

# ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO EM FACE DA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS E NEMATÓIDES <sup>(1)</sup>

MILTON GERALDO FUZATTO <sup>(2)</sup>, EDIVALDO CIA <sup>(2,3)</sup>  
e EDERALDO JOSÉ CHIAVEGATO <sup>(2)</sup>

## RESUMO

A estabilidade da produção de quatro genótipos de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) foi estudada pelo método de Eberhart & Russel em treze experimentos realizados em regiões produtoras do Estado de São Paulo e de Goiás, no ano agrícola de 1992/93. Em alguns, houve ocorrência de uma ou mais das seguintes adversidades: murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* (Atk.) Snyder & Hansen); nematóides (*Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis* e *Helicotylenchus* sp.); ramulose (*Colletotrichum gossypii* South var. *cephalosporioides* A.S. Costa) e vírus do mosaico. O melhor desempenho quanto à produtividade e à estabilidade foi apresentado por duas linhagens provenientes do programa de melhoramento para resistência múltipla a doenças e nematóides, realizado pelo IAC, vindo, a seguir, a variedade IAC 20. A 'Deltapine Acala 90' mostrou-se a menos estável, apresentando a menor produtividade média, o maior coeficiente de regressão linear (1,333), único estatisticamente diferente da unidade, e os maiores desvios da regressão. As maiores estabilidades e produtividades deveram-se à resistência múltipla aos patógenos e nematóides limitantes ao algodoeiro, presentes nos ambientes analisados. Pela comparação entre os genótipos de melhor e de pior comportamento, estimaram-se perdas na produção de cerca de 33% pela murcha de *Fusarium* e de 50% por nematóides. No conjunto de todos os ambientes, a redução da produção foi de 28%, com o uso do genótipo menos estável. Tendo em vista a diversidade e disseminação desses parasitas nas regiões consideradas, é posta em relevo a necessidade de resistência ou de tolerância múltipla a eles, nas variedades distribuídas para plantio.

**Termos de indexação:** algodoeiro, *Gossypium hirsutum* L., estabilidade da produção, resistência múltipla a doenças.

---

<sup>(1)</sup> Trabalho realizado com apoio financeiro de contratos firmados pela Fundação IAC com a Agropecuária Maeda S.A. e a Cotton Tecnologia de Sementes S.A. Recebido para publicação em 19 de novembro de 1993 e aceito em 28 de março de 1994.

<sup>(2)</sup> Seção de Algodão, Instituto Agronômico (IAC).

<sup>(3)</sup> Com bolsa de pesquisa do CNPq.

## ABSTRACT

### YIELD STABILITY OF COTTON GENOTYPES FACING THE OCCURRENCE OF DISEASES AND NEMATODES

Yield stability of four cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes was studied following the Eberhart & Russel method, based on 13 experiments carried out at growing areas of the State of São Paulo and Goiás, Brazil, in the 1992/93 season. In some of these trials, one or more of the following adversities were present: *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* (Atk.) Snyder & Hansen); nematodes (*Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus reniformis* and *Helicotylenchus* sp.); ramulose (*Colletotrichum gossypii* South var. *cephalosporioides* A.S. Costa) and mosaic virus. Considering the parameters involved in the model, the best results were obtained by two breeding lines coming from the program of multiple resistance to diseases and nematodes conducted by the Instituto Agronômico at Campinas, State of São Paulo, Brazil. The second best result was shown by the cultivar IAC 20. The less stable genotype was Deltapine Acala 90, a cultivar that showed the lowest production mean and was the unique to present a regression coefficient (1.333) significantly different of 1. By comparing the most and the least productive genotypes, losses of 33% and 50%, due, respectively, to *Fusarium* wilt and nematodes were observed. Considering all environments involved, the yield reduction was about 28%. Taking into account the diversity and dissemination of these parasites in the considered areas, it is pointed out that multiple resistance or tolerance must be introduced in the cultivars to be delivered for planting.

