



ESTUDO DA INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES EM ALGODÃO NO ESTADO DA BAHIA *

Flávio Rodrigo Gandolfi Benites (Embrapa Algodão / flaviobenites@cnpa.embrapa.br), Murilo Barros Pedrosa (Fundação Bahia), Camilo de Lelis Morello (Embrapa Algodão).

RESUMO: A interação genótipos x ambientes é um complicador na seleção em um programa de melhoramento. Com a finalidade de estudar a interação G x A, foram avaliadas 16 cultivares em cinco experimentos no estado da Bahia. Foram realizadas as análises de estratificação e similaridades entre ambientes e a metodologia de Wricke (1965), denominada ecovalência, para estudar a adaptabilidade e estabilidade das 16 cultivares. As análises de estratificação e similaridade entre ambientes mostraram que em ambientes onde a soma do quadrado da interação entre genótipos e pares de ambientes foi não significativa, os genótipos respondem de forma semelhante à esses ambientes. A análise de ecovalencia mostrou que há cultivares como a FM 910 que apresenta média alta nos cinco ambientes e baixa contribuição para a interação G x A.

Palavras-chave: adaptabilidade e estabilidade, estratificação de ambientes

INTRODUÇÃO

Em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do genótipo sob a influência do meio. Entretanto, quando se consideram uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais, um efeito adicional, proporcionado pela interação destes. A avaliação da interação genótipos x ambientes (G x A) torna-se de grande importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidade de o melhor genótipo em um determinado ambiente não o ser em outro (CRUZ et al., 2004).

As causas da interação têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado. Para contornar os inconvenientes proporcionados pela interação genótipos x ambientes, recomenda-se a estratificação da região de adaptação da cultura em subregiões mais

homogêneas. Entretanto, observa-se que, mesmo com esse procedimento, uma fração da interação ainda permanece, em razão da ocorrência de fatores incontroláveis dos ambientes, como temperatura, chuvas, etc, contra os quais a estratificação não oferece eficácia (CRUZ et al., 2004).

Em termos experimentais, em que se dispõe de uma rede de ambientes para avaliação dos cultivares, é fundamental identificar se há, entre os ambientes disponíveis, padrões de similaridades de respostas de cultivares, de tal maneira que seja possível avaliar o grau de representatividade dos ensaios da faixa de adaptação da cultura, tomar decisões com relação a descartes de ambientes quando existem problemas técnicos ou escassez de recursos e identificar grupos de ambientes em que a interação possa ser não significativa para o conjunto de genótipos possíveis (CRUZ et al., 2004).

Outro procedimento que pode ser utilizado nas análises da interação genótipos x ambientes é avaliação do padrão de similaridade (ou dissimilaridade) de diferentes ambientes, quanto à sua capacidade de discriminar genótipos. Esta análise tem sido de grande interesse no melhoramento, por quantificar o grau de representatividade da rede experimental. Diferentes ambientes podem ser agrupados por métodos de conglomeramento, que exigem, preliminarmente, a obtenção de uma medida de dissimilaridade entre os ambientes e, posteriormente, a utilização de uma técnica adequada de agrupamento. (CRUZ, 2006).

As análises de adaptabilidade e estabilidade proporcionam informações sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. Desta forma, tais análises possibilitam a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em condições específicas ou amplas. A metodologia proposta por Wricke (1965) também denominada de ecovalência, quantifica a contribuição de cada genótipo para a interação e identifica aqueles de maior estabilidade. Possui a vantagem de poder ser aplicada a um número reduzido de ambientes.

Silva Filho, et al., (2008) mostraram que os modelos de ecovalência e AMMI indicaram a cultivar BRS Cedro como mais estável na avaliação em 23 locais no cerrado brasileiro, porém, tal cultivar não estava entre as mais produtivas.

O objetivo do trabalho foi estudar a estratificação, similaridade dos ambientes e interação genótipos x ambientes.

