

ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE RENDIMENTO DE RAÍZES DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA EM DUAS REGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL¹

STABILITY AND ADAPTABILITY IN ROOT YIELD OF CASSAVA GENOTYPES AT TWO REGIONS OF RIO GRANDE DO SUL STATE

Elbio Treicha Cardoso², Paulo Regis Ferreira da Silva³, Gilber Argenta⁴, Luiz Fernando Gerhard⁵, Everton Leonardo Forsthoffer⁶, Elias Suhre⁷, Mércio Strider⁷, Leandro Leonardo Teichmann⁸

Recebido em: 02/04/2004. Aprovado em: 24/09/2004.

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem sido cultivada em todas as regiões brasileiras, em especial, nas pequenas propriedades rurais. No entanto, no Rio Grande do Sul, com o passar dos anos a produção e a área plantada reduziram-se drasticamente. Esta diminuição foi provocada, dentre outras causas, pelo baixo preço do produto, o qual não estimula a adoção de novas tecnologias como práticas de manejo adequadas e o emprego de genótipos superiores. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento da interação genótipo x ambiente e estimar a estabilidade e a adaptabilidade do rendimento de raízes de quatorze genótipos de mandioca em cinco ambientes do estado do Rio Grande do Sul, utilizando a metodologia de EBERHART & RUSSEL (1966). Os genótipos foram avaliados em quatro experimentos realizados no município de Vera Cruz - RS e um, na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, em Eldorado do Sul - RS. A interação genótipos x ambientes foi altamente significativa, sendo o rendimento de raízes determinado pela combinação entre cada genótipo e um dado ambiente específico. As maiores oscilações no rendimento de raízes em função da mudança do ambiente foram observadas nos genótipos Aceguá (116%) e S 2 11-35 (114%) e as menores no RS 14, a qual apresentou rendimento de raízes superior a 24 t.ha⁻¹ em três dos cinco ambientes avaliados. A maior frequência de rendimentos elevados, em cada genótipo, foi observada em Vera Cruz na estação de crescimento de 2000/01, sendo que

neste ambiente apenas no genótipo S 75-11 não foram observados os maiores rendimentos de raízes. Por outro lado, a maior concentração de baixos rendimentos, dentro de cada genótipo, foi observada nos experimentos conduzidos em Eldorado do Sul e Vera Cruz em 2002/03. Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de acordo com a metodologia de Eberhart e Russel foram observados nos genótipos Frita, Paraguaia e Apronta a Mesa. Dentre os genótipos avaliados, apenas quatro apresentaram um coeficiente de estabilidade igual a zero, indicando que na sua maioria, estes apresentam pequena previsibilidade quanto ao rendimento de raízes em função da modificação do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Interação genótipo x ambiente, indicação de genótipos, Eberhart e Russel

SUMMARY

Cassava crop (*Manihot esculenta* Crantz) has been cultivated in all areas of Brazil, especially, in small farmers. However, in Rio Grande do Sul state, the production and planted area were drastically reduced in the last years. This was caused, by low price of the product, which does not stimulate the adoption of new technologies as appropriate agronomic practices and use of superior genotypes. The present work was conducted to evaluate the effect of genotype by environment interaction and to estimated the stability and adaptability parameters for root yield of fourteen

¹ Trabalho financiado com recursos do Programa Sul de Pesquisa e Pós-Graduação do CNPq (Proc. nº 520835/99-9) e PRONAF

² Eng. Agr. Dr., Pesquisador da EMBRAPA-SNT-Escritório de Negócios do Capão do Leão, Caixa Postal 403, CEP 96001-970. Pelotas (RS). E-mail: elbiote@yaho.com.br. Autor para correspondência.

³ Eng. Agr. PhD., Prof. Departamento de Plantas de Lavoura/UFRGS, Caixa Postal 776, 91540-000 Porto Alegre (RS), Bolsista do CNPq. E-mail: paulo.silva@ufrgs.br

⁴ Eng. Agr. Dr., Desenvolvimento de Produto da Syngenta Seeds, LTDA. E-mail: gilber.argenta@syngenta.com

⁵ Eng. Agr. Extensionista da EMATER-RS, em Vera Cruz-RS. E-mail: emvecruz@emater.tche.br

⁶ Eng. Agr. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia/UFRGS Caixa Postal 776, 91540-000 Porto Alegre (RS). Bolsista da CAPES. E-mail: evertonforsthoffer@hotmail.com

⁷ Estudante de Agronomia da UFRGS - Bolsistas de Iniciação Científica do CNPq.

