

# REPETIBILIDADE DOS PARÂMETROS DE ESTABILIDADE NA CULTURA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO<sup>1</sup>

FRANCISCO JOSÉ CORREIA FARIAS<sup>2</sup>, MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO<sup>3</sup>, LUIZ PAULO DE CARVALHO<sup>4</sup>, JOSÉ DE ALENCAR NUNES MOREIRA e JOAQUIM NUNES DA COSTA<sup>2</sup>

RESUMO - Foram avaliados os dados de produtividade de algodão em caroço em 56 experimentos de avaliação de cultivares, conduzidos pela Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ), na região Nordeste, no período de 1985 a 1992, visando estimar a repetibilidade dos parâmetros de estabilidade. As estimativas de repetibilidade do índice de estabilidade ( $P_i$ ), coeficiente de regressão linear ( $\beta_1$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foram de magnitudes médias e elevadas com valores que oscilaram de 0,45 a 0,67 no período de 1985 a 1990 e de 0,45 a 0,96 no período de 1991 a 1992. Estes resultados indicam que é possível antever o sucesso com a seleção pela utilização destes parâmetros.

Termos para indexação: algodão, adaptabilidade.

## REPEATABILITY OF STABILITY PARAMETERS IN HERBACEOUS COTTON

ABSTRACT - Yield data of seed cotton from 56 experiments of cultivar evaluation were evaluated in the Northeast of Brazil, from 1985 to 1992, seeking to estimate the repeatability of stability parameters. Repeatability estimates for stability index ( $P_i$ ), linear regression coefficient ( $\beta_1$ ) and determination coefficient ( $R^2$ ) were, most of them, from medium to high. The values ranged from 0.45 to 0.67 for the 1985 to 1990 period and 0.45 to 0.96 for 1991 to 1992. These results suggest that selection of these traits may give reasonable gains.

Index terms: cotton, adaptability.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 23 de outubro de 1997.

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ), Caixa Postal 174, CEP 58107-720 Campina Grande, PB. E-mail: farias@cnpq.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPQ.

## INTRODUÇÃO

A identificação de cultivares produtivas e estáveis é um dos principais objetivos de um programa de melhoramento. Neste contexto, o controle genético dos parâmetros de estabilidade é de grande importância para os melhoristas, pois possibilita antever o sucesso com a seleção visando a esse caráter. Como nem sempre é possível estimar a herdabilidade dos parâmetros de estabilidade, uma alternativa bastante utilizada é a estimação da repetibilidade.

O conceito de repetibilidade tem sido utilizado de diferentes modos (Falconer, 1981; Jalaluddin & Harrison, 1993). Este difere do conceito de herdabilidade porque no numerador da expressão, além da variação genética, está envolvida a parte permanente da variação ambiental. Deste modo, a repetibilidade fornece uma estimativa superior à que seria obtida com a herdabilidade (Soares & Ramalho, 1993).

Para estimar a repetibilidade dos parâmetros de estabilidade, o procedimento mais freqüente é dividir os ambientes em grupos, e obter as estimativas da estabilidade em cada grupo. A correlação entre a classificação dos materiais nos vários grupos é a medida da repetibilidade. Esse processo já foi usado em várias oportunidades (Fatuola & Frey, 1976; Eagles & Frey, 1977; Virk et al., 1985; Leon & Becker, 1988; Pham & Kang, 1988; Helms, 1993). Uma proposta diferente tem sido adotada a esse respeito nos trabalhos realizados no Brasil (Bonato, 1978; Santos, 1980; Torres, 1988; Davide, 1992; Soares & Ramalho, 1993). Nesse caso, desde que os experimentos tenham mais de três repetições é possível estimar a repetibilidade formando grupos de observação a cada duas repetições.

Em trabalho realizado com a cultura do algodoeiro, Farias et al. (1996) estimaram a repetibilidade dos parâmetros de estabilidade utilizando o método proposto por Cruz et al. (1989) e verificaram que as estimativas foram elevadas indicando a possibilidade de sucesso com seleção para estes caracteres.

Ainda são poucas as informações a esse respeito, no que tange à cultura do algodão. O presente trabalho teve como objetivo estimar a repetibilidade dos parâmetros de estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo, aproveitando dados de produtividade média de um ensaio regional conduzido em diversas localidades da Região Nordeste.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram obtidos de 56 experimentos de avaliação conduzidos pela Embrapa-Centro Nacional de Algodão (CNPAl) na Região Nordeste no período de 1985 a 1992. Em cada experimento, foram avaliadas nove cultivares, em um delineamento de blocos casualizados. O número de repetições variou entre os anos, ou seja: oito no período de 1985 a 1987, dez de 1988 a 1990, e seis nos anos seguintes. A parcela experimental foi constituída de duas fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,20 m entre covas, deixando uma planta por cova após o desbaste.