* Trabalho realizado pela parceria Embrapa Algodão/ Fundação BA /EBDA, com recursos financeiros do FUNDEAGRO.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2007/08 foram conduzidos cinco ensaios nas localidades de São Desidério, Correntina, Barreiras, Formosa do Rio Preto e Palmas do Monte Alto. Todas locais estão localizadas no cerrado da Bahia, com exceção de Palmas do Monte Alto, localizado no Vale do Iuiu, sudoeste baiano. Os experimentos foram conduzidos com preparo do solo e cultivo convencional e em regime de sequeiro. Fizeram parte destes ensaios as cultivares de algodão: BRS Araçá, BRS Cedro, BRS 269 - Buriti, BRS 286, FMT 701, FM 993, FM 966, FM 910, Delta Opal, Delta Penta, STO 474, Suregrow 821, Coodetec 408, PR 04-150, LD CV 05 e LD CV 02.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e parcelas de quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,76m entre linhas e 7 a 8 plantas/m, tendo como área útil as duas linhas centrais, onde foi avaliada a produtividade de algodão em caroço (arrobas/ha). Foi realizado o teste de Lilliefors em cada um dos cinco ambientes, para verificar a normalidade dos dados. Foi realizada a análise conjunta dos experimentos utilizando o modelo estatístico: $Y_{ijk} = B_k + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$. Foram considerados os ambientes (A) e os genótipos (G) como efeito fixo.

A análise de estratificação de ambiente foi realizada estimando-se a soma de quadrados para a interação entre genótipos e pares de ambientes e, posteriormente, agrupado aqueles ambientes cuja interação foi não significativa. O método prossegue com a estimação da soma de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes, sendo empregado o teste de F para se avaliar a possibilidade da formação do novo grupo (CRUZ et al., 2004).

A análise de similaridade foi realizada através do quadrado da distância euclidiana média baseada na interação G x A (Cruz, 2006).

O estudo da estabilidade e adaptabilidade entre os genótipos avaliados nos cinco ambientes foi realizado pelo método proposto por Wricke (1965), também denominado de ecovalência. Foi realizado para alguns ambientes o teste de agrupamento de média de Scott e Knott (1974). Foi utilizado o programa GENES para realizar as análises descrita acima (CRUZ 2001). Foram chamados de ambientes 1, 2, 3, 4 e 5 às localidades: São Desidério, Barreiras, Correntina, Palmas do Monte Alto e Formosa do Rio Preto, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises individuais e aplicação do teste de Lilliefors, os dados avaliados atendem a pressuposição de normalidade, o que implica que os erros também possuem distribuição normal. Na Tabela 1 é apresentado o resumo da análise de variância conjunta e as médias dos 16 cultivares nos cinco ambientes. São apresentados o teste de F e a probabilidade associada, mostrando que houve diferença significativa entre tratamentos (7% de probabilidade), ambientes e para a interação genótipos x ambientes. Porém quando realizou-se o teste de agrupamento de média de Scott e Knott (1974) não houve diferença estatística entre as linhagens. A diferença encontrada pelo teste de F para as médias das cultivares e a não discriminação das médias pelo teste de agrupamento de média de Scott e Knott esta na robustez e metodologia estatística aplicada nos teste. O teste de agrupamento de Scott e Knott (1974), foi realizado a 5 % de probabilidade,. Em relação a anava conjunta aceitou-se com 7% de probabilidade que pelo menos um tratamento é estatisticamente diferente dos demais.

Isto pode ser observado nas médias das cultivares apresentadas na Tabela 1. As cultivares FM 910 e FM 993 obtiveram médias de 375,77 e 372,97 @/ha respectivamente, sendo as mais produtivas. Já as linhagens Coodetec 408 e FM 966 apresentaram médias de 285,06 e 301,05 @/ha, respectivamente, sendo as menos produtivas. A diferença de produção encontrada foi de 90 @/ha, entre a cultivar mais produtiva e a menos produtiva. Porém pelo teste de Scott e Knott, não há diferença estatística entre elas.

