

# ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS E CULTIVARES DE QUIABEIRO<sup>1</sup>

WALDELICE OLIVEIRA DE PAIVA<sup>2</sup> e CYRO PAULINO DA COSTA<sup>3</sup>

RESUMO - Avalia-se a estabilidade da produção de frutos de onze cultivares e de vinte híbridos e recíprocos de Quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), em duas estações (inverno e verão), durante dois anos, em Piracicaba, SP. A cultivar Santa Cruz-47 e os híbridos A x C, E x A e F x A foram os mais produtivos e apresentaram ampla estabilidade, de acordo com os parâmetros (b),  $S^2_d$  e  $R^2$ . O híbrido A x F foi o que apresentou o maior rendimento médio, porém com b maior que 1 e desvios da regressão significativos. No geral, os genótipos de quiabo mostraram-se sensíveis a modificações do ambiente, porém os híbridos foram mais estáveis, com frequência três vezes maior que a de cultivares.

Termos para indexação: quiabo, genótipos, estabilidade na produção, modificações ambientais.

## STABILITY OF OKRA HYBRIDS AND CULTIVARS

ABSTRACT - Yields stability of eleven cultivars and twenty hybrids of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) were studied at two seasons (Winter and Summer) during two years, in Piracicaba, SP, Brazil. Santa Cruz-47 cultivar and A x C, E x A and F x A hybrids showed large stability, measured by stability parameters (b),  $S^2_d$  and  $R^2$ . The A x F hybrid was the best, but it showed significant deviations. In general, okra genotypes showed sensibility to the environment changes and the hybrids were the most stable and with frequencies three times superior to those of the cultivars.

Index terms: okra, genotypes, yield stability, environment changes.

## INTRODUÇÃO

O ambiente assume papel muito importante nos programas de melhoramento, dada a implicação entre o ambiente e os genótipos. A identificação de cultivares que mostrem baixos valores para esta interação é necessária para garantia de boas colheitas com o mínimo de riscos (Allard & Bradshaw, 1964).

As possíveis interações verificadas entre os genótipos e o ambiente são reveladas em testes estatísticos, quando dois ou mais genótipos são cultivados em dois ou mais ambientes contrastantes (Power et al., 1986). A definição estatística englo-

ba uma gama de fenômenos biológicos, os quais, de acordo com Mather (1953) e Dobzansky & Wallace (1953), podem depender de um balanço gênico heterozigoto, das propriedades polimórficas da espécie ou dos indivíduos da população, ou, ainda, da capacidade de tamponamento dos indivíduos.

Um genótipo com estas características, diz-se que é estável, ou seja, que apresenta estabilidade (Santos, 1980). Em olericultura, uma cultivar estável é altamente desejável, porque a demanda por produtos é grande durante todo o ano, e nem todas as cultivares têm a capacidade de produzir ininterruptamente.

O quiabeiro é pouco cultivado nas estações mais frias, dado a sua sensibilidade a baixas temperaturas. As modificações ambientais também afetam os valores de algumas estimativas, como já foi observado por Rao & Satyavathi (1977). Este comportamento, de acordo com Aryio (1987), pode decorrer da baixa estabilidade da espécie.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de janeiro de 1994.

Extraído da Tese do primeiro autor apresentada à ESALQ/USP para a obtenção do título de Doutor.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., Dr., INPA, Caixa Postal 478, CEP 69010-770 Manaus, AM.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., Dr., Dep. de Genética, ESALQ/USP, Caixa Postal 83, CEP 13400 Piracicaba, SP.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a interferência do ambiente em 31 genótipos de quiabo submetidos a diferentes condições climáticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo foram utilizadas onze cultivares de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), previamente escolhidas por suas características divergentes quanto ao tipo de planta e fruto: Santa Cruz-47 (A); CGO 6338 (B); Piranema (C); CGO 6394 (D); BGH 4888 (E); Clemson Spineless (F); CGO 6357 (G); CGO 6415 (H); CGO 6439 (I); Gumbo mos (J) e de uma de origem desconhecida (K).

