



IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA À PODRIDÃO RADICULAR EM MANDIOCA CAUSADA POR *Fusarium* spp.

Sandielle Araújo Vilas Boas¹, Saulo Alves Santos de Oliveira², Camila Santiago Hohenfeld³, Vanderlei da Silva Santos⁴ e Eder Jorge de Oliveira⁵

¹Mestranda em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: sandyvilasboas@hotmail.com;
²saulo.oliveira@embrapa.br; ³chohenfeld@gmail.com; ⁴vanderlei.silva-santos@embrapa.br;
⁵eder.oliveira@embrapa.br

Temática: Melhoramento genético e biotecnologia

Resumo

O uso de variedades de mandioca resistentes à podridão radicular (PR) é a estratégia mais viável para controle da doença. Assim, este estudo objetivou identificar fontes de resistência à PR causada por *Fusarium* spp. (Fsp). Inoculações com Fsp foram feitas em 697 acessos em cinco ensaios, para avaliação da severidade da PR na casca (córtex e periderme) e polpa das raízes. Os valores genotípicos foram obtidos com o uso do procedimento BLUP/REML (Melhor predição linear não viciada/máxima verossimilhança restrita). Na análise de modelos mistos, os ensaios foram considerados de efeito fixo e os demais efeitos como aleatórios. Cerca de 10% dos acessos foram considerados resistentes. Discrepâncias na classificação dos acessos resistentes na casca e polpa indicam a existência de diferentes mecanismos de defesa nestas estruturas. A falta de resistência completa e a distribuição contínua da PR sugerem herança quantitativa da resistência.

Palavras Chave: REML/BLUP, *Manihot esculenta* Crantz, doença, raiz.

Introdução

Apesar de ser uma cultura bastante tolerante a condições edafoclimáticas marginais, a mandioca é afetada por muitas pragas e doenças, o que compromete significativamente sua produção e comercialização (LÓPEZ & BERNAL, 2012). Dentre as doenças, a podridão radicular da mandioca, causada por um complexo de patógenos, é uma das doenças mais destrutivas (BANDYOPADHYAY et al., 2006). Como a podridão radicular afeta as raízes da planta, para a maioria dos patógenos associados, a magnitude e extensão dos danos são observados apenas na colheita, sendo difícil estabelecer diagnósticos precoces da doença.

O manejo baseado no plantio de variedades resistentes é atualmente a abordagem mais econômica e confiável para controlar a podridão radicular da mandioca (ONYEKA et al., 2005), preferencialmente associado a práticas culturais preventivas. Considerando a falta de conhecimento sobre fontes de resistência à podridão radicular no Brasil, este trabalho teve como objetivo identificar fontes de resistência a patógenos do gênero *Fusarium* e gerar informações sobre a distribuição da severidade dos sintomas da podridão radicular na casca e polpa das raízes utilizando a metodologia de modelos mistos.

Material e Métodos

Foram avaliados 697 acessos de germoplasma pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca (BAG-Mandioca) da Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, Bahia). Dois clones elite (9624-09 e 98150-06), onze variedades melhoradas (BRS Aipim Brasil, BRS Amansa Burro, BRS Caipira, BRS Dourada, BRS Formosa, BRS Gema de Ovo, BRS Jari, BRS Kiriris, BRS Tapioqueira, BRS Verdinha e IAC90) e quatro variedades locais (Cascuda, BRS Aramaris, Eucalipto e Fécula Branca) foram utilizadas como testemunhas.

Os experimentos de campo foram realizados em diferentes áreas no município de Cruz das Almas (BA). As avaliações para podridão radicular ocorreram nos anos agrícolas de



2011, 2012 e 2013 (primeiro e segundo semestres de 2011 e 2012 e segundo semestre de 2013). Estas cinco épocas de avaliação foram considerados ambientes independentes. Em cada ambiente de avaliação, os ensaios foram compostos por 250 a 400 genótipos.

A colheita foi realizada manualmente entre 10 e 12 meses após o plantio, tomando-se o cuidado de evitar ferimentos às raízes. Para identificação de fontes de resistência à podridão radicular causada por *Fusarium* spp. (Fssp), raízes inteiras de mandioca foram lavadas e desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio (1%). Em seguida, furos uniformes de aproximadamente 3 a 4 mm de profundidade foram realizados na região central da raiz, com auxílio de furador metálico de 6 mm de diâmetro.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com variação de 6 a 18 repetições por acesso (parcela representada por uma raiz com três pontos de inoculação). A inoculação foi realizada com uma suspensão de esporos (100 µL, numa concentração de 10^5 macroconídios.mL⁻¹) no ponto de perfuração das raízes, utilizando seis isolados considerados mais agressivos, das espécies *Fusarium solani*, *F. oxysporum* e *F. lateritium*.