⁸ Estudante de Agronomia da UFRGS - Bolsista de Iniciação Científica da FAPERGS.

cassava genotypes in five environments at Rio Grande do Sul state using the Eberhart e Russel (1966) approach. The genotypes were evaluated in four experiments carried out in Vera Cruz - RS and one at Agronomic Experimental Station of UFRGS, in Eldorado do Sul - RS. The results showed that the genotype by environment interaction was highly significant, with root yield in each situation was a function of a combination between each genótipo and a given specific ambient. The greatest oscillation in the cassava root yield was observed in the Aceguá (116%) and S 2 11-35 (114%). On the other hand, the RS 14 genotype showed root yield highest than 24 t.ha⁻¹ in three of the five environments evaluated. The higher frequency of superior root yield, in each genotype, was observed in Vera Cruz in the season station of 2000/01, and in this environment only in the genotype S 75-11 this was not observed. In the experiment conducted in Eldorado do Sul and Vera Cruz in 2002/03, there was a greater concentration of low root yield within the genotypes. The adaptability and stability parameters, in agreement with the Eberhart e Russel approach were achieved in the genotypes Frita, Paraguaia e Apronta a Mesa. In all tested genotypes, just four presented a coefficient of stability equal to zero. This means that most of evaluated genotypes had low root yield previsibility.

KEY WORDS: Genotype by environment interaction, variety indication, Eberhart e Russel.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem sido cultivada em todas as regiões brasileiras, com grande importância social e econômica, em especial, nas pequenas propriedades rurais. O consumo de raízes *in natura* e de produtos industrializados da mandioca é a base da alimentação de milhões de brasileiros, sendo a planta também utilizada na alimentação animal. No estado do Rio Grande do Sul, no início da década de 1970, a mandioca ocupava uma área de cultivo de 300.000 ha (IBGE, 1972). A maior parte dessa matéria-prima era processada em, aproximadamente, 4000 atafonas (farinheiros familiares) para produção de farinha de mesa (torrada) e farinha em lascas, ou utilizada para consumo direto humano e animal dentro das propriedades (OYARZÁBAL, 1995). No entanto, com o passar dos anos, a produção e a área plantada reduziram-se drasticamente, sendo que no ano de 2000 foram plantados pouco mais de 85.000 ha (IBGE, 2001). Os principais fatores determinantes do decréscimo da

área cultivada no Rio Grande do Sul foram a dificuldade de comercialização; problemas de conservação do produto “in natura”, e ausência de política agrícola e de infra-estrutura voltadas à cultura.

Como consequência das oscilações contínuas de preços, as áreas reservadas para essa cultura são marginais, com topografia e nível de fertilidade desfavoráveis para cultivo, obtendo-se então pequenos rendimentos de raízes por área. Por outro lado, os baixos preços obtidos pelo produto não estimulam a adoção de novas tecnologias, as quais são necessárias para aumento da produtividade, como utilização de práticas de manejo adequadas e emprego de genótipos superiores. Os genótipos de mandioca utilizados pelos agricultores, na sua grande maioria, não possuem origem conhecida, o que em muitos casos leva ao emprego de materiais com baixo potencial produtivo, ocasionando então menor rendimento de raízes. Em função desta realidade, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos para avaliação e identificação dos genótipos mais indicados para cultivo, as quais contribuirão para que o agricultor obtenha maior produtividade e retorno econômico na exploração da cultura na propriedade.

O processo de avaliação e indicação de genótipos é realizado comparando-se o desempenho de diferentes genótipos em diversos ambientes (ano, local). Contudo, esta tarefa é dificultada pela ocorrência da interação genótipo x ambiente, a qual se caracteriza pela modificação do desempenho dos genótipos em diferentes ambientes e no caso da mandioca também pela dificuldade do transporte do material de plantio. A interação pode ser simples, a qual é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, e complexa quando ocorre falta de correlação entre as medidas em ambientes distintos e indica haver inconsistência na superioridade dos genótipos (ROBERTSON, 1959).

O efeito da interação genótipo x ambiente pode ser reduzido, utilizando-se cultivares específicas para cada ambiente, genótipos com ampla adaptabilidade e boa estabilidade e/ou estratificando-se a região em sub-regiões com características ambientais semelhantes, dentro das quais a interação passa a ser não-significativa (ALLARD e BRADSHAW, 1964; RAMALHO et al., 1993).