**Index terms:** cotton, *Gossypium hirsutum* L., yield stability, multiple resistance to diseases.

## 1. INTRODUÇÃO

Interações genótipo x ambiente têm sido observadas em experimentos regionais de variedades de algodoeiro desenvolvidos em nosso meio e se deveram, principalmente, a diferenças de comportamento em face da incidência de doenças e nematóides (Gridi-Papp et al., 1985). Com efeito, sobretudo em São Paulo, mas também nos demais Estados produtores da região meridional, sobrevêm comumente, nas lavouras, ou se encontram em potencial as principais doenças - murchas de *Fusarium* e de *Verticillium*, mancha angular e ramulose - e diversas espécies de nematóides - *Meloidogyne* sp., *Pratylenchus brachyurus*, *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchulus* sp. - as quais afetam o algodoeiro.

Por essa razão, o conceito de resistência múltipla a adversidades (Bird, 1982), foi adotado com relação a esses parasitas, no programa de melhoramento genético do algodoeiro realizado no Instituto Agronômico, de tal modo que essa

característica passou a ser determinante, entre outros fatores, na liberação de novas variedades aos produtores.

O presente trabalho objetivou verificar a estabilidade da produção de variedades e linhagens de algodoeiro em ambientes que envolviam ou não a ocorrência, em níveis diversos de intensidade, de alguns desses parasitas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo, foram utilizados treze experimentos de campo, desenvolvidos nos Estados de São Paulo e de Goiás, no ano agrícola 1992/93. Os ensaios foram instalados em blocos ao acaso, com seis repetições, e parcelas constituídas por uma linha de 5 m de comprimento, no espaçamento de 1,0 x 0,20 m. De modo geral, o plantio foi realizado em outubro e as técnicas de cultivo seguiram os padrões recomendados para culturas de bom nível tecnológico.

Foram utilizadas as variedades IAC 20 e Deltapine Acala 90 e as linhagens IAC 19-809 e IAC 89/96. O IAC 20 constituía, na época, a variedade mais cultivada na região meridional e a Deltapine Acala 90 fora introduzida recentemente em Mato Grosso. As linhagens estudadas encontravam-se entre as mais promissoras no programa de melhoramento do Instituto Agromômico.

Quatro dos experimentos foram instalados em áreas sem ocorrência considerável de adversidades: Miguelópolis (SP), e Itumbiara, Goiatuba e Bom Jesus (GO). Os outros nove, apresentados com as incidências respectivas de parasitas, foram desenvolvidos em: Ituverava (SP) - *Meloidogyne incognita* e murcha de *Fusarium*; Goiatuba (GO) - dois ensaios, com *Meloidogyne incognita* e murcha de *Fusarium*; Piracicaba (SP) - ramulose, com inoculação artificial; Adamantina (SP) - murcha de *Fusarium* e *Meloidogyne incognita*; Guaíra (SP) - *Meloidogyne incognita*; Tatuí (SP) - *Helicotylenchus* sp. e *Pratylenchus brachyurus*; Jaú (SP) - *Rotylenchulus reniformis*, e Campinas (SP) - vírus do mosaico. Os nematóides mencionados predominavam nas amostras de solo e raízes analisadas, porém, na maior parte dos casos, outras espécies estavam presentes, embora em pequenas proporções.

Com essa composição de experimentos e dadas as diversas intensidades de infestação dos parasitas, conseguiu-se uma gama de ambientes nos quais a produtividade média dos ensaios variou de 1.420 a 3.700 kg/ha de algodão em caroço.

O estudo da estabilidade da produção foi realizado pelo método proposto por Eberhart & Russel (1966), cujo modelo básico é:

$$Y_{ij} = m_i + b_i I_j + d_{ij}$$

onde:

$Y_{ij}$  = produção do genótipo  $i$ , no ambiente  $j$ ;

$m_i$  = média geral do genótipo  $i$ , em todos os ambientes;

$b_i$  = coeficiente de regressão linear, medida da resposta do genótipo  $i$  em relação aos diversos ambientes;

$I_j$  = índice ambiental, calculado pela diferença entre a média de todos os genótipos no ambiente considerado e a média geral;

$d_{ij}$  = desvio da regressão do genótipo  $i$  no ambiente  $j$ .

