

FRANCISCO JOSÉ CORREIA FARIAS

**PARÂMETROS DE ESTABILIDADE EM CULTIVARES DE
ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*)
AVALIADAS NA REGIÃO NORDESTE NO PERÍODO DE 1981 A 1992.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995**

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E
CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Farias, Francisco José Correia.

Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*) avaliadas na região Nordeste no período de 1981 a 1992. / Francisco José Correia Farias.--Lavras : UFLA, 1995.

89 p. : il.

Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Algodão herbáceo - Melhoramento genético. 2. Algodão herbáceo - Estabilidade. 3. Algodão herbáceo - Adaptabilidade. 4. Algodão herbáceo - Repetibilidade. 5. Algodão herbáceo - Precisão experimental. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

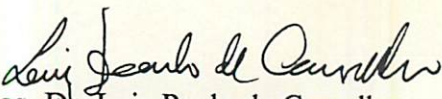
CDD-633.513

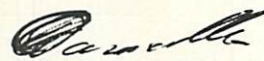
FRANCISCO JOSÉ CORREIA FARIAS

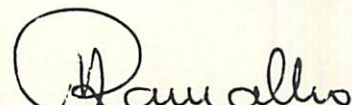
**PARÂMETROS DE ESTABILIDADE EM CULTIVARES DE
ALGODOEIRO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*)
AVALIADAS NA REGIÃO NORDESTE NO PERÍODO DE 1981 A 1992**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Mestrado em
Agronomia, área de concentração em Genética e
Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de
"Mestre".

APROVADA em 31 de março de 1995


Pesq. Dr. Luiz Paulo de Carvalho
EMBRAPA-CNPA


Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho
Depto. Biologia - UFLA


Prof. Dr. Magno Antônio Patto Ramalho
(Orientador)

**Que importa que ao chegar
eu nem pareça um pássaro
que importa que ao chegar
venha me rebentando,
caindo aos pedaços
sem aprumo
e sem beleza! ...
Fundamental é cumprir a
missão e cumpri-la até
o fim.**

**Dom Helder Câmara
Arcebispo de Olinda - PE**

A MINHA HOMENAGEM

**Aos meus pais, José Felipe e Iná que com amor e dedicação,
de tudo fizeram para me proporcionar uma boa educação e formação.**

**À minha esposa, Agacy, que com amor e carinho vem me ajudando
a atravessar o “deserto” da vida.**

Aos meus filhos Camila e Filipe pelo amor carinho e compreensão.

Aos meus irmãos Carlos, Neta, Fernando França, Nelde, Nilde e Júnior.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

Aos meus pais, esposa e filhos pela compreensão, amor e um constante incentivo na realização deste trabalho.

À EMBRAPA e ao CNPA, pela oportunidade oferecida para realizar este treinamento e pelo fornecimento dos dados.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Magno Antônio Patto Ramalho, pela amizade, orientação, confiança, disponibilidade dentro e fora da Universidade, ensinamentos transmitidos e pelo exemplo de dedicação à pesquisa científica.

Aos professores do Departamento de Biologia da UFLA, em especial Samuel, João Bosco e César.

Ao Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes (DAG) e à colega Ângela de Fátima B. Abreu (EMBRAPA/EPAMIG) pela amizade e auxílio nas análises estatísticas.

Aos pesquisadores da EMBRAPA/CNPA, em especial Napoleão, Joaquim, Elêusio, Malaquias e Roseane pela remessa dos dados.

Aos co-orientadores Luiz Paulo de Carvalho e José de Alencar Nunes Moreira pela revisão deste trabalho.

Aos pesquisadores José Lopes Ribeiro e José Alcimar Leal (EMBRAPA/CNPAMN), Francisco dos Chagas Vidal Neto (EPACE) e Aldo Arnaldo Medeiros (EMPARN) pelo envio dos dados edafoclimáticos.

Aos colegas Maurício Arantes Vargas e Flávia França Teixeira pela elaboração do Programa “ESTABLIN” utilizado na análise de estabilidade.

Ao Núcleo de Estudo de Genética (GEN) pelo apoio e pelos eventos realizados que contribuíram na minha formação.

A equipe da Biblioteca da EMBRAPA/CNPA pelo envio dos artigos científicos.

Aos amigos Mendes e Ivanilza pelo apoio dado à minha família.

Aos funcionários do Departamento de Biologia e da Biblioteca da UFLA, pelos auxílios prestados.

Aos amigos Paulo Martins e Amaral pelo apoio e companheirismo.

Aos amigos do curso de Genética e Melhoramento de Plantas: Paulo Martins, Erich, Paulo Rogério, João Acássio, Leonardo Rossi, Vilma, Isabel, Guilherme, Maria Rosa, Elaine, Elias, Valéria, Beni, Toshio, Luciana, Luciane, Eduardo, Leonardo Melo, Patrícia, Giovana, André, Flávia, Joelson, Renata, Maurício, Hélio, Jocélio e Cíntia e demais colegas de outros cursos e pós-graduação pelo convívio e amizade.

Ao Carlos, Fátima e Arie, pela paciência e serviços de digitação.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho.

BIOGRAFIA

Francisco José Correia Farias, filho de José Felipe Farias e Iná Correia Farias, nasceu em São Luis - MA, em 05/10/61. Em dezembro de 1983, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Federação das Escolas Superiores do Maranhão (atualmente UEMA).

No período de março a dezembro de 1984 foi contratado como professor visitante de Fitopatologia pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA.

De janeiro de 1985 a dezembro de 1989 desenvolveu atividades de pesquisa na área de melhoramento de arroz pela Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária - EMAPA.

Em janeiro de 1990, foi contratado pela EMBRAPA/CNPA, onde desenvolve atividades de pesquisa na área de melhoramento de algodão herbáceo.

Em março de 1993, iniciou o curso de mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, concluindo-o em março de 1995.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE APÊNDICE	xiii
RESUMO	xv
SUMMARY	xvii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 O algodoeiro	3
2.2 Melhoramento do algodoeiro herbáceo no Brasil	6
2.3 Interação genótipo × ambiente	12
2.4 Estimativas dos parâmetros de estabilidade no algodoeiro	16
2.5 Controle genético dos parâmetros de estabilidade	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Material	21
3.2 Locais	21
3.3 Delineamento	21
3.4 Condução dos experimentos	25
3.5 Análise estatística dos dados	25
3.6 Estimativas dos parâmetros de estabilidade	28
3.6.1 Métodos que utilizam a regressão	28
3.6.1.1 Metodologia de Eberhart e Russell (1966)	29
3.6.1.2 Metodologia de Silva Barreto (1985) modificado por Cruz, Torres e Vencovsky (1989)	29
3.6.2 Metodologia de Lin e Binns (1988a)	31
3.7 Estimativas da repetibilidade dos parâmetros de estabilidade	32
3.8 Simulação do número de repetições	33

	Página
4 RESULTADOS	35
4.1 Análise de variância dos experimentos por local e conjunta	38
4.2 Estimção dos parâmetros de estabilidade utilizando a regressão	42
4.3 Estimção dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Lin e Binns (1988a)	52
4.4 Estimção da repetibilidade dos parâmetros de estabilidade	53
4.5 Efeito do número de repetições na precisão dos experimentos	55
5 DISCUSSÃO	59
6 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
APÊNDICE	77

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Espécies do gênero <i>Gossypium</i> , com base na classificação citológica	4
2	Cultivares desenvolvidas pelo programa de melhoramento de algodão herbáceo do IAC, no período de 1924 a 1985	9
3	Cultivares de algodão herbáceo recomendadas pelo programa de melhoramento na região Nordeste no período 1923 a 1975	11
4	Cultivares de algodão herbáceo desenvolvidas pelo programa de melhoramento coordenado pelo CNPA para a região Nordeste no período de 1977 a 1994	12
5	Materiais utilizados no experimento regional do algodoeiro herbáceo e suas respectivas origens, no período de 1981 a 1992	22
6	Coordenadas geográficas, altitude e precipitação pluviométrica média anual dos locais do ensaio regional de algodão herbáceo	24
7	Esquema da análise de variância com as respectivas esperanças de quadrado médio, utilizada na análise conjunta por locais e por ambientes (locais e anos)	27
8	Esquema de análise de variância utilizado no estudo da adaptabilidade e estabilidade, segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966)	30
9	Esquema de análise de variância utilizado para estimar a variância permanente (T_p^2) e a variância ambiental (σ_e^2), para os coeficientes de regressão linear, coeficiente de determinação e o índice de estabilidade P_i	33
10	Resumo da análise de variância conjunta por ano para produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas nos experimentos regionais conduzidos na região Nordeste no período de 1981 a 1992	41

Tabela	Página	
11	Resumo da análise de variância conjunta, envolvendo produtividade média de algodão em caroço (kg/ha), obtida nos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste nos períodos de 1981 a 1982 e 1985 a 1987	42
12	Resumo da análise de variância conjunta, envolvendo produtividade média de algodão em caroço (kg/ha), obtida nos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste nos períodos de 1988 a 1990 e 1991 a 1992	42
13	Resumo da análise de variância conjunta de anos e locais, envolvendo a produtividade média de algodão em caroço (kg/ha), obtida nos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste no período de 1991 a 1992	43
14	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo conduzido na região Nordeste no período de 1981 e 1982	45
15	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo no ano de 1983	45
16	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método de Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo conduzido na região Nordeste em 1984	46
17	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método de Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo conduzido na região Nordeste em 1985, 1986 e 1987	47
18	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo no período de 1988 a 1990	48
19	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo no período de 1991 a 1992	48
20	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Silva e Barreto (1985) modificado por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade (kg/ha) de algodão em caroço do experimento regional conduzido na região Nordeste no período de 1985 a 1987	51

21	Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Silva e Barreto (1985) modificado por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade (kg/ha) de algodão em caroço do experimento regional conduzido na região Nordeste no período de 1988 a 1990	51
22	Estimativas dos parâmetros de estabilidade proposta por Lin e Binns (1988) para o caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço dos experimentos regionais conduzidos no Nordeste, 1991 e 1992	53
23	Resumo da análise de variância e repetibilidade (r^2) dos parâmetros de estabilidade $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ e R^2 para o caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço, considerando os pares de repetições para os experimentos agrupados de 1985 a 1987 e 1988 a 1990	54
24	Resumo da análise de variância e repetibilidade (r^2) dos parâmetros de estabilidade $\hat{\beta}_1$, R^2 e P_i , para o caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço de cultivares do experimento regional no período de 1991 e 1992	55

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema do método de seleção de novas variedades empregado na Seção do Algodão do Instituto Agrônômico de Campinas	8
2	Esquema geral do melhoramento do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Campina Grande - PB, 1995	13
3	Distribuição dos experimentos regionais conduzidos nas diferentes localidades da região Nordeste no período de 1981 a 1992	23
4	Participação relativa das cultivares em número de anos do experimento regional de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste no período de 1981 a 1992	35
5	Participações das cultivares do experimento regional de algodão herbáceo em anos conduzido na região Nordeste no período de 1981 a 1992	36
6	Número de vezes que os experimentos foram conduzidos nas diferentes localidades da região Nordeste, no período de 1981 a 1992	37
7	Distribuição de frequência do CVe médio(%) por ano dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste no período de 1981 a 1992	39
8	Estimativas dos valores máximos médios e mínimos do coeficiente de variação experimental (CVe %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha) com diferentes números de repetições, Alagoinha-PB, 1988	56
9	Estimativas dos valores máximos, médios e mínimos de coeficiente de variação experimental (CVe %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha) com diferentes números de repetições, Catolé do Rocha-PB, 1992	57

Figura		Página
10	Estimativas dos valores máximos, médios e mínimos do coeficiente de variação experimental (CVe %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha), com diferentes números de repetições, Catolé do Rocha-PB, 1988	57
11	Estimativas dos valores máximos, médios e mínimos do coeficiente de variação experimental (CVe %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha) com diferentes números de repetições, Monteiro-PB, 1992	58

LISTA DE APÊNDICE

Tabela		Página
1A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1981	78
2A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1982	79
3A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1983	80
4A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1984	81
5A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1985	82
6A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1986	83
7A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1987	84
8A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1988	85

Tabela		Página
9A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1989	86
10A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1990	87
11A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1991	88
12A	Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1992	89

RESUMO

FARIAS, Francisco José Correia. **Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*) avaliadas na região Nordeste no período de 1981 a 1992.** Lavras: UFLA, 1995. 89p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).*

Os dados da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) dos 75 experimentos de avaliação de cultivares conduzidos na região Nordeste, no período de 1981 a 1992 foram avaliados visando verificar a presença da interação, a possibilidade de redução do número de repetições e estimar os parâmetros de estabilidade-adaptabilidade como também verificar se eles são herdáveis. Na estimação dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade, utilizou-se as metodologias propostas por Eberhart e Russell (1966), Silva Barreto (1985) modificado por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) e a de Lin e Binns (1988). A repetibilidade dos parâmetros de estabilidade foi estimada segundo a metodologia utilizada por Santos (1980). A interação genótipo x ambiente foi significativa, indicando um comportamento não coincidente dos genótipos nos diferentes ambientes. Devido a descontinuidade dos locais ao longo dos anos e do pequeno número de cultivares avaliadas foi difícil generalizar os resultados referentes aos

* Orientador: Magno Antônio Patto Ramalho. Membros da Banca: Luiz Paulo de Carvalho e Samuel Pereira de Carvalho.

parâmetros de estabilidade e adaptabilidade das cultivares. Contudo no período em que elas foram testadas, observou-se que a CNPA Giorge I foi a mais instável e menos adaptada. A CNPA Precoce I apresentou adaptabilidade específica para as condições adversas, já a CNPA 6H e a IAC 20 foram as mais adaptadas e estáveis. Na estimação do coeficiente de variação através da simulação do número de repetições, observou-se que de modo geral não houve diferença expressiva na utilização do número de repetições superior a 3 ou 4 nos experimentos de recomendação de cultivares. Os parâmetros de estabilidade tiveram em média uma alta repetibilidade, indicando que é possível antever o sucesso com a seleção utilizando estas características. Dada a facilidade de cálculo e de interpretação, principalmente porque possibilita um maior discernimento entre os materiais, o uso da metodologia proposta por Lin e Binns (1988) é muito promissora para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade das cultivares. Contudo, faz-se necessário a acumulação de um maior número de resultados antes de se proceder a generalização do seu uso.

SUMMARY

STABILITY PARAMETERS IN UPLAND COTTON CULTIVARS (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*) EVALUATED IN THE NORTHEAST REGION OF BRAZIL FROM 1981 TO 1992

Yield data of seed cotton (kg/ha) from the 75 evaluation experiments of cultivars performed in the Northeast Region of Brazil, in the period from 1981 to 1992, were evaluated aiming to verify the presence of genotype x environment interaction, the possibility of decreasing the number of replications and to estimate the parameters of stability - adaptability as well as verify whether they are heritable. In estimating the parameters of stability and adaptability, methodologies proposed by Eberhart and Russel (1966), Cruz, Torres and Vencovsky (1989) and Lin and Binns (1988) were utilized. The repeatability of the stability parameters was estimated according the methodology utilized by Santos (1980). The genotype x environment interaction was significant showing a non - coincident behavior of genotypes across different environments. Due to discontinuity of sites along years and the small number of cultivars evaluated, it was difficult to generalize the results concerning stability and adaptability parameters of the cultivars. However, in the period that they were tested, it was find that CNPA Gorge I was the most unstable and least adapted. CNPA Precoce I presented adaptability specific to the adverse conditions, while CNPA 6H and IAC 20 were most adapted and stables. In estimating the

coefficient of variation through the simulation of the number of replications, it was noticed that there was no significant difference in using more than 3 or 4 replications in the cultivar experiments. The stability parameters showed, on the average, a high repeatability, denoting that it is possible to foresee succes with selection by using these traits. Owing to the ease of both calculation and interpretation, chiefly because they enable an increased criterion among materials, use of the methodology proposed by Lin and Binns (1988) is greatly promissing for evaluating both adaptability and stability of cultivars. However, it is necessary to accumulate a greater number of results before conducting the generalization of its use.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do algodoeiro herbáceo no Nordeste é submetida a uma alta variabilidade edafoclimática, especialmente em função da diversidade dos regimes pluviais entre os anos e mesmo entre locais em determinado ano. Aliado a este problema constata-se ainda um sistema de produção com uma considerável variação no uso de tecnologias. Nessa situação espera-se a ocorrência de uma forte interação genótipo \times ambiente, que dificulta o trabalho do melhorista na identificação e recomendação de materiais produtivos e estáveis.

Para amenizar tal situação o melhorista procura conduzir seus experimentos em um maior número de locais possíveis, visando estimar a magnitude da interação e sobretudo avaliar a sua importância na recomendação de cultivares e no programa de melhoramento genético. Nesse contexto, os experimentos regionais de avaliação de cultivares assumem importância capital, pois devem identificar com eficiência os materiais em condições de substituir aqueles em uso e conseqüentemente contribuir para o aumento da produtividade. O cuidado com estes experimentos deve ser tanto maior, quanto mais heterogêneo for o ambiente.

Por essa razão, a estratégia utilizada pelos melhoristas de algodão no Nordeste para melhorar a precisão, tem sido utilizar um grande número de repetições. É questionável se os experimentos conduzidos com esse grande número de repetições terão melhorias na precisão experimental suficiente para compensar o investimento adicional.

O Centro Nacional de Pesquisa do Algodão coordena na região Nordeste os experimentos regionais de recomendação de novas cultivares. Nos últimos anos foram conduzidos inúmeros experimentos, os quais ainda não foram extensivamente analisados visando identificar materiais com maior estabilidade para a produção de algodão em caroço. Diante desse contexto torna-se imprescindível um estudo mais detalhado da magnitude e do tipo de interação das cultivares com os ambientes, bem como o conhecimento da adaptação e da estabilidade das mesmas.

O objetivo do presente trabalho foi analisar esses dados obtidos no período de 1981 a 1992, visando estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade, e ainda, verificar se os mesmos são herdáveis e procurar alternativas para melhorar a eficiência dos experimentos conduzidos com algodão na região Nordeste.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O algodoeiro

O algodoeiro anual (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*, Hutch) é um angiosperma da classe das dicotiledôneas, pertencente, à ordem Malvales, família Malvaceae, sub-tribo Hibisceas e gênero *Gossypium*. O gênero citado é composto de 35 espécies diplóides ($2n = 2x = 26$ cromossomos) oriundos das zonas tropicais e sub-tropicais do Velho Mundo, divididas em sete genomas (A - B - C - D - E - F - G) com base em aspectos citológicos (Tabela 1), e seis espécies alotetraplóides ($2n = 4x = 52$ cromossomos) originados das zonas tropicais e sub-tropicais do Novo Mundo (Endrizzi, Turcotte e Kohel, 1985).

Das espécies alotetraplóides, apenas *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L. são espécies cultivadas. Com relação às espécies diplóides apenas *G. arboreum* L. e *G. herbaceum* têm importância comercial. O genoma A distribui-se pelo sudeste da África e inclui *G. herbaceum* e *G. arboreum*, que são as únicas espécies diplóides com fibras fiáveis. O genoma D inclui espécies distribuídas desde o México até o Peru e Ilhas Galápagos.

Há muito que se aceita que os algodões do novo mundo são anfidiplóides naturais, combinando o genoma A das formas diplóides asiáticas e o genoma D das formas silvestres americanas (Carvalho, 1992). O algodoeiro anual, também conhecido com a denominação geral de "upland" possui porte subarbusivo e de crescimento indeterminado. Produz um número

TABELA 1. Espécies do gênero *Gossypium*, com base na classificação citológica.

Espécie	Grupo genômico ^a	Distribuição
Diplóides (2n = 2x = 26)		
<i>G. herbaceum</i> L.	A ₁	Velho Mundo
<i>G. h.</i> var. <i>africanus</i> (Watt) Mauer	A ₁	África
<i>G. arboreum</i> L.	A ₂	Velho Mundo
<i>G. anomalum</i> Wawr e Peyr.	B ₁	África
<i>G. triphyllum</i> (Harv. e Sand.) Hochr.	B ₂	África
<i>G. capitis-viridis</i> Mauer	B ₃	Ilhas de C. Verde
<i>G. sturtianum</i> J.H. Willis	C ₁	Austrália
<i>G. sturtianum</i> var. <i>nandewarensis</i> (Derera) Fryx.	C _{1-n}	Austrália
<i>G. robinsonii</i> F. Muell.	C ₂	Austrália
<i>G. australe</i> F. Muell.	ND	Austrália
<i>G. costulatum</i> Tod.	ND	Austrália
<i>G. cunninghamii</i> Tod.	ND	Austrália
<i>G. nelsonii</i> Fryx	ND	Austrália
<i>G. pilosum</i> Fryx	ND	Austrália
<i>G. populifolium</i> (Benth.) Tod.	ND	Austrália
<i>G. pulchellum</i> (C.A. Gardn.) Fryx.	ND	Austrália
<i>G. thurberi</i> Tod.	D ₁	México, Arizona
<i>G. armourianum</i> Kearn.	D ₂₋₁	México
<i>G. harknessii</i> Brandg.	D ₂₋₂	México
<i>G. klotzchianum</i> Anderss.	D _{3-k}	Ilhas Galápagos
<i>G. davidsonii</i> Kell.	D _{3-d}	México
<i>G. aridum</i> (Rose & Standl.) Skov.	D ₄	México
<i>G. raimondii</i> Ulbr.	D ₅	Peru
<i>G. gossypioides</i> (Ulbr.) Standl.	D ₆	México
<i>G. lobatum</i> Gentry	D ₇	México
<i>G. laxum</i> Phillips	D ₈	México
<i>G. trilobum</i> (DC.) Skov.	D ₉	México
<i>G. turneri</i> Fryx.	ND	México
<i>G. stocksii</i> Mast. ex. Hook.	E ₁	Arábia
<i>G. somalense</i> (Gürke) Hutch.	E ₂	África
<i>G. areysianum</i> (Defl.) Hutch.	E ₃	Arábia
<i>G. incanum</i> (Schwartz) Hillc.	E ₄	Arábia
<i>G. ellenbeckii</i> (Gürke) Mauer	-	África
<i>G. longicalyx</i> Hutch. e Lee	F ₁	África
<i>G. bickii</i> Prokh	G ₁	Austrália
Alotetraplóides (2n = 4x = 52)		
<i>G. hirsutum</i> L.	(AD) ₁	América Central
<i>G. barbadense</i> L.	(AD) ₂	América do Sul
<i>G. tomentosum</i> Nutt. ex Seem.	(AD) ₃	Havai
<i>G. mustelinum</i> Miers ex Watt.	(AD) ₄	Brasil
<i>G. darwinii</i> Watt	(AD) ₅	Ilhas Galápagos
<i>G. lanceolatum</i> Tod ^b	(AD)	México

a. ND indica que a designação do genoma não foi ainda determinada.

b. A condição de espécie de *G. lanceolatum* precisa de verificação experimental.

