

Correlação entre fator de reprodução e características de crescimento na seleção de linhagens de arroz de terras altas a *Meloidogyne incognita*¹

Flávia Barbosa Silva Botelho², Daiane Cristina Terras Souza³, Isabela Volpi Furtini⁴, Luciana Vaz Clemente⁵, César Augusto Bronholi⁶, Ruhama dos Reis Sousa⁵, Marina Cristina Massarotto de Vasconcellos⁵, Éder Cristian Smiderle⁷

Resumo

Apesar de todos os benefícios advindos da rotação de culturas, particularmente para as condições em que o arroz tem sido utilizado, um problema comum a praticamente todas as culturas nos cerrados é a ocorrência de nematóides. O uso de cultivares resistentes é um dos principais métodos de controle. Do exposto, o presente trabalho objetivou correlacionar o fator de reprodução com as características de crescimento no intuito auxiliar na seleção de linhagens de arroz de terras altas quanto à resistência aos nematóides causadores de galhas radiculares (*Meloidogyne incognita*). Foram avaliadas 36 linhagens de arroz de terras altas, com características agronômicas favoráveis, oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 1 vaso de 3L, com duas plantas de arroz. As linhagens foram inoculadas com 1000 ovos e eventuais juvenis dos respectivos nematóides. Aos 55 dias após a inoculação, foram obtidos os pesos frescos das raízes e da parte aérea das plantas e estimativa do fator de reprodução (FR). A maioria das linhagens avaliadas no ensaio apresentou resistência ao *M. incognita*. As estimativas da correlação entre o fator de reprodução e peso fresco das raízes e peso fresco e seco da parte aérea foram baixas e não significativas, indicando que para as linhagens em estudo, e nas condições em que o experimento foi realizado, de modo geral, a massa fresca das raízes e parte aérea e massa fresca da parte aérea não foram afetadas por *M. incognita*.

Introdução

Nos últimos anos, o arroz de terras altas vem chamando a atenção pela melhoria significativa de sua qualidade e produtividade. O arroz de terras altas deixou de ser apenas a cultura de áreas recém-desmatadas, com baixo nível de tecnologia, para participar de sistemas de produção mais tecnificados, como em rotação com as culturas da soja, do algodão ou do milho, principalmente na região dos cerrados (Guimarães et al. 2001; Machado and Araújo Filho 2010). É fundamental destacar que as novas cultivares, e tecnologias a elas associadas, têm possibilitado incrementos expressivos de produtividade, o que é interessante para toda a cadeia produtiva do arroz e para a sociedade brasileira em geral.

Apesar do ganho genético alcançado, da melhoria da qualidade de grãos e do aumento de produtividade ao nível de lavouras de arroz de terras altas (Bresghele et al. 2011), este sistema de produção ainda segue com muitos desafios. A despeito de todos os benefícios advindos da rotação de culturas, particularmente para as condições em que o arroz tem sido utilizado, um problema comum a praticamente todas as culturas nos cerrados é a ocorrência de nematóides. Dentre as espécies relatadas na cultura, as do gênero *Meloidogyne* são as mais comuns (Bridge et al. 2005).

O uso de cultivares resistentes é um dos principais métodos de controle de nematóides. Assim, é importante para os programas de melhoramento conhecer a reação das cultivares e linhagens de arroz de terras altas que encontram-se em fase avançada de melhoramento, aos nematóides do gênero *Meloidogyne* spp., visando identificar aquelas que possam ser utilizadas em sistemas de rotação de culturas. Do exposto, o presente trabalho tem por objetivo correlacionar o fator de reprodução com as características de crescimento no intuito auxiliar na seleção de linhagens de arroz de terras altas quanto à resistência aos nematóides causadores de galhas radiculares (*Meloidogyne incognita*).

¹ Parte da dissertação de mestrado do segundo autor

² Professora Adjunta do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais – UFMT/Sinop. e-mail: flaviabotelho@ufmt.br

³ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia – UFMT/Sinop. Bolsista da CAPES. e-mail: dai_ufmt@hotmail.com

⁴ Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão. e-mail: isabela.furtini@embrapa.br

⁵ Acadêmicas do Curso de Graduação em Agronomia – UFMT/Sinop.

⁶ Engenheiro Agrônomo, email: cesarbronholi@hotmail.com

⁷ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia – UFMT/Sinop. e-mail: edersmiderlesnp@gmail.com

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Sinop.

Foram avaliadas 36 linhagens de arroz de terras altas, com características agronômicas favoráveis, oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa Arroz e Feijão. Algumas delas já são cultivares comerciais, mas serão indistintamente denominadas de linhagens. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 1 vaso de 3L, com 2 plantas de arroz.

Ovos de *Meloydogine incognita* originários do município de Sinop/MT, pertencentes ao acervo do Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia da Universidade Federal de Mato Grosso foram utilizados no experimento, sendo mantidos em vasos com tomateiro.