Embora pudesse haver, em cada localidade, também o efeito de outros fatores, os índices ambientais traduziram, principalmente, diferenças de produtividade média devidas à incidência de doenças e nematóides. Esse pressuposto e o da não-existência de interação dos genótipos com os outros fatores foram admitidos para uso do modelo em apreço no presente trabalho.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Previamente aos estudos da estabilidade, foi efetuada a análise estatística conjunta dos dados, verificando-se efeito significativo para genótipos ( $F = 24,2^{**}$ ), para ambientes ( $F = 31,2^{**}$ ) e para a interação genótipos x ambiente ( $F = 16,3^{**}$ ). O modelo da regressão linear mostrou-se adequado, apresentando coeficientes de correlação produção x índice ambiental, para cada genótipo, variando de 0,93 a 0,98.

No quadro 1 encontram-se os resultados médios de produção, obtidos nas diferentes condições, e os demais parâmetros diferenciadores da estabilidade (coeficiente e desvios da regressão linear), para cada genótipo.

De início, esse quadro permite verificar a diferença de produtividade dos genótipos, conforme tenham ou não ocorrido os parasitas nos ensaios. Considerando as produções extremas, passa-se de uma diferença não significativa de 9%, nos ensaios sem adversidades, para uma de 68%, significativa a 1%, quando estas ocorreram. Essa interação, como era de esperar, reflete-se na média geral, fazendo com que a diferença mencionada, nesse caso, seja de 40%. Isso indica, obviamente, que o comportamento

médio do genótipo mais suscetível aos parasitas foi comprometido pelo desempenho nos locais em que os últimos ocorreram. Especificamente, as perdas na produção foram da ordem de 33%, devidas à murcha de *Fusarium*, e de 50%, provocadas por nematóides.

A média geral de cada genótipo, de acordo com o modelo adotado, é um dos parâmetros considerados para avaliação da estabilidade e, em última análise, da adequação dos genótipos. Nesse aspecto, a variedade Deltapine Acala 90 mostrou-se a de menor adaptação geral. Os demais parâmetros confirmaram sua menor estabilidade, notadamente o coeficiente de regressão que, para essa variedade, além de apresentar o maior valor, foi o único estatisticamente diferente de 1. De acordo com os pressupostos do modelo adotado, isso a caracteriza como o genótipo mais sensível aos parasitas considerados e adaptados apenas a ambientes livres deles.

A figura 1 ilustra o desempenho do material genético estudado, quanto à estabilidade e às produções apresentadas.

Com respeito aos demais genótipos, embora não se diferenciem estatisticamente a 5% em nenhum dos agrupamentos, há evidências de superioridade das duas linhagens, principalmente

da IAC 19-809, o que não é de estranhar, uma vez que resultaram do programa de melhoramento genético para resistência múltipla mencionado. É importante ressaltar sua boa produtividade, em relação à 'IAC 20', também em condições isentas de doenças, o que nem sempre acontece com genótipos resistentes (Bell, 1984).

No quadro 2, encontram-se discriminadas as produções segundo os parasitas específicos, presentes nos experimentos. Pode-se observar que o comportamento dos genótipos seguiu a mesma tendência em todos os grupos, particularmente quanto ao pior desempenho da 'Deltapine Acala 90'.

O caso da 'Deltapine Acala 90' ilustra bem o problema de resistência genética a doenças no algodoeiro. O fato de não apresentar resistência adequada aos patógenos presentes pode significar apenas que ela não foi selecionada para isso, provavelmente porque eles não existem ou não têm importância prática na região de origem da variedade. Todavia, ela é tida como de "excelente tolerância" (sic) à murcha de *Verticillium* (Wofford, 1993), o que, até certo ponto, foi verificado também em nosso meio, pelos autores. Isso pressupõe elevada importância da doença na região de origem e, conseqüentemente, pressão de seleção para resistência ao patógeno, na obtenção da variedade. Como resultado, pode

Quadro 1. Produções médias de algodão em caroço e parâmetros de estabilidade obtidos em experimentos desenvolvidos em regiões produtoras dos Estados de São Paulo e de Goiás, no ano agrícola de 1992/93