Adaptado de Endrizzi, Turcotte e Kohel (1985).

variável de cápsulas (capulhos) com 3 a 5 lóculos, contendo em média 32 a 40 sementes. Apresenta em geral, nectários na face inferior das folhas e na base das flores. Possui normalmente distribuídas em sua quase totalidade, glândulas produtoras de gossipol, substância tóxica a certos insetos e aos animais não ruminantes. Suas sementes são cobertas por dois tipos de células diferenciadas, que constituem as fibras longas e fiáveis e as curtas ou o “linter” as quais proporcionam à cultura um grande valor comercial (Penna, 1982).

A produção mundial apoia-se nas fibras oriundas de quatro espécies, sendo que a mais importante é a do *G. hirsutum* L., responsável pela grande maioria da fibra produzida (Carvalho, 1992). Nessa espécie o comprimento da fibra varia de média a longa (25,4 a 34,9 mm). A segunda espécie, *G. barbadense* L., produz fibra extra longa com mais de 35 mm e contribui com aproximadamente 5% da produção mundial. As duas últimas, responsáveis pela produção de fibras curtas com menos de 25 mm, são *G. herbaceum* L., e *G. arboreum* L. que contribuem com menos de 4% da produção mundial (Phillips, 1976).

O algodoeiro possui flores hermafroditas sendo a taxa de cruzamento natural variável dependendo principalmente do ambiente, dos genótipos e da presença de agentes polinizadores. A taxa de fecundação cruzada já foi estimada em várias oportunidades, variando de 5 a 75% no algodoeiro herbáceo (Gridi-Papp, 1965; Simpson e Duncan, 1956; Stephens e Finkner, 1953; Cavaleri e Gridi-Papp, 1963; Scotti, Turkiewicz e Dias, 1980 e Santos e Freire, 1980). No algodoeiro arboreo pode-se obter até 100% de fecundação cruzada (Mangueira, 1971; Queiroga, Neto e Crisóstomo, 1988; Freire e Araújo, 1988 e Freire et al., 1991). Considerando essa proporção de fecundação cruzada, o algodoeiro tem sido classificado como uma espécie parcialmente autógama (Crisóstomo, 1989).

2.2 Melhoramento do algodoeiro herbáceo no Brasil

A pesquisa agronômica do algodoeiro herbáceo no Brasil teve seu início no princípio deste século, através da criação, em 1915, do Serviço de Algodão do Ministério da Agricultura. Entretanto, o programa de melhoramento propriamente dito iniciou-se com a criação da Seção do Algodão do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) em 1924. Esses trabalhos receberam uma contribuição significativa com a vinda do melhorista americano Dr. Sydney Cross Harland em 1935 (Cavaleri et al., 1965 e Cavaleri e Gridi-Papp, 1993).

No início, o programa do IAC deu ênfase à seleção para maior produtividade e melhoria no sistema de manejo como melhor época de semeadura e identificação de espaçamento adequado associado a uma melhor técnica de controle de pragas (Cavaleri e Gridi-Papp, 1993).

Posteriormente, na década de quarenta, a atenção maior foi para os caracteres tecnológicos, com ênfase para o comprimento de fibras, o qual foi elevado de 28 - 30 mm para a faixa de 30 - 32 mm comerciais, para atender às novas exigências da indústria têxtil (Ramos et al., 1960; Neves, 1962; Neves et al., 1965 e 1969).

Diante da ocorrência da fusariose em 1957, capaz de causar perda total da lavoura, a prioridade do melhoramento foi modificada, pois as cultivares disponíveis eram todas susceptíveis. Logo o objetivo principal passou a ser a resistência genética a essa doença. Já em 1962, foi obtido um material resistente à murcha de fusarium com boas características agronômicas.

Com a crise do petróleo, na década de setenta, a maioria dos insumos utilizados pelos cotonicultores tiveram grandes aumentos de custos e assim a ênfase foi dada para obtenção

de cultivares produtivas com caracteres de fibras tais como uniformidade, resistência e finura associados a resistência múltipla a fatores adversos de ambiente, principalmente pragas e doenças (Griddi-Papp et al., 1984 e 1985). Nesta fase houve uma evolução significativa da indústria têxtil, com a utilização de equipamentos sofisticados de maior rendimento industrial, sobretudo na área de fiação. De 18000 a 20000 rpm, as máquinas passaram a operar com mais de 100000 rpm, exigindo materiais com maior uniformidade e resistência de fibra.

A década de oitenta caracterizou-se pelas novas exigências da indústria têxtil, com ênfase para alta resistência de fibra. Nesse período os objetivos do programa foram semelhantes aos da década de setenta acrescidos ao melhoramento visando resistência a nematóides.

O esquema básico do melhoramento adotado pelo IAC é apresentado na Figura 1. Como fruto desse trabalho já foram recomendadas inúmeras cultivares (Tabela 2). Deve ser enfatizado contudo, que grande parte do mérito desse trabalho deve ser atribuído à sua continuidade.

Merece destaque também a contribuição de outras empresas de pesquisa que atuam no melhoramento do algodoeiro, tais como a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG e o Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR, que já desenvolveram algumas cultivares nos seus respectivos Estados.

TABELA 2. Cultivares desenvolvidas pelo programa de melhoramento de algodão herbáceo do IAC, no período de 1924 a 1985.

Cultivares	Origem	Lançamento	Características
IA-7387	Express	1932	Produtividade
IA-7470	Express	1932	Produtividade
IA-054	Texas Bigboll	1934	Produtividade e peso de capulho
IA-028	Texas Bigboll	1934	Produtividade e peso do capulho
IA-Piratinga 086	Texas Bigboll	1936	Produtividade
IA-21077	IA-7470	1938	Produtividade
IAC-Campinas-817	Stoneville 2B	1945	Produtividade, precocidade e porte
IAC-8	Stoneville 2B	1956	Comprimento da fibra
IAC-9	Stoneville 2B x Delfos	1958	Comprimento da fibra
IAC-10	Delta Pineland	1957	Produtividade e finura da fibra
IAC-11	IA-7387	1956	Produtividade
IAC-12	Stoneville 2B x Delfos	1959	Produtividade e comprimento da fibra
IAC-RM-1	Aurbun 56 aumentada seleção	sem 1960	Resistência a <i>Fusarium</i>
IAC-RM-2	Rex Cotton aumentada seleção	sem 1961	Resistência a <i>Fusarium</i>
IAC-RM-3	Aurbun 56	1953	Resistência a <i>Fusarium</i>
IAC-21-1	IAC-12	1963	Comprimento da fibra
IAC-12-2	IAC-12	1965	Resistência da fibra
IAC-13-1	Acala 5675	1968	Produtividade e resistência da fibra
IAC-RM-4	Aurbun 56	1964	Resistência a <i>Fusarium</i> e finura da fibra
IAC-RM4-SM5	IAC-RM4	1969	Produtividade e desicência
IAC-16	IAC-RM4	1974	Produtividade, deiscência e peso de capulho
IAC-17	IAC-RM3	1975	Produtividade, resistência a <i>Fusarium</i> e peso do capulho
IAC-18	Acala 5675 x Nu-16	1977	Resistência a nematóides e bactérias, e resistência da fibra
IAC-19	V-Yucatanense x Tni Hoa x IAC-RM3	1980	Produtividade e resistência e nematóides, resistência da fibra, peso de capulho
IAC-20	IAC-17	1983	Produtividade, resistência a <i>Fusarium</i> e porcentagem de fibra

Fonte: Cavaleri e Griddi-Papp (1993).

Considerando que a situação da cultura do algodoeiro no Nordeste é bastante diferente das demais regiões do Brasil, serão relatados alguns aspectos sobre o melhoramento desta Malvácea nesta região.

O algodoeiro anual (upland) ou herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) foi introduzido na região Nordeste a partir da primeira metade do século XIX, através de

cultivares oriundas dos Estados Unidos. Essas introduções semeadas nas regiões do litoral e do agreste nordestino, foram eliminando progressivamente os algodões Rim de Boi (*Gossypium barbadense* var. *brasiliense*) e Quebradinho (*G. barbadense*) cultivados desde o período colonial (Freire, 1989).

A expansão desse tipo de algodoeiro estendeu-se até a região semi-árida do Nordeste, até que após a grande seca de 1877 começaram a ser substituídos por um algodoeiro de fibras longas e mais resistentes a seca denominado Mocó (*Gossypium hirsutum* L. r. *marie galante*). Até essa fase praticamente não foi efetuado nenhum processo de melhoramento, exceto algumas coletas de germoplasma (Freire e Barreiro Neto, 1983; Freire, 1989).

Para fins didáticos o programa de melhoramento do algodoeiro no Nordeste pode ser dividido em duas fases. A primeira denominada de antiga vai de 1923 a 1975, e a segunda, moderna de 1976 aos dias atuais (Freire, 1989). A primeira fase do melhoramento, mesmo com falta de continuidade sobretudo devido à carência de recursos, apresentou contribuições importantes na introdução e aclimatação de novos materiais e seleção de cultivares locais e exóticas (Boulanger, 1971 e Freire, 1989), que possibilitou inclusive recomendação de várias cultivares (Tabela 3).

A segunda fase teve como marco principal a criação do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA em 1975, que assumiu a coordenação do programa de melhoramento desenvolvido na região. Nesta fase os melhoristas concentraram esforços visando melhorar as cultivares locais para tolerância às doenças, maior rendimento no beneficiamento do algodão e na obtenção de cultivares modernas capazes de atenderem às novas exigências da indústria têxtil.

TABELA 3. Cultivares de algodão herbáceo recomendadas pelo programa de melhoramento na região Nordeste no período 1923 a 1975.

Cultivares	Instituição	Lançamento	Características
H-29	SEAGRI-CE ¹	1929	Produtividade
H-52	SEAGRI-CE	1929	Produtividade
H-105	SEAGRI-CE	1929	Produtividade
Pitaguari	SEAGRI-CE	1938	Produtividade
AFC	SAIC-PB ²	1956	Resistência a fusariose
Watson	SAIC-PB	1956	Resistência a fusariose
IPA-8	IPA ³	1949	Produtividade
Carrapicho	IPEANE ⁴	1938	Produtividade
SU-0449	IPEANE	1969	Comprimento de fibra
Surubim	IPEANE	1969	Produtividade
SU-0450/8909	IPEANE	1968	Comprimento da fibra
Sirigi	IPEANE	1938	Produtividade
SU-0450	IPEANE	1969	Comprimento de fibra

1, 2. Secretaria de Agricultura dos Estados do Ceará e Paraíba, respectivamente.

3, 4. Instituto de Pesquisa Agrônômica, de Pernambuco e do Nordeste, respectivamente.

Fonte: Boulanger (1971).

Com o surgimento no Brasil do bicudo (*Anthonomus grandis*, Boheman) em 1983, a estratégia do programa de melhoramento foi modificada com o objetivo de desenvolver cultivares resistentes, precoces e/ou semi-precoces de frutificação concentrada capazes de conviver com esta importante praga. Como resultado desse trabalho já foram lançadas várias cultivares de grande aceitação na região Nordeste (Tabela 4). O esquema geral de melhoramento desenvolvido no CNPA é apresentado na Figura 2.

TABELA 4. Cultivares de algodão herbáceo desenvolvidas pelo programa de melhoramento coordenado pelo CNPA para a região Nordeste no período de 1977 a 1994.

Cultivares	Instituição	Lançamento	Características
BR-1-C ₂	CNPA	1977	Resistência à murcha de <i>Fusarium</i>
BR-1	CNPA	1978	Produtiv. e resistência a bacteriose
PR-4139	IAPAR/CNPA	1981	Produtividade
CNPA Acala-1	CNPA	1984	Condições irrigadas
CNPA-2H	CNPA	1984	Produtividade
CNPA-3H	CNPA	1986	Produtividade
CNPA Precoce I	CNPA	1986	Precocidade e escape ao bicudo
CNPA-6H	CNPA	1988	Produtividade
CNPA-7H	CNPA	1994	Produtividade
CNPA Precoce II	CNPA	1994	Precocidade e escape ao bicudo

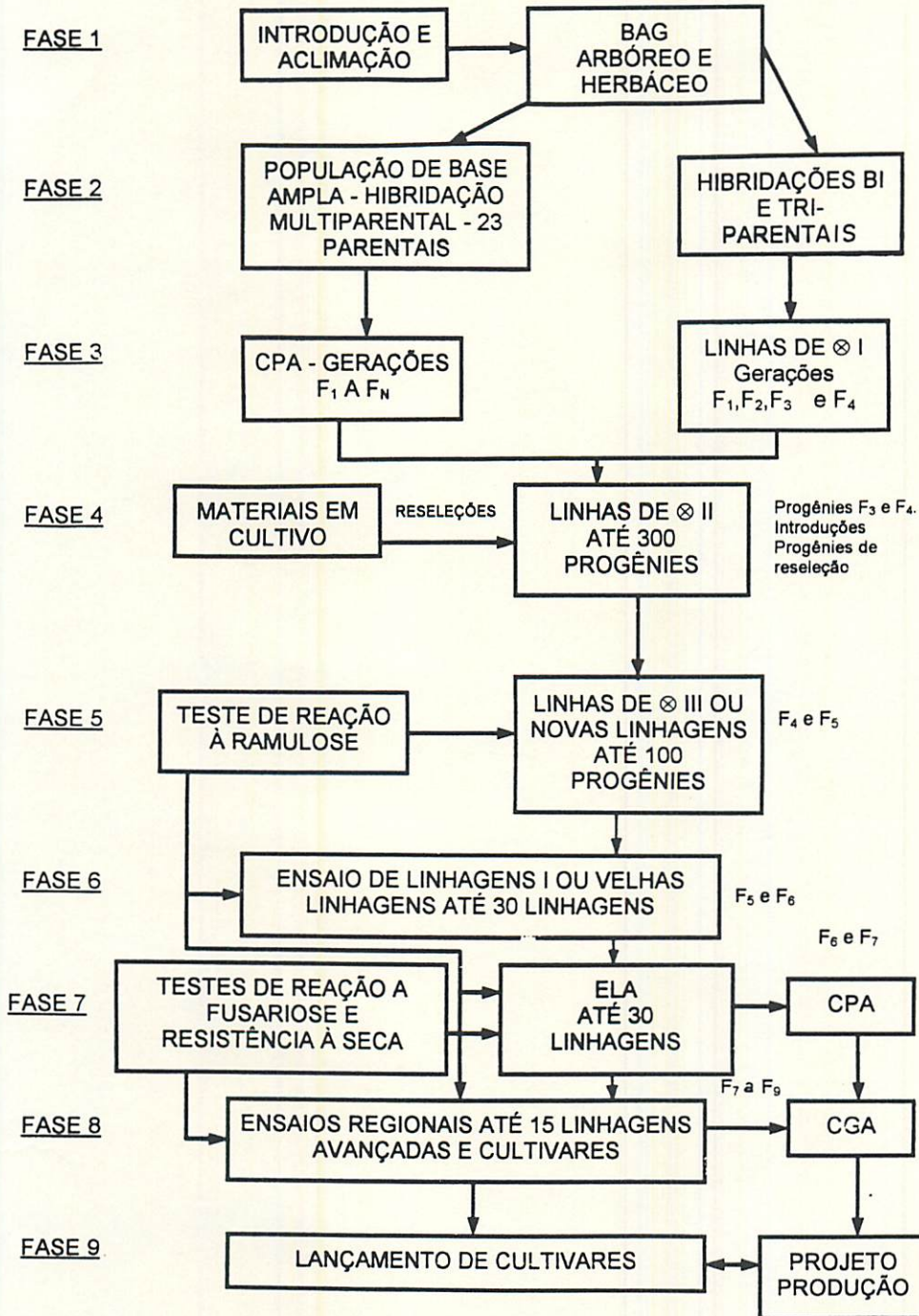
Fonte: Arquivos do CNPA.

2.3 Interação genótipo x ambiente

A interação genótipo x ambiente ocorre sempre quando o comportamento dos genótipos não é coincidente nos vários ambientes.

Na região Nordeste, devido à instabilidade climática, o principal desafio dos melhoristas é obter materiais mais adaptados e estáveis. Neste contexto o estudo da interação genótipo x ambiente assume papel fundamental.

Ao se estudar a interação genótipos x ambiente é importante de início dar o significado dos termos “adaptabilidade” e “estabilidade”. Esses termos muitas vezes se confundem e são utilizados indiscriminadamente. Neste trabalho, adaptação será avaliada apenas pelo desempenho médio das cultivares. Isto é, a cultivar mais adaptada é a mais produtiva. Este conceito de adaptação está de acordo com a proposta de “Darwin”, ou seja, o indivíduo mais adaptado é aquele que deixa o maior número de descendentes, o que é também equivalente a um



LEGENDA: BAG - Banco Ativo de Germplasma; CPA - Campo de Pequeno Aumento; ELA - Ensaio de Linhagens Avançadas; \otimes - Autofecundação

FIGURA 2. Esquema geral do melhoramento do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Campina Grande - PB, 1995.

maior número de sementes por área. Já o conceito de estabilidade fenotípica pode ser focado sobre vários ângulos. Lin, Binns e Lefkovitch (1986) classificam estes conceitos em três categorias: **Tipo 1**, a cultivar será considerada estável se sua variância entre ambientes for pequena; **Tipo 2**, a cultivar será considerada estável se sua resposta ao ambiente for paralela ao desempenho médio de todos os materiais avaliados no experimento; **Tipo 3**, a cultivar é estável se o quadrado médio dos desvios que avalia a estabilidade for pequeno. Lin e Binns (1988b) incluíram mais um quarto tipo. Segundo eles uma cultivar é tanto mais estável quanto menor for o quadrado médio da interação genótipo x ano dentro de locais.

A estabilidade do Tipo 1, denominado por Becker (1981a) de “estabilidade no sentido biológico”, caracteriza uma cultivar com desempenho constante com a variação do ambiente. Esse comportamento não é desejável porque a cultivar não acompanha a melhoria das condições de ambiente com o aumento de produção (Bartholo, 1978; Becker, 1981a; Lin, Binns e Lefkovitch, 1986 e Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Este tipo de estabilidade pode ser medida simplesmente a partir da estimativa da variância ou do coeficiente de variação de cada genótipo nos diferentes ambientes (Becker, 1981a e 1981b, Lin et al., 1986 e Becker e León, 1988). Esse conceito de estabilidade é útil para características, cujos níveis têm de ser mantidos a todo custo, tais como características de qualidade, resistência às doenças, etc.

A estabilidade do Tipo 2 é denominada por Becker (1981a) de “estabilidade no sentido agrônômico” e ocorre quando o material mostra interações mínimas com o ambiente, o que significa que ele acompanha o desempenho médio obtido nos ambientes. Esta metodologia tem sido a preferida em decorrência de possibilitar a identificação de genótipos estáveis e com potencial de se manter entre os melhores em todos os ambientes (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993). Este tipo de estabilidade é uma medida relativa que depende dos genótipos testado, e dos

ambientes envolvidos. Logo a extensão das inferências é limitada ao grupo de materiais e aos ambientes e não pode ser generalizada. Portanto, um genótipo estável de um determinado grupo não necessariamente o será na presença de outros materiais. Este tipo de estabilidade, pode ser avaliada pela metodologia proposta por Wricke e Weber (1986), ou através do uso da regressão segundo o método de Finlay e Wilkinson (1963).

O terceiro tipo de estabilidade é aquele que utiliza na discriminação dos materiais a estimativa do coeficiente de regressão juntamente com o desvio da regressão ou o coeficiente de determinação. O material será considerado estável quanto menor for o seu desvio da regressão. Neste tipo de estabilidade, pode-se aplicar o método proposto por Eberhart e Russell (1966). A principal crítica a esse método, que é o mais empregado, é o fato deste pressupor uma relação linear entre o comportamento de um dado genótipo e o índice ambiental, o que nem sempre é verdadeiro.

Para atenuar esse problema foi feita uma nova proposta por Verma, Chahal e Murty (1978), a qual pressupõe um ajuste de duas retas de regressão, uma para ambientes desfavoráveis e outra para ambientes favoráveis. Considerando que essa metodologia apresenta problemas quando se analisa um número pequeno de ambientes, Silva e Barreto (1985) sugeriram um modelo onde o ajustamento é obtido por uma única equação constituída de dois segmentos com união no ponto de inflexão entre os ambientes desfavoráveis e os favoráveis. Segundo Cruz, Torres e Vencovsky (1989), nessa metodologia há uma correlação residual ou intrínseca entre as estimativas dos dois coeficientes de regressão. Para solucionar esse problema, os autores propuseram uma modificação ao modelo de Silva e Barreto (1985) de tal forma que a correlação entre as estimativas dos mencionados parâmetros de regressão seja nula.

Recentemente foi realizado um aprimoramento nessa metodologia, incluindo um novo parâmetro no modelo, o qual mede a descontinuidade das duas retas (Storck e Vencovsky, 1994).

Detalhes sobre essas metodologias e muitas outras utilizadas na avaliação da estabilidade são encontradas em Oliveira (1976); Duarte (1988), Becker e Leon (1988), Lin, Binns e Lefkovitch (1986), Ramalho, Santos e Zimmermann (1993), Crossa (1990), Vencovsky e Barriga (1992), Miranda (1993) e Cruz e Regazzi (1994).

