



## ESTIMATIVAS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE PARA RENDIMENTO DE AMIDO EM HÍBRIDOS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) NO ESTADO DE SERGIPE

Emiliano Fernandes Nassau Costa<sup>1</sup>; Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>1</sup>; Marco Antônio Sedrez Rangel<sup>2</sup>, Vanderlei da Silva Santos<sup>2</sup>, João Licínio Nunes de Pinho<sup>3</sup>, Maria Cléa Santos Alves<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju/SE, e-mail: [emiliano.costa@embrapa.br](mailto:emiliano.costa@embrapa.br); [helio.carvalho@embrapa.br](mailto:helio.carvalho@embrapa.br)

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA. Email: [rangel@cnpmf.embrapa.br](mailto:rangel@cnpmf.embrapa.br); [vssantos@cnpmf.embrapa.br](mailto:vssantos@cnpmf.embrapa.br)

<sup>3</sup> Pesquisador da CENTEC, RN. Email: [licinio@centec.org.br](mailto:licinio@centec.org.br)

<sup>4</sup> Pesquisadora da EMPARN, RN. Email: [emparn@rn.gov.br](mailto: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 rendimento de produção de amido 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 rendimento de produção de amido 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 12m<sup>2</sup>.

Foi avaliado o rendimento de amido, sendo que os teores de amido foram obtidos pelo método da balança hidrostática. 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 de rendimento de produção de amido nos 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 dos híbridos 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 do híbrido  $i$  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 do híbrido  $i$ ;  $b_{1i}$ : coeficiente de regressão linear associado à variável  $I_j$ ;  $b_{2i}$ : coeficiente de regressão linear associado à variável  $T(I_j)$ ;  $\sigma_{ij}$ : desvio da regressão linear;  $\varepsilon_{ij}$ : erro experimental médio associado à observação.

### Resultados e Discussão

Os resultados das análises de variância individuais referentes ao rendimento de amido 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 rendimento de amido entre os híbridos, no Estado de Sergipe.

As médias de rendimento de amido que variaram de 8 ton/ha a 15 ton/ha, são evidências das diferenças pronunciadas no potencial de rendimento dos híbridos de mandioca, nos ambientes considerados (Tabela 1). Os coeficientes de variação das análises de variância individuais apresentaram valores entre 8,8% e 20,3%, 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 rendimento de amido nos 10 ambientes avaliados no Estado de Sergipe.

Híbridos	Dores			Lagarto				Umbaúba			Análise conj.
	16 Meses	19 Meses	22 Meses	12 Meses	14 Meses	16 Meses	18 Meses	12 Meses	15 Meses	18 Meses	
19960707	12c	10b	10b	20a	23a	21a	22a	17a	16b	15a	17a
19965502	17a	13a	14a	20a	20a	21a	15c	15b	22a	10b	17a
19978313	14b	10b	11b	16b	19a	18a	16c	15a	21a	12a	15b
19962409	9d	8c	7c	19a	19a	19a	17b	13b	17b	13a	14c
19978504	9d	8b	8c	13c	14b	14b	14c	14b	16b	12a	12d
199715201	11d	9b	10b	11d	11b	14b	17b	10c	16b	13a	12d
19960202	8d	9b	9b	12d	13b	16b	15c	12c	14c	12a	12d
Kiriris	8d	8b	8c	14c	11b	15b	17b	13b	12c	11a	12d
199814014	8e	8c	7c	13c	14b	14b	14c	14b	17b	9b	12d
199815401	9d	10b	9c	12d	12b	15b	14c	11c	12c	9b	11d
199814503	9d	8c	7c	13c	14b	15b	15c	10c	14c	7b	11d
19964203	8d	6c	7c	11d	12b	13b	12d	10c	13c	12a	10e
199814802	9d	5c	8c	11d	11b	13b	14c	13b	10c	7b	10e
199714503	8d	6c	8c	12d	11b	14b	14c	9c	10c	9b	10e
199814301	9d	6c	6d	11d	9b	13b	14c	10c	13c	9b	10e
199814809	8d	6c	7c	12d	13b	13b	10d	9c	11c	11a	10e
199813705	7e	5c	5d	12d	12b	16b	14c	11c	10c	7b	10e
19979906	7e	7c	6d	10e	14b	14b	12d	6d	11c	11a	10e
199815006	7e	7c	7c	11d	10b	13b	14c	7d	11c	9b	10e
19979512	8d	6c	5d	9e	10b	11b	13c	9c	11c	9b	9f
199813703	6e	5c	5d	9e	12b	13b	11d	9c	12c	10b	9f
Média	9	8	8	13	14	15	14	11	14	10	12
C.V (%)	11,8	15,2	17,4	8,8	20,3	13,3	10,7	13,2	17,9	14,5	15,0