As raízes foram cortadas longitudinalmente e fotografadas digitalmente para posterior análise das imagens, com auxílio do software ImageTool v.3.0 (UTASCSA), visando calcular a área colonizada pelo patógeno. Neste caso foram tomadas duas medidas: a primeira delas foi a severidade da podridão radicular na casca das raízes (SEV-Casca) e a segunda foi a severidade da podridão radicular na polpa das raízes (SEV-Polpa).

Os valores genotípicos preditos foram obtidos pelo procedimento REML/BLUP, utilizando-o para estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos, com uso do programa computacional Selegen-REML/BLUP (RESENDE, 2002).

Os acessos de mandioca foram classificados em diferentes grupos de respostas à resistência a Fssp, com base na distribuição normal dos valores genotípicos preditos via BLUP. Os desvios-padrão dos valores genotípicos (DPVG) de cada acesso em relação à média geral das características da severidade dos sintomas na casca das raízes e na polpa foram comparados em relação a sua distribuição na curva normal, de modo que acessos com desvios positivos foram classificados como suscetíveis, enquanto acessos com desvios negativos foram classificados como resistentes.

Resultados e Discussão

Dos 697 acessos avaliados, cinco não foram utilizados na avaliação da severidade dos sintomas na polpa, em função do aparecimento da deterioração fisiológica pós-colheita, que dificultou a diferenciação dos sintomas de podridão radicular na análise das imagens. De acordo com a classificação dos acessos de mandioca com base no desvio padrão dos valores genotípicos preditos (DPVG), nenhum acesso foi considerado altamente resistente (Tabela 1). As distribuições dos acessos nas diferentes classes quanto à severidade dos sintomas da podridão na casca e polpa da raiz, foram bastante similares. Aproximadamente 10% dos acessos foram classificados como resistentes (R), 50% como moderadamente resistente (MR), 28% como moderadamente suscetíveis (MS), 10% como suscetíveis (S) e 2% altamente suscetíveis (AS) (Tabela 1).

A redução nas estimativas dos valores genotípicos preditos (VGP) com o cultivo dos 73 acessos mais resistentes à podridão radicular na casca foi de -6,55% em comparação com a população dos 697 acessos avaliados. Por outro lado, a seleção apenas dos 15 acessos mais resistentes (BGM0878, BGM0567, BGM1969, BGM1367, BGM1410, BGM0550, BGM1771, BGM0620, BGM1398, BGM1876, BGM1729, BGM1518, BGM1567, BGM1767 e BGM1333) resulta na redução de -11,40% nas estimativas VGP relacionada à podridão na casca. Considerando a podridão na polpa, o ganho predito com a seleção dos 61 acessos resistentes é de -10,59%. Os 15 acessos mais resistentes (BRS Caipira, BGM1696, BGM0878, BGM0057, BGM1398, BGM1678, BGM0567, BRS Aramaris, BGM1546, BGM1287, BRS Verdinha, BGM1377, BRS Dourada, BGM0083 e BGM1367) possibilitam a redução da severidade da podridão radicular na polpa em torno de -16,36%.



Tabela 1. Distribuição dos acessos de mandioca quanto à classificação da resistência à podridão radicular causada por *Fusarium* spp. com sintomas avaliados na casca (SEV-Casca) e na polpa da raiz (SEV-Polpa).

Reação ¹	SEV-Casca			SEV-Polpa		
	Nº de acessos	Variação dos valores preditos		Nº de acessos	Variação dos valores preditos	
		Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
AS	12	92,81	104,7	11	64,98	71,69
S	76	89,67	92,48	62	61,70	64,78
MS	194	88,23	89,64	204	60,08	61,66
MR	342	86,81	88,22	354	58,53	60,07
R	73	84,91	86,79	61	56,22	58,49
AR	0	-	-	0	-	-

¹AR: altamente resistentes, R: resistentes, MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente suscetível, S: suscetível, AS: altamente suscetível.

Vinte e dois acessos foram classificados como resistentes (tanto para sintomas na casca quanto na polpa). Por outro lado, ao considerar as testemunhas do experimento, apenas a BRS Aramaris comportou-se como resistente à Fspq tanto para severidade na casca quanto na polpa. Casos de moderada resistência foram observadas em BRS Amansa Burro, Fécula Branca e IAC90, enquanto moderada resistência na casca e resistência na polpa foram observados para BRS Caipira, BRS Dourada, Eucalipto e BRS Verdinha. As variedades BRS Formosa e BRS Gema de Ovo comportaram-se como moderadamente resistentes e moderadamente suscetíveis à severidade na casca e polpa, respectivamente. Moderada suscetibilidade e moderada resistência foi observada nas variedades Cascuda, BRS Jari e BRS Kiriris. Aparentemente, a variedade BRS Tapioqueira possui resistência moderada à Fspq na casca, mas é suscetível na polpa, enquanto a variedade BRS Aipim Brasil é suscetível em ambas as partes da raiz.

