamento.

Para a inoculação no experimento foi realizada a extração dos nematoides multiplicados na cultivar Desafio conforme a metodologia descrita por Coolen e D'Herde (1972), com adaptações. As raízes parasitadas foram fragmentadas em segmentos de aproximadamente 2 cm e processadas em liquidificador por 30 segundos, utilizando-se cerca de 250 mL de água. Em seguida, a suspensão foi passada por peneiras de 100 e 500 mesh, sendo o material retido na peneira de 500 mesh coletado.

A quantificação dos nematoides foi realizada em câmara de Peters, ajustando-se a suspensão para conter 200 espécimes (juvenis mais ovos) por mL, de modo a inocular 1.000 espécimes por unidade experimental.

A inoculação foi realizada duas semanas após o plantio, mediante a abertura de dois orifícios no solo ao redor da planta. Em cada vaso foram aplicados 4 mL da suspensão em cada orifício, totalizando 8 mL de suspensão com 1.000 espécimes de *P. brachyurus* por planta, depositados nas proximidades do sistema radicular.

Durante o período experimental, as plantas daninhas foram removidas manualmente. Não foram aplicados inseticidas ou fungicidas, a fim de evitar interferências nos resultados. A irrigação foi realizada manualmente, conforme a necessidade das plantas. A casa de vegetação foi mantida sob temperaturas variando entre 30 e 35 °C ao longo de todo o experimento.

As avaliações foram realizadas aos 70 dias após a inoculação. As plantas foram removidas dos vasos, e a parte aérea foi separada do sistema radicular. As raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente para remoção do substrato.

A extração dos nematoides das raízes foi realizada conforme a metodologia de Coolen e D'Herde (1972), com adaptações, seguindo os mesmos procedimentos descritos para a obtenção do inóculo. O material retido na peneira de 500 mesh foi transferido para tubos de ensaio contendo 50 mL de água. Essa metodologia permitiu a recuperação de

nematoides vivos, mortos e ovos presentes no sistema radicular.

A quantificação foi realizada em microscópio óptico, com auxílio de câmara de Peters (Handoo & Golden, 1989) e contador manual. Determinou-se o número de nematoides por mL e, posteriormente, calculou-se o número de nematoides por grama de raiz (N/g^{-1})^a. O fator de reprodução (FR)^b foi calculado pela razão entre o número total de nematoides recuperados por unidade experimental e o número inicial de nematoides inoculados.

$$\text{Nematoides por grama de raiz } \left(\frac{N}{g}\right) = \frac{\text{Número de nematoides por sistema radicular}}{\text{Peso do sistema radicular}}$$

$$\text{Fator de reprodução (FR)} = \frac{\text{População final}}{\text{População inicial (1000 espécimes)}}$$

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística no software estatístico Genes. As médias de FR e $N g^{-1}$ foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Foi adotado o teste de Shapiro Wilk para medir a distribuição dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Shapiro–Wilk indicou que os dados de fator de reprodução (FR) ($W = 0,96552$; $p = 0,01253$) e de nematoides por grama de raiz ($N g^{-1}$) ($W = 0,88423$; $p = 4,297e-07$) não apresentaram distribuição normal. Dessa forma, foi necessária a

transformação dos dados para atender aos pressupostos da análise estatística.

A espécie *Crotalaria spectabilis*, utilizada como padrão de resistência, apresentou baixo fator de reprodução (FR = 0,13), confirmando sua elevada capacidade de reduzir a multiplicação de *Pratylenchus brachyurus* (Tabela 1; Figura 1). Esse resultado está de acordo com estudos anteriores que relatam FR próximos de zero para essa espécie (Dias et al., 2010; Miyamoto et al., 2016), validando sua utilização como controle resistente no presente experimento.