O estudo de adaptabilidade e estabilidade favorece a identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas (ambientes favoráveis ou desfavoráveis) ou amplas (CRUZ e REGAZZI, 1994). Apesar da importância deste estu-

do, o critério de indicação de genótipos, em diversas culturas, baseia-se apenas na produtividade média obtida nos ambientes avaliados. Contudo, a indicação generalizada, sem considerar a existência de ambientes favoráveis e desfavoráveis, pode beneficiar ou prejudicar as cultivares com adaptações específicas a esses dois tipos de ambiente (FEHR, 1987). Além disso, a produtividade média pode gerar informações menos detalhadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais.

Assim sendo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento da interação genótipo x ambiente e avaliar a adaptabilidade e a estabilidade, quanto ao rendimento de raízes de quatorze genótipos de mandioca, em cinco ambientes do estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados quatorze genótipos de mandioca, em quatro experimentos realizados na propriedade do agricultor Guido Mueller, em Vera Cruz - RS, nas estações de crescimento de 1999/00, 2000/01, 2001/02 e 2002/03, e um na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul - RS, durante a estação de crescimento de 2001/02.

Em Vera Cruz, os experimentos foram conduzidos em solo cuja análise química indicou os seguintes valores: argila: 13%; pH (água): 5,1; Índice SMP: 6,5; P: 42 mg L⁻¹; K: 38 mg L⁻¹; e M.O.: 1,1%. Durante a condução dos quatro experimentos neste local, a cultura de cobertura de inverno foi a aveia preta, semeada na densidade de 50 kg.ha⁻¹ de sementes. A aveia foi rolada na floração, utilizando-se rolo faca. O plantio da mandioca foi realizado em sistema de cultivo mínimo, em sulcos espaçados de 1 m. Procedeu-se a colocação do adubo no fundo do sulco, aplicando-se 18, 24 e 32 kg.ha⁻¹ de N, P O e K O, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada em duas aplicações, aos 45 dias após plantio com 40 kg.ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio, mais 40 kg.ha⁻¹ de K O, na forma de cloreto de potássio, e aos 75 dias após plantio com 40 kg.ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio.

Em Eldorado do Sul, o experimento foi conduzido em solo cuja análise química indicou os seguintes valores: argila: 27%; pH (água) 4,8; P: 13 mg.L⁻¹; K: 182 mg.L⁻¹ e M.O.: 2,4%. A cultura de cobertura de inverno foi a aveia preta, semeada na densidade de 80 kg.ha⁻¹ de sementes. A aveia foi dessecada na floração, obtendo-se rendimento de massa seca de 5,4 t.ha⁻¹. O

plantio da mandioca foi realizado em sistema de plantio convencional, em sulcos espaçados de 1 m. O adubo foi colocado no fundo do sulco, aplicando-se 18, 24 e 32 kg.ha⁻¹ de N, P O e K O, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada em duas aplicações, aos 45 dias após plantio com 32 kg.ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio, mais 20 kg.ha⁻¹ de K O, na forma de cloreto de potássio, e a segunda aos 75 dias após plantio com 25 kg.ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio.

Nos dois locais, após a incorporação do adubo, fez-se a colocação das manivas espaçadas na linha em 0,6 m, correspondendo à densidade de 16.666 plantas.ha⁻¹, aproximadamente. Foram avaliados quatorze genótipos, sendo Aceguá, Frita, Mantiqueira e Apronta a Mesa genótipos de aipins, as quais se destinam diretamente para o consumo humano na forma de raízes frescas. Enquanto RS 14, Prata, S 5-77, S 60-10, S 7-129, Paraguaia, RS 13, S 75-11, S 2 11-35 e S 5-80 são genótipos de mandioca brava. Cabe ressaltar que mandioca brava requer um mínimo de processamento para reduzir as quantidades de substâncias tóxicas e possibilitar o consumo por homens e animais e, são empregados para produção de farinha de mandioca, polvilho e outros subprodutos (OYARZABAL, 1995).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completamente casualizados, com quatro repetições. A característica avaliada foi rendimento de raízes frescas por hectare, correspondendo ao primeiro ciclo de crescimento. Os resultados de cada local foram submetidos à análise de variância. Após, aplicou-se o teste de homogeneidade de variância "F máximo de Hartley" (HARTLEY, 1950) e, uma vez atendido o requisito da homogeneidade, procedeu-se à análise conjunta dos experimentos, considerando-se ambiente como de efeito aleatório e genótipo como fixo.