Há também diferença significativa entre os ambientes mostrada pelo teste de F (Tab.1). É importante esclarecer que o ambiente 4 é edafoclimaticamente diferente dos demais ambientes. Localizado no sudoeste do estado da Bahia, é caracterizado pelo clima semi-arido, onde é praticada agricultura de baixa tecnologia. A significância da interação genótipos x ambientes detectada pelo teste de F, mostra que as linhagens se comportaram diferentemente em relação aos ambientes (Tab. 1).

Na Tabela 3 é apresentada a estratificação nos ambientes, formando-se cinco grupos. A resposta dos genótipos dentro de grupos de ambientes seria a mesma. No grupo II, formado pelos ambientes 2, 5 e 4 é esperado que os mesmo genótipos se comportem de maneira semelhante nesses ambientes. O ambiente 4 é caracterizado pelo clima semi-arido como comentado anteriormente, porém os genótipos apresentam desempenho semelhante nesse ambientes, como pode ser observado na Tabela 2, onde estão apresentadas as médias dos ambiente 2, 5 e 4. Pode-se observar na Tabela 2 que a cultivar LD CV 02 esta entre as cinco linhagens mais produtivas nos três ambientes, sendo a mais produtiva nos ambientes 2 e 4. A cultivar BRS 269 - Buriti apresenta média entre as cinco melhores nos ambientes 2 e 5, sendo a mais produtiva neste ultimo ambiente. Já a cultivar FM 910 é a segunda mais produtiva no ambiente 2 e a terceira no ambiente 5

Tabela 1. – Médias obtidas pelas cultivares (@/ha) nos cinco ambientes, coeficiente de variação (CV) e valor do teste de F nos experimentos da safra 2007/2008.

Cultivares		PAC (@/ha) ¹			
BRS Araçá		312,24 ^a			
BRS Cedro		314,60 ^a			
BRS Buriti		353,71 ^a			
BRS 286		318,41 ^a			
FMT 701		340,63 ^a			
FM 993		372,97 ^a			
FM 966		301,05 ^a			
FM 910		375,77 ^a			
Delta Opal		355,08 ^a			
Delta Penta		340,02 ^a			
STO 474		314,21 ^a			
Suregrow 821		311,39 ^a			
Coodetec 408		285,06 ^a			
PR 04-150		339,25 ^a			
LD CV 05		344,55 ^a			
LD CV 02		356,59 ^a			
F.V	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
Blocos	3	46667,06069	15555,6869	2,46027	0,00709
Tratamentos	15	205965,0549	13731,00366	41,23952	0,0
Ambientes	4	920646,73881	230161,6847	2,03597	0,00009
Tratxamb	60	334865,70263	5581,09504		
Resíduo	237	649675,5263	2741,24695		
Total	319	2157820,0834			
Média	333,47				
CV(%)	15,70				

¹ Produtividade de algodão em caroço

Tabela 2 – Média de produtividade do algodão em caroço (@/ha) nos ambientes 2, 4 e 5 e Teste de média de Scott e Knot (1974), na safra 2007/2008.