Uma outra metodologia interessante para estimar a estabilidade é a de Lin e Binns (1988a). Contudo, não foram encontrados relatos do seu uso na literatura brasileira. Ela baseia-se no princípio de que nas avaliações de cultivares o que se procura é o material com desempenho máximo. Desse modo estima-se o parâmetro de estabilidade denominado P_i que mede o desvio da produtividade de uma dada cultivar i em relação ao máximo em cada um dos j ambientes. A cultivar ideal é aquela que apresentar a menor estimativa de P_i .

2.4 Estimativas dos parâmetros de estabilidade no algodoeiro

Na literatura há vários relatos da ocorrência da interação genótipo x ambiente na cultura do algodoeiro (Abou-El-Fittouh, Rawlings e Miller, 1969; Miller, Robinson e Pope, 1962; Miller, Williams e Robinson, 1959; Bridge, Meredith Júnior e Chism, 1969; Palomo G., Molina Ortiz, 1975; Thomson e Cunnighan, 1979; McCall, Verhalen e McNew, 1982; Omran, Mustafa e Abed, 1983; Murray e Verhalen, 1970 e Raidan Gonzalez, 1988). Em vários casos foram estimados os parâmetros de estabilidade, especialmente utilizando a regressão (Palomo G. e Molina Ortiz, 1975; Bilbro e Ray, 1976; Rai et al., 1978; Ansingkar e Bhale, 1984; Seth et al.,

1987; Geng, Zhang e Basset, 1987; Raidan Gonzalez, 1988; Patel et al., 1990 e Bhatade et al., 1991).

No Brasil foram poucos os trabalhos realizados em que foi avaliada a estabilidade das cultivares. Em um desses trabalhos conduzidos durante os anos de 1966, 1967 e 1968, em quatro localidades do Estado de Pernambuco foram estimados os parâmetros de estabilidade de 7 cultivares de algodão herbáceo utilizando a metodologia de Eberhart e Russell (1966) e Finlay e Wilkinson (1963). Constatou-se pequena amplitude nos valores das estimativas de β_1 que variaram de 0,88 (cultivar IAC-12) a 1,06 (cultivar SU-Carrapicho), embora nenhum deles diferissem da unidade (Moreira et al., 1983).

Em trabalho semelhante Santana, Cavalcanti e Santos (1983) estimaram a estabilidade de cultivares avaliadas em 26 experimentos conduzidos na região Norte e Nordeste. Verificou-se nesses experimentos que as diferenças entre as cultivares não foram expressivas e apenas uma delas a Allen 333-57 no ano agrícola 1977/78 apresentou desvio de regressão significativo, indicando uma baixa previsibilidade frente às variações ambientais, que no conceito de Eberhart e Russell (1966) sugere uma baixa estabilidade. Já nos experimentos conduzidos em 1978/79, além da cultivar Allen 333-57, a baixa estabilidade foi observada para as cultivares IAC 13-1 e SL 7-1.

Em experimentos com o algodoeiro arbóreo, também conhecido como Mocó foram estimados os parâmetros de estabilidade de 5 cultivares testadas na região do Seridó do Rio Grande do Norte (Souza e Hollanda, 1993). Verificou-se através da metodologia de Eberhart e Russell (1966), que as cultivares apesar de apresentarem diferentes produtividades médias, não diferiram quanto a capacidade de adaptação haja vista que todas as estimativas de β_1 não diferiram da unidade e os desvios da regressão foram todos não significativos.

Não foram encontrados relatos na literatura em que as metodologias de Silva e Barreto (1985) modificada por Cruz, Torres e Vencovsky (1989), e a de Lin e Binns (1988a) tenham sido empregadas em experimentos com a cultura do algodoeiro.

2.5 Controle genético dos parâmetros de estabilidade

O controle genético dos parâmetros de estabilidade é de grande importância para os melhoristas, pois possibilita antever o sucesso com a seleção para esse caráter. Em realidade foram poucos e divergentes os trabalhos realizados a esse respeito. 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 e Jalaluddin e Harrison, 1993). Ela difere do conceito de herdabilidade porque no numerador da expressão, além da variação genética, está envolvida a parte da variação ambiental que é também permanente. Deste modo a repetibilidade fornece uma estimativa superior à que seria obtida com a herdabilidade.

O maior problema em selecionar para a estabilidade é a baixa repetibilidade das estimativas. Geralmente a classificação dos diferentes materiais difere entre os anos e resultados calculados a partir do grupo de diferentes locais ou diferentes anos apresentam correlação muito baixa. Becker e Leon (1988), observaram uma baixa repetibilidade das estimativas dos parâmetros de estabilidade de um único ano, mesmo quando o número de locais foi de 15 a 20. No mesmo artigo eles apresentaram algumas estimativas de repetibilidade (r^2) com trigo e cevada em experimentos conduzidos em 12 locais na Alemanha. A r^2 de $\hat{\beta}_i$ e do quadrado médio dos

desvios da regressão variou de 0,11 a 0,27 para os resultados de um ano e de 0,27 a 0,52 quando se considerou três anos.

Em experimentos com feijão Caupi verificou-se que o coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_i$) de linhagens F₅ foi correlacionado ($r = 0,60$; $P < 0,01$) com as linhagens F₃ das quais elas foram derivadas (Ntare e Aken'ova, 1985). Os valores observados de $\hat{\beta}_i$ em progênes oriundas de dois cruzamentos de trigo refletiram os valores dos pais, indicando que $\hat{\beta}_i$ foi herdável, entretanto, para o quadrado médio dos desvios da regressão, as associações entre pais e progênes foram baixas e inconsistentes (Bains, 1976).

Para estimar a repetibilidade dos parâmetros de estabilidade, o procedimento mais frequente é dividir os ambientes em grupos e obter as estimativas da estabilidade das cultivares em cada grupo. A correlação entre a classificação dos materiais nos vários grupos é a medida de repetibilidade. Esse processo tem sido utilizado em várias oportunidades (Fantunla e Frey, 1976; Eagles e Frey, 1977; Virk, Chahal e Pooni, 1985; Leon e Becker, 1988; Pham e Kang, 1988 e Helms, 1993).

Uma proposta diferente tem sido adotada a esse respeito nos trabalhos realizados no Brasil (Bonato, 1978; Santos, Vello e Ramalho, 1982 e Torres, 1988). Nesse caso desde que os experimentos tenham mais de 3 repetições é possível estimar a repetibilidade. Supondo por exemplo experimentos com quatro repetições. As mesmas são agrupadas de forma que a primeira e a segunda repetições constituem-se um grupo de observação e a terceira e quarta, outro grupo de observação. Em seguida realiza-se a análise de estabilidade para cada grupo de observação. Assim para cada material obtém-se duas estimativas de cada parâmetro de estabilidade. Posteriormente é realizada uma análise de variância de cada um dos parâmetros. E a partir dos

componentes de variância é estimada a repetibilidade. Esta metodologia foi utilizada com várias espécies, tais como: soja (Bonato, 1978); feijão (Santos, Vello e Ramalho, 1982); coqueiro comum (Siqueira, 1982); milho (Torres, 1988); eucalipto (Davide, 1992) e arroz (Soares, 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Foram utilizados dados de produtividade (kg/ha) de algodão em caroço de cultivares e linhagens do experimento regional de algodoeiro herbáceo coordenado pela EMBRAPA/CNPA na região Nordeste. As cultivares com suas respectivas origens utilizadas neste trabalho encontram-se na Tabela 5.

3.2 Locais

No período compreendido de 1981 a 1992 foram conduzidos 75 experimentos em 36 municípios produtores de algodão nos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco e Rio Grande do Norte (Figura 3). As coordenadas geográficas, altitudes e precipitação pluviométrica média anual dos locais dos experimentos encontram-se na Tabela 6.

3.3 Delineamento experimental

Com exceção dos anos de 1983 e 1984, em que foram testados 8 cultivares, em todos os demais experimentos avaliou-se 9 cultivares no delineamento de blocos casualizados. O

número de repetições variou entre os anos, sendo de oito entre 1981 a 1985, dez de 1986 a 1990 e seis nos anos seguintes.

TABELA 5. Materiais utilizados no experimento regional do algodoeiro herbáceo e suas respectivas origens, no período de 1981 a 1992¹.

Cultivares/linhagens	Origem
Acala Sme 4	CNPA
BR-1	CNPA
BR-1-C-2	CNPA
CNPA Acala 1	CNPA
CNPA 76-6555	CNPA
CNPA 76-6983	CNPA
CNPA 77-105	CNPA
CNPA 77-128	CNPA
CNPA 77-129	CNPA
CNPA 77-149	CNPA
CNPA 77-150	CNPA
CNPA 77-157	CNPA
CNPA 78-45	CNPA
CNPA 80-227	CNPA
CNPA 81-92	CNPA
CNPA 81-109	CNPA
CNPA 81-202	CNPA
CNPA 81-203	CNPA
CNPA 83-168	CNPA
CNPA 83-178	CNPA
CNPA 83-180	CNPA
CNPA 85-241	CNPA
CNPA 2H	CNPA
CNPA 3H	CNPA
CNPA Precoce I	CNPA
CNPA 6H	CNPA
CNPA 7H	CNPA
CNPA George I	CNPA
CNPA Grupo II	CNPA
Chaco 510	Argentina
HR-102	CNPA
IAC-17	IAC
IAC-20	IAC
PR 4139	IAPAR/CNPA
Reba B-50	Paraguai
Reba P-279	Paraguai
SU 0450-8909	IPEANE

¹ Fonte: Arquivos do CNPA.

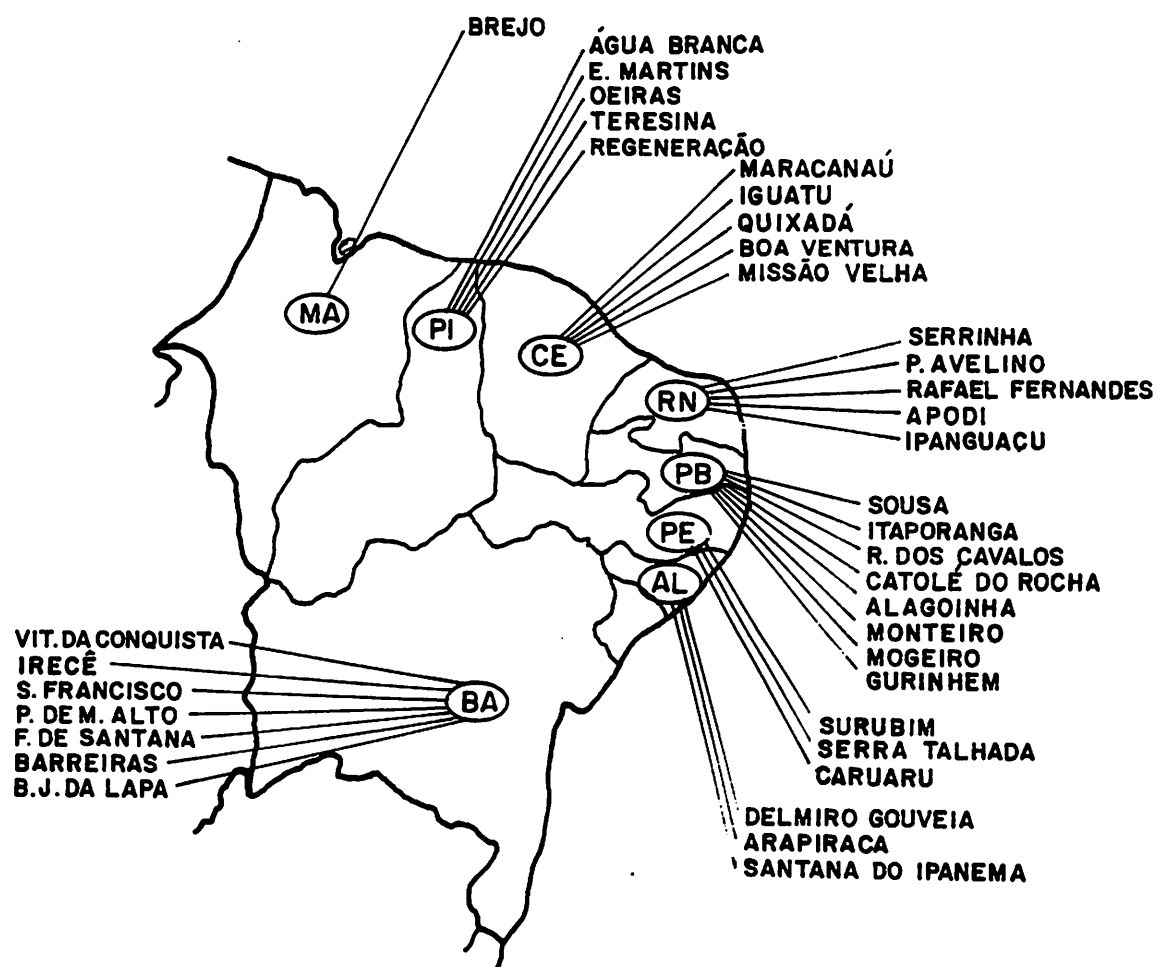


FIGURA 3. Distribuição dos experimentos regionais conduzidos nas diferentes localidades da região Nordeste no período de 1981 a 1992.

TABELA 6. Coordenadas geográficas, altitude e precipitação pluviométrica média anual dos locais do ensaio regional de algodão herbáceo.

Locais	Coordenadas geográficas			Precipitação pluviométrica média anual (mm)
	Latitude	Longitude	Altitude (m)	
Água Branca - PI	5°53'S	42°38'W	210	SD
Alagoinha - PB	7°03'S	35°38'W	180	SD
Apodi - RN	5°41'S	37°47'W	60	655
Arapiraca - AL	9°44'S	36°39'W	248	SD
B. J. da Lapa - BA	13°15'S	43°25'W	434	825
Barreiras - BA	12°08'S	44°50'W	435	999
Boa Ventura - PB	7°24'S	38°13'W	300	934
Brejo - MA	3°41'S	42°39'W	50	1804
Caruaru - PE	8°17'S	35°58'W	545	661
Católe do Rocha - PB	6°21'S	37°45'W	250	833
Delmiro Gouveia - AL	9°23'S	37°59'W	225	508
Eliseu Martins - PI	8°12'S	43°43'W	210	652
Gurinhem - PB	7°20'S	35°16'W	45	SD
Iguatu - CE	6°22'S	39°17'W	190	808
Ipanaguá - RN	5°31'S	36°50'W	70	SD
Ireçê - BA	11°20'S	41°52'W	721	573
Iaporanga - PB	7°18'S	38°10'W	230	837
Maracanaú - CE	3°51'S	38°37'W	48	988
Missão Velha - CE	7°13'S	28°09'W	360	1060
Mogero - PB	7°18'S	35°29'W	110	SD
Monteiro - PB	7°53'S	37°07'W	619	398
Oeiras - PI	7°00'S	42°08'W	170	856
P. M. Alto - BA	14°16'S	43°10'W	600	753
Pedro Avelino - RN	5°72'S	36°22'W	97	414
Quixadá - CE	5°09'S	39°01'W	182	646
Rafael Fernandes - RN	6°13'S	38°16'W	195	851
Regeneração - PI	6°14'S	42°41'W	147	1308
Riacho dos Cavalos - PB	6°21'S	37°45'W	250	SD
S. do Ipanema - AL	9°20'S	37°16'W	296	882
São Francisco - BA	12°37'S	38°40'W	3	1714
Serra Talhada - PE	7°59'S	38°18'W	435	599
Sertinha - RN	6°08'S	35°28'W	9	SD
Souza - PB	6°45'S	38°14'W	200	726
Sunubim - PE	7°50'S	34°43'W	419	650
Teresina - PI	5°05'S	42°48'W	65	1014
Vitória da Conquista - BA	14°50'S	40°50'W	921	617

Fonte: Banco de dados do CNPA, CNPMN¹, EPACE² e EMPARN³.

SD - Sem dados.

¹ Centro Nacional de Pesquisa do Meio Norte - PI.² Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará.³ Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte.

A parcela experimental foi constituída de 2 fileiras de 5 m de comprimento, com espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas, deixando uma planta por cova após o desbaste.

3.4 Condução dos experimentos

Os solos foram preparados através de uma aração e gradagem em torno de 30 dias antes da semeadura e uma gradagem na véspera. A adubação quando realizada, foi feita com uma mistura de NPK de acordo com a análise química do solo de cada local. Por ocasião da semeadura foram aplicados 1/3 de N e o total de P_2O_5 e K_2O . O restante do nitrogênio foi aplicado logo após o desbaste definitivo que ocorreu entre 30 a 40 dias após a semeadura.

O controle de ervas daninhas, pragas e doenças obedeceu às recomendações técnicas exigidas pela cultura. A colheita foi realizada em duas etapas, sendo a primeira quando 60% dos capulhos estavam abertos, e a segunda 30 dias após. Foi avaliada a produtividade de algodão em caroço em kg/ha.

3.5 Análise estatística dos dados

Inicialmente efetuou-se a análise de variância individual para todos os experimentos de acordo com o seguinte modelo estatístico, considerando-se fixos os efeitos das cultivares:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{(ij)}$$

onde:

Y_{ij} : valor observado da cultivar i no bloco j ;

m : média geral;

t_i : efeito da cultivar i ; $i = 1, 2, \dots, 9$;

b_j : efeito do bloco j ; $j = 1, 2, \dots, 10$;

$e_{(ij)}$: erro experimental; $e_{(ij)} \cap (0, \sigma^2)$

Em seguida, foi realizada a análise de variância conjunta por ano, conforme metodologia proposta por Gomes (1990), obedecendo o seguinte modelo estatístico, considerando fixo o efeito de cultivar.

$$Y_{ijk} = m + t_i + I_k + (tl)_{ik} + b_{j(k)} + e_{(ijk)}$$

onde:

Y_{ijk} : valor observado da cultivar i , no local k , no bloco j ;

m : média geral;

t_i : efeito da cultivar i ; $i = 1, 2, \dots, 9$;

I_k : efeito do local k , $k = 1, 2, \dots, 14$;

$(tl)_{ik}$: efeito da interação da cultivar i com o local k ;

$b_{j(k)}$: efeito do bloco j , dentro do local k ;

$e_{(ijk)}$ = erro experimental; $e_{(ijk)} \cap (0, \sigma^2)$

Posteriormente, foi realizada uma análise de variância conjunta (Tabela 7), considerando o efeito de anos e locais indistintamente como ambiente, sendo fixo apenas o efeito de cultivares, obedecendo o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = m + t_i + l_k + (ta)_{ik} + b_{j(k)} + e_{(ijk)}$$

Y_{ijk} : valor observado da cultivar i , no local k , no bloco j ;

m : média geral;

t_i : efeito da cultivar i ; $i = 1, 2, \dots, 9$;

a_k : efeito do ambiente k ; $k = 1, 2, \dots, 21$;

$(ta)_{ik}$: efeito da interação da cultivar i com o ambiente k ;

$b_{j(k)}$: efeito do bloco j , dentro do ambiente k ;

$e_{(ijk)}$ = erro experimental; $e_{(ijk)} \cap (0, \sigma^2)$

TABELA 7. Esquema da análise de variância com as respectivas esperanças de quadrado médio, utilizada na análise conjunta por locais e por ambientes (locais e anos).

A) ANAVA por locais					
FV	GL	QM	E(QM)	F	
Repetição/locais	$n(r - 1)$	Q_1	$\sigma^2 + p\sigma_R^2$	Q_1/Q_5	
Locais (L)	$(n - 1)$	Q_2	$\sigma^2 + p\sigma_R^2 + pr\sigma_L^2$	Q_2/Q_1	
Genótipo (G)	$(p - 1)$	Q_3	$\sigma^2 + r\sigma_{GL}^2 + (nr / p - 1) \sum_i Gi^2$	Q_3/Q_4	
G x L	$(p - 1)(n - 1)$	Q_4	$\sigma^2 + r\sigma_{GL}^2$	Q_4/Q_5	
Erro	$n(p - 1)(r - 1)$	Q_5	σ^2		

B) ANAVA por ambientes (locais e anos)					
FV	GL	QM	E(QM)	F	
Repetição/ambiente	$n(r - 1)$	Q_1	$\sigma^2 + p\sigma_R^2$	Q_1/Q_5	
Ambiente (A)	$(n - 1)$	Q_2	$\sigma^2 + p\sigma_R^2 + pr\sigma_A^2$	Q_2/Q_1	
Genótipo (G)	$(p - 1)$	Q_3	$\sigma^2 + r\sigma_{GA}^2 + (nr / p - 1) \sum_i Gi^2$	Q_3/Q_4	
G x A	$(p - 1)(n - 1)$	Q_4	$\sigma^2 + r\sigma_{GA}^2$	Q_4/Q_5	
Erro	$n(p - 1)(r - 1)$	Q_5	σ^2		

Em sequência foi efetuada a análise de variância conjunta para o período de 1991 a 1992 considerando todos os experimentos que apresentavam cultivares comuns nos diferentes anos e locais, sendo fixo apenas o efeito de cultivares:

$$Y_{ijkm} = m + t_i + l_k + a_m + b_{j(km)} + (ta)_{im} + (la)_{km} + (tl)_{ik} + (tla)_{ikm} + e_{(ijkm)},$$

em que:

Y_{ijkm} : valor observado da cultivar i , no local k , no ano m , no bloco j ;

m : média geral;

t_i : efeito da cultivar i ; $i = 1, 2, \dots, 9$;

l_k : efeito do local k ; $k = 1, 2, 3, \dots, 5$;

a_m : efeito do ano m ; $m = 1, 2$;

$b_{j(km)}$: efeito do bloco j , dentro do local k e do ano m ;

$(ta)_{im}$: efeito da interação da cultivar i com o ano m ;

$(la)_{km}$: efeito da interação do local k com o ano m ;

$(tl)_{jk}$: efeito da interação do tratamento i com o local k ;

$(tla)_{ikm}$: efeito da interação da cultivar i com o local k e com o ano m ;

$e_{(ijkm)}$: erro experimental médio; $e_{(ijkm)} \cap (0, \sigma^2)$.

