

## **AValiação DA ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE CLONES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) NA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DO PARANÁ\***

**Marcus Vinícius Kvitschal<sup>1</sup>; Pedro Soares Vidigal Filho<sup>1</sup>; Carlos Alberto Scapim<sup>1</sup>;  
Maria Celeste Gonçalves-Vidigal<sup>1</sup>; Manoel Genildo Pequeno<sup>1</sup>;  
Edvaldo Sagrilo<sup>2</sup>; Fabrício Rimoldi<sup>3</sup>.**

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790,  
87020-900 Maringá, PR. E-mail: marcusvk78@hotmail.com;

<sup>2</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS;

<sup>3</sup>Novagro Indústria e Comércio Ltda., Av. Brasil, 1225, 88509-311 Lages, SC.

### **INTRODUÇÃO**

A introdução seguida da avaliação e da seleção de genótipos superiores, além de constituir em um método mais simples e menos oneroso, pode elevar em muito as chances de sucesso no melhoramento da cultura da mandioca (Fukuda, 1999). Entretanto, os efeitos da interação genótipo x ambiente (G x A), são muito pronunciados nesta cultura, fato que às vezes torna difícil a atuação do melhorista. Dessa forma, torna-se de relevante importância o estudo criterioso tanto dos efeitos da interação G x A quanto da estabilidade fenotípica de novos genótipos, com o intuito de se obter uma maior segurança na indicação de novas cultivares para uso comercial.

O presente estudo teve como objetivo utilizar as metodologias propostas por Eberhart e Russell (1966), Eskridge (1990) e a análise AMMI (Zobel et al., 1988), para avaliar a estabilidade e a adaptabilidade de genótipos de mandioca da Geração 89-IAC, na região Noroeste do Paraná.

### **METODOLOGIA**

Os experimentos foram conduzidos nos Municípios de Maringá e de Araruna, ambos situados na região Noroeste do Estado do Paraná. Em ambos os locais o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico. Os ambientes constituiram-se de oito experimentos, os quais foram instalados em Maringá: A1 (1996/1997), A2 (1997/98), A3 (1998/99), A5 (1999/00) e A7 (2000/01); e em Araruna: A4 (1998/99), E6 (1999/00) e A8 (2000/01). Os clones IAC 48 (G4), IAC 55 (G5), IAC 153 (G6), IAC 184 (G7) e IAC 190 (G8) da geração 89-IAC e as cultivares IAC 12 (G1), Fibra (G2) e Branca de Santa Catarina (G3) foram avaliados. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 4,0 x 8,0 m, com quatro fileiras de plantas, e com espaçamento de 1,0 m entre fileiras por 0,80 m entre plantas. A área útil da parcela foi composta pelas duas fileiras centrais, eliminando-se 0,80 m das extremidades de cada fileira, perfazendo um total de 12,80 m<sup>2</sup>, com 16 plantas. Os experimentos foram dispostos em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições cada. O plantio foi efetuado em sulcos, com as manivas colocadas na posição horizontal, a aproximadamente 0,10 m de

---

\* Parte de Dissertação de Mestrado em Agronomia na Área de Concentração em Melhoramento Genético Vegetal, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá.

profundidade. Os tratos culturais realizados foram àqueles comuns à cultura, conforme Normanha & Pereira (1950), e Conceição (1987). As médias de produção de raízes tuberosas foram submetidas à análise de variância conjunta, considerando efeito fixo e aleatório para genótipos e para ambientes, respectivamente. A avaliação da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica dos clones de mandioca foi realizada pela aplicação das metodologias de Eberhart & Russel (1966), Eskridge (1990) e da análise AMMI (Zobel et al., 1988). A análise dos dados foi efetuada mediante o emprego dos softwares Genes (Cruz, 2001) e SAS (SAS Institute, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta indicou efeito significativo da interação G x A ( $P < 0,05$ ), sugerindo que os genótipos tendem a não apresentar a mesma resposta fenotípica quando submetidos às condições ambientais contrastantes. As estimativas dos parâmetros de estabilidade conforme Eberhart & Russell (1966) e Eskridge (1990) estão listadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Estimativa dos parâmetros de estabilidade de Eberhart & Russel (1966) e de Eskridge (1990) para produção de raízes tuberosas de genótipos de mandioca, cultivados na região Noroeste do Paraná.