No cálculo da repetibilidade, foram usadas as estimativas dos parâmetros de estabilidade  $\beta_1$  e  $R^2$  (Eberhart & Russell, 1966) e  $P_i$  (Lin & Binns, 1988), pelo método utilizado por Santos (1980) e Soares & Ramalho (1993). Para isso, as repetições de cada experimento foram agrupadas duas a duas, ou seja, para o período de 1988 a 1990, e cujos experimentos possuíam dez repetições, foram obtidos cinco grupos de observação. Em seguida, utilizando os métodos de Eberhart & Russell (1966) e Lin & Binns (1988), foram novamente estimados os parâmetros de estabilidade de cada grupo de observação, considerando os respectivos ambientes de cada período de estudo. Assim no período de 1988 a 1990, obtiveram-se, para cada cultivar, cinco estimativas referentes ao coeficiente de regressão linear ( $\beta_1$ ), ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e ao índice de estabilidade ( $P_i$ ).

Com estas estimativas, foi realizada uma análise de variância em blocos casualizados, de acordo com a Tabela 1, sendo que a repetibilidade ( $r_i$ ) foi estimada a partir destes componentes de variância, por meio da seguinte expressão:

$$r_i = \frac{T_p^2}{T_p^2 + \sigma_e^2}$$

onde:

$T_p^2$  = variância permanente;

$\sigma_e^2$  = variância ambiental.

**TABELA 1. Esquema de análise de variância utilizado para estimar a variância permanente ( $T_p^2$ ) e a variância ambiental ( $\sigma_e^2$ ), relativas ao coeficiente de regressão linear ( $\beta_1$ ), ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ), e ao índice de estabilidade ( $P_i$ ).**

Fonte de variação	GL	QM	E(QM)
Repetição	r-1	$Q_1$	-
Genótipo <sup>1</sup>	g-1	$Q_2$	$\sigma_a^2 + rT_p^2$
Resíduo	(g-1)(r-1)	$Q_3$	$\sigma_e^2$
Total	gr-1		

<sup>1</sup> Como o efeito do genótipo é fixo, a variância permanente é dada por:  $T_p^2 = Q_2 - Q_3 / r$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um programa de melhoramento, para que uma característica seja utilizada na seleção, ela deve ser controlada geneticamente. Daí a importância de se obter a estimativa da herdabilidade do caráter, que estima

o quanto da variação fenotípica poderá ser transmitida à descendência e assim avaliar a possibilidade de sucesso com a seleção (Falconer, 1981).

No presente trabalho, não foi possível estimar a herdabilidade para a estabilidade, pois não houve condições de se isolar a variação genética. Isso ocorreu porque os grupos formados em cada ambiente sofreram influência da variação de precipitação, temperatura e tipo de solo, que são inerentes a cada local, e que, portanto, são permanentes (Soares & Ramalho, 1993).

Nas Tabelas 2 e 3 encontra-se o resumo da análise de variância das estimativas dos parâmetros de estabilidade ( $\beta_1$ ,  $R^2$  e  $P_i$ ), incluindo os valores da variância permanente ( $T_p^2$ ), variância ambiental ( $\sigma_e^2$ ) e repetibilidade ( $r_i$ ), relativos aos experimentos com anos agrupados de 1985 a 1987, 1988 a 1990, e relativos aos períodos isolados de 1991 e 1992. Verifica-se que nos anos de 1985 a 1987 e 1988 a 1990, as estimativas de repetibilidade foram de magnitudes medianas, com valores que oscilaram de 0,45 a 0,67 (Tabela 2). Enquanto que para o período de 1991 a 1992, as estimativas foram de magnitudes elevadas, com uma variação de 0,45 a 0,95 (Tabela 3). As altas repetibilidades obtidas, referentes ao índice de estabilidade  $P_i$  (Lin & Binns, 1988) no período de 1991 e 1992 (0,96 e 0,95), indicaram que houve grande contribuição das variações permanentes (genética e ambiental) em relação a esse caráter, o que evidencia que a seleção baseada neste parâmetro poderá ser eficiente.