Os híbridos foram obtidos pelo cruzamento entre a cultivar Santa Cruz-47, usada como parental feminino, e as dez outras cultivares, obtendo-se a geração F<sub>1</sub>. Os cruzamentos recíprocos foram efetuados usando-se "Santa Cruz-47" como parental masculino, e as demais

cultivares, como as receptoras de pólen, totalizando vinte híbridos incluindo os recíprocos.

A avaliação dos genótipos foi efetuada em duas épocas contrastantes: Uma, em que a temperatura está em declínio, denominada de "Cultivo de inverno", e a outra, em que a temperatura entra em elevação, denominada de "Cultivo de verão", em dois anos consecutivos. Os dados climáticos referentes a insolação, precipitação pluvial, umidade relativa, e temperaturas referentes aos meses de cultivo, são encontrados na Tabela 1.

Os quatro experimentos foram instalados no campo experimental do Departamento de Genética da ESALQ, no Município de Piracicaba, SP, situado na latitude 22°42'30"S, cujos solos são classificados como Latossolo Amarelo, textura argilosa. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições e trinta e um tratamentos.

A produção de frutos foi avaliada em dez colheitas consecutivas, a espaços de três dias.

Foram determinados os parâmetros de estabilidade,

**TABELA 1. Dados de insolação, precipitação pluvial, umidade relativa e temperatura, referentes aos meses de cultivo, registrados no posto meteorológico do Departamento de Engenharia da ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 1990-1991.**

Ano	Meses	Insolação (h/d)	Precipitação (mm/alt)	Umidade relativa (%)	Temperaturas		
					Máxima (°C)	Mínima (°C)	Média (°C)
1990	Mar.	6,77	240,20	71,64	30,90	19,06	24,98
	Abr.	7,75	37,20	67,33	30,63	17,57	24,10
	Maio	7,31	47,10	70,84	25,35	11,37	18,36
	Jun.	7,13	0,42	69,96	25,56	9,75	17,66
Média		7,24	81,18	69,94	28,11	14,44	21,27
1990	Set.	5,96	61,00	73,07	26,45	12,20	19,33
	Out.	7,27	125,4	71,23	30,51	16,93	23,70
	Nov.	8,02	124,4	73,47	32,33	19,12	25,72
	Dez.	7,56	61,10	71,58	31,53	18,33	24,93
Média		7,20	92,98	72,34	30,20	16,65	23,42
1991	Mar.	4,08	431,9	83,61	27,98	18,60	23,29
	Abr.	7,37	129,6	79,37	28,35	16,05	22,20
	Maio	7,99	42,10	77,06	26,82	12,63	19,72
	Jun.	6,31	35,10	76,50	26,74	12,04	18,89
Média		6,44	159,7	79,14	27,47	14,83	21,02
1991	Set.	7,88	4,700	65,68	27,75	12,41	20,08
	Out.	7,15	68,90	64,27	28,56	12,99	20,77
	Nov.	6,87	2,270	69,45	29,36	16,34	22,86
	Dez.	8,59	1,890	68,40	31,43	17,51	24,47
Média		7,62	19,44	66,95	29,28	14,81	22,05

em que foram incluídos os coeficientes de regressão e os desvios em relação à regressão (Eberhart & Russel, 1966). Os desvios foram utilizados como índices ambientais, proporcionando uma medida relativa do conjunto de condições que, em cada experimento, concorreram para maior ou menor variação do caráter.

Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i + Y_{ij} + \epsilon_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  é a média observada do genótipo  $i$  no ambiente  $j$ ;  $\mu_i$ , a média do genótipo  $i$  em todos os ambientes;  $\beta_i$ , o coeficiente de regressão que mede a resposta do genótipo  $i$  quando variam os ambientes;  $y_{ij}$  refere-se aos desvios da regressão do genótipo  $i$  no ambiente  $j$ , e  $\epsilon_{ij}$  é o erro residual associado à média.

A análise de variância seguiu o modelo proposto por Eberhart & Russel (1966), efetuada a partir das médias dos genótipos em cada ambiente. Em consequência, o quadrado médio de blocos e do resíduo de cada ensaio foi dividido pelo número de repetições, antes de serem ponderados e incluídos na análise de estabilidade.