No experimento utilizou-se o substrato composto por uma mistura de terra, areia e esterco de curral na proporção de 25%, 50% e 25% respectivamente, autoclavado previamente a 121°C. Após 30 dias da semeadura realizou-se a inoculação contendo uma solução de aproximadamente 1000 ovos e juvenis de segundo estágio (J2) de *Meloidogyne incognita* por planta, com auxílio de um pipetador calibrado. As plantas ficaram sob irrigação diária até a época de avaliação, que foi realizada 55 dias após a inoculação.

Decorrido o tempo, as plantas foram coletadas e as raízes separadas da parte aérea, sendo lavadas com água corrente para a retirada do solo aderido a ela. Foram obtidos os pesos da matéria fresca das raízes e parte aérea das plantas.

Posteriormente foram extraídos de 10 gramas de raízes de arroz os ovos dos nematóides em liquidificador com solução de hipoclorito de sódio 0,5% utilizando-se da técnica de extração de Hussey and Barker (1937), modificada por Boneti (1981). O número de ovos e juvenis nas raízes foi estimado em lâmina de contagem e Peters, sob microscópio óptico. Após as contagens, foram calculados os fatores de reprodução (FR) dos nematóides, que foi obtido pela expressão ($FR = N_f / N_i$, onde N_f = número final de ovos por sistema radicular e N_i = número inicial de ovos inoculados por sistema radicular). Foram consideradas resistentes as linhagens com $FR < 1,00$ e suscetíveis com $FR \geq 1,00$, conforme Oostenbrink (1966).

Os dados do peso fresco das raízes (PR), peso fresco da parte aérea (PFA), peso seco da parte aérea (PSA) e fator de reprodução (FR) foram submetidos às análise de variância, utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira 2011), com transformação dos dados relativos ao FR em raiz quadrada de $x + 1$. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Foi estimada a correlação fenotípica entre as variáveis avaliadas utilizando-se o programa estatístico MSTAT-C (1991).

Resultados e Discussão

Detectou-se diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre as linhagens para as variáveis fator de reprodução (FR) e peso fresco de raízes (PR). Já quanto ao peso fresco (PFA) e seco da parte aérea (PSA) das plantas, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Considerando-se os FR obtidos, a maioria das linhagens avaliadas no ensaio apresentou resistência ao *M. incognita*, com base nos critérios propostos por Oostenbrink (1966) (Tabela 1).

Tabela 1. Resposta de diferentes genótipos de arroz ao nematóide da galha (*Meloidogyne incognita*) para os caracteres: fator de reprodução (FR), reação dos genótipos (RG), peso fresco da raiz (PR), peso fresco da parte aérea (PFA), peso seco da parte aérea (PSA).

Genótipos	FR		RG ²	PR		PFA		PSA	
BRS Primavera	0.13	a ¹	R	40.99	b	120.70	a	33.26	a
BRSMG Curinga	0.97	a	R	42.10	b	143.00	a	32.99	a
BRS Monarca	2.40	b	S	47.02	a	147.24	a	31.78	a
BRS Pepita	0.09	a	R	41.25	b	125.00	a	25.71	a
BRS Sertaneja	0.03	a	R	39.24	b	125.99	a	36.04	a

BRS Esmeralda	0.68	a	R	39.23	b	120.04	a	28.62	a
BRA 02601	0.10	a	R	51.27	a	136.50	a	34.49	a
BRA 032033	0.39	a	R	41.50	b	139.30	a	33.05	a
BRA 01600	0.25	a	R	41.00	b	125.00	a	25.90	a
AB 062008	0.18	a	R	39.71	b	115.53	a	28.31	a
AB 062037	0.23	a	R	46.49	a	146.48	a	36.02	a
AB 062045	0.24	a	R	38.77	b	132.89	a	31.40	a
AB 062138	0.10	a	R	41.22	b	138.39	a	37.62	a
AB 072083	0.98	a	R	41.25	b	123.00	a	27.90	a
AB 072041	1.97	b	S	37.83	b	128.98	a	28.81	a
AB 072001	0.50	a	R	44.63	a	134.19	a	37.50	a
AB 072063	0.50	a	R	42.97	b	133.25	a	32.55	a
AB 072047	0.13	a	R	39.75	b	127.75	a	31.60	a
AB 072085	0.43	a	R	33.25	b	123.00	a	27.16	a
AB 072007	0.21	a	R	36.76	b	139.00	a	26.42	a
AB 072044	0.27	a	R	43.00	b	124.00	a	28.43	a
AB 072035	0.29	a	R	35.24	b	122.75	a	26.65	a
AB 112172	0.48	a	R	44.61	a	136.75	a	39.03	a
AB 082022	2.11	b	S	55.62	a	138.33	a	37.99	a
AB 082021	0.58	a	R	49.46	a	145.75	a	39.56	a
AB 112089	0.50	a	R	36.42	b	120.25	a	24.83	a
AB 112090	0.17	a	R	48.14	a	129.00	a	28.19	a
AB 112092	2.61	b	S	39.57	b	122.06	a	26.74	a
AB 112093	1.59	b	S	39.28	b	138.25	a	30.92	a
AB 112108	0.19	a	R	52.69	a	127.90	a	28.39	a
CMG 1590	0.12	a	R	36.25	b	130.75	a	34.53	a
AB092010	0.90	a	R	50.00	a	137.75	a	37.19	a
AB092032	0.52	a	R	47.58	a	132.63	a	37.86	a
AB092016	1.51	b	S	45.71	a	134.43	a	39.72	a
AB092028	0.39	a	R	48.46	a	142.81	a	32.95	a
AB092008	0.24	a	R	46.00	a	134.25	a	39.59	a

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade.