Os genótipos de soja avaliados apresentaram valores de FR superiores a 1, variando de 3,15 a 18,79, indicando ampla variação na capacidade de multiplicação do nematoide entre os materiais analisados (Tabela 1). De acordo com o critério proposto por Oostenbrink (1966), que considera resistentes apenas os genótipos com $FR < 1$, todos os genótipos avaliados foram classificados como suscetíveis à *P. brachyurus*. Esses resultados confirmam a elevada suscetibilidade da cultura da soja a esse nematoide, conforme descrito na literatura (Silva et al., 2015; Brida et al., 2017; Sponchiado, 2022), e reforçam a ausência de cultivares com resistência efetiva ao patógeno (Bellé et al., 2017; Faria, 2024).

Entre os genótipos avaliados, a cultivar CD213PTA apresentou o menor fator de reprodução (FR = 3,15), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) (Tabela 1; Figura 1). Esse comportamento também foi observado para o número de nematoides por grama de raiz ($N g^{-1} = 751$), indicando menor eficiência do patógeno em colonizar e se multiplicar no sistema radicular dessa cultivar. Em contraste, a linhagem UFV77C10-236 apresentou os maiores valores de FR (18,79) e $N g^{-1}$, caracterizando-se como altamente suscetível.

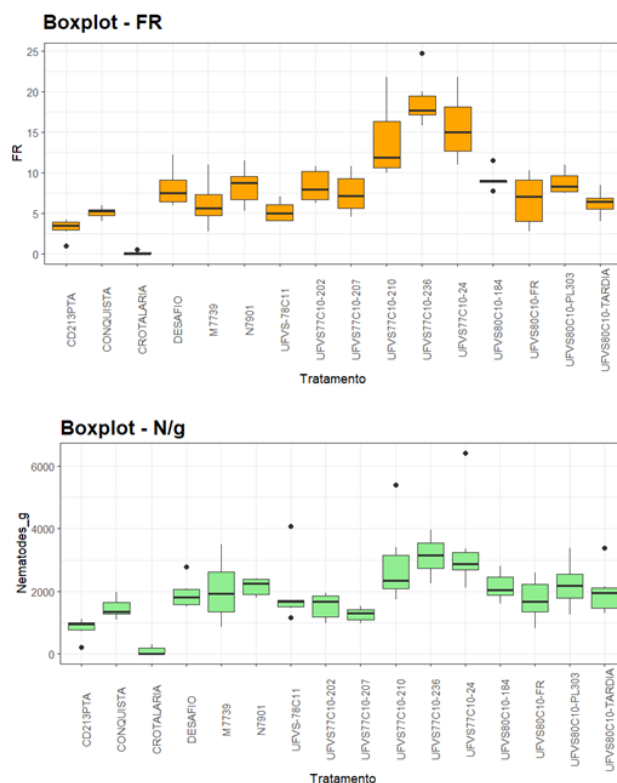


Figura 1. Resultado da fenotipagem de 16 genótipos de soja em relação a resistência à *Pratylenchus brachyurus*. Boxplot de distribuição das variáveis peso (P(g)), fator de reprodução (FR) e nematoides por grama (N g⁻¹).

Tabela 1. Resultado da fenotipagem de 15 genótipos de soja em relação a resistência à *Pratylenchus brachyurus*. As variáveis mensuradas foram fator de reprodução (FR)^a e nematoides por grama de raiz (N g⁻¹)^b.

Tratamento	FR ^a	N g ^{-1b}
<i>Crotalaria spectabilis</i>	0,13 a1	162 a1
CD213PTA	3,15 a2	751 a2
CONQUISTA	5,08 a3	1421 a3
UFVS-78C11	5,21 a3	1959 a3
UFVS80C10-TARDIA	6,07 a3	2138 a3
M7739	6,21 a4	6602 a5
UFVS80C10-FR	7,27 a4	1810 a3
UFVS77C10-207	7,41 a4	1271 a3
DESAFIO	8,15 a4	2429 a3
N7901	8,33 a4	2151 a3
UFVS77C10-202	8,34 a4	1483 a3
UFVS80C10-PL303	8,75 a4	2074 a3
UFVS80C10-184	9,16 a4	2060 a3
UFVS77C10-210	12,61 a4	1962 a3
UFVS77C10-24	15,62 a4	3164 a4
UFVS77C10-236	18,79 a5	3087 a4
CV/H²	12,02/95,21	25,52/85,63

Ao lado de cada variável se encontra o resultado do teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade sendo que a1, a2, a3, a4 e a5 formaram diferentes grupos. Na última linha CV e H² referem-se ao coeficiente de variação e a herdabilidade em sentido amplo.