3.6 Estimativas dos parâmetros de estabilidade

3.6.1 Métodos que utilizam a regressão

Os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade foram estimados através das metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Silva Barreto (1985) modificada por Cruz, Torres e Vencovsky (1989). As análises foram realizadas com auxílio do programa denominado GENES desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

3.6.1.1 Metodologia de Eberhart e Russell (1966)

Utilizando dados médios da análise conjunta foram estimados os parâmetros de estabilidade, cujo o modelo estatístico é dados por:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : observação da cultivar i no ambiente j ;

μ : média geral;

β_i : coeficiente de regressão;

I_j : índice ambiental obtido pela diferença entre média de cada ambiente e a média geral, dessa

forma $\sum_{j=1}^n I_j = 0$;

δ_{ij} : desvio da regressão da cultivar i no ambiente j ;

$\bar{\epsilon}_{ij}$: efeito do erro experimental médio.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estimados foram o coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_i$), o coeficiente de determinação (R^2) e a produtividade média (\bar{Y}_i).

O esquema da análise de variância proposto por Eberhart e Russell (1966) encontra-se na Tabela 8.

3.6.1.2 Metodologia Silva Barreto (1985) modificada por Cruz, Torres e Vencovsky (1989)

Esta metodologia é fundamentada na análise de regressão bi-segmentada e tem como parâmetros de adaptabilidade e estabilidade a média ($\hat{\beta}_{0i}$), a resposta linear aos ambientes

TABELA 8. Esquema de análise de variância utilizado no estudo da adaptabilidade e estabilidade, segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966).

FV	GL	QM	F
Ambiente (A)	n - 1	Q ₁	Q ₁ /Q ₈
Genótipo (G)	p - 1	Q ₂	Q ₂ /Q ₃
G x A	(p - 1)(n - 1)	Q ₃	Q ₃ /Q ₈
A/G	p(n - 1)	Q ₄	Q ₄ /Q ₈
A (linear)	1	Q ₅	Q ₅ /Q ₇
G x A (linear)	p - 1	Q ₆	Q ₆ /Q ₇
Desvio combinado	p(n - 2)	Q ₇	Q ₇ /Q ₈
A/G	p(n - 1)	Q ₄	
A/G ₁	n - 1	Q' ₁	Q' ₁ /Q ₈
Linear	1	Q' ₁₁	Q' ₁₁ /Q' ₁₂
Desvio	n - 2	Q' ₁₂	Q' ₁₂ /Q ₈
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
A/G _g	n - 1	Q' _g	Q' _g /Q ₈
Linear	1	Q' _{g1}	Q' _{g1} /Q' _{g2}
Desvio	n - 2	Q' _{g2}	Q' _{g2} /Q ₈
Erro médio	n(p - 1)(r - 1)	Q ₈	

desfavoráveis ($\hat{\beta}_{11}$), a resposta linear aos ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_{11} + \hat{\beta}_{21}$) e o coeficiente de determinação (R^2).

O modelo estatístico é o seguinte:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_i + \beta_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : observação do cultivar i no ambiente j ;

β_{0i} : média geral da cultivar i ;

β_{1i} : coeficiente linear de regressão, que indica a resposta do cultivar i nos ambientes desfavoráveis;

I_j : índice ambiental semelhante ao proposto por Eberhart e Russell (1966);

β_{2i} : coeficiente de regressão linear que somado ao $\hat{\beta}_{1i}$, indica a resposta da cultivar aos ambientes favoráveis;

$T_{(ij)}$: variável independente definida como:

$T_{(ij)}$: 0 se $I_j \leq 0$;

$T_{(ij)}$: $\bar{I}_j - I_p$, se $I_j \geq 0$, sendo \bar{I}_p , média dos índices ambientais positivos;

δ_{ij} : desvio da regressão;

$\bar{\epsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

As hipóteses $H_0: \beta_{1i} = 1$ versus $H_1: \beta_{1i} \neq 1$; $H_0: \beta_{2i} = 0$ versus $H_1: \beta_{2i} \neq 0$ e $H_0:$

$\beta_{1i} + \beta_{2i} = 1$ versus $H_1: \beta_{1i} + \beta_{2i} \neq 1$ foram testadas pelo teste t , associado a $n(p-1)(r-1)$ graus de liberdade, conforme descrito por Cruz e Regazzi (1994).

3.6.2 Metodologia de Lin e Binns (1988a)

As análises para obtenção dos parâmetros de estabilidade propostas por esta metodologia foram obtidas utilizando o programa "ESTABLIN" desenvolvido por Vargas e Teixeira (1994)¹.

¹ "ESTABLIN", não publicado. Maurício Arantes Vargas e Flávia Alencar Teixeira, estudantes de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas - UFLA, Lavras - MG.

A estimativa do parâmetro de estabilidade P_i foi obtida pela expressão:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - M_j)^2 / 2n$$

onde:

P_i : é o índice de estabilidade da cultivar i ;

Y_{ij} : é a produtividade da i -ésima cultivar plantada no j -ésimo local;

M_j : é a resposta máxima obtida entre todas as cultivares no j -ésimo local;

n : número de locais.

Essa expressão pode ser desdobrada em:

$$P_i = \left[n(Y_i - \bar{M})^2 + \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i - M_j + \bar{M})^2 \right] / 2n$$

onde: $Y_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} / n$, e $\bar{M} = \sum_{j=1}^n M_j / n$.

Foi realizada a comparação desse método com os que empregam a regressão através da correlação classificatória de Spearman, segundo Steel e Torrie (1980).

3.7 Estimativas da repetibilidade dos parâmetros de estabilidade

No cálculo da repetibilidade, foram usadas as estimativas dos parâmetros de estabilidade β_i e R^2 (Eberhart e Russell, 1966), β_{1i} e $\beta_{1i} + \beta_{2i}$ (Cruz, Torres e Vencovsky, 1988) e P_i (Lin e Binns, 1988a) utilizando a metodologia utilizada por Santos (1980) e Soares (1992).

Para isso foram efetuadas as análises de estabilidade envolvendo os experimentos de alguns anos, considerando o agrupamento das repetições 2 a 2, ou seja, no caso de 1988, cujos

experimentos possuíam 10 repetições, foram obtidas cinco estimativas diferentes dos parâmetros de estabilidade. Já em 1992 quando utilizou-se 6 repetições, 3 estimativas foram obtidas.

Com essas estimativas foi realizada uma análise de variância (Tabela 9), sendo que a repetibilidade (r^2) foi estimada a partir destes componentes de variância, através da seguinte expressão :

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

onde:

T_p^2 : variância permanente;

σ_e^2 : variância ambiental.

TABELA 9. Esquema de análise de variância utilizado para estimar a variância permanente (T_p^2) e a variância ambiental (σ_e^2), para os coeficientes de regressão linear, coeficiente de determinação e o índice de estabilidade P_i .

FV	GL	QM	E(QM)
Repetição	$r - 1$	Q_1	-
Genótipo ¹	$g - 1$	Q_2	$\sigma_a^2 + rT_p^2$
Resíduo	$(g - 1)(r - 1)$	Q_3	σ_e^2
Total	$gr - 1$		

1. Como o efeito do genótipo é fixo, a variância permanente = $T_p^2 = \frac{Q_2 - Q_3}{r}$

3.8 Simulação do número de repetições

Com o objetivo de identificar o efeito do número de repetições dos experimentos, na precisão experimental foi realizada uma simulação envolvendo diferentes combinações de repetições. A metodologia foi semelhante a utilizada por Castro (1992).

Foram efetuadas diversas análises de variância individuais nos experimentos de maior e menor coeficiente de variação para os anos de 1988 e 1992. Considerando que em 1988, os experimentos possuíam 10 repetições, foram efetuadas $2^n - (n + 1)$ análises de variâncias individuais e $n - 1$ combinações, totalizando 1013 análises por experimento. De maneira análoga para os dados obtidos em 1992, com seis repetições, foram efetuadas 57 análises de variância.

4 RESULTADOS

Inicialmente é preciso salientar que no período foram conduzidos 75 experimentos envolvendo 36 localidades da região Nordeste, nos quais foram avaliadas 31 cultivares. Constatou-se que 16,1% e 35,1% dessas cultivares foram avaliadas durante um e dois anos respectivamente (Figura 4). Observa-se também que a cultivar CNPA Precoce I, foi o material mais avaliado, tendo permanecido nos experimentos por 10 anos. Destacaram-se também as cultivares CNPA 3H, CNPA 6H e IAC 20 que tiveram várias participações nos experimentos (Figura 5).

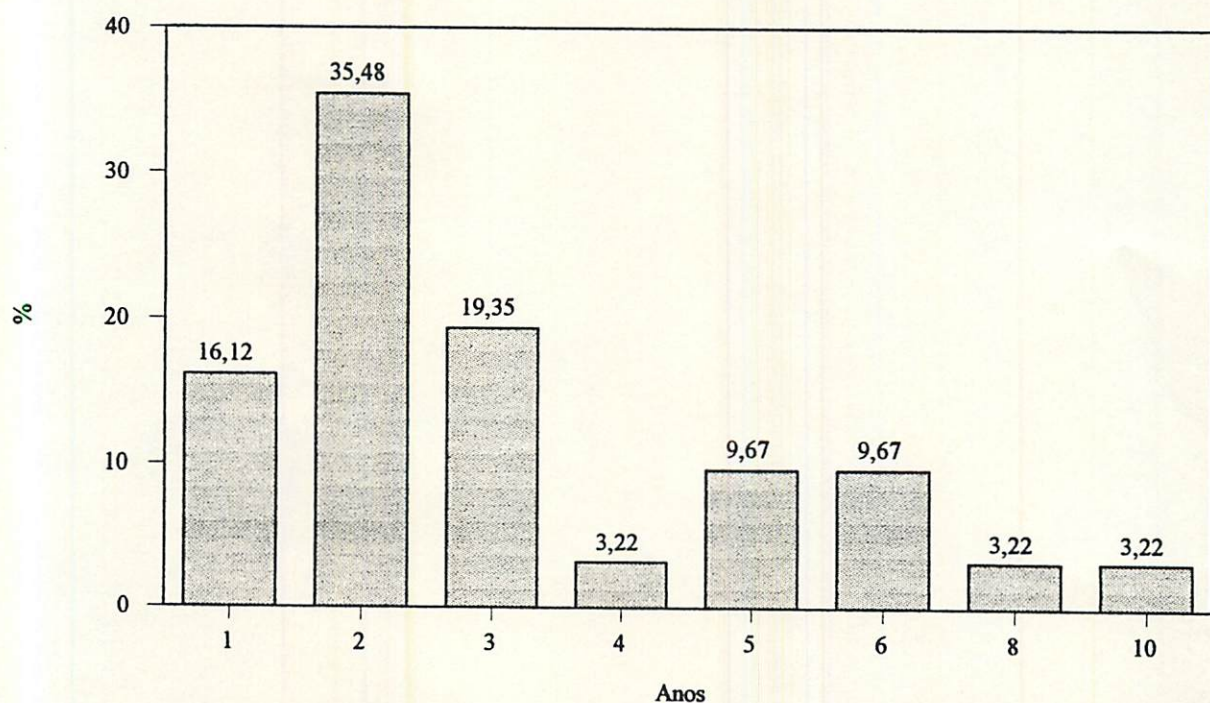


FIGURA 4. Participação relativa das cultivares em número de anos do experimento regional de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste no período de 1981 a 1992.

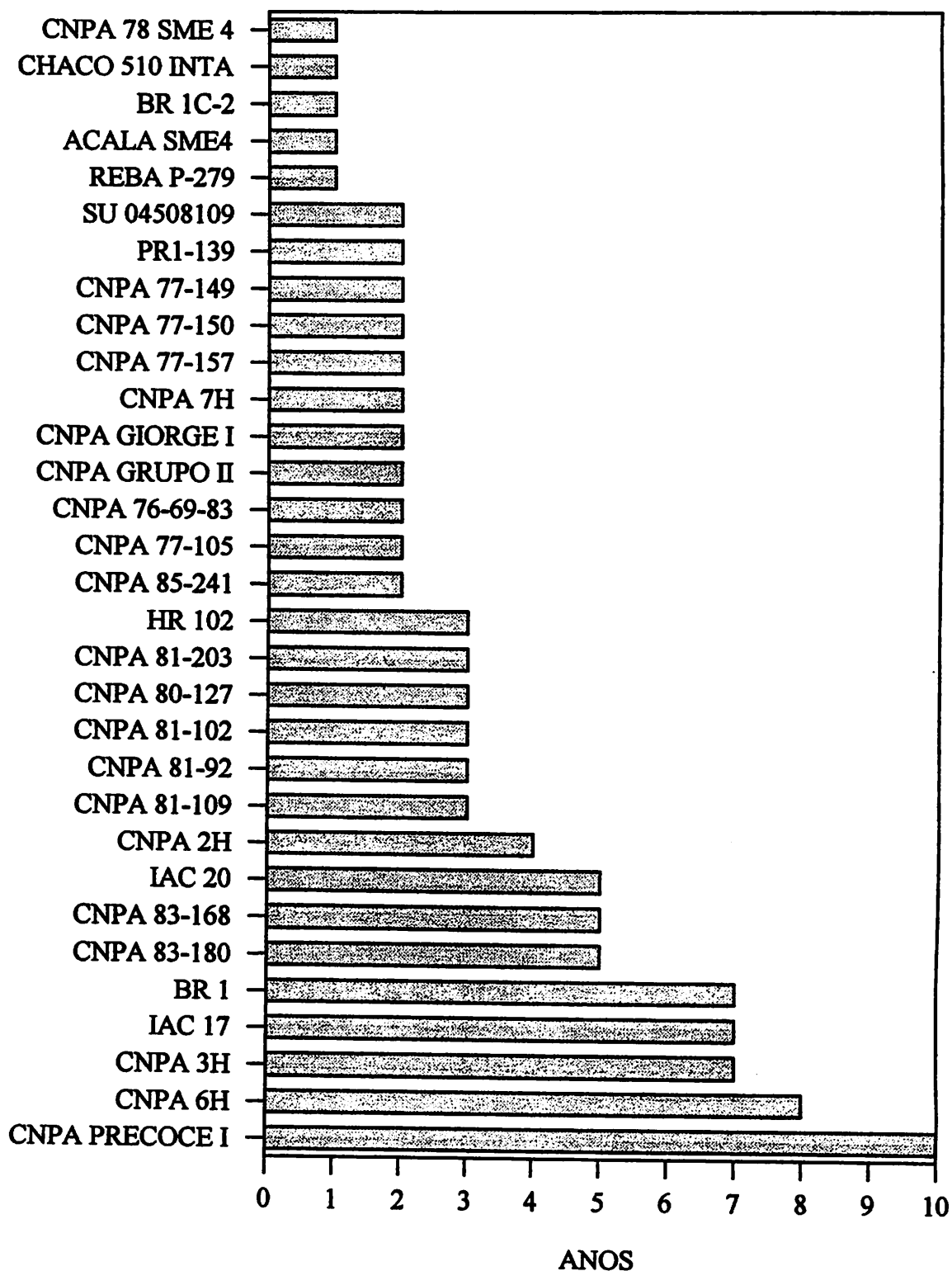


FIGURA 5. Participações das cultivares do experimento regional de algodão herbáceo em anos conduzido na região Nordeste no período de 1981 a 1992.

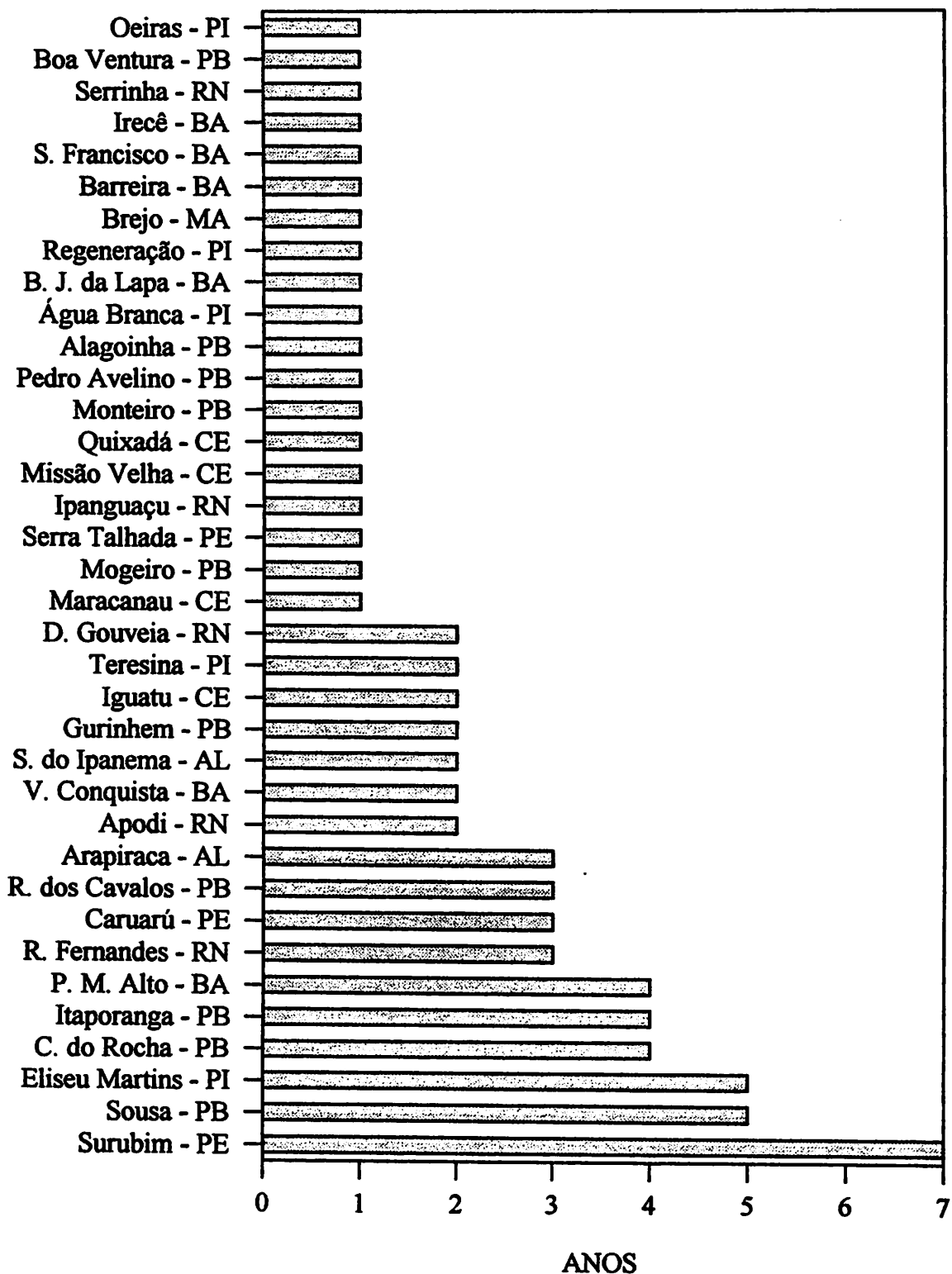


FIGURA 6. Número de vezes que os experimentos foram conduzidos nas diferentes localidades da região Nordeste, no período de 1981 a 1992.

Um fato que desperta atenção é a não concordância dos locais ao longo dos anos. Verifica-se que em 19 dentre os 36 locais, os experimentos foram conduzidos apenas uma vez. Sete locais foram incluídos apenas duas vezes. Surubim (PE) e Sousa (PB) destacaram-se como sendo os dois locais com maior número de experimentos, com sete e cinco participações respectivamente (Figura 6).

4.1 Análise de variância dos experimentos por local e conjunta

O resumo das análises de variância por local e as médias para o caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço dos experimentos regionais de 1981 a 1992 encontram-se nas Tabelas 1A a 12A do apêndice. A precisão dos experimentos avaliados através do coeficiente de variação (CVe%) variou de 7,3% (Eliseu Martins, 1991) a 55,1% (Catolé do Rocha, 1988). O CVe médio foi de 23,1%. Constatou-se também que 50,6% dos experimentos apresentaram CVe abaixo de 20% e 30,6% com CVe variando de 21 a 30%. Na Figura 7 é apresentada a distribuição de frequência do CVe médio por ano. Constata-se uma ampla variação entre os anos, sem que haja uma tendência de melhoria da precisão experimental no decorrer dos anos. Um questionamento relativo ao coeficiente de variação, como medida da precisão dos experimentos é que ele pode ser influenciado pela média. Maiores estimativas do CVe seriam obtidas em experimentos com menor média, e não necessariamente com menor erro experimental. No presente caso foi estimada a correlação (r) entre as médias e os CVe's, sendo obtido o valor de $r = -0,58^{**}$. Embora a correlação não tenha sido alta, constatou-se a associação entre a média e os CVe's, indicando que a comparação do CVe em experimentos diferentes deve ser feita com essa ressalva.