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 quatro híbridos que expressaram melhor adaptação ( $b_0 > \text{média geral}$ ), dois apresentaram estimativas de  $b_1$  significativamente diferentes da unidade, e dois 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 encontram-se os híbridos 19960707 e 19965502 que demonstraram ser ideais 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 rendimento de amido, no decorrer do ano agrícola 2008 pelo método de Cruz et al (1989). CV(%) = 15,0 e média = 12 ton/ha.

Cultivares	Médias de grãos (kg/ha)			$b_1$	$b_2$	$b_1 + b_2$	$s^2_d$	$R^2$ (%)
	Geral	Desfavorável	Favorável					
19960707	17a	13	20	1,67**	-1,07ns	0,60ns	3,23**	86
19965502	17a	14	20	1,03ns	-1,77**	-0,74**	8,97**	50
19978313	15b	12	18	1,17ns	-1,15ns	0,18ns	2,47**	79
19962409	14c	10	18	1,74**	-2,01**	-0,28*	0,08ns	96
19978504	12d	10	14	0,97ns	-0,72ns	0,26ns	0,63ns	84
199715201	12d	11	14	0,65**	1,44*	2,08ns	2,77**	60
19960202	12d	10	14	0,87ns	1,05ns	1,91ns	-0,28ns	92
Kiriris	12d	10	14	0,96ns	0,62ns	1,59ns	1,94**	77
19984014	12d	9	14	1,16ns	-0,97ns	0,19ns	1,73**	82
199815401	11d	10	13	0,65**	0,94ns	1,59ns	-0,20ns	86
199814503	11d	8	14	1,14ns	-0,16ns	0,98ns	0,61ns	89
19964203	10e	9	12	0,85ns	-0,13ns	0,72ns	0,41ns	83
199814802	10e	8	12	0,82ns	0,64ns	1,46ns	2,54**	67
199714503	10e	8	12	0,85ns	0,62ns	1,48ns	0,35ns	85
199814301	10e	8	12	0,89ns	0,69ns	1,58ns	0,64ns	84
199814809	10e	8	12	0,80ns	-0,90ns	-0,10ns	0,72ns	78
199813705	10e	7	13	1,26*	0,86ns	2,12ns	0,82ns	90
19979906	10e	7	12	0,92ns	0,40ns	1,32ns	2,92**	69
199815006	10e	7	12	0,82ns	0,73ns	1,55ns	0,62ns	82
19979512	9f	7	11	0,77ns	0,55ns	1,32ns	-0,00ns	86
199813703	9f	7	11	1,00ns	0,34ns	1,34ns	0,34ns	88

\*\* e\* Significativos, respectivamente, a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste t de Student, respectivamente para  $b_1$ ,  $b_2$  e  $b_1 + b_2$ . \* e \*\* Significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F para  $s^2_d$ . As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

### Conclusões

Os híbridos 19960707 e 19965502 são superiores nas condições de ambientes favoráveis, justificando suas recomendações para esse tipo de ambiente. Os híbridos 19965502 e 19978313 apresentam adaptabilidade ampla e 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.