



ESTIMATIVAS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA PRODUÇÃO DE RAÍZES TUBEROSAS EM HÍBRIDOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) NO ESTADO DE SERGIPE

Emiliano Fernandes Nassau Costa¹; Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹; Marco Antônio Sedrez Rangel², Vanderlei da Silva Santos², João Licínio Nunes de Pinho³, Maria Cléa Santos Alves⁴

¹ Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, e-mail: emiliano.costa@embrapa.br; helio.carvalho@embrapa.br

² Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA. Email: rangel@cnpmf.embrapa.br; yssantos@cnpmf.embrapa.br

³ Pesquisador da CENTEC, RN. Email: licinio@centec.org.br

⁴ Pesquisadora da EMPARN, RN. Email: emparn@rn.gov.br

Introdução

Na Região Nordeste do Brasil a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) desempenha função de destaque socioeconômico, por ser uma das principais fontes de calorias para a população nordestina, sobretudo para a população rural, sendo ainda importante matéria prima para agroindústrias e geradora de emprego e renda, principalmente para pequenos agricultores (CARDOSO, 2003).

O Brasil colheu em 2010 aproximadamente 1,8 milhão de hectares, com uma produção estimada em 24,5 milhões de toneladas de raízes frescas colhidas (IBGE, 2010), desta forma destacando-se como um dos maiores produtores mundiais deste produto. A Região Nordeste do Brasil, com cerca de 816 mil hectares colhidos, responde por 45,6 % da área colhida no país, com uma produtividade de 9,87 ton/ha.

A seleção de cultivares com alto potencial para a produtividade, elevada estabilidade de produção e alta capacidade de adaptação às condições para as quais será indicada, aliada a atributos agrônômicos superiores, é o principal objetivo dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada (ALLARD, 1999). Para que o genótipo ideal possa ser identificado, é necessária a realização de experimentos em diferentes condições ambientais (local, ano, épocas de plantio e de colheita), em que vários genótipos são avaliados (CARGNIN et al. 2006).

O objetivo deste trabalho foi comparar o desempenho produtivo de raízes tuberosas e estimar a adaptabilidade e a estabilidade de híbridos de mandioca quando submetidos a diferentes condições ambientais no Estado de Sergipe.

Material e Métodos

Foram utilizados dados de produtividades de raízes tuberosas provenientes dos ensaios de avaliação de cultivares de mandioca, coordenados pela Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Mandioca e Fruticultura, realizados no decorrer do ano agrícola de 2008. Os ensaios foram instalados nos municípios de Lagarto (colheitas aos 12, 14, 16 e 18 meses), Nossa Senhora das Dores (colheitas aos 16, 19 e 22 meses), e Umbaúba (colheitas aos 12, 15 e 18 meses) no Estado de Sergipe. Cada ensaio foi considerado um ambiente, uma vez que foram realizados em diferentes locais, épocas de colheita e sob diferentes condições edafoclimáticas, totalizando, assim, 10 ambientes.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições e 18 tratamentos. Cada parcela foi formada por quatro fileiras de 6,0m de comprimento, espaçadas de 1,0m e, com 0,6m entre covas dentro das fileiras. As ramas foram cortadas em segmentos de 0,20m, as quais foram plantadas na posição horizontal a uma profundidade de 0,10m. A parcela útil foi formada pelas duas fileiras centrais de forma integral, correspondendo a uma área útil de 12m².

Foi avaliada a produtividade de raízes tuberosas (PR). Foram realizadas análises de variância individuais e a uma análise de variância conjunta envolvendo os 10 ambientes. As análises de variância individuais e conjunta foram realizadas com o auxílio do software SAS versão 8.2, módulo SAS/STAT, procedimento GLM. Uma vez constatada a presença de interação genótipos x ambientes (G x A), procedeu-se à análise de estabilidade utilizando o método proposto por Cruz et al. (1989), que permitiu mensurar a adaptação e a estabilidade produtiva dos híbridos.