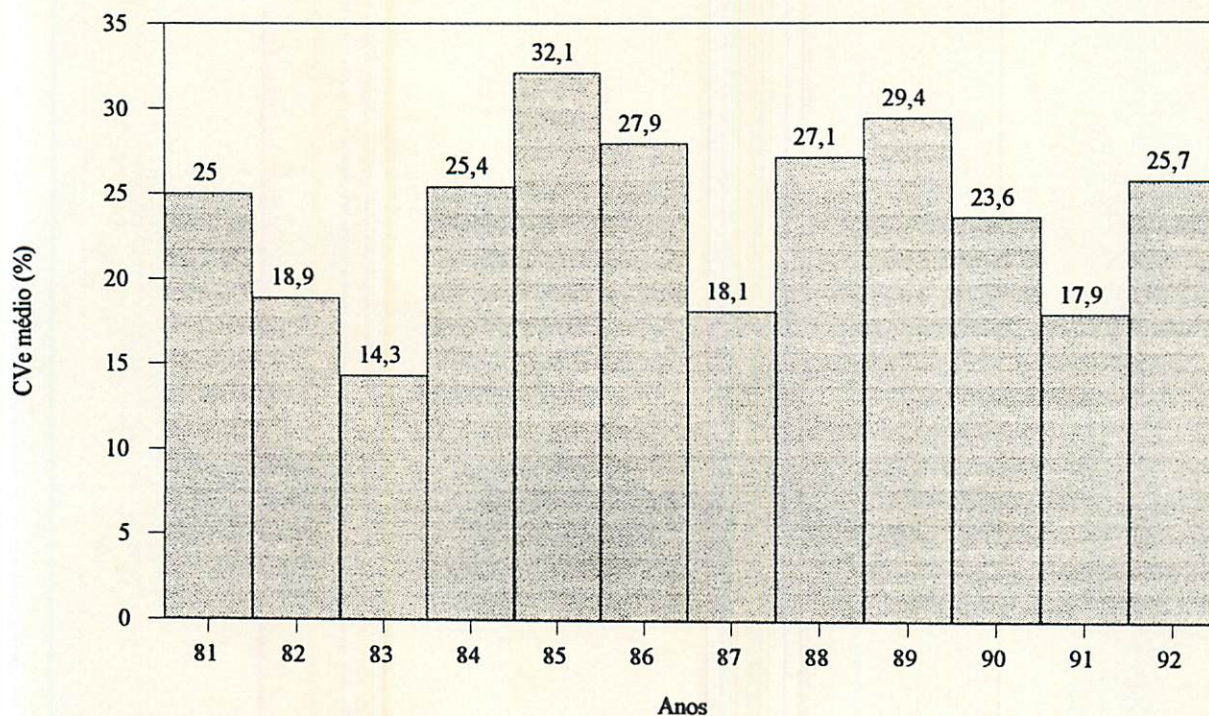


FIGURA 7. Distribuição de frequência do CVe médio(%) por ano dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste no período de 1981 a 1992.

Verifica-se que o teste F foi significativo para a produtividade média de algodão em caroço ($P \leq 0,05$ ou $0,01$) em 72% dos experimentos avaliados, indicando que de um modo geral foi possível detectar variação entre as cultivares avaliadas. Chama atenção que 33,3% dos experimentos em que o teste F não foi significativo, o coeficiente de variação experimental foi inferior a 20%. Pelo menos em princípio e ao contrário do que era esperado, a detecção de variabilidade entre as cultivares não esteve associada a baixa estimativa do CVe%.

Nota-se ainda, uma ampla variação em produtividade média entre anos e entre locais em um mesmo ano. A maior média (4767 kg/ha) foi obtida pela cultivar CNPA 83-180 no ano de 1991 em Eliseu Martins - PI e a menor (151 kg/ha) pela CNPA 3H em Itaporanga - PB em

1986. Como os locais foram variáveis entre os anos, não foi possível fazer nenhuma inferência sobre a tendência de produtividade ao longo dos anos.

Na análise de variância conjunta dos locais em cada ano, as fontes de variação cultivares, locais e interação cultivares (C) x locais (L), foram significativas ($P \leq 0,01$) em todos os anos, exceto cultivares em 1989 e a interação C x L em 1981 e 1991, indicando que de maneira geral, houve variação entre as cultivares e locais, sendo que o comportamento das cultivares não foi coincidente nos locais (Tabela 10). O coeficiente de variação oscilou de 15,3% em 1991 a 34,3% em 1986 e a produtividade média apresentou uma amplitude de variação de 907 kg/ha entre os anos.

Em algumas situações foi possível realizar análise conjunta envolvendo anos, por terem sido avaliadas as mesmas cultivares, nesses anos. Considerando que os locais dentro de um mesmo ano nem sempre eram os mesmos, na análise conjunta, os efeitos de anos e locais foram considerados indistintamente como ambientes. Dessa forma, foi realizada as análises conjuntas para os períodos de 1981 a 1982 (9 ambientes); 1985 a 1987 (14 ambientes); 1988 a 1990 e 1991 a 1992 com 21 ambientes (Tabelas 11 e 12). Constata-se que todas as fontes de variação foram significativas pelo teste F. No caso dos experimentos de 1991 a 1992, em que houve repetição das cultivares e de um maior número de locais, foi efetuada uma análise conjunta, decompondo o efeito de ambientes em locais e anos (Tabela 13). Verifica-se novamente que o teste F foi significativo ($P \leq 0,01$), exceto para as interações cultivares x anos e cultivares x anos x locais, constatando-se assim que pelo menos em princípio para este caso, a interação cultivar x locais foi mais expressiva que a interação cultivar x anos. Essa informação pode orientar os futuros experimentos a serem conduzidos na região.

TABELA 10. Resumo da análise de variância conjunta por ano para produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas nos experimentos regionais conduzidos na região Nordeste no período de 1981 a 1992.

Ano	Cultivares (C)			Locais (L)			C x L			Erro médio	Média	CVe (%)
	GL	QM CULT. (C)	GL	QM LOCAL (L)	GL	QM (C x L)	GL	QM (L)	GL			
1981	8	347572,87**	3	17948693,55**	24	152750,73 ns	224	113188,37	1349	24,94	19,16	
1982	8	462168,43**	4	9900237,82**	32	173209,08**	280	50684,73	1176	15,65	16,65	
1983	7	179659,30**	4	43653637,27**	28 (20) ¹	208537,86**	245 (158) ¹	69221,25	1580	20,96	20,96	
1984	7	120338,77**	3	22714551,74**	21	71710,14**	196	26697,82	779	30,03	31,29	
1985	8	499100,96**	2	78893677,81**	16 (13) ¹	303338,82*	168 (121) ¹	181583,46	1419	16,11	16,11	
1986	8	988288,57**	3	94485383,80**	24 (13) ¹	942075,40**	288 (125) ¹	124216,20	1126	20,40	21,65	
1987	8	674499,23**	6	70644349,54**	48 (36) ¹	36509,87**	504 (357) ¹	42677,35	1282	28,31	26,87	
1988	8	519240,40**	9	63693054,86**	72 (46) ¹	132490,60**	720 (444) ¹	70077,85	1298	15,29	15,29	
1989	8	63957,73 ns	5	8385642,69**	40	173370,25**	432	60141,07	866	21,65	21,65	
1990	8	605434,74**	4	87068802,00**	32	484427,28**	360	133345,68	1686	15,29	15,29	
1991	8	2362365,73**	10	68692678,30**	80 (71) ¹	226130,34 ns	440 (316) ¹	51314,67	1482	26,87	26,87	
1992	8	3858347,60**	9	52191161,54**	72 (43) ¹	506231,12**	400 (214) ¹	180141,24	1579			

** , * Significativo pelo teste F aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

ns : Não significativo

¹ Graus de liberdades ajustados.

TABELA 11. Resumo da análise de variância conjunta, envolvendo produtividade média de algodão em caroço (kg/ha), obtida nos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste nos períodos de 1981 a 1982 e 1985 a 1987.

FV	Período			
	1981 a 1982		1985 a 1987	
	GL	QM	GL	QM
Ambientes (A)	8	12284433,42**	13	52101828,70**
Cultivares (C)	8	432332,60**	8	1070016,33**
C x A	64 (47) ¹	191062,15**	140 (47) ¹	347504,61**
Erro médio	504 (356) ¹	78464,12	784 (382) ¹	94875,33

¹. Graus de liberdade ajustados.

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 12. Resumo da análise de variância conjunta, envolvendo produtividade média de algodão em caroço (kg/ha), obtida nos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste nos períodos de 1988 a 1990 e 1991 a 1992.

FV	Período			
	1988 a 1990		1991 a 1992	
	GL	QM	GL	QM
Ambientes(A)	20	56509323,67**	20	57852067,93**
Cultivares (C)	8	593522,10**	8	5915302,56**
C x A	160 (106) ¹	229604,32**	160 (68) ¹	357006,63**
Erro médio	1512 (954) ¹	82302,54	840 (346) ¹	113267,461**

¹. Graus de liberdade ajustados.

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

4.2 Estimativas dos parâmetros de estabilidade utilizando a regressão

Como constatou-se em todas as análises conjuntas (Tabelas 10, 11, 12 e 13), as fontes de variação cultivares x locais e cultivares x ambientes foram sempre significativas ($P \leq 0,01$), indicando que o comportamento das cultivares não foi coincidente nos vários ambientes e

locais justificando um estudo mais detalhado visando identificar as cultivares com maior estabilidade. Para isso, foram utilizados os métodos de Eberhart e Russell (1966) e Silva Barreto (1985) modificado por Cruz Torres e Vencovsky (1989), ambos baseados no uso da regressão. O primeiro foi aplicado nas análises em um único ano onde o número de ambientes era pequeno. Nos casos com 2 ou mais anos combinados com um número de ambientes igual ou superior a quatorze, utilizou-se o segundo método.

TABELA 13. Resumo da análise de variância conjunta de anos e locais, envolvendo a produtividade média de algodão em caroço (kg/ha), obtida nos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste no período de 1991 a 1992.

FV	GL	QM
Locais (L)	4	14599256,80**
Anos (A)	1	6611448,15**
Cultivares (C)	8	1245444,90**
L x A	4	5161231,80**
L x C	32	150919,00**
C x A	8	93184,12
C x A x L	32	96436,15
Resíduo	400	53892,55
Média	1064	-
CVe %	21,80	-

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Observou-se que de maneira geral a discriminação dos materiais avaliados, utilizando a metodologia de Eberhart e Russel (1966) a estimativa de $\hat{\beta}_i$ foi de um modo geral pequena, isto é, na maioria dos casos, o $\hat{\beta}_i$ das cultivares foi igual a 1,0. Fato semelhante foi

constatado para a estimativa de R^2 , que na maioria das situações foi superior a 90%. Contudo, mesmo assim algumas informações importantes foram obtidas (Tabelas 14 a 17).

A cultivar IAC 17, por exemplo, que participou dos experimentos de 1981 a 1987, nos anos de 1981, 1982 e 1987 foi a menos responsiva à melhoria do ambiente ($\hat{\beta}_1 < 1$) e em 1982, mostrou-se também ser a mais instável ou com o comportamento imprevisível, haja vista que a estimativa de R^2 foi baixa ($R^2 = 52,43\%$). Nos demais anos a estimativa de β_1 não diferiu da unidade e o R^2 foi superior a 90%. No período em que avaliou-se a IAC 17, a produtividade média dos experimentos ponderada pelo número de locais foi de 1261 kg/ha. Na mesma condição a cultivar apresentou uma produtividade média de 1293 kg/ha, ou seja, 3,4% acima da média geral, indicando que essa cultivar evidenciou uma adaptação acima da média no experimento de avaliação. É oportuno salientar entretanto, que esta cultivar comportou-se de maneira superior à média geral em apenas 3 dos 7 anos de participação nos experimentos. Isso até certo ponto indica que a IAC 17 apresentou um comportamento instável ao longo dos anos.

No mesmo período foi avaliada a cultivar BR-1, a qual só apresentou estimativa de β_1 diferente da unidade em 1986, quando obteve a menor produtividade média. Ao contrário da IAC 17, apresentou comportamento previsível, com a estimativa de R^2 sempre acima de 90%. Sua produtividade média no período foi de 1,3% abaixo da média geral dos experimentos. Em quatro dos sete locais avaliados, obteve uma produtividade média acima da média geral de cada ano (Tabelas 14, 16 e 17).

TABELA 14. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo conduzido na região Nordeste no período de 1981 e 1982.

Cultivares	1981				1992			
	Médias	%	$\hat{\beta}_1$	R ² (%)	Médias	%	$\hat{\beta}_1$	R ² (%)
BR-1	1377	102	1,08	99,29	1181	100	1,02	90,81
SU 0450-8909	1182	87	0,82	78,60	1021	86	1,22*	92,09
CNPA-3H	1499	111	1,23	99,56	1147	98	1,23*	97,02
CNPA 76-69-83	1336	83	1,17	97,78	1090	92	1,19	96,50
CNPA 77-149	1356	100	0,14	97,36	1214	103	1,06	92,10
CNPA 77-157	1356	100	1,02	96,95	1162	99	0,98	98,11
CNPA 77-150	1502	111	0,98	94,05	1202	102	1,00	96,85
PR-4139	1300	96	1,07	98,50	1144	97	0,86	90,07
IAC-17	1253	92	0,68*	96,62	1415	120	0,36**	52,43
Médias	1355				1175			
Nº de ambientes	4				5			

** , * : diferente de 1 pelo teste t, aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 15. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo no ano de 1983.

Cultivares	1983			
	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R ² (%)
Acala SME4	1507	95	0,93	96,72
BR-1	1545	98	0,92	95,91
CHACO 510	1667	106	1,08	99,61
CNPA-3H	1566	99	1,01	97,30
CNPA 77-105	1511	96	1,00	94,88
CNPA PRECOCE I	1541	98	1,03	99,72
IAC-17	1648	104	0,97	91,97
REBA P-279	1659	105	1,06	99,34
Médias	1580	—	—	—
Nº de ambientes	6	—	—	—

TABELA 16. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método de Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo conduzido na região Nordeste em 1984.

Cultivares	1984			
	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R ² (%)
CNPA-2H	835	107	0,95	97,86
CNPA-3H	836	107	1,18**	97,61
CNPA PRECOCE I	712	91	0,93	99,85
CNPA 77-105	736	94	0,91	99,04
CNPA 78-SME4	706	91	0,92	99,64
BR-1	850	109	1,06	98,58
BR1-C2	819	105	1,15**	99,77
IAC-17	738	95	0,91	99,60
Médias	779	—	—	—
Nº de ambientes	4	—	—	—

** Significativamente diferente de 1, pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

Com relação a cultivar CNPA-3H avaliada também no período de 1981 a 1987, constata-se que, em três anos (1982, 1984 e 1986), as estimativas de β_1 foram superiores a unidade, indicando ter sido responsiva à melhoria do ambiente. De modo análogo à BR-1, a estimativa do R² foi sempre superior a 95%, evidenciando a sua grande previsibilidade de comportamento. A sua produtividade média ponderada de algodão em caroço foi de 1310 kg/ha, o que correspondeu a 4,0% acima da média geral, sendo portanto, um material com adaptação relativa superior as duas anteriores.

A cultivar CNPA Precoce I, participou de 66 dos 75 experimentos de 1983 a 1992. É um material recomendado e de grande aceitação na região Nordeste. Em quatro dos dez anos (1987, 1988, 1990 e 1991) de avaliação, esta cultivar apresentou $\hat{\beta}_1$ menor que 1 (Tabelas 17, 18 e 19). Tais resultados no conceito de Eberhart e Russell (1966) indicam que nesses anos, em

TABELA 17. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método de Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo conduzido na região Nordeste em 1985, 1986 e 1987.

Cultivares	1985				1986				1987			
	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R ² (%)	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R ² (%)	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R ² (%)
CNPA-2H	1348	95	1,04	95,55	1172	104	1,15**	99,20	1296	101	1,01	98,50
CNPA-3H	1423	100	1,10	99,27	1242	110	1,37**	98,54	1362	106	1,00	98,47
CNPA 81-109	1555	110	1,16	99,70	928	82	0,80**	99,98	1280	94	1,04	99,54
CNPA-6H	1504	106	1,08	99,89	1229	109	1,08	99,96	1381	108	1,04	99,93
CNPA PRECOCE I	1486	105	0,95	96,09	1131	100	1,07	99,93	1253	98	0,94*	96,45
BR-1	1500	106	1,01	98,95	839	75	0,48**	90,96	1303	102	1,05	99,02
CNPA 81-209	1473	104	1,10	99,96	1301	116	1,24**	99,69	1344	105	1,00	99,87
IAC-17	1408	99	0,92	99,98	1244	110	1,10	99,80	1271	94	0,90**	97,40
HR-102	1071	75	0,62**	99,83	1051	93	0,72**	95,83	1047	82	1,00	98,51
Médias	1419				1126				1282			
Nº de ambientes	3				4				7			

** , * Significativamente diferente de 1, pelo teste "t" aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 18. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo no período de 1988 a 1990.

Cultivares	1988				1989				1990			
	Média	%	β_1	R^2	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R^2	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R^2
CNPA 83-168	1213	93	0,96	98,20	821	95	0,80	78,35	1723	102	0,95	98,76
CNPA 83-180	1364	105	1,03	98,20	859	99	1,11	95,19	1815	108	0,96	97,75
CNPA 6H	1359	105	1,07**	99,20	896	103	1,16	99,58	1791	103	0,93	97,55
CNPA 81-202	1257	97	0,91**	99,50	890	103	1,00	81,14	1807	107	1,06	98,76
CNPA 81-92	1279	99	0,99	99,60	824	95	1,10	98,62	1701	101	0,90	97,90
CNPA 80-227	1268	98	1,00	99,44	916	106	1,12	90,14	1612	96	1,01	98,60
IAC-20	1381	106	1,05	99,60	864	100	0,85	85,99	1726	102	1,10	97,89
CNPA PRECOCE I	1191	92	0,83**	97,21	844	97	0,82	64,21	1486	88	0,82**	95,02
CNPA 3H	1367	105	1,12**	99,11	881	102	1,03	83,93	1586	93	1,22**	92,28
Média	1298				866				1686			
Nº de ambientes	10				6				5			

** Significativamente diferente de 1, pelo teste t ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 19. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966) do experimento regional de algodão herbáceo no período de 1991 a 1992.

Cultivares	1991				1992			
	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R^2	Média	%	$\hat{\beta}_1$	R^2
CNPA 85-241	1533	103	1,04	98,97	1764	112	1,18**	96,38
CNPA 83-180	1549	105	1,07*	99,00	1626	103	1,05	98,92
CNPA 6H	1614	109	1,04	98,70	1712	108	1,15*	96,88
CNPA 7H	1657	112	1,06*	98,98	1697	107	0,99	98,04
CNPA 83-178	1515	102	1,05*	99,41	1695	107	1,08	97,65
CNPA GIORGE I	1003	68	0,72**	95,75	939	59	0,44**	73,87
IAC-20	1486	100	0,98	99,72	1695	107	1,11	98,36
CNPA PRECOCE I	1478	100	0,94*	97,32	1630	103	0,96	94,22
CNPA GRUPO II	1499	101	1,05*	98,40	1474	93	0,99	99,20
Média	1482				1581			
Nº de ambientes	11				10			

** e * Significativamente diferente de um, pelo teste t aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

relação as demais cultivares, a CNPA Precoce I apresentou adaptabilidade específica para as condições adversas. As suas estimativas de R^2 foram sempre altas, evidenciando uma alta previsibilidade de comportamento ou estabilidade. Merece destaque o fato de que em apenas 2 anos, a 'CNPA Precoce I' apresentou produtividade acima da média geral do experimento.

Uma outra cultivar recomendada para a região é a CNPA-6H, a qual foi avaliada durante 8 anos de 1985 a 1992 (Tabelas 17, 18 e 19). Em apenas 2 anos esta cultivar apresentou estimativa de β_1 diferente de 1. Porém, ao contrário da CNPA Precoce I, a estimativa de β_1 foi superior a 1. Dessa forma, nesses anos, mostrou ser uma cultivar adaptada às condições mais favoráveis. Também apresentou uma grande previsibilidade de comportamento ao longo dos anos (R^2 acima de 0,90). Chama atenção o fato de estar sempre entre os materiais mais produtivos, pois em todos anos apresentou desempenho acima da média, com uma média ponderada de 1458 kg/ha, o que corresponde a 6,8% acima da média geral no período.

Já a cultivar CNPA 83-180, avaliada no período de 1988 a 1992 apresentou as estimativas de β_1 iguais à unidade em 3 anos de avaliação, sendo que em 1991 mostrou um comportamento responsivo à melhoria do ambiente. A sua adaptabilidade foi considerada alta, com um desempenho superior à média dos experimentos (Tabelas 18 e 19).

Verifica-se ainda que a cultivar CNPA 7H, lançada em 1994, apresentou um comportamento superior à média dos experimentos, com estimativas de β_1 iguais ou superiores à unidade, indicando no segundo caso que é um material responsivo à melhoria do ambiente. A sua previsibilidade também foi alta com valores acima de 98% (Tabela 19).

Ao contrário da CNPA 7H, a cultivar CNPA George I, testada em 1991 e 1992, foi a menos responsiva à melhoria do ambiente ($\hat{\beta}_1 < 1$) e com a produtividade sempre abaixo da média dos experimentos indicando uma menor adaptabilidade desta cultivar.

Merece destaque também, o material introduzido a IAC-20, que foi utilizado como testemunha no período de 1987 a 1992. Essa cultivar apresentou estimativa de β_1 igual a 1 em todos os anos e sua produtividade foi semelhante à média dos experimentos na maioria dos anos em que foi avaliada.

Dada a repetição das cultivares nos períodos de 1985 a 1987, 1988 a 1990 e 1991 a 1992, foi possível estimar os parâmetros de estabilidade para esses períodos considerando os efeitos de anos e locais indistintamente como ambientes. Nesse caso, como o número de ambientes foi maior, tornou-se possível a aplicação da metodologia de Cruz Torres e Vencovsky (1989). Como no período de 1991 e 1992 a estimativa de β_{2i} não diferiu de zero, não se justificou a aplicação dessa metodologia. Conforme preconizam os próprios autores, por essa razão os resultados não foram apresentados. Dessa forma são relatados apenas os resultados referentes a 1985 a 1987 e 1988 a 1990 (Tabelas 20 e 21).

Por essa metodologia a estimativa de β_1 avalia a resposta da cultivar nos ambientes desfavoráveis. Nesse contexto, no período de 1988 a 1990 a 'CNPA Precoce I' apresentou $\hat{\beta}_1$ menor que 1. O mesmo fato foi observado para as cultivares HR-102 e BR-1 em 1985 a 1987, sendo consideradas adaptadas às condições adversas. Contudo as produtividades médias foram baixas, com as menores estimativas de β_0 . Comportamento diferente tiveram a 'CNPA 3H' e 'CNPA 81-203', em 1985 a 1987, e 'CNPA 3H' e 'CNPA 81-180', em 1988 a 1990, que apresentaram $\hat{\beta}_1$ superior à unidade, isto é, comportaram-se como responsivas nos ambientes desfavoráveis, o que é desvantajoso. As demais estimativas de β_1 não diferiram da unidade (Tabelas 20 e 21).

TABELA 20. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Silva e Barreto (1985) modificado por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade (kg/ha) de algodão em caroço do experimento regional conduzido na região Nordeste no período de 1985 a 1987.