A soma dos quadrados para ambientes dentro de cada genótipo foi decomposta em duas componentes: uma, devido à regressão linear, e outra, devido aos desvios da regressão. Conseqüentemente, foram obtidos, para cada genótipo, os seguintes parâmetros de estabilidade:  $(b_i)$  = coeficiente de regressão para cada genótipo  $i$ ;  $s_d^2$  ( $d_i$ ) = diferença entre o quadrado médio para os desvios e o quadrado médio do erro médio ponderado.

A diferença entre cada coeficiente de regressão e a unidade, bem como os desvios da regressão e a média dos genótipos, foi testada pelo teste  $t$ , segundo Steel & Torrie (1960).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções médias (g/planta) de frutos em cada um dos quatro ambientes encontram-se na Tabela 2. A variação foi de 24,12 (J) a 309,2 (A x F); 59,67 (K) a 183,8 (F x A); 30,83 (K) a 296,2 (A x F) e de 104,1 (H) a 285,8 (F x A), nos cultivos de inverno em 1990 e 1991 e nos cultivos de verão de 1990 e 1991, respectivamente. Com exceção do cultivo de verão de 1990, houve, de maneira geral, boa precisão nos experimentos, visto que os demais coeficientes de variação mantiveram-se em níveis mais baixos.

A análise conjunta (Tabela 3) demonstra que os efeitos de ambientes e de genótipos apresentaram significância, e o mesmo ocorreu quanto a interação Genótipos x Ambientes, o que indica que o

**TABELA 2. Produção média de frutos (g/planta) de quiabo, QM do erro e coeficiente de variação dos ensaios instalados em 4 ambientes. Piracicaba, SP. 1990-1991.**

Genótipos	Épocas			
	1	2	3	4
A	231,1	167,6	111,1	202,8
B	231,3ns	116,4ns	128,0ns	124,4ns
C	107,1**	58,77*	68,17**	114,0**
D	155,1**	93,53ns	82,83ns	129,9*
E	193,3ns	173,2ns	128,4ns	123,8*
F	209,4ns	136,9ns	126,8ns	173,3ns
G	294,5ns	158,4ns	73,00*	171,1ns
H	198,6ns	86,57ns	100,9ns	104,1**
I	154,1**	179,8ns	83,23ns	173,7ns
J	24,12**	108,9ns	128,0ns	232,5ns
K	112,4**	30,83**	59,67**	169,6ns
A x B	189,8*	276,9*	128,1ns	231,4ns
B x A	106,8**	119,2ns	124,6ns	171,1ns
A x C	216,5ns	180,9ns	99,32ns	204,7ns
C x A	202,7ns	150,2ns	107,3ns	160,6ns
A x D	234,9ns	124,2ns	92,18ns	194,3ns
D x A	196,9ns	134,5ns	98,66ns	245,9ns
A x E	208,6ns	235,7ns	108,4ns	214,7ns
E x A	251,5ns	236,0ns	128,5ns	241,4ns
A x F	309,2**	296,2**	128,3ns	239,3ns
F x A	243,4ns	247,9ns	183,8**	285,8*
A x G	247,0ns	248,3ns	149,0*	202,2ns
G x A	223,5ns	159,9ns	155,3**	138,1ns
A x H	224,9ns	134,3ns	127,5ns	226,6ns
H x A	212,9ns	120,9ns	142,2**	206,9ns
A x I	138,3**	265,8*	119,2ns	189,4ns
I x A	227,6ns	168,9ns	107,2ns	221,6ns
A x J	128,6**	151,7ns	116,5ns	168,5ns
J x A	71,46**	112,3ns	64,50**	200,8ns
A x K	205,6ns	113,3ns	103,0ns	168,6ns
K x A	67,80**	211,1ns	120,3ns	158,3ns

< 0,05; \*\* < 0,01; ns = não-significativo

**TABELA 3. Análise conjunta de variância para produção total de frutos (PTF) de genótipos de quiabo testados em 4 ambientes. Piracicaba, SP. 1990-1991.**