O método de Cruz et. al. (1989) baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade à média (b_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (b_1) e aos ambientes favoráveis (b_1+b_2). A estabilidade das cultivares é avaliada pelos desvios da regressão (s^2_d) de cada material, de acordo com as variações ambientais. Foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = b_{0i} + b_{1i}I_j + b_{2i}T(I_j) + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que: Y_{ij} : média da cultivar i no ambiente j ; I_j : índice ambiental; $T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$; $T(I_j) = I_j - I_+$ se $I_j > 0$, sendo I_+ a média dos índices I_j positivos; b_{0i} : média geral da cultivar i ; b_{1i} : coeficiente de regressão linear associado à variável I_j ; b_{2i} : coeficiente de regressão linear associado à variável $T(I_j)$; σ_{ij} : desvio da regressão linear; ε_{ij} : erro experimental médio associado à observação.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises de variância individuais referentes à produção de raízes tuberosas revelaram a existência de diferenças significativas a 1% de probabilidade pelo teste F entre os híbridos, em todos os ambientes. Portanto, evidencia-se a existência de variabilidade de potencial para a produtividade de raízes tuberosas entre os híbridos avaliadas, no Estado de Sergipe.

As médias de produtividades nos ambientes de raízes tuberosas que variaram de 24 ton/ha a 45 ton/ha, são evidências das diferenças pronunciadas no potencial de produtividade dos híbridos de mandioca, nos ambientes considerados (Tabela 1). Os coeficientes de variação das análises de variância individuais apresentaram valores entre 8 % e 15,7 %, indicando, assim, que a precisão experimental variou de boa a muito boa nos ensaios conduzidos, conforme critérios adotados por Lúcio et al., (1999). A relação entre o maior e o menor valor da variância do erro experimental foi menor que sete, indicando que as variâncias do erro experimental podem ser consideradas homogêneas, sem impedimento para a realização da análise conjunta.

Tabela 1. Médias de produtividade de raízes tuberosas nos 10 ambientes avaliados no Estado de Sergipe.

Cultivares	Dores			Lagarto				Umbaúba		
	16	19	22	12	14	16	18	12	15	18
960707	36b	33a	37b	59a	68a	66a	63a	51a	47b	49a
965502	49a	39a	50a	59a	56b	59a	42c	43b	59a	36b
978313	43a	36a	44a	47b	55b	55a	45b	48 ^a	61a	45a
962409	28c	26b	33b	61a	58b	60a	46b	39b	47b	45a
kiriris	29c	31b	34b	45b	48c	47b	50b	42b	37c	44a
9715201	32c	28b	38b	35d	34d	44b	47b	32c	48b	42a
9814014	24c	24c	26c	43b	47d	45b	41c	44b	49b	26d
978504	26c	26b	30c	38c	40d	39b	39c	44b	45b	40b
960202	25c	27b	35b	35d	39d	45b	43c	36b	37c	39b
9815401	26c	30b	33b	40c	39d	47b	45b	33c	34c	32c
9814503	29c	23c	28c	41c	41d	45b	39c	31c	41c	26d
9814301	27c	19d	23c	38c	37d	40b	42c	31c	41c	29c
9813705	20c	17d	20d	40c	40d	48b	44c	35c	31c	28d
964203	25c	21c	26c	33d	38d	37b	37c	29c	38c	37b
9814802	26c	17d	29c	35d	36d	41b	41c	40b	30c	23d
9714503	23c	18d	28c	39c	39d	40b	40c	27c	27c	30c
9814809	23c	20d	26c	36d	37d	39b	31d	28c	32c	35c
9813703	22c	17d	18d	31d	38d	42b	31d	28c	36c	39b
979906	21c	21c	23c	29e	38d	42b	34d	19d	31c	38b
9815006	20c	22c	27c	32d	32d	41b	39c	23d	32c	29c
979512	23c	19d	17d	25e	29d	31b	34d	28c	30c	34c
Média	28	24	30	40	42	45	42	35	40	36
C.V (%)	14,5	12,5	13,6	8,0	10,2	11,3	11,3	12,2	15,7	11,2

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Scott-Knott.

Constatada a presença da interação híbridos x ambientes, procurou-se verificar as respostas de cada um deles nos ambientes considerados (Tabela 2) pelo método de Cruz et al., (1989), que descreve como cultivar ideal aquela que expressa alta produtividade média ($b_0 > \text{média geral}$), adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis (b_1 o menor possível), responsividade à variância ambiental ($b_1 + b_2$ o maior possível) e, variância dos desvios da regressão igual a zero (alta estabilidade nos ambientes considerados). Além do preconizado pelo modelo proposto, considerou-se como cultivar de melhor adaptação, aquela com produtividade média de raízes acima da média geral.

Considerando os oito híbridos que expressaram melhor adaptação ($b_0 > \text{média geral}$), cinco apresentaram estimativas de b_1 significativamente diferentes da unidade, e três apresentaram estimativas de b_1 não significativas ($b_1=1$), o que evidencia comportamento diferenciado dessas cultivares em ambientes desfavoráveis.

