



AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DO CASSAVA MOSAIC DISEASE E CASSAVA BROWN STREAK DISEASE EM GERMOPLASMA DE *Manihot esculenta* Crantz E OUTRAS ESPÉCIES DO GÊNERO *Manihot* DE ORIGEM AMERICANA

Eder Jorge de Oliveira¹, Robert Kawuki², Carlos Alberto da Silva Ledo¹,
Cláudia Fortes Ferreira¹, Saulo Alves Santos de Oliveira¹ e Vanderlei da Silva Santos¹

¹Embrapa Mandioca e Fruticultura, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. Email: eder.oliveira@embrapa.br, carlos.ledo@embrapa.br, claudia.ferreira@embrapa.br, saulo.oliveira@embrapa.br, vanderlei.silva-santos@embrapa.br; ²National Crops Resources Research Institute, P.O.Box 7084, Kampala, Uganda. Email: kawukisezi@yahoo.com

Temática: Melhoramento genético e biotecnologia

Resumo

O principal objetivo deste estudo foi identificar acessos de mandioca da América Latina com resistência ao *African Cassava Mosaic Disease* (CMD) e *Cassava Brown Streak Disease* (CBSD). Em Uganda, onde estas viroses são endêmicas, quatro famílias F₁ de *Manihot esculenta* Crantz selecionadas via seleção assistida por marcadores (SAM) ligado ao alelo de resistência CMD2, bem como espécies silvestres de *Manihot* foram avaliadas em condições de campo. A severidade do CMD nas folhas variou de 1,0 a 4,1 com maior severidade média (3,8) nas famílias F₁ de *Manihot esculenta* Crantz. A severidade do CBSD nas folhas foi relativamente baixa (variação de 1,0 a 1,5). Por outro lado, a incidência e severidade dos sintomas de CBSD nas raízes das famílias F₁ foram bastante elevadas (85% e 3,5, respectivamente). Entretanto, algumas espécies de *Manihot* não apresentaram nenhuma severidade do CBSD nas raízes, especialmente *M. carthaginensis* ssp. *glaziovii* e *M. caerulescens*. Portanto, os principais resultados deste projeto são: 1) a SAM para o CMD2 não foi eficaz para a seleção de fontes de resistência ao CMD contra as estirpes do vírus presentes em Uganda, 2) resistência genética ao CBSD foi observada em espécies de *Manihot*, que pode ser útil para geração de híbridos interespecíficos.

Palavras Chave: mandioca, doenças viróticas, CMD, CBSD.

Introdução

A obtenção de alta produtividade de mandioca é limitada na África pela ocorrência do vírus do mosaico africano (CMD – *African Cassava Mosaic Disease*) e do vírus do castanho listrado (CBSD – *Cassava Brown Streak Disease*), que são consideradas as doenças mais devastadoras da mandioca no leste Africano. Até o presente, as duas doenças ainda não estão presentes no Brasil, que é considerado um dos centros de origem e diversidade da mandioca. Contudo, subjugar a ameaça destes vírus por não serem um problema atual no Brasil pode resultar em anos de atraso na mitigação do problema. Assim, a Embrapa iniciou um programa de melhoramento preventivo para CMD, explorando o uso de seleção assistida por marcadores moleculares (SAM) para selecionar fontes de resistência ao CMD sem ter que realizar inoculações artificiais, considerando que o CMD é uma doença quarentenária no país. Contudo, a validação da SAM é importante para verificar a eficiência do processo. Assim, progênies F₁ geradas à partir do cruzamento destas supostas fontes de resistência ao CMD foram cruzadas com uma variedade elite brasileira (Fécua Branca) e intercambiadas para Uganda para avaliação da resistência ao CMD em condições de campo. Por outro lado, a inexistência de fontes de resistência ao CBSD tem sido verificada em acessos de *M. esculenta*. Isso explica, em grande parte, o aumento da incidência e severidade do CBSD tanto em Uganda quanto na região leste africana. Assim, os dois objetivos deste estudo foram: 1) realizar a avaliação da resistência ao CMD em condições de campo em Uganda utilizando



diferentes populações F₁ selecionadas por SAM, e 2) proceder o screening por fontes de resistência ao CBSD em espécies silvestres de *Manihot*.