Fontes de variância	G.L.	SQ	QM
Genótipos	30	955229,1	31840,97**
Ambiente (A)	3	521343,9	173781,3**
G x A	90	892517,9	9916,866**
A / G	(93)	1413862,2	15502,82**
A (linear)	1	521342,1	521342,1**
A (linear) x G	30	204747,5	6824,917**
Desvios combinados	62	687772,2	11093,10**
Erro médio ponderado	480	1201174,1	2502,446

\*\* p < 0,01

comportamento dos genótipos foi diferente nos vários ambientes. Os quadrados médios para G x A (linear) e os desvios combinados também foram significantes. Existe, portanto, indicação de que os coeficientes de regressão linear estimados (b) diferem entre si quanto à produção de frutos, com alguns genótipos apresentando valores de b significativamente diferentes dos da unidade.

Conforme o modelo de análise de estabilidade proposto por Finlay & Wilkinson (1963), e complementado por Eberhart & Russel (1966), um genótipo estável apresenta valores de b iguais a 1,0, e desvios da regressão, iguais a zero. Quando o valor de b é significativamente inferior a 1,0, o genótipo tem pouca sensibilidade às oscilações ambientais, e o seu comportamento é pouco modificado se cultivado em ambientes desfavoráveis. Ao contrário, valores de b significativamente superiores à unidade indicam que o genótipo reage favoravelmente a modificações do ambiente, enquanto que o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) indica a quantidade de variação responsável pelo efeito linear.

Com base neste critério, e considerando os quadrados médios dos desvio da regressão (Tabela 4), observa-se que o maior e o menor valor de b obtido foi, respectivamente, de -0,793 (B) e 2,001 (A x F). A cultivar Santa Cruz-47 (A) e os híbridos A x C, E x A e F x A podem ser considerados como de ampla adaptabilidade ou estáveis, porque apresentaram média alta,  $b = 1$ ,  $S^2_d = 0$  e  $R^2 > 80\%$ , e têm capacidade de respon-

**TABELA 4.** Média e percentagem da produção total de frutos por planta, coeficientes de regressão linear (b), quadrado médio dos desvios de regressão ( $s^2_d$ ) e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) em genótipos de quiabo testados em 4 ambientes. Piracicaba, SP. 1990-1991.

Genótipo	Produção de frutos		$b^2$	$s^2_d$	$R^2$ (%)
	(g/p)	(%)			
A	178,14	111,17	1,454ns	-42,700ns	88,59
B	92,203**	57,540	-0,793**	4144,1**	18,55
C	86,995**	54,290	0,589ns	55,991ns	51,22
D	115,35*	71,990	0,804ns	74,207ns	65,44
E	154,68ns	96,530	0,363ns	1015,1ns	12,78
F	161,68ns	100,84	0,862ns	375,97ns	58,75
G	174,25ns	108,74	2,116**	4452,7**	60,33
H	122,53ns	76,470	0,602ns	2835,1*	15,48
I	147,69ns	92,170	1,163ns	172,43ns	77,19
J	123,39ns	77,000	0,200*	104,27**	0,61
K	93,128ns	58,120	1,171ns	2802,4*	41,13
A x B	206,54ns	128,90	1,256ns	2974,8*	42,11
B x A	130,41ns	81,380	0,259ns	573,24ns	9,47
A x C	175,34ns	109,42	1,552ns	-369,22ns	96,86
C x A	155,21ns	96,860	1,000ns	117,54ns	73,14
A x D	161,41ns	100,73	1,663ns	1175,3ns	73,52
D x A	169,00ns	105,47	1,755ns	726,84ns	80,85
A x E	191,86ns	119,73	1,473ns	699,43ns	75,25
E x A	214,37ns	133,78	1,654ns	-126,29ns	92,48
A x F	243,26*	151,81	2,001**	2949,4*	66,13
F x A	240,23ns	149,92	1,773ns	-168,86ns	87,55
A x G	211,63ns	132,07	1,032ns	1012,9ns	54,21
G x A	169,20ns	105,59	0,271ns	1475,5ns	5,88
A x H	178,32ns	111,29	1,362ns	887,10ns	69,22
H x A	170,69ns	106,52	0,924ns	1255,6ns	44,97
A x I	178,15ns	111,18	0,712ns	5084,8**	13,25
I x A	181,90ns	113,14	1,637ns	-298,04ns	95,70
A x J	141,92ns	88,200	0,492ns	-95,106ns	50,12
J x A	112,25*	70,05	1,130ns	3241,8ns	36,46
A x K	130,41ns	81,38	0,259ns	579,24ns	61,62
K x A	190,40ns	81,37	0,015*	4996,2**	0,01
Média	160,24	100,0	1,000	1708,7	52,22

ns = não-significativo: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$

der favoravelmente ao melhoramento do ambiente.