² R – resistente e S- suscetível

Nas avaliações da resistência de genótipos aos nematóides, fator de reprodução, índice de galhas, índice de massas de ovos e número de ovos por planta das espécies de *Meloidogyne* são parâmetros que podem ser utilizados na seleção de cultivares com resistência. Outras variáveis, como caracteres de crescimento podem ser também utilizadas como complementares (Charchar and Moita 2005). No presente estudo objetivou-se também verificar se o FR está correlacionado com alguns caracteres de crescimento das plantas de arroz.

Analisando-se as correlações entre o fator de reprodução com o peso fresco das raízes e peso fresco e seco da parte aérea, verifica-se que elas foram de baixa magnitude e não significativas, indicando que para as linhagens em estudo, e nas condições em que o experimento foi realizado, a massa fresca das raízes e parte aérea e massa fresca da parte aérea não foram afetadas por *M. incognita* (Tabela 2). Porém, para algumas linhagens classificadas como suscetíveis (BRS Monarca, AB 082022 e AB092016), observou-se redução no peso das raízes (Tabela 1). Segundo Fonseca et al. (2003) as plantas que reagem ao processo de infecção dos nematóides podem apresentar alterações tanto de ordem anatômicas quanto fisiológicas e estes

sintomas podem se repercutir desde às raízes até a parte aérea das plantas. Os resultados de susceptibilidade da cultivar BRS Monarca obtidos neste trabalho corroboram com os dados obtidos em trabalho realizado por Silva et al. (2011), mostrando que essa cultivar oferece melhores condições para que o *Meloidogyne incognita* se multiplique, não sendo recomendado seu uso em áreas com ocorrência do nematóides das galhas.

As análises de correlação confirmam a existência de relação entre o peso fresco de raízes e peso fresco e seco da parte aérea (Tabela 2). A correlação entre comprimento de raízes e massa seca da parte aérea também foi evidenciada por Abichequer (2004) que obteve valor de correlação igual a 0,697 entre comprimento de raízes e massa seca da parte aérea.

Tabela 2. Coeficientes de correlação fenotípica entre os caracteres fator de reprodução (FR), peso fresco da raiz (PFR), peso fresco da parte aérea (PFA) e peso seco da parte aérea (PSA) de 36 linhagens de arroz de terras altas inoculadas com *Meloidogyne incognita*.

Caracteres	PFR	PFA	PSA
FR	0,126 ^{n.s}	0,166 ^{n.s}	0,013 ^{n.s}
PR		0,507*	0,534*
PFA			0,600*

*: significativo pelo teste t a 5% de probabilidade; ^{n.s}: não significativo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a EMBRAPA Arroz e Feijão pelo fornecimento das linhagens de arroz de terras altas. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudo de mestrado.

Referências

- Abichequer AD (2004) **Morfologia e distribuição de raízes de arroz irrigado por inundação e sua relação com a absorção de nutrientes e o rendimento de grãos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 56 p.
- Boneti JIS and Ferraz S (1981) Modificação do método de Hussey e Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. **Fitopatologia Brasileira** **6**: 553p.
- Breseghele F et al. (2011) Results of 25 Years of Upland Rice Breeding in Brazil. **Crop Science** **51**.
- Bridge JRA et al. (2005) Nematode parasites of rice. In: **Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture**. Luc M, Sikora RA and Bridge J (Eds). 87-130p.
- Charchar JM and Moita AW (2005) Metodologia para seleção de hortaliças com resistência a nematóides: Alface/*Meloidogyne* spp. **Comunicado Técnico** **27**. Embrapa.
- Ferreira DF (2011) Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** **35**: 1039-1042.
- Fonseca HS, Ferraz LCCB and Machado (2003) Caracterização do vacúolo de células gigantes induzidas por espécies de *Meloidogyne* em raízes de seringueira RRIM 600. **Nematologia Brasileira** **27**: 193-198.
- Guimarães CM et al. (2001) Cultivo do arroz em rotação com soja, Goiânia, Embrapa Arroz e Feijão. **Circular técnica** **41**.
- Machado ACZ and Araújo Filho JV de (2010) Nematoides no arroz. **Revista Cultivar Grandes Culturas** **1**: 12-15.
- MSTAT-C (1991) **A software program for the design, management and analysis of agronomic research experiments**. Michigan: Michigan State University.
- Oostenbrink M (1966) Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Van de landbouwhogeschool te wageningen** **66**: 1-46.
- Silva RA, Gomes Filho GA and Alcântara NRS (2011) Reações de cultivares de Arroz a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira** **35**: 3-4.