Local 2	Média	Local 4	Média	Local 5	Média
LD CV 02	395,53 ^a	LD CV 02	270,94 ^a	BRS Buriti	362,41
FM 910	395,15 ^a	Delta Opal	267,81 ^a	FM 993	340,08 ^a
BRS Buriti	393,00 ^a	LD CV 05	267,43 ^a	FM 910	337,72 ^a
LD CV 05	371,66 ^a	BRS 286	264,45 ^a	LD CV 02	332,97 ^a
PR 04-150	370,60 ^a	BRS Cedro	263,56 ^a	Suregrow 821	329,13 ^a
FM 966	365,07 ^a	FMT 701	259,21 ^a	Delta Opal	325,86 ^a
FM 993	361,19 ^a	PR 04-150	255,74 ^a	PR 04-150	307,86 ^a
STO 474	357,87 ^a	Delta Penta	255,51 ^a	STO 474	307,11 ^a
Delta Penta	353,67 ^a	FM 910	253,13 ^a	LD CV 05	305,72 ^a
BRS 286	350,79 ^a	FM 993	249,48 ^a	FMT 701	300,63 ^a
BRS Araçá	344,87 ^a	BRS Buriti	243,57 ^a	Delta Penta	288,44 ^b
Suregrow 821	339,96 ^a	STO 474	236,26 ^b	BRS Araçá	281,94 ^b
Delta Opal	315,53 ^a	BRS Araçá	220,34 ^b	FM 966	277,15 ^b
FMT 701	311,59 ^a	FM 966	218,67 ^b	BRS 286	272,13 ^b
Coodetec 408	281,49 ^a	Coodetec 408	217,47 ^b	BRS Cedro	249,48 ^c
BRS Cedro	248,61 ^a	Suregrow 821	207,19 ^b	Coodetec 408	227,03 ^c

Médias seguidas da mesma letra dentro das colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott e Knot a 5 % de probabilidade.

Na Tabela 4 é apresentado a análise de similaridade. Os ambientes 2 e 5 foram os que menos contribuíram com a interação G x A, entre os pares de ambiente e os ambientes 1 e 3 como os que mais contribuíram com a interação. Analisando-se os resultados das análises de estratificação e similaridade (Tab. 3 e 4), relativo aos ambientes 2 e 5, poderia-se optar por avaliar os experimentos em apenas um dos ambientes, já que apresentaram o menor valor para interação. Com a exclusão da avaliação em um desses ambientes também poder-se-ia diminuir os gastos com a condução de experimentos nos dois ambientes. É importante ressaltar que esses resultados foram obtidos em apenas uma safra e para tomar uma decisão de exclusão de algum ambiente, é indicado ter-se informações de maior número de safras, avaliando-se melhor a interação locais x safras.

Tabela 3. Estimativa da estratificação entre os cinco ambientes na safra 2007/2008. Estratificação de ambientes: Formação de grupos com interação g x a não significativa

QMI/r	Fcal	Ftab(5%)	Ambientes	Grupos
443,64229	0,64736	1,7	2 - 5	I
707,46351	1,03232	1,5	2 - 5 - 4	II
1044,24704	1,52375	1,7	1 - 4	III
1082,26532	1,57923	1,7	3 - 5	IV
1148,73458	1,67622	1,7	3 - 4	V

Tabela 4 - Estimativa da similaridade entre os cinco ambientes avaliados na safra 2007/2008.

Dissimilaridade: Quadrado da dist. euclid. média baseada na interação gxa		
1 x 2 = 4076,8519	1 x 3 = 4445,456488	
1 x 4 = 1957,963194	1 x 5 = 3355,045263	
2 x 3 = 4163,459106	2 x 4 = 1826,467613	
2 x 5 = 831,829294	3 x 4 = 2153,877338	
3 x 5 = 2029,247488	4 x 5 = 1321,185306	
TOTAL	26161.382988	
MÁXIMO	4445.456488	AMBIENTES : 1 e 3
MÍNIMO	831.829294	AMBIENTES: 2 e 5

Tabela 5 – Estimativa dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade pelo método de Wricke (1965) Ecovalência, em 16 cultivares de algodão na safra 2007/2008.