**TABELA 2. Resumo da análise de variância e repetibilidade ( $r_i$ ) dos parâmetros de estabilidade<sup>1</sup>  $\beta_1$ ,  $P_i$  e  $R^2$  com relação ao caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço, considerando os pares de repetições referentes aos experimentos agrupados de 1985 a 1987 e de 1988 a 1990.**

Fonte de variação	Anos							
	85 a 87			88 a 90				
	GL	Quadrado médio			GL	Quadrado médio		
	$\beta_1$	$P_i$	$R^2$		$\beta_1$	$P_i$	$R^2$	
Repetição	3	0,0000	0,1490	63,4650	4	0,0000	0,0160	12,7520
Cultivares	8	0,041*	0,257**	76,413**	8	0,031	0,100**	41,260**
Erro	24	0,0070	0,028	17,7050	32	0,0040	0,0140	8,0870
$T_p^2$		0,0085	0,05725	14,6770		0,0067	0,0215	8,2932
$\sigma_e^2$		0,0070	0,0280	17,7050		0,0040	0,0140	8,0870
CV %		8,42	8,30	4,55		6,42	6,21	3,03
$r_i$		0,54	0,67	0,45		0,62	0,60	0,50
Nº de ambientes		14				21		

<sup>1</sup> Método de Eberhart & Russell (1966) e Lin & Binns (1988).

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Com relação ao coeficiente de regressão linear baseado no método proposto por Eberhart & Russell (1966), verifica-se que a estimativa de repetibilidade foi de 0,85 em 1991 e 0,92 em 1992 (Tabela 3), o que sugere também que a existência de grande contribuição das variações permanentes referentes ao caráter, e indicando que a seleção referente a  $\beta_1$  proporcionalizará ganhos significativos. Tais resultados confirmam as estimativas obtidas com relação a esse parâmetro por Farias et al. (1996) na cultura do algodoeiro, e estão de acordo com os encontrados em soja por Bonato (1978), e em arroz, por Soares & Ramalho (1993), e discordantes dos relatados em feijão, por Santos (1980); em milho, por Torres (1988), e em eucalipto, por Davide (1992), que observaram baixas estimativas de repetibilidade relativamente ao coeficiente de regressão linear  $\beta_1$ . A herança do coeficiente de regressão linear, segundo Bucio Alanis et al. (1969), citados por Santos (1980) e Soares & Ramalho (1993), deve-se principalmente aos efeitos gênicos aditivos, e a participação do comportamento genético na expressão desse efeito linear é bastante pronunciada (Perkins & Jinkins, 1968), o que concorda com os resultados obtidos neste trabalho.

Com relação ao período de 1985 a 1987 e 1988 a 1990, observa-se que as estimativas da repetibilidade de  $\beta_1$  foram de menor magnitude, porém consideradas expressivas, com valores de 0,54 e 0,62 (Tabela 2). Tais

resultados são contrários aos obtidos por Torres (1988), em milho, e Davide (1992), em eucalipto, os quais obtiveram baixas estimativas de repetibilidade quanto a este parâmetro.

**TABELA 3. Resumo da análise de variância e repetibilidade (ri) dos parâmetros de estabilidade<sup>1</sup>  $\beta_1$ ,  $R^2$  e  $P_i$ , referentes ao caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço de cultivares do experimento regional nos anos de 1991 e 1992.**

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		1991			1992		
		$\beta_1$	$R^2$	$P_i$	$\beta_1$	$R^2$	$P_i$
Repetição	2	0,000	1,357	654,011	0,000	6,260	4303,900
Cultivares	8	0,037**	6,327**	42718,590**	0,142*	175,903**	215563,790**
Erro	16	0,002	1,802	511,550	0,008	42,660	3602,840
$T^2_p$		0,0116	1,5083	14069,0133	0,0446	44,4143	70653,650
$\sigma_e^2$		0,002	1,802	511,550	0,008	42,660	3602,840
CV (%)		4,74	1,38	23,02	9,06	7,16	25,8
ri		0,94	0,45	0,96	0,92	0,51	0,95
Nº de ambientes		11			10		

<sup>1</sup> Método de Eberhart & Russell (1966) e Lin & Binns (1988).