Os resultados obtidos para a cultivar CD213PTA indicam a presença de um mecanismo de resistência parcial ou tolerância, uma vez que, embora o nematoide seja capaz de se multiplicar, sua reprodução ocorre em menor intensidade. Esse tipo de resposta é geralmente associado a mecanismos de natureza quantitativa, controlados por múltiplos genes de pequeno efeito, como já relatado para a interação entre soja e *P. brachyurus* (Souza, 2009; Han et al., 2024). Dessa forma, a menor multiplicação do nematoide nessa cultivar pode ser interpretada como uma resposta complexa da planta, e não como

resistência completa.

Além dos dados quantitativos, observações visuais do sistema radicular evidenciaram diferenças entre os genótipos. A cultivar CD213PTA apresentou raízes com menor intensidade de necrose e coloração mais clara, enquanto a linhagem UFV77C10-236 apresentou raízes com intensa necrose e degradação tecidual (Figura 2), características típicas de genótipos altamente suscetíveis (Lordello, 1988). Esses resultados qualitativos reforçam os dados obtidos para FR e $N\ g^{-1}$, indicando menor impacto do nematoide sobre a cultivar CD213PTA.



Figura 2. Raízes de soja da linhagem UFVS 77C10-236 (A) e raízes de soja da cultivar CD213-PTA (B).

A predominância de genótipos suscetíveis observada neste estudo pode estar relacionada aos objetivos históricos dos programas de melhoramento de soja, que priorizaram características agrônomicas, como produtividade e qualidade de grãos, em detrimento da resistência a fitonematoides. Além disso, a escassez de fontes de resistência à *P. brachyurus* limita o avanço de programas voltados ao desenvolvimento de cultivares resistentes (Oliveira et al., 2015; Machado, 2019).

A dificuldade na obtenção de resistência à *P. brachyurus* também está associada às características biológicas do nematoide. Diferentemente de nematoides sedentários, como *Meloidogyne* spp. e *Heterodera glycines*, *P. brachyurus* é um endoparasita migrador, não formando sítios de

alimentação especializados. Isso dificulta a ativação de mecanismos clássicos de resistência, como a reação de hipersensibilidade (Townshend, 1990; Figueiredo, 2013), contribuindo para a elevada suscetibilidade da soja a esse patógeno.

Nesse contexto, a resistência observada em alguns genótipos pode estar associada a mecanismos quantitativos pós-infeccionais, como a limitação do desenvolvimento do nematoide após a penetração nas raízes. Esses mecanismos são frequentemente controlados por múltiplos genes e resultam em resistência parcial, também denominada tolerância (Lopes-Caitar et al., 2022; Rios et al., 2016). A incorporação desse tipo de resistência em programas de melhoramento é mais complexa, pois envolve o acúmulo de genes de pequeno efeito ao longo de

sucessivas gerações (Camargo, 2018; Jain et al., 2019).

Além dos fatores genéticos, as condições ambientais do experimento também podem ter influenciado os resultados. As temperaturas elevadas (30–35 °C) e o uso de substrato com alta proporção de areia favorecem a reprodução de *P. brachyurus* e podem intensificar os danos ao sistema radicular (Oliveira et al., 2011; Silva, 2011). Essas condições, embora aumentem a pressão do patógeno, são adequadas para a discriminação de genótipos com diferentes níveis de suscetibilidade, conferindo robustez aos resultados obtidos.

De modo geral, os resultados indicam que, embora nenhum genótipo de soja avaliado seja resistente à *P. brachyurus*, existe variabilidade na resposta dos materiais, destacando-se a cultivar CD213PTA como uma possível fonte de resistência parcial ou tolerância. Esses resultados são relevantes para programas de melhoramento genético, que podem explorar essa variabilidade visando à obtenção de cultivares com maior capacidade de limitar a multiplicação do nematoide (Salgotra & Chauhan, 2023). É importante mencionar que de todas as cultivares utilizadas no presente trabalho, a CD213PTA é a mais antiga e a única adaptada a região sul do Brasil, o que indica um potencial *pool* genético diferente para geração de variabilidade.