Cultivares	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	R ² (%)
CNPA-2H	1245	1,04	1,23*	98,59
CNPA-3H	1340	1,11**	1,35**	93,97
CNPA 81-109	1204	1,00	0,96 ^{ns}	94,93
CNPA-6H	1323	1,05	1,12 ^{ns}	99,79
CNPA PRECOCE I	1230	1,03	0,62**	98,79
BR-1	1186	0,90**	0,81 ^{ns}	87,65
CNPA 81-203	1326	1,08**	1,10 ^{ns}	99,09
IAC-17	1276	0,97	0,80 ^{ns}	97,58
HR-102	1029	0,78**	0,98 ^{ns}	93,47
Médias	1240	—	—	—
Nº de ambientes	14	—	—	—

** e * Significativamente diferente de um, pelo teste “t” aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 21. Estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo o método proposto por Silva e Barreto (1985) modificado por Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade (kg/ha) de algodão em caroço do experimento regional conduzido na região Nordeste no período de 1988 a 1990.

Cultivares	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	R ² (%)
CNPA 83-168	1222	0,99	0,84*	98,32
CNPA 83-180	1327	1,06*	0,77**	98,64
CNPA-6H	1318	1,05	0,84*	98,63
CNPA 81-202	1283	1,00	0,94	97,34
CNPA 81-92	1197	1,01	0,81*	92,89
CNPA 80-227	1249	0,98	1,09	98,49
IAC-20	1315	1,03	1,29**	98,90
CNPA PRECOCE I	1162	0,81**	0,87	94,42
CNPA-3H	1276	1,05*	1,52**	95,70
Média	1261	—	—	—
Nº de ambientes	21	—	—	—

** e * Significativamente diferente de um, pelo teste “t” aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A estimativa de $\beta_1 + \beta_2$ avalia a resposta nos ambientes favoráveis. Nesse caso, quanto maior a estimativa, mais responsivo é o material à melhoria do ambiente. As cultivares que atenderam a esse requisito no período de 1985 a 1987 foram as cultivares CNPA 2H e CNPA 3H e em 1988 a 1990, novamente a CNPA 3H e a IAC-20. Constatou-se também que várias cultivares apresentaram $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ inferior a 1,0, indicando que quando houve melhoria do ambiente, elas apresentaram desempenho abaixo da média, não sendo responsivas à melhoria do ambiente (Tabela 21).

4.3 Estimação dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Lin e Binns (1988a)

A metodologia de avaliação da estabilidade de Lin e Binns (1988) foi aplicada aos experimentos conduzidos em 1991 e 1992 (Tabela 22). A mesma estima o índice de estabilidade (P_i), que é o desvio da cultivar i em relação ao material de desempenho máximo em cada ambiente. Portanto, quanto menor P_i mais adaptada será a cultivar. Em 1991 as menores estimativas de P_i foram das cultivares CNPA 6H e CNPA 7H. Em 1992, CNPA 85-241 e novamente CNPA 6H. Logo, essas são as cultivares mais adaptadas, porque em diversos locais apresentaram o menor desvio em relação ao desempenho máximo. O contrário ocorreu com a cultivar CNPA George I, em ambos os anos, indicando ser a menos adaptada.

Essa metodologia possibilita também o desdobramento da estimativa de P_i , em dois componentes, ou seja, o seu desvio genético, e o desvio da interação genótipo \times ambiente, sendo que a segunda parte é a mais importante. Novamente verifica-se que a 'CNPA George I', foi o material que mais contribuiu para a interação (Tabela 22).

TABELA 22. Estimativas dos parâmetros de estabilidade propostas por Lin e Binns (1988) para o caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço dos experimentos regionais conduzidos no Nordeste, 1991 e 1992.

Ano	Cultivar	Média	P/1000	Desvio		Contribuição para a interação (%)
				Genético	Interação	
1991	CNPA 6H	1613	10,00	6,33	3,67	2,10
	CNPA 7H	1656	11,33	2,41	8,91	5,10
	CNPA 83-178	1515	26,53	22,31	4,21	2,40
	CNPA 85-241	1533	30,01	18,60	11,41	6,52
	CNPA 83-180	1548	30,74	15,74	14,99	8,56
	IAC-20	1485	33,96	28,96	4,94	2,82
	CNPA GRUPO II	1499	42,14	25,79	16,35	9,34
	CNPA PRECOCE I	1478	51,88	30,77	21,10	12,05
	CNPA GIORGE I	1002	351,31	261,92	89,39	51,08
1992	CNPA 85-241	1764	34,81	17,74	17,07	3,5
	CNPA 6H	1712	49,73	28,90	20,83	4,3
	IAC-20	1695	52,33	33,15	19,18	3,9
	CNPA 7H	1697	53,59	32,66	20,93	4,3
	CNPA 83-178	1694	55,42	33,19	22,23	4,6
	CNPA 83-180	1626	73,40	53,26	20,14	4,1
	CNPA PRECOCE I	1630	104,24	52,07	52,17	10,7
	CNPA GRUPO II	1474	142,39	114,43	27,96	5,7
	CNPA GIORGE I	939	799,34	513,51	285,83	58,7

Foi calculada a correlação classificatória de Spearman entre a estimativa de P_i e o β_i de Eberhart e Russell, nos dois anos mencionados (Tabelas 19 e 22). Obteve-se o valor de $r = -0,55$ para 1991 e $-0,93$ para 1992 indicando que para 1992 as duas estimativas, pelo menos nesse caso, foram bem coincidentes.

4.4 Estimação da repetibilidade dos parâmetros de estabilidade

Um aspecto importante no estudo da interação é verificar se os parâmetros que avaliam a adaptabilidade e estabilidade são herdáveis e assim verificar a possibilidade de sucesso

na seleção para esses caracteres. Com esse objetivo, neste trabalho estimou-se a repetibilidade dos parâmetros, de alguns dos experimentos, estando os resultados apresentados nas Tabelas 23 e 24. Verifica-se que nos anos de 1991 e 1992 a repetibilidade foi alta, tanto para as estimativas β_1 e R^2 como para o P_i . Já no período de 1985 a 1987 quando se utilizou o método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), as estimativas da repetibilidade dos parâmetros de estabilidade não foram tão expressivas, embora os valores possam ser considerados altos. Essas estimativas de repetibilidade possibilitam inferir que esses parâmetros devem ser herdáveis e permitem antever a possibilidade de sucesso com a seleção.

TABELA 23. Resumo da análise de variância e repetibilidade (r^2) dos parâmetros de estabilidade¹ $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ e R^2 para o caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço, considerando os pares de repetições para os experimentos agrupados de 1985 a 1987 e 1988 a 1990.

	Anos							
	85 a 87				88 a 90			
	GL	QM			GL	QM		
	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	R^2		$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$	R^2	
Repetição	3	0,023	0,102	61,690	4	0,018	0,00	10,179
Cultivares	8	0,076*	0,134	76,957**	8	0,048	0,139**	30,090**
Erro	24	0,031	0,079	17,468	32	0,022	0,037	6,662
CV%		18,20	25,94	4,52		15,06	19,22	2,74
r^2		0,59	0,41	0,77		0,54	0,73	0,80
Nº de ambientes	14				21			

** e * Significativamente diferente de um, pelo teste F aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

^{1/} Metodologia de Silva Barreto (1985) modificado por Cruz, Torres e Vencovsky (1989).

TABELA 24. Resumo da análise de variância e repetibilidade (r^2) dos parâmetros de estabilidade¹ $\hat{\beta}_1$, R^2 e P_i , para o caráter produtividade (kg/ha) de algodão em caroço de cultivares do experimento regional no período de 1991 e 1992.

FV	GL	1991			1992		
		QM			QM		
		$\hat{\beta}_1$	R^2	P_i	$\hat{\beta}_1$	R^2	P_i
Repetição	2	0,00	1,357	654,011	0,000	6,26	4303,90
Cultivares	8	0,037**	6,327**	42718,590**	0,142*	175,903**	215563,79**
Erro	186	0,002	1,802	511,55	0,008	42,66	3602,84
CV%		4,74	1,38	23,02	9,06	7,16	25,8
r^2		0,94	0,71	0,95	0,94	0,75	0,98

** Significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

^{1/} Metodologia de Eberhart e Russell (1966) e Lin e Binns (1988).

4.5 Efeito do número de repetições na precisão dos experimentos

O efeito do número de repetições foi avaliado em duas situações, ou seja, a partir dos experimentos com 10 repetições ou com 6 repetições. Em ambos os casos foram selecionados os experimentos com maior e menor CVe. No caso de 10 repetições os experimentos utilizados foram de Catolé do Rocha em 1988 (CVe = 55,1%) e o de Alagoinhas (CVe = 9,5%). Já com 6 repetições foram os experimentos de Monteiro 1992 (CVe = 37,8%) e de Catolé do Rocha também no mesmo ano (CVe = 13,3%). Verificou-se que na média as estimativas dos CVe's foram semelhantes. Houve uma maior amplitude de variação, como era esperado para os experimentos contendo o menor número de repetições. Por exemplo, no experimento de Alagoinhas - PB, de maior precisão (CVe = 9,5%), a estimativa de CVe variou de 5,3 a 14,9%, enquanto que para o experimento de Catolé do Rocha - PB, de maior CVe, a estimativa oscilou de 13 a 90%. Com o aumento no número de repetições a amplitude de variação dos CVe's reduz acentuadamente. Em Alagoinhas, por exemplo, com 2 repetições, a

amplitude de variação do CVe foi de 104% do CV médio, ao passo que com 3 repetições esse valor passou para 86% (Figuras 8, 9, 10 e 11).

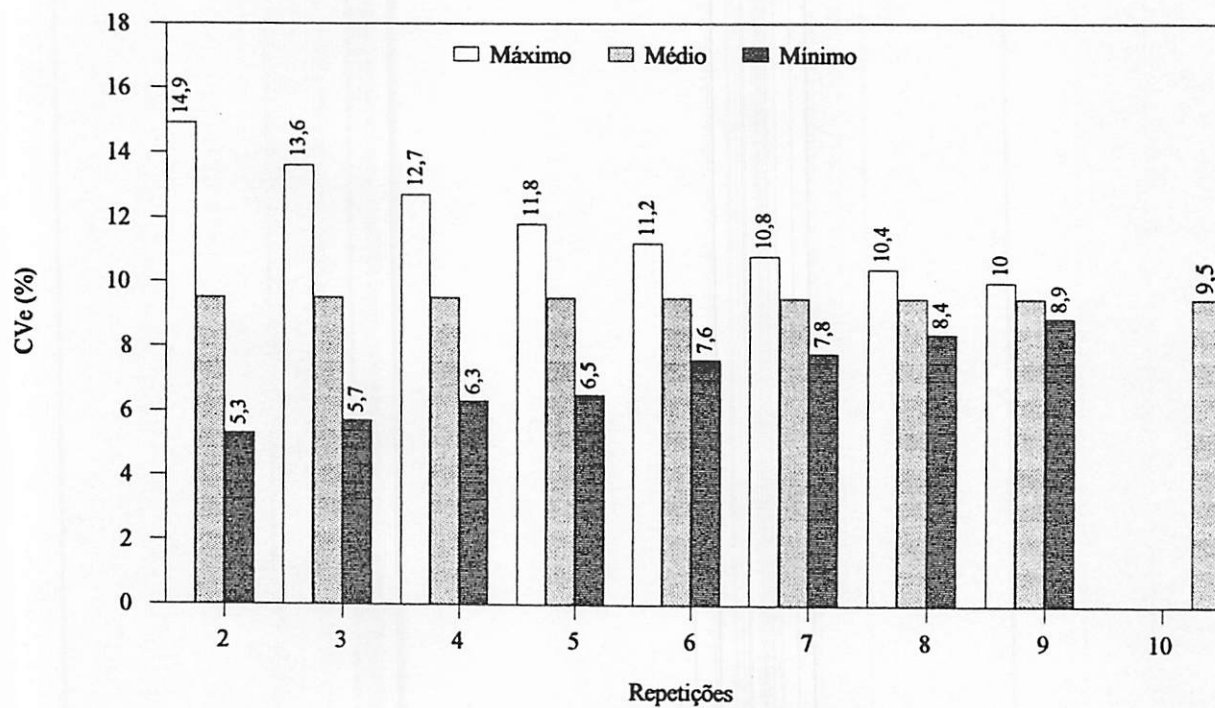


FIGURA 8. Estimativas dos valores máximos médios e mínimos do coeficiente de variação experimental (CVe %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha) com diferentes números de repetições, Alagoinha-PB, 1988.

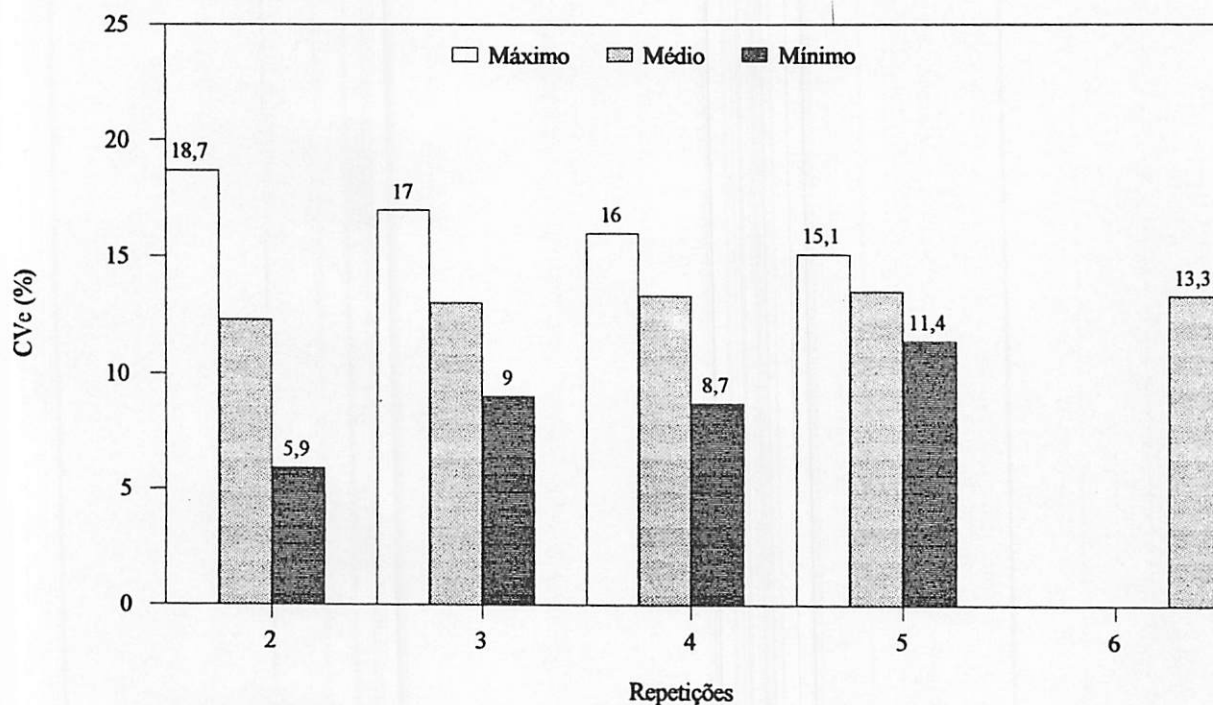


FIGURA 9. Estimativas dos valores máximos, médios e mínimos de coeficiente de variação experimental (CVe %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha) com diferentes números de repetições, Catolé do Rocha-PB, 1992.

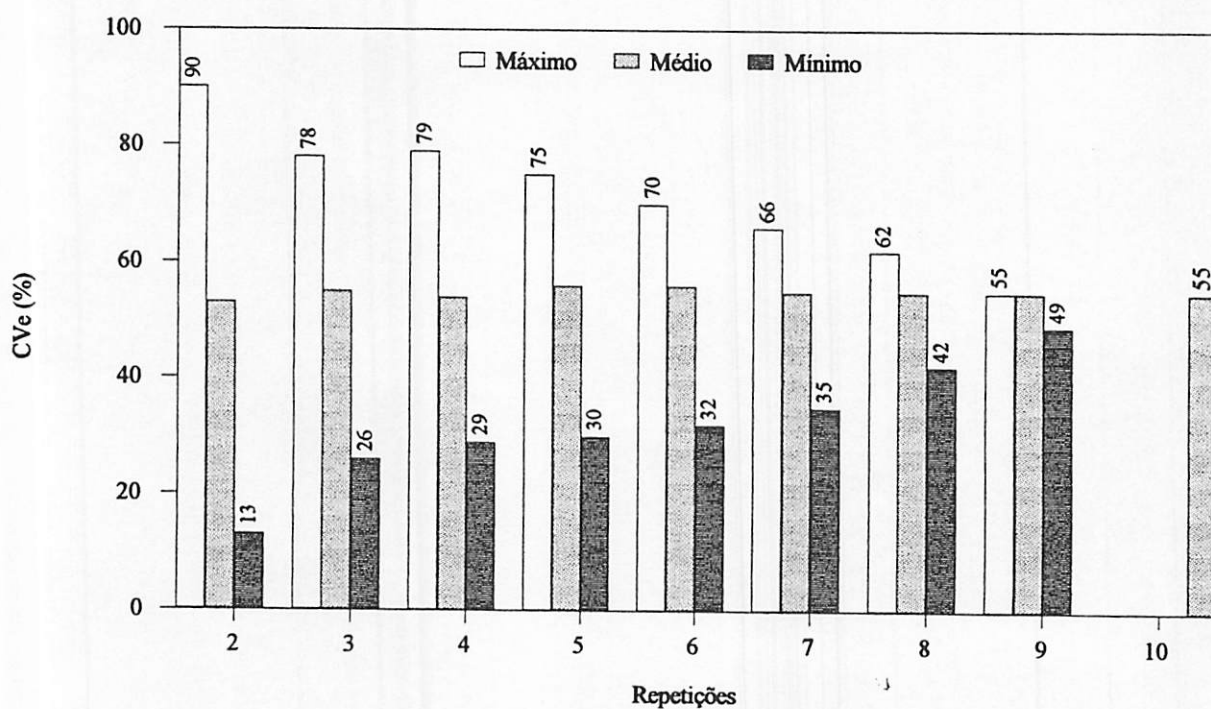


FIGURA 10. Estimativas dos valores máximos, médios e mínimos do coeficiente de variação experimental (CVe %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha), com diferentes números de repetições, Catolé do Rocha-PB, 1988.

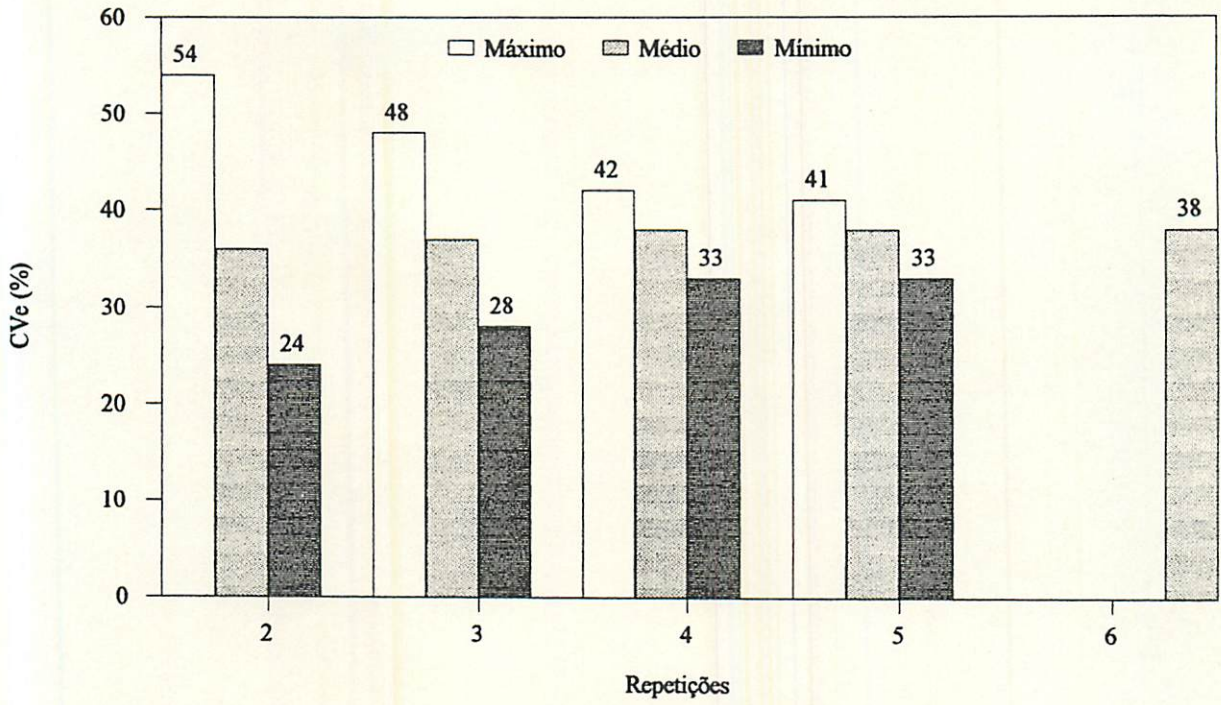


FIGURA 11. Estimativas dos valores máximos, médios e mínimos do coeficiente de variação experimental (Cv %) para produtividade média de algodão em caroço (Kg/ha) com diferentes números de repetições, Monteiro-PB, 1992.

5 DISCUSSÃO

A principal etapa em qualquer programa de melhoramento é a fase de avaliação de cultivares, visando a recomendação aos agricultores. É a última etapa do melhoramento e as possíveis falhas devem ser mínimas. O melhorista deve estar consciente de que o material que está sendo recomendado é o melhor que possui. Erros nessa etapa não só causam frustração ao melhorista como pode colocar o órgão em que trabalha em descrédito com a comunidade agrícola, além dos prejuízos financeiros que podem causar às instituições e aos agricultores.

Por todos esses fatos a avaliação de cultivares deve merecer atenção especial dos melhoristas, particularmente nas condições da região Nordeste, onde a instabilidade climática associada à diversidade dos sistemas de produção, contribui para que as condições de cultivo sejam muito discrepantes. Nessa condição é esperada uma forte interação genótipo \times ambiente.