A cultivar ideal preconizada pelo modelo bissegmentado ($b_0 > \text{média geral}$, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 > 1$ e desvios da regressão igual a zero) não foi encontrada no conjunto avaliado (Tabela 2). Apesar disso, os híbridos 19960707 ($b_0 > \text{média geral}$, $b_1 > 1$, $b_1 + b_2 > 1$), 19965502 ($b_0 > \text{média geral}$, $b_1 < 1$, $b_1 + b_2 = 1$) e 19978313 ($b_0 > \text{média geral}$, $b_1 = 1$, $b_1 + b_2 = 1$), por apresentarem altas médias de rendimento nas condições

desfavoráveis, podem ser recomendados para essas condições de ambiente. No grupo de híbridos de melhor adaptação encontrara-se o híbrido 19960707 que atendeu aos requisitos necessários para adaptação aos ambientes favoráveis, assim ele demonstra ser ideal para os ambientes favoráveis. Os híbridos 19965502 e 19978313, evidenciaram adaptabilidade ampla, justificando suas recomendações para as diferentes condições de ambientes. O híbrido 19962409 ($b_0 > \text{média geral}$, $b_1 > 1$, $b_1 + b_2 = 1$) demonstrou atender requisitos para sua recomendação em ambientes favoráveis.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 21 híbridos de mandioca em 10 ambientes, quanto ao peso de raízes, no decorrer do ano agrícola 2008 pelo método de Cruz et al (1989). CV(%) = 12,1 e média = 36 ton/ha.

Cultivares	Médias de grãos (kg/ha)			b1	b2	b1+b2	s2d	R2
	Geral	Desfavorável	Favorável					
19960707	51a	41	61	1,70**	0,93ns	2,63**	15,52**	90
19965502	49b	43	55	0,72*	-0,61ns	0,11ns	63,84**	30
19978313	48b	43	53	0,82ns	-0,65ns	0,17ns	20,73**	60
19962409	44c	34	54	1,74**	-0,38ns	1,35ns	21,18**	87
Kiriris	41d	36	45	0,93ns	0,25ns	1,19ns	9,33*	78
199715201	38e	34	42	0,67**	-0,61ns	0,06ns	28,74**	43
199814014	37e	29	45	1,35**	-1,49**	-0,15*	27,31**	76
19978504	37e	33	40	0,84ns	-1,35*	-0,51**	12,62**	69
19960202	36e	32	40	0,75*	0,78ns	1,53ns	3,38ns	81
199815401	36e	31	41	0,78ns	0,96ns	1,74ns	5,73ns	79
199814503	34e	27	41	1,03ns	-0,32ns	0,71ns	6,86*	83
199814301	33f	26	40	1,14ns	-1,17*	-0,03ns	0,85ns	91
199813705	32f	24	41	1,44**	0,82ns	2,26*	7,64*	91
19964203	32f	28	37	0,87ns	-0,61ns	0,26ns	0,95ns	86
199814802	32f	27	37	0,90ns	0,61ns	1,51ns	25,88**	63
199714503	31f	25	37	1,00ns	0,39ns	1,39ns	8,89*	81
199814809	31f	26	35	0,83ns	0,18ns	1,01ns	1,18ns	85
199813703	30g	25	36	1,09ns	0,47ns	1,56ns	16,61**	77
19979906	30g	24	35	0,90ns	1,31*	2,21*	19,73**	71
199815006	30g	24	35	0,86ns	0,61ns	1,47ns	6,73ns	81
19979512	27h	24	30	0,64**	-0,12ns	0,52ns	13,07**	56

** e* Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para b1, b2 e b1+ b2. * e ** Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para s2d. As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conclusões

Os híbridos 19960707, 19965502, 19978313 e 19962409 são superiores nas condições de ambientes favoráveis, justificando suas recomendações para esse tipo de ambiente. Os híbridos 19965502 e 19978313 devem ser recomendados para os diferentes tipos de ambientes.

Referências

ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. 2nd Ed. New York : John Wiley & Sons, 1999. 254p.

CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia industrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CARGNIN, A.; SOUZA, M . A. de.; CARNEIRO, P. C. S.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com a seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 987-993, 2006.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.3, p.567-80, 1989.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA.

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listab1.asp?z+t&o=11&i=P&c+1612>. Acesso em 2010

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D. A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto à sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 5, p.99-103, 1999.