Genótipo	Média (t ha <sup>-1</sup> )	Eberhart and Russell			Eskridge <sup>(2)</sup>			
		$b_{ii}$ <sup>(1)</sup>	$S^2_{di}$	$r^2$	EV	FW	SH	ER
IAC 12	21,38	0,24 *	0,97 <sup>NS</sup>	17,04	2,22 <sup>(1)</sup>	17,05 <sup>(7)</sup>	12,70 <sup>(7)</sup>	15,73 <sup>(7)</sup>
Fibra	26,46	1,57 *	2,14 <sup>NS</sup>	86,93	0,99 <sup>(7)</sup>	23,18 <sup>(4)</sup>	18,29 <sup>(3)</sup>	21,25 <sup>(3)</sup>
Branca Sta Catarina	18,89	0,53 *	3,31 <sup>NS</sup>	39,38	1,47 <sup>(5)</sup>	16,22 <sup>(8)</sup>	10,84 <sup>(8)</sup>	13,73 <sup>(8)</sup>
IAC 48	22,73	0,85 <sup>NS</sup>	2,41 <sup>NS</sup>	65,10	1,72 <sup>(3)</sup>	21,87 <sup>(5)</sup>	15,50 <sup>(5)</sup>	18,51 <sup>(5)</sup>
IAC 55	20,40	1,19 <sup>NS</sup>	-0,20 <sup>NS</sup>	86,12	0,81 <sup>(8)</sup>	19,31 <sup>(6)</sup>	13,69 <sup>(6)</sup>	17,05 <sup>(6)</sup>
IAC 153	26,77	1,46 *	0,68 <sup>NS</sup>	88,31	1,37 <sup>(6)</sup>	24,13 <sup>(2)</sup>	19,25 <sup>(1)</sup>	22,37 <sup>(1)</sup>
IAC 184	24,24	1,09 <sup>NS</sup>	-0,36 <sup>NS</sup>	84,50	1,71 <sup>(4)</sup>	23,72 <sup>(3)</sup>	17,68 <sup>(4)</sup>	21,10 <sup>(4)</sup>
IAC 190	25,33	1,06 <sup>NS</sup>	-0,16 <sup>NS</sup>	82,96	1,94 <sup>(2)</sup>	24,99 <sup>(1)</sup>	18,74 <sup>(2)</sup>	22,12 <sup>(2)</sup>

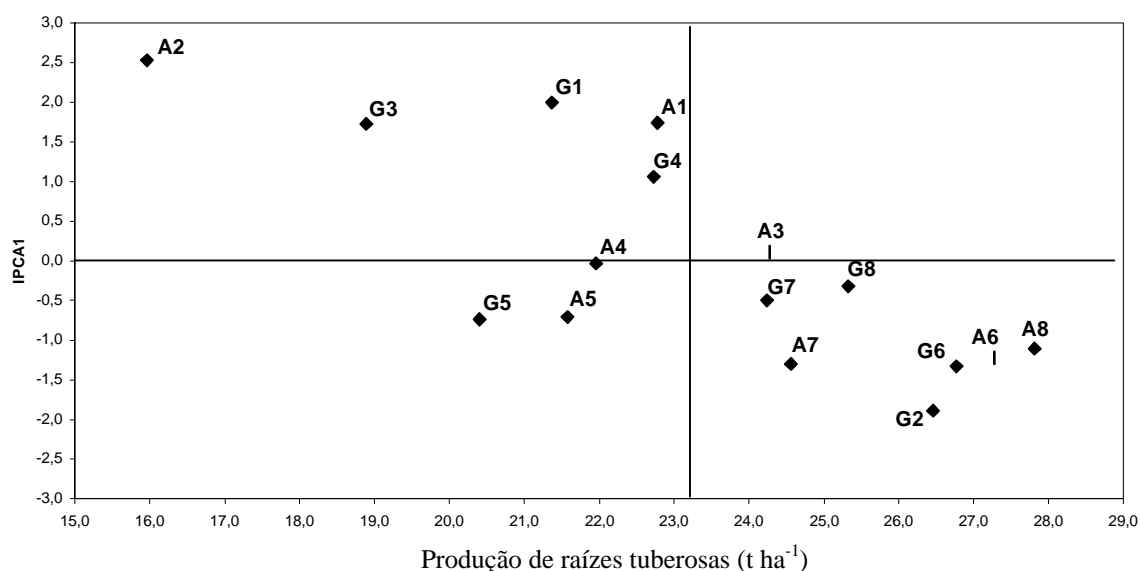
<sup>(1)</sup> \* Significativo ( $P < 0,05$ ) pelo teste t; <sup>NS</sup> Não significativo; <sup>(2)</sup> Os valores dentro dos parênteses indicam o ranking de estabilidade em ordem decrescente; EV = índice de primeira-segurança com a variância entre ambientes como parâmetro de estabilidade; FW = índice de primeira-segurança com o coeficiente de regressão linear de Finlay e Wilkinson como parâmetro de estabilidade; SH = índice de primeira-segurança com a variância de Shukla como parâmetro de estabilidade; ER = índice de primeira-segurança com o coeficiente de regressão linear de Finlay e Wilkinson e o quadrado médio dos desvios da regressão de Eberhart e Russell como parâmetros de estabilidade.