A análise de adaptabilidade e de estabilidade foi realizada empregando-se o modelo descrito por Eberhart e Russel (1966), com auxílio do aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2001). Esta análise consiste no emprego de um modelo linear que utiliza como variável independente o índice de ambiente, o qual é obtido pela diferença entre a média de cada ambiente e a média geral de todos os experimentos. Segundo esta metodologia, o genótipo desejável deve possuir média elevada; parâmetro b, que avalia adaptabilidade, igual a um porque irá responder linearmente ao melhor ambiente e desvios da regressão (s²di) igual a zero, porque assim terão comportamento altamente

previsível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para rendimento de raízes de mandioca foi realizada por ambiente. Após este procedimento, foi verificado que a variância do erro dos experimentos de cada ambiente era homogênea, o que permitiu a realização da análise de variância conjunta para essa característica. Os resultados da análise conjunta mostram que a interação genótipos x ambientes foi altamente significativa, indicando que o rendimento de raízes dos genótipos de mandioca foi diferente em cada um dos ambientes avaliados e que o desempenho médio nos ambientes variou em função do genótipo considerada (Tabela 1). O rendimento de raízes de mandioca obtido na média dos experimentos foi de 18,4 t.ha⁻¹, o que é aproximadamente 50% maior do que os valores obtidos no Brasil (IBGE, 2001). O controle das causas de variação nos experimentos foi adequado, com um coeficiente de variação, na análise conjunta, de

12,95 %, o qual pode ser considerado baixo para experimentos realizados em campo (Tabela 1).

O desempenho dos genótipos de mandioca, quanto ao rendimento de raízes, foi muito influenciado pelo ambiente onde foram avaliados, sendo que as maiores variações no rendimento de raízes foram observadas nos genótipos Aceguá (116%) e S 2 11-35 (114%) e as menores no genótipo RS 14, a qual apresentou rendimento de raízes superiores a 24 t/ha, em três dos cinco ambientes avaliados (Tabela 2). A precisão dos experimentos, avaliada através dos coeficientes de variação, foi de média a alta, com oscilações entre 6,4% no ambiente de Vera Cruz em 2000/01 a 20,6% neste mesmo local no ano de 2002/03 (Tabela 2).

O rendimento médio de raízes em cada ambiente foi influenciado pelo genótipo (Tabela 2). Contudo, a maior frequência de rendimentos elevados, em cada genótipo, foi observada em Vera Cruz na estação de crescimento de 2000/01, sendo que, neste ambiente apenas no genótipo S 75-11 não foram observados os maiores rendimentos de raízes. Por outro lado, a maior

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para a característica rendimento de raízes de mandioca, a partir das avaliações realizadas em quatro ambientes do estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Vera Cruz (1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003) e Eldorado do Sul (2001/2002).

Causa da variação	G L	Quadrado médio	E (Q M)
Bloco/Ambiente	15	5,71 ^{ns}	$\sigma^2 + g\sigma^2_b$
Ambientes	4	324,13 ^{**}	$\sigma^2 + g\sigma^2_b + gr\sigma^2_a$
Genótipos	13	68,10 ^{ns}	$\sigma^2 + rl\sigma^2_g + ar\phi_g$
Genótipos x Ambientes	49	43,84 ^{**}	$\sigma^2 + rl\sigma^2_g$
Erro	176	5,65	σ^2
Rendimento médio de raízes (t/ha)		18,37	
C.V.(%)		12,95	

^{ns} Não significativo pelo teste F a p<0,05; ^{**} Significativo pelo teste F a p<0,01.

Tabela 2. Rendimento de raízes (t/ha) de 14 genótipos de mandioca, avaliadas em cinco ambientes do estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Vera Cruz (1999/00, 2000/01, 2001/02 e 2002/03) e Eldorado do Sul (2001/02) e rendimento médio de raízes nos ambientes testados.