Adicionalmente, a comparação entre as cultivares com os genótipos permitiu observar padrões distintos de resposta ao parasitismo por *Pratylenchus brachyurus* nas linhagens do programa de melhoramento. Os genótipos UFVS77C10 apresentaram valores elevados de fator de reprodução, o que indica que não houve incorporação efetiva de tolerância nesse grupo. De forma semelhante, os genótipos UFVS80C10 também apresentaram elevada suscetibilidade, sugerindo que a base genética dessas linhagens não contribuiu para a redução da multiplicação do nematoide.

Por outro lado, o genótipo UFVS78C11 apresentou menor valor de FR, indicando possível segregação para características relacionadas à tolerância. Essa variação sugere alelos de pequeno efeito contribuindo para a redução parcial da reprodução do nematoide em algumas linhagens. Esses resultados reforçam a natureza quantitativa da resistência à *P. brachyurus* e destacam a importância da identificação das fontes de tolerância para a sua posterior utilização em programas de seleção assistida.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a cultivar CD213PTA apresentou maior capacidade de reduzir a multiplicação de *Pratylenchus brachyurus* em comparação aos demais genótipos avaliados e portanto destaca-se como uma fonte promissora de resistência parcial ou tolerância e é indicada para continuidade nos programas de melhoramento genético de soja do BIOAGRO/UFV, com vistas à obtenção de genótipos com maior capacidade de limitar a multiplicação de *P. brachyurus*. Entretanto, o desenvolvimento de marcadores moleculares associados a característica se tornam extremamente importantes para atingir este objetivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellé, C., Kuhn, P. R., Kaspar, T. E., & Schmitt, J. (2017). Reação de cultivares de soja a *Pratylenchus brachyurus*. *Agrarian*, 10(36), 136-140.
- Braz, G. B. P., Oliveira, R. S. de Jr., Constantin, J., Raimondi, R. T., Ribeiro, L. M., Gemelli, A., & Takano, H. K. (2016). Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para *Pratylenchus brachyurus*. *Summa Phytopathologica*, 42(3), 233–238. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2129>
- Brida, A. L., Correia, E. C. S. S., & Wilcken, S. R. S. (2017). Suscetibilidade de cultivares de soja ao nematoide das lesões radiculares. *Summa Phytopathologica*, 43(3), 248–249. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2123>
- Camargo, L. E. A. (2018). Controle genético. In L. Amorim, J. A. M. Rezende, & A. Bergamin Filho (Eds.), *Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos* (5th ed., Vol. 1, pp. 229–238). Agronômica Ceres.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2025, setembro). **12º levantamento: Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2024/2025**. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safra/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 16/12/2026:
- Coolen, W. A., & D'Herde, C. J. (1972). **A method for the quantitative extraction of nematodes from**

plant tissue. State Nematology and Entomology Research Station.

Cruz, G. L. S., Bordin, A. V., Moriyama, T. K., Silva Junior, M. G., & Cruz, R. M. S. (2024). Extratos vegetais e óleos essenciais: Uma alternativa a nematicidas convencionais. **Journal of Agronomic Sciences**, **13 (especial)**, 12–31. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/jas/article/download/76807/751375159778>. Acesso em:

Cruz, S. C. S., Junior, D. G. S., Dos Santos, D. M. A., Lunezzo, L. O., & Machado, C. G. (2016). Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, **3(1)**, 1–6.

Dias, W. P., Asmus, G. L., Silva, J. F. V., Garcia, A., & Carneiro, G. E. S. (2010). Nematoides. In A. M. R. Almeida & C. D. S. Seixas (Eds.), **Soja: Doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura** (pp. 173–206). Embrapa Soja.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2020). **Tecnologias de produção de soja**. Embrapa Soja.