Genótipos	Sem doenças	Com doenças	Média geral	Coeficiente de regressão	Desvios da regressão
	kg/ha				
IAC 19-809	3260a <sup>(1)</sup>	2320a	2610a	0,8951 N.S. <sup>(2)</sup>	26
IAC 89-96	3100a	2240a	2504a	0,8173 N.S.	24
'IAC 20'	3060a	2070a	2370a	0,9540 N.S.	9
'D. Acala 90'	2980a	1380b	1870b	1,3333*	85
F	0,57	25,3**	24,2**		
C.V. (%)	9,9	13,0	12,7		

<sup>(1)</sup> Médias de produção comparadas pelo teste de Tukey a 5%. <sup>(2)</sup> Coeficientes de regressão testados pelo teste t a 5%.

ter havido perda da resistência a outras doenças, em vista das correlações negativas, o que já foi apontado como uma das grandes dificuldades na obtenção da resistência múltipla (Gridi-Papp et al., 1984). Essa variedade, aliás, é considerada resistente à ramulose, tendo sido este, provavelmente, um dos motivos para sua introdução no País. Entretanto, a despeito de sua maior resistência, demonstrada também neste trabalho (mediante avaliação de sintomas, sua nota foi 2,8 contra 3,2 da 'IAC 20', numa escala de 1 a 5, sendo 5 a pior nota), isso não se refletiu nos resultados de produção, conforme se observa no quadro 2. A incidência de viroses (Gridi-Papp et al., 1993) e o ataque preferencial de ácaro branco - parasitas que nela ocorreram em quase todos os ensaios - podem ter contribuído, entre outros fatores, para seu fraco e inesperado desempenho no ensaio com ramulose.

O quadro 2 revela, também, ainda que de forma menos pronunciada, uma diferença de comportamento da 'IAC 20' e da IAC 19-809, com respeito às espécies de nematóides predominantes. Com efeito, no caso de *Meloidogyne* - tanto isoladamente como em associação com *Fusarium* - a IAC 19-809 mostrou produções melhores do que as da 'IAC 20' (a diferença é significativa pelo teste de Dunnett a 5%), o que não ocorreu

na presença das outras espécies. Isso pode ser explicado, na medida em que essa linhagem foi selecionada em terreno infestado com aquela espécie. Levanta, porém, a hipótese de que os fatores de resistência possam não ser os mesmos,

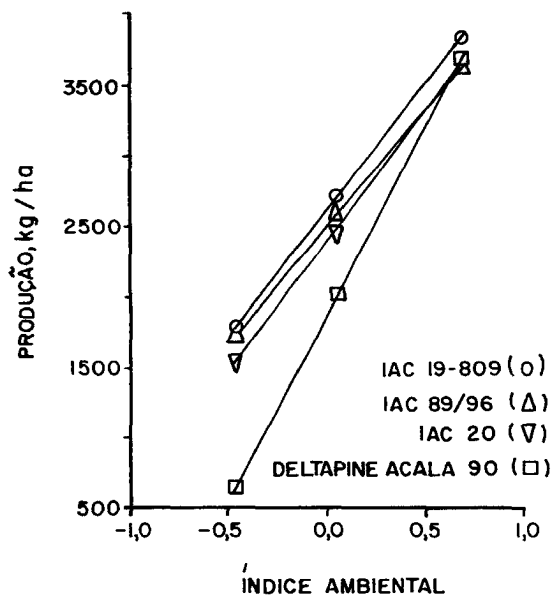


Figura 1. Linhas de regressão indicadoras do comportamento de quatro genótipos de algodoeiro em ambientes diferenciados quanto à incidência de doenças e nematóides. Os índices ambientais representam variação da produtividade média em função dos parasitas.

Quadro 2. Produções médias de algodão em caroço obtidas em experimentos com ocorrência de diferentes parasitas, em regiões produtoras do Estado de São Paulo e de Goiás, em 1992/93

Genótipos	Com <i>Fusarium</i> e <i>Meloidogyne</i>	Com <i>Meloidogyne</i>	Com outros nematóides <sup>(1)</sup>	Com ramulose	kg/ha			
IAC 19-809	2780a <sup>(2)</sup>	2230a	1860a	1790a				
IAC 89/96	2560a	2120a	1990a	1850a				
'IAC 20'	2420ab	1820a	1890a	1550ab				
'Deltapine Acala 90'	1850b	950b	1100b	1110b				
F	5,10*	11,3**	9,42**	7,31**				
C.V. (%)	14,5	23,8	11,1	19,4				

<sup>(1)</sup> *Pratylenchus brachyurus*, *Rotylenchulus* sp. e *Helicotylenchus* sp. <sup>(2)</sup> Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

quando se consideram as diferentes espécies de nematóides, o que viria aumentar a dificuldade no melhoramento para resistência a esse parasita e, especialmente, para obtenção de resistência múltipla.