Genótipos	Rendimento de raízes - t/ha					Rendimento médio de raízes (t/ha)
	Vera Cruz (1999/00)	Vera Cruz (2000/01)	Vera Cruz (2001/02)	Vera Cruz (2002/03)	Eldorado do Sul (2001/02)	
RS 14	A 24,0a ²	A 24,8abc	A 24,1ab	B 19,5a	B 16,1cde	21,7 a
S 5-77	BC 16,1c	A 22,2de	AB 20,2abcd	C 13,9abc	A 23,1a	20,0 ab
S 60-10	C 18,6bc	A 24,3abcd	AB 22,2abc	BC 19,8a	D 13,6ef	19,7 ab
Prata	CD 16,7bc	A 26,5a	BC 18,8cd	D 14,4abc	B 21,6ab	19,6 ab
Aceguá ³	C 11,4d	AB 22,5de	A 24,6a	---	B 18,5bcd	19,2 ab
S 7-129	A 21,9a	AB 18,0g	AB 19,7bcd	A 20,5a	B 15,7cde	19,1 ab
Frita ³	B 17,2bc	A 23,8bcd	B 19,7bcd	B 18,7a	C 14,7bcd	18,8 ab
Paraguaia	B 18,0bc	A 22,7cde	B 16,5de	B 16,7ab	B 18,0ef	18,5 ab
RS 13	B 19,1b	A 25,1ab	C 14,1e	AB 21,1a	C 13,7ef	18,5 ab
Mantiqueira ³	B 17,7bc	A 24,4abcd	B 16,0de	B 17,3 ab	B 12,5 ef	17,6 ab
S 2 11-35	C 9,6d	A 20,6 ef	B 16,5 de	---	AB 18,9 bc	16,4 b
S 75-11	B 17,9 bc	BC 15,2 h	A 21,1abcd	D 9,3 c	C 14,6 def	15,9 b
Apronta a Mesa ³	A 19,1 b	A 19,5 fg	B 12,3 e	---	B 12,2 ef	15,8 b
S 5-80	A 16,7 bc	A 20,5 ef	A 16,4 de	B 11,8 bc	B 11,3 f	15,5 b
Média	17,4	22,2	18,7	16,9	16,0	18,4
CV (%)	9,8	6,4	14,9	20,6	15,9	12,9

¹Médias de ambiente (na linha) em cada genótipo, precedidas de mesma letra maiúscula, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a p<0,05; ² Médias de genótipo (na coluna) em cada ambiente, seguidas de mesma letra minúscula, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a p<0,05; ³ Genótipos de aipins.

concentração de baixos rendimentos dentro dos genótipos, na comparação com os outros quatro ambientes, foi observada nos experimentos conduzidos em Eldorado do Sul e Vera Cruz no ano de 2002/03. A maior repetição de rendimentos de raízes elevados em Vera Cruz na estação de crescimento de 2000/01 coincidiu com a ocorrência do fenômeno climatológico El Niño, o qual se caracteriza por apresentar precipitação pluvial acima da média, o que possibilitou um melhor desenvolvimento das plantas e por consequência possibilitou a obtenção de rendimentos elevados.

Os resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade, seguindo a metodologia apresentada por Eberhart e Russel (1966), mostram que apenas três genótipos, Frita, Paraguaia e Apronta a Mesa, apresentaram os parâmetros de adaptabilidade (b) igual a um e de estabilidade (s^2di) igual a zero. Estes resultados indicam que os genótipos respondem linearmente à melhoria do ambiente e também apresentam comportamento altamente previsível quanto ao rendimento de raízes nos ambientes avaliados (Tabela 3). É importante que além de atender as pressuposições do modelo quanto aos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, os genótipos melhor adaptados expressem maiores produtividades médias, ou seja, rendimentos de raízes acima da média geral (MARIOTTI et al., 1976). Quanto ao rendimento de raízes, dentre os genótipos que apresentaram os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de acordo com o modelo, o genótipo Apronta a Mesa foi o de pior desempenho e Frita e Paraguaia

apresentaram comportamento intermediário, com rendimento de raízes pouco acima da média geral. Os três genótipos com média de rendimento de raízes mais elevada apresentaram limitações quanto à falta de estabilidade (RS 14, S 5-77 e S 60-10).

A estabilidade e adaptabilidade dos genótipos frente às oscilações do ambiente é fortemente dependente da sua constituição genética (CARVALHO et al., 2002). Neste contexto, Allard e Bradshaw (1964) concluíram que genótipos com base genética ampla interagem menos com o ambiente, sendo portanto mais estáveis. No entanto, resultados de outros autores, envolvendo as mais diversas culturas, não permitem observar relação direta entre heterogeneidade do genótipo e estabilidade, sendo possível identificar materiais genéticos com diferentes níveis de adaptabilidade e estabilidade em qualquer tipo de genótipo, quer sejam de polinização aberta, híbridos simples, duplos e triplos e/ou genótipos obtidas por reprodução clonal, como é o caso da cultura da mandioca (MARIOTTI et al., 1976; TOLLENAR e WU, 1999; DUVICK e CASSMAN, 1999; CARVALHO et al., 2000).