Estimativas das ecovalências		
Genótipos	Ecovalência (Wi)	Wi (%)
BRS Araçá	11557,3068	3,45
BRS Cedro	54423,7144	16,25
BRS Buriti	16751,1548	5,00
BRS 286	15038,7304	4,49
FMT 701	12252,4304	3,65
FM 993	26123,1824	7,80
FM 910	11434,5736	3,41
Delta Opal	20400,838	6,09
Delta Penta	2695,5048	0,80
STO 474	24662,4136	7,36
Suregrow 821	74625,4548	22,28
Coodetec 408	9675,2836	2,88
PR 04-150	8137,0168	2,42
LD CV 05	9226,97	2,75
LD CV 02	11791,3276	3,52

A análise de estabilidade e adaptabilidade denominada de ecovalência é apresentada na Tabela 5. As cultivares que apresentaram maior contribuição para a interação G x A foram Suregrow 821 e BRS Cedro, 22,28 e 16,25% respectivamente, não concordando com os resultados obtidos por Silva Filho et al., (2008) em relação a cultivar BRS Cedro quanto à contribuição para interação. As duas cultivares apresentaram média de produção de 311,39 e 314,60 @/ha, respectivamente, abaixo das 333,47 @/ha encontrada na média de todos os cinco ambientes (Tab.1), concordando com Silva Filho et al., (2008) em relação a baixa produtividade dessa cultivar. Analisando novamente a Tabela 2, onde encontram-se as médias dos ambientes 2, 4 e 5, observa-se que a cultivar BRS Cedro obteve a pior média do experimento no ambiente 2 (apesar de não haver diferença entre as cultivares pelo teste de agrupamento de médias) e penúltima no ambiente 5. Porém obteve a quinta maior média no experimento do ambiente 4. Como já comentado anteriormente, o ambiente 4 é caracterizado por clima semi-árido e baixa tecnologia. Nesse ambiente a cultivar BRS Cedro obteve um desempenho bom, estando entre as cinco melhores, porém quando ela é cultivada em um ambiente de maior tecnologia não houve resposta a melhoria do ambiente, sendo considerada de baixa adaptabilidade quando considera-se os três ambientes.

As cultivares que apresentaram a menor contribuição para interação foram: Delta Penta, PR 04-150, LD CV 05 e Coodetec 408. Essas quatro cultivares apresentaram produção média superior a média dos cinco experimentos, com exceção da Coodetec 408 que apresentou a pior média entre as que tiveram menor contribuição para interação, em relação aos cinco ambientes. A cultivar Coodetec

408 apesar de contribuir pouco para interação, não apresentou desempenho satisfatório em relação à produção, não se enquadrando no termo de adaptabilidade proposto por Mariotti et al. (1976), que preconiza como genótipo ideal, tomado como padrão de adaptabilidade, aquele que apresenta produtividade elevada e constante em ambientes desfavoráveis, mas com capacidade de responder a melhoria das condições ambientais. A cultivar FM 910 apresentou produção elevada na média dos cinco ambientes e baixa contribuição para a interação, mostrando que ela responde a melhoria do ambiente, podendo ser enquadrada no padrão de adaptabilidade e estabilidade preconizado por Mariotti et al. (1976).

CONCLUSÃO

Há cultivares como a FM 910 que apresentam elevada produção e pequena contribuição para a interação genótipos x ambientes, apresentando adaptabilidade satisfatória nos ambientes avaliados. Entretanto, outras, como a BRS Cedro possuem adaptação a ambientes de baixa tecnologia. No estudo de estratificação e similaridade ambiental, não seria correto eliminar ambientes onde os estudos mostraram semelhanças entre eles, baseado em dados de apenas uma safra.

CONTRIBUIÇÃO PRÁTICA E CIENTÍFICA DO TRABALHO

É importante em um programa de melhoramento realizar as análises de estratificação, dissimilaridade e interação genótipos x ambientes, de modo a nortear o trabalhos de avaliação e seleção de genótipos e ambientes no desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, C. D. **Programa GENES Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. v. 1, 480 p.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES – Versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.
- MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomia do Nordeste Argentino**, Tucuman, v. 13, n. ¼, p. 405-412, 1976.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA FILHO, J. L.; MORELLO, C. L.; FARIAS, F. J. C.; LAMAS, F. M.; PEDROSA, M. B.; RIBEIRO, J. L. Comparação de métodos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva em algodão. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 349-355, mar. 2008.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Pflanzenzuchtung**, v. 52, p. 127-138, 1965.