Material e Métodos

Genótipos parentais supostamente resistentes ao CMD (BGM1332, BGM1428; BGM1584 e BGM1662) foram selecionados por SAM no Brasil e estes foram cruzados com uma variedade elite cultivada em grande parte do Brasil (Fécua Branca). Quatro populações F₁ (BGM1332 x Fécua Branca; BGM1428 x Fécua Branca; BGM1584 x Fécua Branca e BGM1662 x Fécua Branca) foram geradas pelo programa de melhoramento genético da Embrapa. Para avaliação da resistência ao CBSD, foram utilizadas sementes oriundas de polinização aberta das espécies silvestres *Manihot anomala* Pohl. (ANO 58V), *Manihot caerulescens* Pohl. (CAE BM 29), *Manihot carthaginensis* ssp. *glaziovii* Müll.Arg. (GLA 212-05, GLA 212-13, GLA 590-08 e GLA 590-20), *Manihot dichotoma* Ule (DIC 602-06), *Manihot esculenta* ssp. *flabellifolia* Pohl. (FLA 005, FLA 005-02, FLA 005-07 e FLA 005-19), *Manihot carthaginensis* ssp. *glaziovii* Muel. Arg. (MAN 004-01 e MAN 037), *Manihot irwinii* D.J.Rogers & Appan (IRW A027-12 e IRW A027-20), *Manihot peruviana* Müll. Arg. (PER 002-05 e PER 005-16) e *Manihot* sp. (FRF 1522-01). Tanto para CMD quanto para CBSD as sementes foram enviadas para avaliação de campo em Uganda (Namulonge), que é considerado um *hotspot* para CMD e CBSD. Em ambos os casos, as sementes foram germinadas em viveiro e posteriormente, as mudas resultantes foram transplantadas para o campo para a avaliação. Avaliações de campo foram feitas durante o período de maio de 2013 a novembro de 2014.

Para avaliação da severidade causada pelo CMD foi utilizada uma escala de notas variando de 1 a 5 (IITA, 1990) aos 6 meses após o plantio (MAP), em que 1 = brotos não afetados ou nenhum sintoma observado; 2 = leve padrão clorótico na maioria das folhas, leves distorções na base da maioria das folhas, enquanto as demais partes das folhas e brotos permanecem verdes e sem sintomas; 3 = presença de mosaico forte na maioria das folhas, estreitando e distorção de 1/3 inferior das folhas, 4 = mosaico severo, distorção de 2/3 inferiores da maioria das folhas, redução geral do tamanho da folha e redução do crescimento de brotos; e 5 = sintomas severos de mosaico em todas as folhas, distorção, torção e redução drástica no crescimento foliar da maioria das folhas, acompanhado de desnutrição crônica das plantas. Para o CBSD a escala de severidade variou de 1 a 5 (Gondwe et al., 2003), em que 1 = sem sintomas aparentes, 2 = leve clorose foliar, sem lesões na haste, 3 = clorose foliar pronunciada, presença de leves lesões na haste, sem morte de ponteiro, 4 = severa clorose foliar, presença de lesões profundas na haste, sem morte de ponteiros, e 5 = desfolhação, lesões severas na haste e morte de ponteiros.

Durante a colheita, as plantas que sobreviveram foram colhidas e avaliadas quanto à necrose causada pelo CBSD nas raízes. A escala de notas de severidade nas raízes variou de 1 a 5, em que 1 = sem necrose; 2 = lesões necróticas leves (1-10%); 3 = lesão necrótica acentuada (11-25%); 4 = lesão necrótica severa (26 -50%) associada à leve constrição raiz; e 5 = lesão necrótica muito severa (> 50%) juntamente com forte constrição da raiz.

Resultados e Discussão

A severidade do CMD nas folhas variou de 1,0 para *Manihot caerulescens* Pohl, a 4,1 em *Manihot peruviana* Müll. Arg (Tabela 1). A maioria dos indivíduos de *M. esculenta* apresentaram severidades média para CMD (3,8), indicando altos níveis de suscetibilidade (Tabela 2). Por outro lado, a severidade causada pelo CBSD nas folhas variou de 1,0 a 1,5; em que acessos de *M. peruviana*, *M. carthaginensis* ssp. *glaziovii*; *M. irwinii* e *Manihot* sp, não apresentavam sintomas foliares de CBSD (Tabela 1).



Tabela 1: Resposta de campo dos sintomas foliares das espécies de *Manihot* quanto à reação ao *African Cassava Mosaic Disease* (CMD) e *Cassava Brown Streak Disease* (CBSD) em Namulonge, Uganda (dados de 6 meses após o plantio).