O híbrido A x F foi o que apresentou o maior rendimento médio. Este genótipo é capaz de reagir favoravelmente à melhoria das condições ambientais; entretanto, dada a expressiva significância do desvio da regressão linear, ele pode ser considera-

do instável, e a sua produção de frutos não pode ser prevista com segurança.

Todos os genótipos de quiabo testados revelaram alguma equivalência quanto à sensibilidade às mudanças climáticas, e destes, somente 12,8% foram estáveis. Estes valores, entretanto, foram o dobro dos verificados por Aryio (1987). A baixa estabilidade observada na maioria dos genótipos pode ser resultado da resposta ao ambiente dos demais componentes da produção, que, de modo geral, foram instáveis (Paiva, 1992).

Os híbridos mostraram-se mais estáveis do que as cultivares, e a percentagem de híbridos estáveis foi três vezes superior à percentagem de cultivares. Este comportamento pode ser explicado, provavelmente, como decorrente da homeostase. De acordo com Ulicini (1973), as funções homeostáticas são atributos da heterozigose e heterogeneidade genética gerando maior auto-regulação do indivíduo, pois os híbridos herdaram esta estabilidade das linhas parentais. A cultivar Santa Cruz-47 demonstrou ser a única dentre as cultivares a apresentar estabilidade. Ela foi selecionada dentro de germoplasma já adaptado, e é, talvez, a causa do bom desempenho verificado nos períodos desfavoráveis.

### CONCLUSÕES

1. A cultivar Santa Cruz-47 e os híbridos A x C e F x A foram os mais estáveis, com produções superiores à média geral, b semelhante à unidade, baixos valores de  $S_d^2$  e altos valores para  $R^2$ .
2. O híbrido A x F foi o mais produtivo, porém demonstrou instabilidade na resposta aos ambientes.
3. A percentagem de híbridos estáveis foi três vezes superiores à de cultivares estáveis.

### REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in applied

plant breeding. *Crop Science*, v.4, p.503-508, 1964.

- ARIYO, O.J. Stability of performance of okra as influenced by planting date. *Theoretical and Applied Genetics*, n.74, p.83-86, 1987.
- DOBZHANSKY, T.H.; WALLACE, B. The genetics of homeostasis in *Drosophila*. *Proceedings of the National Academy of Science*, v.39, p.162-271, 1953.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, p.36-40, 1966.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptations in a plant breeding program. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.14, p.172-184, 1963.
- MATHER, K. Genetical control of stability, in development. *Heredity*, v.7, p.297-336, 1953.
- PAIVA, W.O. de. **Heterose, estabilidade e variabilidade em quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1992, 148p. Tese de Doutorado.
- POWER, W.P.O.; CALIGARI, M.S.P.; JINKS, J.L. The measurement and interpretation of genotype by environment interaction in spring barley (*Hordeum vulgare*). *Heredity*, v.56, p.255-262 1986.
- RAO, S.T.; SATYAVATHI, G.P. Influence of environment on combining ability and genetic components in bhindi (*Abelmoschus esculentus* L.). *Genetica Polonica*, v.18, n.2, p.140-147, 1977.
- SANTOS, J.B. **Estabilidade fenotípica de feijão (*Phaseolus vulgaris*) nas condições do sul de Minas Gerais**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1980, 110p. Tese de Mestrado.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1960. 633p.
- ULICINI, V. Methods of stabilising the environmental stability of maize genotypes. *Probleme de Genetica Teoretica si Applicata*, v.5, p.106-142, 1973.