Quanto aos parâmetros de Eberhart & Russell (1966), pode-se observar que apenas os genótipos IAC 48, IAC 55, IAC 184 e IAC 190 mostraram adaptabilidade ampla ( $\beta_{II}=1$ ). Por sua vez, os genótipos IAC 153 e Fibra apresentaram adaptabilidade específica para ambientes favoráveis ( $\beta_{II}>1$ ), enquanto os genótipos IAC 12 e Branca de Santa Catarina mostraram adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis ( $\beta_{II}<1$ ). Quanto à estabilidade fenotípica, a maioria dos genótipos avaliados mostraram boa previsibilidade ou estabilidade ( $S^2_{di}$  <sup>NS</sup>), com exceção dos genótipos IAC 12, Branca de Santa Catarina e IAC 48, uma vez que o modelo linear não se ajustou perfeitamente ao conjunto de dados ( $r^2 < 0,70$ ). Tal fato indica que estes genótipos podem não apresentar comportamento linear para a produção de raízes tuberosas.

Conforme a metodologia de Eskridge (1990), pode-se salientar que o parâmetro *EV* não foi eficiente na avaliação da estabilidade fenotípica dos genótipos de mandioca devido à elevada variação observada entre os ambientes. As estimativas encontradas para o parâmetro *FW* indicam os genótipos IAC 153, Fibra, IAC 190 e IAC 184 como os mais estáveis, ou com maior limite mínimo de segurança para produção de raízes tuberosas. Por sua vez, a cultivar Branca de Santa Catarina foi considerada como a menos estável. Considerando *SH* e *ER*, os genótipos IAC 153, IAC 190, Fibra e IAC 184 foram considerados como os genótipos mais estáveis, enquanto que os menos estáveis foram Branca de Santa Catarina e IAC 12.

No que se refere à análise AMMI, foi necessária a incorporação de sete eixos IPCA para recuperar toda a  $SQ_{(G \times A)}$ , sendo apenas o primeiro eixo IPCA significativo.

Entretanto, este modelo AMMI1 selecionado foi capaz de explicar uma proporção de aproximadamente 55% da  $SQ_{(G \times A)}$ . Este modelo AMMI1 pode ser utilizado no estudo da interação G x A, visto que foi requerida uma proporção baixa (26,5%) dos graus de liberdade totais para recuperar a  $SQ_{(G \times A)}$ . Os genótipos que apresentaram maior estabilidade para a produção de raízes tuberosas foram os clones IAC 190, IAC 184 e IAC 55, devido aos escores IPCA mais reduzidos (Fig. 1). Entretanto, o clone IAC 55 mostrou uma média de produção de raízes tuberosas bastante reduzida em relação aos demais genótipos avaliados. Por sua vez, os genótipos IAC 153 e Fibra mostraram-se bastante influenciados pela interação G x A, mas ao mesmo tempo mostraram médias elevadas de produção de raízes tuberosas, e não devem ser descartados da lista de genótipos promissores. Neste último caso, pode-se explorar a adaptabilidade específica destes genótipos à ambientes favoráveis (ambientes A6, A7 e A8).



**Fig. 1.** Gráfico biplot do modelo AMMI1 para produção de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca avaliados em oito ambientes. Obs: os códigos dos genótipos e dos ambientes encontram-se em material e métodos.

## CONCLUSÕES

As metodologias de avaliação da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica aplicadas, de modo geral, indicaram o clone IAC 190 como um dos mais promissores dentre os demais genótipos avaliados, tendo em vista a elevada média de produção de raízes tuberosas, bem como, a estabilidade fenotípica apresentada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à Pinduca Indústria Alimentícia Ltda., pelo apoio estrutural e financeiro que proporcionaram a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONCEIÇÃO, A.J. **A Mandioca**. UFBA/Embrapa/BN/Brascan Nordeste, Cruz das Almas, 1987, 382p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes - Versão Windows**. Editora UFV, Viçosa, 2001, 642p.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.

ESKRIDGE, K.M. Selection of stable cultivars using a safety-first rule. **Crop Science**, v.30, p.369-374, 1990.

FUKUDA, W.M.G. Melhoramento da mandioca. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. UFV, Viçosa, 1999, p.409-428.

NORMANHA, E.S.; PEREIRA, A.S. Aspectos agronômicos da cultura da mandioca (*Manihot ultissima*, Pohl). **Bragantia**, v.10, p.179-202, 1950.

SAS Institute - Statistical Analysis System Institute **SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12 (software)**. SAS Institute, Cary, 1997, 1116p.

ZOBEL, R.W. et al. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v.80, p.388-393, 1988.