Acrescente-se ao que foi dito para espécies de nematóides a possibilidade do surgimento de variantes dos parasitas considerados e fica ressaltada a importância, se não a essencialidade, de um programa permanente de melhoramento visando obter variedades com resistência múltipla às doenças e aos nematóides que ocorrem nas regiões produtoras de algodão.

### AGRADECIMENTOS

Colaboraram na execução dos experimentos os Engenheiros-Agrônomos Edson Maeda, Antonio Yoneda, José Saul Martus, Alcides Haro Tsuruta, Milton Akio Ide e Wanderlei Katsume Oichi, da Agropecuária Maeda S.A., e os Pesquisadores Científicos do IAC Imre Gridi-Papp, Nelson Machado da Silva, Luiz Henrique Carvalho, Antonio Pereira de Camargo, Armando Pettinelli Junior, Edison Martins Paulo, Francisco Seiiti Kasai e Mário Pércio Campana. Reconhecimento especial é devido aos Pesquisadores do IAC Rubens Rodolfo Albuquerque Lordello e Ana Inês Lucena Lordello, pela identificação dos nematóides que ocorreram nos ensaios.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELL, A.A. Cotton protection practices in the USA and world: Section B: Diseases. In: KOHEL, R.J. & LEWIS, C.F., eds. *Cotton*. Madison, American Society of Agronomy/Crop Science Society/Soil Science Society of America, 1984. p.288-309.
- BIRD, L.S. The MAR (Multi-adversity resistance) System. *Plant Disease*, St. Paul, **66**:172-176, 1982.
- EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. **6**:36-40, 1966.
- GRIDI-PAPP, I.L.; CIA, E.; FUZATTO, M.G. & CHIA-VEGATO, E.J. Resistência múltipla do algodoeiro a moléstias e nematóides: as dificuldades e alguns avanços no programa em andamento no IAC. In: REUNIÃO NACIONAL DE ALGODÃO, 3., Recife, 1984. *Resumos*. Campina Grande, EMBRAPA-CNPA, 1984. p.60.
- GRIDI-PAPP, I.L.; FUZATTO, M.G.; CIA, E.; CHIA-VEGATO, E.J.; CAVALERI, P.A.; KONDO, J.I.; SABINO, N.P.; GONDIM, R.M.A.; SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; CAMPANA, M.P.; BORTOLETO, N.; SABINO, J.C.; MARTINS, A.L.M.; PETTINELLI JUNIOR, A.; GALLO, P.B.; LANDELL, M.G.A.; PAULO, E.M.; KASAI, F.S.; DUARTE, A.P. & KANTHACK, R.A.D. Resultados do ensaio nacional de variedades de algodoeiro herbáceo no Estado de São Paulo em 1992/93. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 7., Cuiabá, 1993. *Resumos*. Cuiabá, EMPAER-MT/EMBRAPA-CNPA, 1993. p.30.
- GRIDI-PAPP, I.L.; FUZATTO, M.G.; CIA, E.; CHIA-VEGATO, E.J.; SABINO, N.P.; SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; MARTINS, A.L.M.; PETTINELLI JUNIOR, A.; SORDI, G. de; SABINO, J.C.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; CAMPANA, M.P.; BORTOLETO, N. & GALLO, P.B. *Ensaio regionais de variedades paulistas de algodoeiro*: VI. 1978/1979. Campinas, Instituto Agrônomo, 1985. 89p. (Boletim Científico, 4.)
- WOFFORD, T. Delta and pine land company's efforts with transgenic cotton. *The ICAC Recorder*, Washington, D.C., **11**(2):4-6, 1993.