Dentre os genótipos avaliados, foi verificado que RS 14, S 5-77, S 60-10, Prata, Aceguá, Frita, Paraguaia, RS 13, S 2 11-35 e Apronta a Mesa possuem coeficiente de adaptabilidade (b) não diferente de um. Quanto ao coeficiente de estabilidade (s^2di), apenas Frita, Paraguaia, Apronta a Mesa e S 5-80 não apresentaram desvios da regressão não diferentes de zero. Isto significa que a maioria dos genótipos avaliados respon-

Tabela 3. Rendimento médio de raízes e parâmetros de adaptabilidade (b) e de estabilidade (s^2di) estimados em quatorze genótipos de mandioca e em cinco ambientes do estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Vera Cruz (1999/00, 2000/01, 2001/02 e 2002/03) e Eldorado do Sul (2001/02).

Genótipos	Adaptabilidade ($b=1$) ¹	Estabilidade ($s^2di=0$) ²
RS 14	1,1615 ^{ns}	7,30*
S 5-77	0,6589 ^{ns}	16,27*
S 60-10	1,4354 ^{ns}	5,60*
Prata	1,4701 ^{ns}	11,97*
Aceguá ^{3,4}	0,8642 ^{ns}	15,67*
S 7-129	-0,0711*	6,14*
Frita ³	1,3242 ^{ns}	0,76 ^{ns}
Paraguaia	0,8861 ^{ns}	1,19 ^{ns}
RS 13	1,3122 ^{ns}	17,01*
Mantiqueira ³	1,6493*	3,77*
S 2 11-35 ⁴	1,1393 ^{ns}	36,69*
S 75-11	0,4762*	16,97*
Apronta a Mesa ^{3,4}	0,8044 ^{ns}	3,04 ^{ns}
S 5-80	1,5135*	1,99 ^{ns}

¹ * Coeficiente b significativamente diferente de um pelo teste t a $p < 0,05$;

² * Desvios da regressão significativamente diferente de zero pelo teste F a $p < 0,05$;

³ Genótipos de aipins;

⁴ Estimativas realizadas com informações obtidas em quatro ambientes

de modo linear à melhoria do ambiente, no entanto, a sua estabilidade, ou seja a previsibilidade do seu comportamento quanto ao rendimento de raízes é bastante reduzida.

CONCLUSÕES

O rendimento de raízes de mandioca é determinado principalmente pela interação entre os ambientes e os genótipos, o que dificulta os processos de identificação e de indicação de genótipos superiores.

Os genótipos de mandioca avaliados neste trabalho apresentam pequena estabilidade, possuindo então pouca previsibilidade quanto ao rendimento de raízes em função da troca de ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao senhor Guido Mueller, proprietário, e a seu filho Márcio Mueller, pela colaboração no armazenamento do material de plantio, instalação, condução e na colheita dos experimentos conduzidos em Vera Cruz-RS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, p. 503-507, 1964.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1972.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2001. CD – ROM.

CARVALHO, H. W.L. de; LEAL, M. da S.; SANTOS, M.X.. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1115-1126, 2000.

CARVALHO, H. W.L. de; LEAL, M. da S.; CARDOSO, M.J. et al. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho em diferentes condições ambientais do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.2, p. 75-82, 2002.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: aplicativo**

computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 442p.

DUVICK, D.N.; CASSMAN, K.G. Post-green revolution trends in yield potential of temperate maize in the North-Central United States. **Crop Science**, Madison, v.39, n.6, p. 1622-1630, 1990.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FEHR, W.R. **Principles of cultivar development : theory and technique**. New York: Macmillan, 1987. v.1.

HARTLEY, H. O. The use of range in analysis of variance. **Biometrika**, Londres, v.37, n.3, p.271-280, 1950.

MARIOTTI, I.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M. et al. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Nordeste Argentino**, Tucuman, v.13, n.14, p.105-127, 1976.

OYARZÁBAL, G.N. **Aproveitamento integral da mandioca no Rio Grande do Sul: rações à base de mandioca**. Porto Alegre: EMATER-RS, 1995. 64 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations: biometrical genetics**. New York: Pergamon, 1959. 186 p.

TOLLENAAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate zone is attributable to greater stress tolerance.

Crop Science, Madison, v.39, p. 1597-1604, 1999.