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Farias et al. (1996) verificaram que a estimativa da repetibilidade do caráter produtividade de algodão em caroço foi de alta magnitude, o que indica que a seleção baseada neste caráter poderá ter boa eficiência. Entretanto, considerando que, geralmente, produtividade de algodão em caroço é de baixa herdabilidade (Meredith Junior, 1984), fica claro que as elevadas estimativas de repetibilidade referentes à média do referido caráter foram devidas especialmente às variações ambientais permanentes. Tais fatos também foram verificados por Soares & Ramalho (1993), que utilizaram procedimentos semelhantes aos deste trabalho.

Quanto ao coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que avalia a previsibilidade ou estabilidade dos materiais, verifica-se, nas Tabelas 2 e 3, que, independentemente do período avaliado, as estimativas de repetibilidade referentes a  $R^2$  foram de magnitudes medianas, com valores oscilando de 0,45 a 0,51. Tais resultados são compatíveis com os obtidos em algodão herbáceo, por Farias et al. (1996), e em trigo, por Jalaluddin & Harrison (1993), e são discordantes dos observados em arroz, por Soares & Ramalho (1993). Portanto, pode-se inferir que, mesmo com estimativas inferiores às obtidas pelo coeficiente de regressão ( $\beta_1$ ) e pelo índice de estabilidade ( $P_i$ ), a seleção com vistas à estabilidade com base no  $R^2$  pode ser eficiente, ao contrário do que se tem obtido quando do uso da variância dos desvios da regressão, em que as estimativas da repetibilidade foram muito baixas (Bonato, 1978; Santos, 1980; Davide, 1992).

## CONCLUSÕES

1. As altas estimativas de repetibilidade obtidas no tocante aos parâmetros de estabilidade  $P_i$  e  $\beta_1$  referentes ao algodoeiro herbáceo indicam que é possível obter ganhos com a seleção usando esses parâmetros.

2. As estimativas de repetibilidade do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) são magnitudes medianas; evidencia-se, assim, que a seleção baseada no  $R^2$  também pode ser efetiva.

## REFERÊNCIAS

BONATO, E.R. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nas condições do Rio Grande do Sul. Piracicaba: ESALQ, 1978. 75p. Tese de Mestrado.

- CRUZ, C.D.; TORRES, R. da 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.567-580, 1989.
- DAVIDE, A.C. **Avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica de progênies de *Eucalyptus pellita* S. Muell, introduzidos da Austrália**. Curitiba: UFPR, 1992. 114p. Tese de Doutorado.
- EAGLES, H.A.; FREY, K.H. Repeatability of the stability variance parameter in oats. **Crop Science**, Madison, v.17, p.253-256, 1977.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, p.36-40, 1966.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Imp. Universitária, 1981. 279p.
- FATUNLA, T.; FREY, K.J. Repeatability of regression stability indexes for grain yield of oats (*Avena sativa* L.). **Euphytica**, Wageningen, v.25, p.21-28, 1976.
- FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.; CARVALHO, L.P. de. Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo avaliadas na Região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.12, p.877-883, 1996.
- HELMS, T.C. Selection for yield and stability among oat lines. **Crop Science**, Madison, v.33, p.423-426, 1993.
- JALALUDDIN, M.; HARRISON, S.A. Repeatability of stability estimators for grain yield in wheat. **Crop Science**, Madison, v.33, p.720-725, 1993.
- LEON, J.; BECKER, H.C. Repeatability of some statistical measures of phenotypic stability correlations between single years results and multi years results. **Plant Breeding**, Berlin, v.100, p.137-142, 1988.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.68, p.193-198, 1988.
- MEREDITH JUNIOR, W.R. Quantitative genetics. In: KOHEL, R.J.; LEWIS, C.F. (Eds.). **Cotton**. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p.131-150.
- PERKINS, J.M.; JINKINS, J.L. Environmental and genotype - environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, Edinburg, v.23, p.39-56, 1968.
- PHAM, H.N.; KANG, M.S. Interrelationship among repeatability of several stability statistics estimated from international maize trials. **Crop Science**, Madison, v.28, p.925-928, 1988.
- SANTOS, J.B. dos. **Estabilidade fenotípica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 110p. Tese de Mestrado.
- SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. Repetibilidade do rendimento de grãos e dos parâmetros de estabilidade na cultura do arroz. **Ciência e Prática**, Lavras, v.17, n.1, p.64-70, 1993.
- TORRES, R.A. de A. **Estudo da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1988. 133p. Tese de Doutorado.
- VIRK, D.S.; CHAHAL, S.S.; POONI, H.S. Repeatability of stability estimations for downy mildew incidence. **Theoretical Applied Genetics**, New York, v.70, p.102-106, 1985.