Quando ocorre esta interação é necessário que o melhorista conduza seus experimentos de recomendação de cultivares em um grande número de ambientes - locais e anos, para que ele possa estimar a magnitude da interação e então, procurar estratégias para atenuar o seu efeito. No caso dos experimentos de avaliação de cultivares de algodão conduzidos no período de 1981 a 1992, estiveram envolvidos 36 locais. Merece destacar, que apesar do grande número de locais, mais de 50% deles participaram apenas uma vez. Somente em Surubim (PE) e Sousa (PB) houve uma maior frequência de experimentos (Figura 6). Essa foi a principal dificuldade desse trabalho. Seria importante que em trabalhos futuros fosse realizada uma

escolha mais criteriosa dos locais sobretudo no que se refere a possibilidade de continuidade dos experimentos nos sucessivos anos.

Nos 12 anos em que foram avaliados os experimentos regionais, estiveram envolvidas 31 cultivares. Esse número é pequeno, quando comparado com programas de melhoramento desenvolvidos com outras culturas (Soares, 1993; Abreu et al., 1994 e Vencovsky et al., 1988).

Por algumas razões, seria importante associar a escolha dos locais à avaliação de um maior número de cultivares. A primeira é que até certo ponto, quanto maior o número de cultivares, maior é a probabilidade de se identificar uma com desempenho superior. A segunda é o custo financeiro da avaliação de cada cultivar que é inversamente proporcional ao número de materiais avaliados, pois nos experimentos de avaliação de cultivares os principais componentes do custo são o transporte e o tempo do melhorista, os quais são fatores independentes do número de cultivares a serem avaliadas. Uma terceira razão é a restrição na aplicação de certos métodos que avaliam estabilidade, como será comentado posteriormente, quando se utiliza um menor número de cultivares.

Ao que tudo indica o número de cultivares avaliados nos experimentos de recomendação deve ser de 20 a 25. É importante a inclusão sempre de pelo menos três testemunhas. O uso dessas testemunhas torna as comparações mais fáceis e possibilita a estimativa do ganho genético (Soares, 1992 e Abreu et al., 1994).

Embora a interação genótipo \times ano não tenha sido da mesma magnitude da interação genótipos \times locais, ela foi expressiva (Tabela 13). Isso implica que qualquer material, antes de ter seu descarte efetivo, deve ser avaliado por um maior número de anos consecutivos. Neste trabalho, 16,12% das cultivares foram avaliadas por apenas 1 ano e descartadas no ano

seguinte. Seria importante que no futuro esse tempo de permanência da cultivar no experimento fosse pesquisado. Contudo, a princípio, três anos é uma boa opção. Como já mencionado, a decisão sobre qual ou quais cultivares serão recomendadas exige uma grande precisão na avaliação.

A alternativa comumente utilizada como indicador da precisão é a estimativa do coeficiente de variação experimental (CVe%). Neste trabalho houve uma enorme variação nas estimativas do CVe, pois a amplitude de variação foi de 47,61%, indicando a grande heterogeneidade na forma de condução desses experimentos. Esperava-se que com o decorrer dos anos a precisão experimental fosse melhorada, entretanto, tal fato não foi observado. Há uma necessidade de que esforços sejam feitos no sentido de reduzir o CVe, sobretudo porque com a evolução do programa de melhoramento do algodão, será necessário detectar diferenças cada vez menores entre os materiais avaliados. A estimativa do CVe médio foi de 23,1%, valor superior ao relatado em um levantamento realizado por Estefanel (1987) que encontrou um CVe médio de 14,61% nos experimentos com a cultura do algodoeiro. Contudo, valores semelhantes ao desse trabalho foram obtidos em experimento conduzido por Santana (1982) na região Nordeste. Entretanto é consenso entre os melhoristas nordestinos, que a estimativa do CVe de 30% é considerado aceitável para a cultura do algodoeiro.

Em decorrência da baixa precisão de muitos experimentos conduzidos com o algodoeiro conduzidos no Nordeste, optou-se sempre pelo uso de 6 ou mais repetições. Esse número está acima do que é normalmente utilizado em outras culturas (Soares, 1992; Abreu et al., 1994; Torres, 1988; Bonato, 1978). Considerando que o erro padrão da média [$s(\hat{m})$] é fornecido por s/\sqrt{r} (Steel e Torrie, 1980), é fácil observar que quanto maior o número de repetições, mais precisa é a estimativa da média. Contudo a vantagem do aumento do número de

repetições nem sempre compensa os gastos adicionais. Por isso foi simulado o efeito do número de repetições na estimativa do CVe de alguns experimentos. Chama atenção, a grande amplitude de variação quando se compara os valores máximos e mínimos quando se utilizou duas repetições (Figuras 8, 9, 10 e 11). Isso reflete a heterogeneidade entre os blocos. Entretanto, observou-se, que para os ensaios de menor CVe ao passar de 3 para 6 e 10 repetições respectivamente, as diferenças nas estimativas do CVe foram pequenas (Figuras 8 e 9). Resultados semelhantes foram obtidos por Castro (1992) com a cultura do eucalipto. Depreende-se que o simples fato de se utilizar um grande número de repetições, não é suficiente para garantir uma boa precisão. É necessária a escolha criteriosa da área experimental aliada a uma eficiente condução do experimento.

Considerando que no futuro os experimentos deverão envolver um maior número de cultivares, o número de repetições não necessariamente deverá ser superior a 3 ou 4 e sempre que possível o delineamento deve ser o de blocos incompletos, de preferência os látices, que possibilitam isolar pelo menos em parte a heterogeneidade dentro das repetições (Cochran e Cox, 1957).

Um outro aspecto a ser focado é que nos experimentos de avaliação de cultivares, a análise dos dados não deve terminar com a análise de variância. É necessário sobretudo procurar alternativas para atenuar o efeito da interação cultivares \times ambientes. A principal delas, sobretudo sob condições discrepantes de ambientes, é verificar se existe variação entre as cultivares com relação a estabilidade. Nas condições do Nordeste é importante que sejam recomendadas cultivares mais estáveis quanto possíveis. Neste contexto, já foram desenvolvidos alguns trabalhos (Moreira et al., 1983; Santana, Cavalcanti e Santos, 1983).

Na obtenção das estimativas dos parâmetros de estabilidade, usando regressão, foram encontradas algumas dificuldades. A principal delas foi o pequeno número de locais e a não continuidade dos mesmos ao longo dos anos, como já mencionado. A outra foi o pequeno número de cultivares avaliadas em cada experimento. Quando se emprega a regressão é normalmente usado como índice ambiental a média geral do experimento. Para se utilizar essa metodologia há necessidade que ocorra independência entre o desempenho de cada cultivar e a média geral (Crossa, 1990; Lin, Binns e Lefkovich, 1986; Wescott, 1986). Quando o número de cultivares é pequeno, cada uma delas tem efeito pronunciado na média, e a independência deixa de ocorrer.

Nesses casos a opção seria utilizar como índice ambiental o desempenho médio de cultivares testemunhas (Ferreira, Ramalho e Abreu, 1992 e Soares, 1993). A principal dificuldade está na escolha dessas testemunhas (Becker e Leon, 1988). Esse problema pode ser solucionado colocando nos experimentos 2 a 3 cultivares que já são recomendadas na região. Nessa condição o índice ambiental estará bem avaliado. Inclusive na cultura do algodão essa estratégia foi utilizada, sendo considerada como índice ambiental a produtividade média de 3 cultivares testemunhas (Bilbro e Ray, 1976). Entretanto, no presente trabalho, não foi possível a utilização desta alternativa devido a substituição periódica das testemunhas ao longo dos anos.

Uma outra dificuldade na avaliação da estabilidade utilizando a metodologia de Eberhart e Russell (1966) é que a discriminação das cultivares através do coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}_1$) é pequena. Isso ocorre porque a média dos $\hat{\beta}_1$'s é 1 e a variação em torno desse valor foi pequena. Contudo, essa é uma limitação que ocorre com frequência quando se aplica essa metodologia (Vencovsky e Barriga, 1992). A opção nesse caso é usar a metodologia de Verma, Chahal e Murty (1978) adaptada por Silva Barreto (1985) e Cruz, Torres e Vencovsky

(1989) quando se dispõe de um grande número de ambientes. Esses ambientes são agrupados em desfavoráveis quando estão abaixo da média, ou favoráveis em caso contrário. O conceito de estabilidade varia de acordo com essa categoria de ambiente. Nos desfavoráveis o que se almeja é uma cultivar com $\hat{\beta}_1$ próximo de zero e associado a média relativamente alta. As cultivares ‘CNPA Precoce I’, ‘HR 102’ e ‘BR-1’ satisfizeram essa condição no que se refere a estimativa de β_1 , porém com média baixa (Tabelas 20 e 21). Esse fato é muito comum na literatura, isto é, normalmente cultivares com $\hat{\beta}_1$ inferior a 1 têm média baixa (Soares, 1992 e Santos, 1982).

Nas condições favoráveis que pressupõem o uso de maior tecnologia, o que se deseja é que a cultivar seja a mais responsiva possível, para dar retorno econômico ao investimento realizado. Para isso é necessário que a estimativa de $\beta_1 + \beta_2$ seja a maior possível. A ‘CNPA 2H’, ‘CNPA 3H’ e ‘IAC-20’ apresentaram esse comportamento no período em que foram avaliadas (Tabelas 20 e 21). Todas essas estimativas devem estar associadas a um coeficiente de determinação (R^2) próximo de 1, indicando um bom ajuste dos dados à reta da regressão, o que implica em alta previsibilidade de comportamento. Esse fato foi constatado para a maioria dos materiais avaliados, independentemente da metodologia utilizada.

A maioria dessas limitações mencionadas com o uso da regressão, não ocorre na metodologia de Lin e Binns (1988). A mesma estima o parâmetro P_i que é o desvio da média de uma dada cultivar em relação à produtividade máxima. Portanto, é uma situação favorável no processo de identificação de cultivares superiores, pois o que se deseja é selecionar cultivares que estejam sempre entre as melhores. Assim, quanto menor o valor de P_i mais estável será a cultivar. Como o valor de P_i é baseado na média de todos os locais, este representa uma superioridade no sentido de uma adaptabilidade geral. Com a seleção baseada somente no P_i , um

material com adaptação estreita, isto é, pobre em adaptabilidade geral, no entanto bom em adaptabilidade específica poderá ser descartado. Para evitar tal situação os autores propuseram a decomposição do P_i em duas partes, a primeira atribuída ao desvio genético em relação ao máximo, isto é, uma soma de quadrados de genótipos e a segunda corresponde à parte da interação genótipo \times ambiente propriamente dita. A primeira parte não é prejudicial ao trabalho do melhorista, pois necessariamente não implica na alteração na classificação dos materiais. Nessa condição o valor de P_i “per se” é um bom indicador da superioridade do material. Por outro lado, a segunda parte pode alterar a classificação dos materiais, nesse caso o melhorista deve procurar aqueles locais de adaptação mais específica da cultivar. Portanto, o ideal é um material que apresente um menor valor de P_i possível e ao mesmo tempo que grande parte desse valor seja atribuída ao desvio genético. Isto foi verificado nas cultivares ‘CNPA 6H’, ‘CNPA 7H’ e ‘CNPA 85-241’ (Tabela 22). Em contrapartida, a ‘CNPA Giorge I’ apresentou a menor média, um alto valor de P_i , e uma maior contribuição para interação. Esse deve ser então considerado o material de menor adaptabilidade e instável, confirmando os resultados obtidos quando do uso da regressão (Tabelas 19 e 22).

É importante salientar que a estimativa da correlação de Spearman r_s entre $\hat{\beta}_1$ e P_i , foi alta ($r_s = 0,93$). Portanto, esses parâmetros forneceram resultados semelhantes na avaliação da adaptabilidade e estabilidade. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Lin e Binns (1988) em cevada e Helgadottir e Kristjánsdottir (1991) em capim de rebanho (*Phelum pratense* L.). Considerando que essa é uma metodologia de fácil aplicação e interpretação, porque possibilita um maior discernimento entre os materiais, e sempre associa uma maior estabilidade com maior produtividade, o seu uso é muito promissor. Contudo, faz-se necessária a acumulação de um maior número de resultados antes de se proceder uma generalização no seu emprego.

O processo de comparação da estabilidade dos materiais é bastante complexo, pois a estabilidade é relativa, isto é, as informações obtidas são restritas aos materiais avaliados, não podendo ser generalizada, indicando que um material estável em um determinado grupo de cultivares não necessariamente o será na presença de outros materiais. Entretanto, o comportamento das cultivares 'BR-1' e 'IAC-17' obtidos, foram semelhantes aos relatados por Santana, Cavalcante e Santos (1983). Já a cultivar CNPA 6H apresentou estimativa de β_1 superior à unidade, pela metodologia de Eberhart e Russell (1966) indicando adaptação à ambientes favoráveis (Tabela 18). Por outro lado, quando avaliada pela metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) obteve estimativas de β_1 igual à unidade e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ inferior à unidade, evidenciando ser não responsiva à melhoria do ambiente. Tal fato confirma a relatividade da estabilidade (Becker, 1981; Lin, Binns e Lefkovitch, 1986 e Crossa, 1990).

Em um programa de melhoramento, para que uma característica seja utilizada na seleção, a mesma deve ser controlada geneticamente. Por isso é importante obter a estimativa da herdabilidade do caráter, que estima quanto da variação fenotípica poderá ser transmitida à descendência, e assim avaliar a possibilidade de sucesso com a seleção (Falconer, 1980). No presente caso, não foi possível estimar a herdabilidade para a estabilidade, pois não houve condições de se isolar a variação genética. Isso ocorreu porque grupos formados em cada ambiente têm alguns fatores ambientais comuns, tais como precipitação e temperatura ou tipo de solo, que são inerentes ao local e que portanto são permanentes (Soares e Ramalho, 1993).

Para o algodoeiro, as altas repetibilidades obtidas para as estimativas de β_1 (0,94) e P_i (0,98) indicaram que houve uma grande contribuição das variações permanentes (genética e ambiental permanente) para esses caracteres, evidenciando que a seleção baseada nestes parâmetros poderá ser eficiente. Esses resultados obtidos estão de acordo com os encontrados em

soja por Bonato (1978); em arroz por Soares e Ramalho (1993) e discordantes aos relatados em feijão por Santos (1980); em milho por Torres (1988) e em eucalipto por Davide (1992), os quais constataram que a repetibilidade da estimativa de β_1 foram muito baixas.

As repetibilidades dos coeficientes de determinação (R^2), embora de magnitudes inferiores às anteriormente relatadas, ainda foram elevadas, com valores oscilando de 0,71 a 0,80 (Tabelas 23 e 24), evidenciando-se assim que a seleção baseada no R^2 também poderá ser efetiva. Resultados semelhantes foram relatados para a cultura do arroz (Soares e Ramalho, 1993).

Com relação as magnitudes dos parâmetros da repetibilidade obtidos utilizando a metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) estas apresentaram valores inferiores aos obtidos pela metodologia de Eberhart e Russell (1966). Deve ser ressaltado, contudo, que inferir a respeito da repetibilidade dos parâmetros de estabilidade dessas duas metodologias, nesse caso, não é apropriado. As estimativas foram obtidas de experimentos conduzidos em anos diferentes e com cultivares também diferentes. As repetições foram agrupadas de duas a duas, sendo que cada par de repetição formou um grupo de observação, e assim foram estimados os parâmetros de estabilidade para cada grupo, os quais foram submetidos a uma análise de variância, o que possibilitou estimar os componentes de variação. Sendo que nesse caso não foi possível isolar a variação genética (Santos, 1982; Bonato, 1978; Soares e Ramalho, 1993).

6 CONCLUSÕES

- 1 - A interação genótipo \times ambiente foi significativa, indicando que o comportamento dos genótipos não foi coincidente nos diferentes ambientes;
- 2 - Devido a descontinuidade dos locais ao longo dos anos e do pequeno número de cultivares avaliadas foi difícil generalizar os resultados referentes aos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade das cultivares. Contudo, no período em que elas foram avaliadas, a 'CNPA George I' foi a mais instável e menos adaptada. A 'CNPA Precoce I' apresentou adaptabilidade específica para as condições adversas, já a 'CNPA 6H' e a IAC 20 foram as mais adaptadas e estáveis;
- 3 - De um modo geral, não houve vantagem expressiva na utilização de número de repetições superior a 3 ou 4 nos experimentos de recomendação de cultivares;
- 4 - Os parâmetros de estabilidade utilizados tiveram de maneira geral uma alta repetibilidade, indicando que é possível antever o sucesso com a seleção utilizando estas características;
- 5 - Dada a facilidade de cálculo e de interpretação, principalmente porque possibilita um maior discernimento entre os materiais, o uso da metodologia proposta por Lin e Binns (1988a) é muito promissora para a avaliação da estabilidade e adaptabilidade das cultivares. Contudo, faz-se necessário a acumulação de um maior número de resultados antes de se proceder uma generalização no seu uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOU-EL-FITTOUH, H.A.; RAWLINGS, J.O.; MILLER, P.A. Genotype by environment interactions in cotton their nature and related environmental variables. **Crop Science**, Madison, v.9, p.377-381, 1969.
- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões do Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.105-112, 1994.
- ANSINGKAR, A.S.; BHALE, N.L. Screening of F₅ generation of *Gossypium arboreum* Linn. for stability of yield and other economic characters. **Indian Journal of Agriculture Science**, New Delhi, v.54, n.91, p.705-711, 1984.
- BAINS, K.S. Parent dependent genotype x environment interaction in crosses of spring wheat. **Heredity**, London, v.36, p.163-171, 1976.
- BARTHOLO, G.F. **Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de doze cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em quinze ambientes em Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1978. 28p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BECKER, H.C. Biometrical and empirical relations between different concepts of phenotypic stability. In: **Quantitative genetics and breeding methods**. Versailles, INRA, 1981a. p.307-314.
- BECKER, H.C. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, Wageningen, v.30, p.835-40, 1981b.
- BECKER, H.C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, Berlin, v.101-23, 1988.
- BHATADE, S.S.; RAJEWAR, S.R.; REDDY, V.G.; GUTHE, V.D. Phenotypic stability in upland cotton (*Gossypium hirsutum*). **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.61, n.11, p.829-830, 1991.

- BILBRO J.D.; RAY, L.L. Environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. *Crop Science*, Madison, v.16, p.821-824, 1976.
- 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 - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- BOULANGER, J. Histórico da cultura algodoeira no Nordeste. *Pesquisa Agropecuária do Nordeste*, Recife, v.3, p.15-24, 1971.
- BRIDGE, R.R.; MEREDITH JUNIOR, W.R.; CHISM, J.F. Variety x environment interactions in cotton variety tests in the delta of Mississippi. *Crop Science*, Madison, v.9, p.837-838, 1969.
- CARVALHO, L.P. Divergência genética e análise dialélica em *Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch. Viçosa: UFV, 1992. 215p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- CASTRO, N.H.C. de. Número de repetições e eficiência da seleção em progênies de meios irmãos de *Eucalyptus camaldulensis*. Lavras: ESAL, 1992. 121p. (Tese - Mestrado em Agronomia).
- CAVALERI, P.A.; GRIDI-PAPP, I.L. Algodão. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. (eds.). *O melhoramento de plantas no Instituto agrônomo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. (vol. 1).
- CAVALERI, P.A.; GRIDI-PAPP, I.L.; FERRAZ, C.A.M.; FUZZATO, M.G. *O Instituto Agrônomo e o algodão*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1965. 15p. (Boletim, 157).
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental design*. 2.ed. New York: John Wiley, 1957. 611p.
- CRISÓSTOMO, J.R. Avaliação da estrutura e do potencial genético de uma população do algodoeiro (*G. hirsutum* L.) parcialmente autógama. Piracicaba: ESALQ, 1989. 191p. (Tese de Doutorado em Agronomia).
- CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. *Advances in Agronomy*, New York, v.44, p.55-85, 1990.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R. da A.; VENCOSKY, 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 - Doutorado),
- DUARTE, J.B. Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.). Goiânia: UFG, 1988. (Tese - Mestrado em Agronomia).
- EAGLES, H.A.; FREY. 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.
- ENDRIZZI, J.E.; TURCOTTE, E.L.; KOHEL, R.J. Genetics, cytology and evolution of *Gossypium*. *Advances Genetics*, New York, v.23, p.271-375, 1985.
- ESTEFANEL, V.; PIGNATARO, I.A.B.; STORK, L. Avaliação do coeficiente de variação de experimentos de algumas culturas agrícolas. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2, Londrina, Anais... Londrina, 1987.
- FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. 279p.
- FANTULA, 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.
- FERREIRA, D.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Utilização da testemunha na avaliação da estabilidade em ensaios de competição de cultivares. *Ciência e Prática*, Lavras, v.16, n.3, p.394-399, 1992.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal Agricultural Research*, Victoria, v.14, p.742-54, 1963.
- FREIRE, E.C. Melhoramento genético do algodoeiro no Nordeste do Brasil. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE. 6, Fortaleza, 1989. 19p. (Mimeografado).
- FREIRE, E.C.; AGRA, M.; ANDRADE, F.P.; MEDEIROS, L.C.D. Taxa de alogamia no algodoeiro Mocó em Patos (PB) - período 1987/1989. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CNPA. Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão; 1987-1989, Campina Grande, 1991. p.276.