Faria, V. D. O. (2024). **Indução de resistência a *Pratylenchus brachyurus* em soja por óleo essencial de *Melaleuca alternifolia*** [Tese de doutorado, Unioeste].

Franchini, J. C., Debiassi, H., Dias, W. P., Ramos Junior, E. U., & Silva, J. F. V. (2014). Perda de produtividade da soja em área infestada por nematoide das lesões radiculares na região médio norte do Mato Grosso.

Gardiano-Link, C. G., Santana-Gomes, S. de M., Kluge, E. R., Feksa, H. R., Kluge, F. T. da R., & Dias-Arieira, C. R. (2022). Management systems for nematode control in soybean fields in south-central Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **57**, Article e02526. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02526>

Guarnieri, C. C. O., Soares, P. L. M., Silva, T. R., Kajihara, L. H., & Paes Junior, R. (2018). **Eficácia de tiodicarbe, cadusafós e condicionador de solo via tratamento de sementes e/ou sulco de plantio no**

controle de nematoides na cultura da soja. In Anais do 35º Congresso Brasileiro de Nematologia (ISBN 978-85-66836-20-2). Bento Gonçalves, RS.

Han, S., Schliemann, W., & Liu, S. (2024). Resistance of plants to parasitic nematodes and its application in breeding. **Frontiers in Plant Science**, **15**, 1439535.

Handoo, Z. A., & Golden, A. M. (1989). A key and diagnostic compendium to the species of the genus *Pratylenchus* Filipjev, 1936 (lesion nematodes). **Journal of Nematology**, **21(2)**, 202–218.

Jain, S., Poromarto, S., Osorno, J. M., McClean, P. E., & Nelson, B. D. (2019). Genome wide association study discovers genomic regions involved in resistance to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines*) in common bean. **PLoS ONE**, **14(2)**, Article e0212245. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212245>

Kashiwaqui, M. M. (2021). **Relações entre atributos físico-químicos do solo e de *Pratylenchus brachyurus* na cultura da soja** [Tese de doutorado, Unioeste].

Lin, F., Chhapekar, S. S., Vieira, C. C., Da Silva, M. P., Rojas, A., Lee, D., ... & Nguyen, H. T. (2022). Breeding for disease resistance in soybean: a global perspective. **Theoretical and Applied Genetics**, **135(11)**, 3773–3872. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04188-5>

Lopes-Caitar, V. S., Santos, P. V., Carneiro, R. M. D. G., Soman, J. M., Santos, G. B., Abdelnoor, R. V., & Marcelino-Guimarães, F. C. (2022). Time course RNA-seq reveals soybean responses against *Pratylenchus brachyurus* infection. **Plants**, **11(21)**, 2851. <https://doi.org/10.3390/plants11212851>

Lordello, L. G. E. (1988). **Nematoides das plantas cultivadas** (8ª ed.). Nobel.

Macedo, L. B., Teixeira, R. A., Faria, D. R., Garcia, K. A. B., Marques, E., & da Rocha, M. R. (2025). Effect of herbicides on *Pratylenchus brachyurus* in conventional and transgenic soybean cultivars. **Revista Agrogeoambiental**, e20252035-e20252035.

Machado, A. C. Z., & Motta, [Inicial]. (2019). Por

que não temos cultivares resistentes a *Pratylenchus brachyurus*? In **Anais do 36º Congresso Brasileiro de Nematologia**. Águas de Lindóia, SP.

Miyamoto, A., Dias-Arieira, C. R., Cardoso, M. R., & Puerari, H. H. (2016). Penetration and reproduction of *Meloidogyne javanica* on leguminous crops. **Journal of Phytopathology**, 164(11-12), 890–895. <https://doi.org/10.1111/jph.12513>

Oliveira, D. S., Oliveira, R. D. L., Silva, D. G., & Silva, R. V. (2011). Characterization of *Meloidogyne incognita* populations from São Paulo and Minas Gerais state and their pathogenicity on coffee plants. **Tropical Plant Pathology**, 36(3), 190–194. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762011000300009>

Oliveira Oliveira, F. S., dos Santos, G. R., Nogueira, S. R., dos Santos, P. R. R., & Correa, V. R. (2015). Population dynamics of the root lesion nematode, *Pratylenchus brachyurus*, in soybean fields in Tocantins State and its effect to soybean yield. **Nematropica**, 45(2), 170-177.