Houveram algumas discrepâncias na classificação de metade dos acessos de mandioca quanto ao nível de resistência à podridão radicular com base na severidade dos sintomas na casca e polpa das raízes, considerando que apenas 345 dos 697 acessos avaliados apresentaram a mesma classificação de resistência quanto aos sintomas avaliados na casca e polpa. As trocas de classificações mais frequentes foram relacionadas ao grau de resistência/suscetibilidade moderada (44%), seguida de resistente (ou suscetível) para moderadamente resistente (suscetível) (36%). Contudo, em 68 acessos houve trocas de classificação que mudaram o comportamento de algum nível de suscetibilidade para algum grau de resistência (Figura 1). Estas observações sugerem que os mecanismos de resistência à podridão radicular associados a barreiras químicas e físicas contra o ataque de patógenos podem ser diferentes na casca e polpa das raízes.

Como um controle desta inoculação, o nível de resistência da variedade local BRS Aramaris e da variedade melhorada (BRS Kiriris), ambas consideradas resistentes em condições de campo, se mantiveram relativamente estáveis pela inoculação com Fspq. A BRS Aramaris foi considerada resistente (casca e polpa) e a BRS Kiriris moderadamente suscetível (casca) e moderadamente resistente (polpa). Embora estas duas variedades sejam consideradas resistentes em condições de campo, sua resistência a patógenos específicos não tem sido avaliada. Assim, é possível que a variedade BRS Kiriris tenha maior suscetibilidade à podridão causada por *Fusarium*.



16º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA
1º CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA

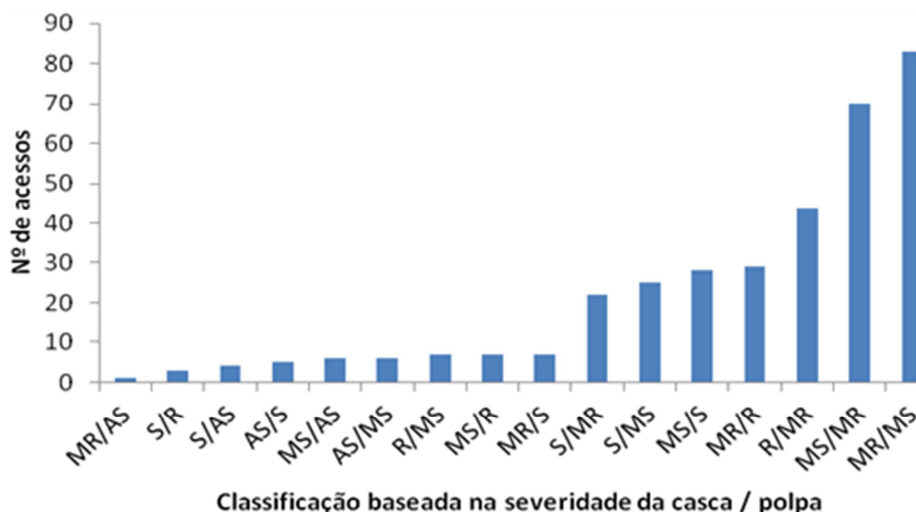


Figura 1. Discrepância na classificação da resistência dos acessos de mandioca quanto à resistência à podridão radicular causada por *Fusarium* spp., para sintomas expressos na casca e polpa das raízes.

Conclusão

- 1) As discrepâncias na classificação dos acessos de mandioca quanto ao nível de resistência à podridão radicular na casca e polpa das raízes sugerem a presença de mecanismos diferenciados de resistência nestas partes da raiz;
- 2) A seleção dos 15 acessos de mandioca com menor severidade da podridão radicular, propiciaram redução de -11,40% e -16,36% nas estimativas VGP na casca e polpa, respectivamente, sendo importantes fontes de resistência para uso no melhoramento genético da mandioca.

Agradecimentos

Agradecimento à CAPES, Fapesb e CNPq pela concessão à bolsa e auxílio financeiro para a pesquisa.

Bibliografia

- BANDYOPADHYAY, R.; MWANGI, M.; AIGBE, S. O.; LESLIE, J. F. *Fusarium* species from the cassava root rot complex in West Africa. **Phytopathology**, v. 96, p. 673-676, 2006.
- LÓPEZ, C. E.; BERNAL, A. J. Cassava bacterial blight: using genomics for the elucidation and management of an old problem. **Tropical Plant Biology**, v. 5, p. 117-126, 2012.
- ONYEKA, T. J.; DIXON, A. G. O.; EKPO, E. J. A. Assessment of laboratory methods for evaluating cassava genotypes for resistance to root rot disease. **Mycopathologia**, v. 159, p. 461-467, 2005.
- RESENDE, M.D.V. **Software Selegen-Reml/Blup**. Embrapa Florestas, Colombo, 2002.