Espécies de <i>Manihot</i>	NI	\bar{S}_{CMD}	\bar{S}_{CBSD}
<i>Manihot caerulescens</i> Pohl. (CAE BM 29)	28	1,0	1,5
<i>Manihot dichotoma</i> Ule (DIC 602-06)	21	1,5	1,1
<i>Manihot esculenta</i> ssp. <i>flabellifolia</i> Pohl. (FLA 005, FLA 005-02, FLA 005-07 and FLA 005-19)	33	3,3	1,2
<i>Manihot</i> sp. (FRF 1522-01)	4	1,5	1,0
<i>Manihot carthaginensis</i> ssp. <i>glaziovii</i> Müll.Arg. (GLA 212-05, GLA 212-13, GLA 590-08 and GLA 590-20)	9	1,6	1,1
<i>Manihot irwinii</i> D.J.Rogers & Appan (IRW A027-12 and IRW A027-20)	14	1,0	1,0
<i>M. esculenta</i> F1	80	3,8	1,4
<i>Manihot glaziovii</i> Muel. Arg. (MAN 004-01 and MAN 037)	5	2,5	1,0
<i>Manihot peruviana</i> Müll. Arg. (PER 002-05 and PER 005-16)	37	4,1	1,0

NI: número de indivíduos por família, \bar{S}_{CMD} : severidade média do CMD, \bar{S}_{CBSD} : severidade média do CBSD.

Tabela 2: Severidade dos sintomas foliares das quatro famílias F₁ de *Manihot esculenta* selecionadas por SAM no Brasil e avaliados para *Cassava Mosaic Disease* (CMD) em Namulonge, Uganda (dados de 6 meses após o plantio).

Famílias F ₁ de <i>M. esculenta</i>	NI	\bar{S}_{CMD}	\bar{S}_{CBSD}
BGM1332 x Fécula Branca	46	3,8	1,5
BGM1428 x Fécula Branca	3	3,3	1,0
BGM1584 x Fécula Branca	24	4,0	1,3
BGM1662 x Fécula Branca	7	3,1	1,2

As plantas sobreviventes e que permitiram a colheita das raízes com base na escala de severidade foram identificados em quatro espécies: *M. carthaginensis* ssp. *glaziovii* (7); famílias F₁ de *M. esculenta* (28); e *M. caerulescens* (4). Os indivíduos pertencentes às famílias F₁ de *M. esculenta* apresentaram a maior incidência (85%) e severidade do CBSD na raiz (3,5) (Tabela 3). Por outro lado, os indivíduos pertencentes a espécies silvestres de *Manihot* não apresentaram os sintomas típicos da doença, portanto sem danos nas raízes (Tabela 3).

Tabela 3: Severidade e incidência do vírus do *Cassava Brown Streak Disease* (CBSD) em raízes de espécies de *Manihot* avaliados em Namulonge, Uganda.

Espécies de <i>Manihot</i>	NI	\bar{I}_{CBSD}	Smx_{CBSD}	\bar{S}_{CBSD}
<i>Manihot carthaginensis</i> ssp. <i>glaziovii</i>	7	0,0	1,0	1,0
<i>M. esculenta</i> F ₁	28	85,4	3,8	3,5
<i>Manihot caerulescens</i>	4	0,0	1,0	1,0

NI: número de indivíduos por família, \bar{I}_{CBSD} : incidência de CBSD, Smx_{CBSD} : severidade máxima da CBSD, \bar{S}_{CBSD} : severidade média da CBSD.



Conclusão

As novas fontes de resistência ao CMD e CBSD podem ser utilizadas nos programas de melhoramento para introdução de resistência a estas viroses em variedades brasileiras de mandioca, considerando que espécies silvestres de *Manihot* não apresentam boas características agronômicas e de qualidade de raiz para uso direto no sistema de produção. Por isso, será necessária a realização de cruzamentos interespecíficos visando introduzir genes de resistência em *M. esculenta* usando técnicas convencionais e/ou moleculares para acelerar a introgressão dos genes de resistência ao ACMD.

Agradecimentos

Agradecimento à CAPES, CNPq e Africa Brazil Marketplace pelo apoio financeiro e concessão das bolsas de estudo.

Bibliografia

INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE (IITA). Cassava in Tropical Africa: A reference manual. Ibadan, Nigeria, 1990. 176p.
GONDWE, F. M. T.; MAHUNGU, N. M.; HILLOCKS, R. J.; RAYA, M. D.; MOYO, C. C.; SOKO, M. M.; CHIPUNGU, F.; BENESI, I. R. M. Economic losses experienced by small-scale farmers in Malawi due to cassava brown streak virus disease. In: LEGG, J.P.; HILLOCKS, R.J. (Eds). Cassava Brown Streak Virus Disease: Past, Present & Future. **Proceedings of an International Workshop**, Mombassa, Kenya, 2002. Natural Resources International limited, Aylesford, UK, 2003. p. 28-35.