Oliveira, D. de. (2022). **Interação entre *Pratylenchus brachyurus* e *Macrophomina phaseolina* na cultura da soja** [Dissertação de mestrado, Instituto Federal Goiano].

Oliveira, J. C. de ., Carvalho, M. A. C. de, Rabelo, H. de O. ., Ferreira, P. A. ., Piva, R. P. ., & Oliveira, L. C. A. de . (2023). Genetic, chemical and biological management strategies of control of *Pratylenchus brachyurus* in soybean. **Revista Em Agronegócio E Meio Ambiente**, 16(1), 1–15. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2023v16n1e9959>.

Oostenbrink, M. (1966). Major characteristics of relations between nematodes and plants. **Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen**, 66(4), 1–46.

Ribeiro, N. R. (2024). **Avaliação de espécies vegetais e cultivares de soja para a composição de esquemas de rotação ou sucessão de culturas para o manejo de *Pratylenchus brachyurus*** [Tese de doutorado, Universidade Estadual de Londrina].

Rios, A. D. F., Rocha, M. R. D., Machado, A. S., Ávila, K. A. G. B., Teixeira, R. A., Santos, L. D. C.,

& Rabelo, L. R. S. (2016). Host suitability of soybean and corn genotypes to the root lesion caused by nematode under natural infestation conditions. **Ciência Rural**, 46, 580-584.

Salgotra, R. K., & Chauhan, B. S. (2023). Genetic diversity, conservation, and utilization of plant genetic resources. **Genes**, 14(1), 174.

Scupinari, T., Mannocho-Russo, H., Marcheafave, G. G., Bolzani, V. S., Nunes, E. O., Dias, W. P., Hoffman-Campo, C. B., & Zeraik, M. L. (2025). Extracts from tissue cultures of *Crotalaria* spp. as potential natural alternative for controlling root-knot nematodes. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, 36(2), 271–283. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20240220>

Silva, R. B. (2011). **Interação entre diferentes níveis populacionais iniciais de *Pratylenchus brachyurus* e cultivares de soja no desenvolvimento da planta e na reprodução do nematoide** [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia].

Silva, R. G., Santos, T. F. S., Duarte, I. C. S., Silva, M. B. S., & Neris, G. A. B. (2015). Reação de genótipos de soja ao nematoide das lesões radiculares. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, 11(22), 2491-2497.

Souza, R. A. D. (2009). **Quantificação de *Pratylenchus brachyurus* em genótipos de soja (*Glycine max* L) Merrill, em Tupirama/TO** [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia].

Sponchiado, V. Z. (2022). **COMPORTAMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM RELAÇÃO AO *Pratylenchus Brachyurus***.

Tarini, G., Sonda, E. T., Rodrigues, M. T., Schwengber, R. P., Miamoto, A., de Melo Santana-Gomes, S., ... & Dias-Arieira, C. R. (2025). Crop rotation combined with bionematicides for *Pratylenchus brachyurus* management in soybean. **Semina: Ciências Agrárias**, 46(3), 811-826.

Terasawa, J. M. (2017). **Identificação de QTLs em soja associados à resistência ao nematoide das lesões radiculares** [Tese de doutorado, Universidade

de São Paulo]. Repositório USP.

Townshend, J. L. (1990). Methods for evaluating resistance to lesion nematode, *Pratylenchus* species. In J. L. Starr (Ed.), *Methods for evaluating plant species for resistance to plant-parasitic nematodes* (pp. 33–41). The Society of Nematologists.

United States Department of Agriculture. (2025). United States soybean area, yield and production. **Foreign Agricultural Service, Production, Supply and Demand Database**. Disponível em: <https://ipad.fas.usda.gov/countrysummary/Default.aspx?id=US&crop=Soybean.>, Acesso em: 16/12/2025