- FREIRE, E.C.; ARAÚJO, C.L. Taxa de alogamia do algodoeiro arbóreo em Patos (PB). Resultados de 1986. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CNPA. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão; 1985-1986**, Campina Grande, 1988. p.254.
- FREIRE, E.C.; BARBEIRO NETO, M. **A pesquisa algodoeira no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1983. 21p. (Documentos, 13).
- GENG, S.; ZHANG, Q.; BASSETT, D.M. Stability in yield and fiber quality of California cotton. **Crop Science**, Madison, v.27, p.1004-1010, 1987.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468p.
- GRIDI-PAPP, I.L. Genética e melhoramento do algodoeiro. In: KERR, W.W. **Melhoramento e genética**. São Paulo: USP, 1969. Cap. 4, p.75-93.
- GRIDI-PAPP, I.L.; CIA, E.; FUZZATO, M.G.; CAVALERI, P.A.; CHIAVEGATO, E.J.; FERAZ, C.A.M.; SABINO, N.P.; KONDO, J.G.; SOAVE, J.; BORTOLETTO, N. Melhoramento do algodoeiro no Estado de São Paulo: Obtenção da variedade IAC 18. **Bragantia**, Campinas, v.44, p.645-658, 1985.
- GRIDI-PAPP, I.L.; FUZZATO, M.G.; CAVALERI, P.A. et al. Melhoramento do algodoeiro no Estado de São Paulo; obtenção das variedades IAC RM₃, IAC 16 e IAC 17. **Bragantia**, Campinas, v.43, p.405-423, 1984.
- HELGADÓTTIR, A.; KRISTJÁNSDÓTTIR. Simple approach to the analysis of G x E interactions in a multilocational spaced plant trial with timothy. **Euphytica**, Wannigen, v.54, p.65-73, 1991.
- HELMS, T.C. Selection for yield and stability among oat lines. **Crop Science**, Madison, v.33, p.423-426, 1993.
- JALALUDDIN, Md.; HARRISON, S.A. Repeatability of stability estimators for grain yield in wheat. **Crop Science**, Madison, v.33, p.720-725, 1993.
- LÉON, J.; BECKER, H.C. Repeatability of some statistical measures of phenotypic stability - correlations between single years results and multy years results. **Plant breeding**, Berlin, v.100, p.137-142, 1988.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superioty measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.68, p.193-198, 1988a.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A method of analysing cultivars x location x year experiments: a new stability parameter. **Theoretical Applied Genetics**, Berlim, v.76, p.425-430, 1988b.

- LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEVKOVITCH, L.P. Stability analysis: where do we stand?. *Crop Science*, Madison, v.26, n.5, p.894-900, 1986.
- McCALL, L.L.; VERHALEN, M.; McNEW, W. Genotype environment interaction study of lock tenacity in upland cotton. *Crop Science*, Madison, v.22, p.795-797, 1982.
- MANGUEIRA, O.B. Taxa de alogamia na cultura do algodoeiro (*G. hirsutum* v. *marie galante* Hutch). *Pesquisa Agropecuária do Nordeste*, Recife, v.3, p.5-13, 1971.
- MILLER, P.A.; ROBINSON, H.F.; POPE, O.A. Cotton variety testing: additional information on variety x environment interactions. *Crop Science*, Madison, v.2, n.4, 1962.
- MILLER, P.A.; WILLIAMS, J.C.; ROBINSON, H.F. Variety environment interactions in cotton variety tests and their implications on testing methods. *Agronomy Journal*, Wisconsin, v.51, p.132-134, 1959.
- MIRANDA, G.V. **Comparação de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares: exemplo com a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).** Viçosa: UFV, 1993. 120p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- MOREIRA, J.A.N.; SILVA, N.M.; MEDEIROS, L.C.; SANTANA, I.C.F. **Estabilidade de comportamento em cultivares de algodoeiro herbáceo em diversos ambientes.** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1983. 58p. (Boletim de Pesquisa, 13).
- MURRAY, J.C.; VERHALEN. Genetics type by environment interaction study in cotton in Oklahoma, *Crop Science*, Madison, v.197-199, 1970.
- NEVES, O.S. **Relatório dos trabalhos com algodão do Instituto Agrônomo.** Campinas: Instituto Agrônomo, Seção de Algodão, 1962. 116p. (Boletim, 4077).
- NEVES, O.S.; CAVALERI, P.A.; CORREA, D.M.; FERRAZ, C.A.M.; GRIDI-PAPP, I.L.; FUZZATO, M.G.; SILVA, N.M. **Relatório dos trabalhos de 1962/63 e 1963/64, à Comissão de Tempo Integral.** Campinas: Instituto Agrônomo, Seção de Algodão, 1965. 13p. (Boletim, 1152).
- NEVES, O.S.; CAVALERI, P.A.; GRIDI-PAPP, I.L.; FERRAZ, C.A.M. **Melhoramento das variedades paulistas de algodão - Criação da IAC 12.** *Bragantia*, Campinas, v.28, p.291-306, 1969.
- NTARE, B.R.; AKEN'OVA. Yield stability in segregating populations of cowpea. *Crop Science*, Madison, v.25, p.208-211, 1985.
- OLIVEIRA, A.C. **Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade em plantas cultivadas.** Brasília: UNB, 1976. 164p. (Tese - Mestrado em Agronomia).

- OMRAN, A.O.; MUSTAFA, S.; ABED, S.M. Genotype environment interactions and stability of yield zone of Nigeria. *Coton et Fibres Tropicales*, Paris, v.38, p.216-222, 1983.
- PALOMO G.,A.; MOLINA, J.G. Estabilidad del rendimiento en variedades del algodoeiro (*G. hirsutum*) para la comarca Lagunera. *Agrociência*, Chapingo, v.21, p.67-76, 1975.
- PALOMO G., A.; MOLINA, J.G.; ORTIZ, J.C. Interaccion genotipo médio ambiente en algodoeiro (*G. hirsutum*) para la comarca Lagunera. *Agrociência*, Chapingo, v.21, p.145-154, 1975.
- PATEL, J.C.; MEHTA, N.P.; PATEL, U.G.; MAISURIA, A.T. Stability of promising genotypes of desi cotton (*Gossypium herbaceum*) for ball weight and seed cotton yield. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v.60, n.7, p.486-487, 1990.
- PENNA, J.C.V. Melhoramento do algodoeiro anual. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.10-13, 1982.
- PHAM, H.N.; KANG, M.S. Interrelationships among repeatability of several stability statistics estimated from international maize trials. *Crop Science*, Madison, v.28, p.925-928, 1988.
- PHILLIPS, L.L. Cotton. *Gossypium* (Malvaceae). In: SIMONDS, N.M. (ed.). *Evolution of crop plants*. London: Longman, 1976. p.196-200.
- QUEIROGA, V.P.; BARREIRO NETO, M.; CRISÓSTOMO, J.R. Determinação da taxa de dispersão do pólen no algodoeiro de 2º ano através do azul de metileno. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CNPA. *Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão*; 1985-86. Campina Grande, 1988. p.225.
- RAI, K.; SINGH, H.G.; KATIVAR, R.P.; AHMAD, Z. Stability of performance of some domesticated strains of upland cotton. *Indian Journal of Agriculture Science*, New Delhi v.48, n.7, 1978.
- RAINDAN GONZALEZ, L.M.A. *Estudo da interação de genótipos x ambientes para a cultura do algodão (Gossypium sp.) na região Oriental do Paraguai*. Piracicaba: ESALQ, 1988, 91p. (Tese - Mestrado em Agronomia).
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.
- RAMOS, I.; NEVES, O.S.; SCHIMIDT, W.; AGUIAR, H.C.; CORRÊA, D.M.; CAVALERI, P.A.; FERRAZ, C.A.M. *Relatório dos trabalhos de 1957/58 a 1959/60 à Comissão de Tempo Integral*. Campinas: Instituto Agrônomo, Seção de Algodão, 1960. 37p. (Boletins 1961).

- OMRAN, A.O.; MUSTAFA, S.; ABED, S.M. Genotype environment interactions and stability of yield zone of Nigeria. *Coton et Fibres Tropicales*, Paris, v.38, p.216-222, 1983.
- PALOMO G.,A.; MOLINA, J.G. Estabilidad del rendimiento en variedades del algodoeiro (*G. hirsutum*) para la comarca Lagunera. *Agrociência*, Chapingo, v.21, p.67-76, 1975.
- PALOMO G., A.; MOLINA, J.G.; ORTIZ, J.C. Interaccion genotipo médio ambiente en algodoeiro (*G. hirsutum*) para la comarca Lagunera. *Agrociência*, Chapingo, v.21, p.145-154, 1975.
- PATEL, J.C.; MEHTA, N.P.; PATEL, U.G.; MAISURIA, A.T. Stability of promising genotypes of desi cotton (*Gossypium herbaceum*) for ball weight and seed cotton yield. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v.60, n.7, p.486-487, 1990.
- PENNA, J.C.V. Melhoramento do algodoeiro anual. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.10-13, 1982.
- PHAM, H.N.; KANG, M.S. Interrelationships among repeatability of several stability statistics estimated from international maize trials. *Crop Science*, Madison, v.28, p.925-928, 1988.
- PHILLIPS, L.L. Cotton. *Gossypium* (Malvaceae). In: SIMONDS, N.M. (ed.). *Evolution of crop plants*. London: Longman, 1976. p.196-200.
- QUEIROGA, V.P.; BARREIRO NETO, M.; CRISÓSTOMO, J.R. Determinação da taxa de dispersão do pólen no algodoeiro de 2º ano através do azul de metileno. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CNPA. *Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão*; 1985-86. Campina Grande, 1988. p.225.
- RAI, K.; SINGH, H.G.; KATIVAR, R.P.; AHMAD, Z. Stability of performance of some domesticated strains of upland cotton. *Indian Journal of Agriculture Science*, New Delhi v.48, n.7, 1978.
- RAINDAN GONZALEZ, L.M.A. Estudo da interação de genótipos x ambientes para a cultura do algodão (*Gossypium* sp.) na região Oriental do Paraguai. Piracicaba: ESALQ, 1988, 91p. (Tese - Mestrado em Agronomia).
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.
- RAMOS, I.; NEVES, O.S.; SCHIMIDT, W.; AGUIAR, H.C.; CORRÊA, D.M.; CAVALERI, P.A.; FERRAZ, C.A.M. *Relatório dos trabalhos de 1957/58 a 1959/60 à Comissão de Tempo Integral*. Campinas: Instituto Agrônomo, Seção de Algodão, 1960. 37p. (Boletins 1961).

- SANTANA, J.C.F.; CAVALCANTI, F.B.; SANTOS, E.O. dos. Parâmetros de estabilidade na comparação de cultivares de algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.261-267, 1983.
- SANTOS, E.O.; FREIRE, E.C. Determinação da taxa de cruzamento em algodoeiro herbáceo. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 1, Londrina, 1980. **Resumos...** Londrina, IAPAR/EMBRAPA, 1980. p.215.
- SANTOS, J.B. dos. Estabilidade fenotípica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba: ESALQ, 1980. 110p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- SANTOS, J.B.; VELLO, N.A.; RAMALHO, M.A.P. Stability of grain yield and of its basic components in beans (*Phaseolus vulgaris*). **Revista brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.5 n.4, p.761-772, 1982.
- SCOTTI, C.A.; TURKIEWICZ, L.; DIAS, M.C.L.L. Avaliação da taxa de fecundação cruzada em algodoeiro no Estado do Paraná. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 1, Londrina, 1980. **Resumos...** Londrina: IAPAR/EMBRAPA, 1980. p.47.
- SETH, S.; LATHER, S.; SINGH, I.P.; CHHABRA, B.S.; SIWACH, S.S. Stability parameters in upland cotton. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v.57, n.6, p.429-433, 1987.
- SILVA, J.G.; BARRETO, J.N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1, 1985. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, p.49-50. 1985.
- SIMPSON, D.M.; DUNCAN, E.N. Varietal response to natural crossing in cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v.48, p.74-75, 1956.
- SIQUEIRA, E.R. Coeficiente da repetibilidade da produção de frutos de coqueiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.17, p.573-574, 1982.
- SOARES, A.A. Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais. Lavras: ESAL, 1993. 187p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- 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.
- SOUSA, N.A. de; HOLANDA, J.S. de O. Adaptabilidade ambiental de cultivares de algodoeiro Mocó. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.7, p.797-801, 1993.

- STEEL, R.G.F.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- STEPHENS, S.G.; FINKNER, M.D. Natural crossing in cotton. **Economy Botany**, New York, v.7, p.257-269, 1953.
- STORCK, L.; VENCOVSKY, R. Stability analysis based on bi-segmented descontinuous model with measurement errors in the variables. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.17, n.1, p.75-81, 1994.
- THOMSON, N.J.; CUNNINGHAM, R.B. Genotype x environment interaction and evaluation of cotton cultivars. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v.30, p.105-112, 1979.
- TORRES, R.A. de A. **Estudo da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1988, 133p (Tese - Doutorado em Agronomia)
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: **Revista Brasileira de Genética**, 1992. 496p.
- VENCOVSKY, R.; MORAES, A.R.; GARCIA, J.C.; TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, Belo Horizonte, p.300-307, 1986. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1988.
- VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of convencional regression analysis a proposed modification. **Theoretical Applied Genetics**, Ludhiana, v.53, p.89-91, 1978.
- VIRK, D.S.; CHAHAL, S.S.; POONI, H.S. Repeteability of stability estimatos for downy mildew incidence. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v.70, p.102-106, 1985.
- WESTCOTT, B. Some methods of analysing genotype - enviromental interactions. **Heredity**, London, v.56, p.243-253, 1986.
- WRICKE, G.; WEBER, W.E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. New York: Walter de Gruyter, 1986. 406p.

APÊNDICE

TABELA 1A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1981.

Cultivares/Locais	Alagoas	Rio Grande do Norte	Bahia		Média
	Delmiro Gouveia	Serrinha	Irecê	São Francisco	
BR-1	829	990	1855	1832	1376
SU 0450-8909	953	663	1688	1424	1182
CNPA-3H	849	1103	1960	2088	1498
CNPA 76-69-83	841	820	1734	1950	1336
CNPA 77-149	795	1027	1750	1720	1335
CNPA 77-157	770	1087	1681	1887	1356
CNPA 77-150	964	1219	1736	2089	1502
PR-4139	732	952	1785	1730	1293
IAC-17	952	969	1449	1641	1252
QM CULTIVAR	57873,39*	220218,78	154781,25	372951,65*	-
QM ERRO	23497,30	168666,98	108585,22	152003,98	-
MÉDIA	853	987	1738	1818	-
CV %	17,96	41,63	18,97	21,45	-

* Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1982.

Cultivares/Locais	Piauí				Alagoas	Média
	Eliseu Martins	Oeiras	Água Branca	Teresina	D. Gouveia	
BR-1	1511	1623	1036	635	1099	1180
SU 0450-8909	1084	1660	625	493	1246	1021
CNPA-3H	1243	1839	831	621	1201	1147
CNPA 76-69-83	1249	1633	780	500	1289	1090
CNPA 77-149	1401	1649	1146	554	1321	1214
CNPA 77-157	1266	1624	999	643	1278	1162
CNPA 77-150	1401	1755	1033	694	1127	1202
PR-4139	1331	1545	1124	638	1081	1143
IAC-17	1443	1700	1185	1391	1354	1414
QM CULTIVAR	134134,20**	58578,12	284334,72**	597999,30**	79958,40	-
QM ERRO	34956,82	100155,90	52249,00	19847,32	46214,59	-
MÉDIA	1326	1670	973	685	1222	-
CV %	14,11	18,96	23,49	20,56	17,59	-

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 3A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1983.

Cultivares/Locais	Piauí		Bahia		Ceará	Paraíba	Média
	Teresina	Eliseu Martins	P. Monte Alto	Barreiras	Iguatu	Gurinhém	
Acala SME4	1749	1134	1702	2369	334	1474	1493
BR-1	2050	1183	2172	2462	407	1518	1540
CHACO 510	2171	1085	1766	2124	390	1500	1638
CNPA-3H	2180	1033	2160	2384	322	1628	1576
CNPA 77-105	1708	968	2142	2332	342	1402	1492
CNPA PRECOCE I	1990	1021	2225	2227	312	1555	1543
IAC-17	2443	1306	2016	2365	394	1696	1656
REBA-P-279	2292	1128	2093	2377	365	1559	1642
QM CULTIVAR	516506,46**	90724,77**	306675,96*	89676,13	10227,42**	49781,94	-
QM ERRO	70833,75	20802,32	128659,90	122925,60	2884,67	36012,94	-
MÉDIA	2073	1107	2034	2330	358	1542	-
CV %	12,84	13,03	17,63	15,05	15,00	12,31	-

** , * Significativo pelo teste F aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1984.

Cultivares/Locais	Rio Grande do Norte	Bahia	Alagoas	Maranhão	Média
	Rafael Fernandes	P. Monte Alto	Arapiraca	Brejo	
CNPA 2H	1667	550	731	393	835
CNPA 3H	1898	434	472	541	836
CNPA PRECOCE I	1538	423	512	379	713
CNPA 75-105	1544	558	493	352	736
CNPA 78-SME4	1524	402	516	383	706
BR-1	1799	630	501	471	850
BR1C-2	1838	500	594	346	819
IAC-17	1540	498	564	351	738
QM CULTIVAR	192617,17**	48519,23**	56247,77	38085,03	-
QM ERRO	43597,65	9192,49	31548,75	22452,38	-
MÉDIA	1668	499	548	402	-
CV %	12,51	19,20	32,43	37,27	-

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 5A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1985.

Cultivares/Locais	Piauí			Paraíba		Média
	Eliseu Martins	Regeneração	Itaporanga	Itaporanga	Itaporanga	
CNPA-2H	2485	303	1256	1256	1348	
CNPA 3H	2639	331	1301	1301	1423	
CNPA 81-109	2815	381	1470	1470	1555	
CNPA-6H	2661	397	1454	1454	1504	
CNPA PRECOCE I	2374	373	1711	1711	1486	
BR-1	2503	379	1618	1618	1500	
CNPA 81-203	2718	338	1440	1440	1498	
IAC-17	2368	443	1414	1414	1408	
HR-102	1738	439	1035	1035	1070	
QM CULTIVAR	802417,01**	17855,62	316485,12	316485,12	-	
QM ERRO	273793,20	21783,26	256806,41	256806,41	-	
MÉDIA	2478	376	1411	1411	-	
CV %	21,12	39,27	35,92	35,92	-	

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 6A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1986.

Cultivares/Locais	Paraíba		Pernambuco	Ceará	Média
	Boa Ventura	Itaporanga	Surubim	Iguatu	
CNPA-2H	2884	199	942	665	1172
CNPA-3H	3306	151	946	565	1242
CNPA 81-109	2103	211	707	694	928
CNPA-6H	2831	283	897	904	1228
CNPA PRECOCE I	2720	211	793	802	1131
BR-1	1492	218	838	809	839
CNPA 81-203	3165	279	866	895	1301
IAC-17	2872	288	867	948	1243
HR-102	2078	315	759	1052	1051
QM CULTIVAR	3484695,07**	28622,90**	65513,41	235683,37	-
QM ERRO	361307,41	5406,92	105127,64	25022,81	-
MÉDIA	2606	239	846	815	-
CV %	23,07	30,72	38,32	19,41	-

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 7A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1987.

Cultivares/Locais	Paraíba		Pernambuco	Piauí	Bahia	Alagoas	Média	
	Sousa	R. dos Cavalos	Itaporanga	Surubim	Eliseu Martins	B.J. da Lapa		S. Ipanema
CNPA-2H	2941	1033	2111	1151	1043	401	392	1296
CNPA-3H	2997	1023	2017	1221	1274	540	463	1362
CNPA 81-109	2937	951	2111	1039	1100	396	432	1281
CNPA-6H	2983	979	2271	1125	1292	487	533	1381
CNPA PRECOCE I	2570	853	2215	780	1403	367	583	1253
BR-1	3002	930	2099	1095	1104	485	404	1303
CNPA 81-203	2863	969	2236	1034	1323	470	518	1345
IAC-17	2482	993	2252	935	1301	417	515	1271
HR-102	2612	613	1798	669	1166	136	334	1047
QM CULTIVAR	426790,00*	167921,30**	221942,36**	325849,23**	150710,10**	136546,73**	63798,74**	-
QM ERRO	93973,01	39481,61	64028,47	35746,07	44958,02	8711,70	11842,53	-
MÉDIA	2821	927	2123	1005	1223	411	464	-
CV %	10,87	21,43	11,92	18,80	17,34	22,72	23,47	-

**, * Significativo pelo teste F aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 8A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1988.

Cultivares/Locais	Paraíba			Pernambuco			Alagoas			Rio Grande do Norte		
	Sousa	Itaporanga	C. do Rocha	Alagoinha	Gurinhém	Sunbim	Caruaru	S. do Ipanema	Arapiraca	R. Fernandes	Média	
CNPA 83-168	2303	920	311	2381	2159	1586	580	477	557	852	1213	
CNPA 83-180	2537	1197	403	2409	2506	1826	479	582	659	1053	1365	
CNPA-6H	2626	1284	416	2640	2382	1644	535	522	512	1032	1359	
CNPA 81-202	2455	1174	505	2294	1979	1632	505	499	615	916	1257	
CNPA 81-92	2501	1159	505	2427	2085	1754	464	506	541	851	1279	
CNPA 80-227	2501	1071	433	2516	2009	1762	443	551	547	849	1268	
IAC-20	2615	1237	487	2733	2222	1778	507	608	741	882	1381	
CNPA PRECOCE I	2265	1285	439	2291	1738	1353	535	518	680	803	1191	
CNPA-3H	2581	1151	366	2782	2301	1940	320	566	691	971	1367	
Q̄M CULTIVAR	164339,17**	130113,43	44199,74	335037,35**	539635,74**	284460,72**	55592,85	18454,82	64815,58**	77006,29	-	
Q̄M ERRO	70688,37	65696,42	56027,58	56627,06	228872,66	56490,19	69792,41	49570,33	20458,70	26554,79	-	
MEDIA	2487	1164	429	2497	2154	1697	485	537	616	912	-	
CV %	10,69	22,02	55,11	9,53	22,21	14,00	54,43	41,49	23,22	17,87	27,06	

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 9A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1989.

Cultivares/Locais	Pernambuco			Paraíba	Bahia	Rio Grande do Norte	Média
	Surubim	Caruaru	Serra Talhada	Sousa	P. Monte Alto	R. Fernandes	
CNPA 83-168	619	860	1045	926	1100	375	821
CNPA 83-180	604	820	1279	1201	885	366	859
CNPA-6H	667	867	1182	1313	1007	640	896
CNPA 81-202	597	878	1014	1200	1255	394	890
CNPA 81-92	623	805	1053	1222	964	279	824
CNPA 80-227	632	1016	1342	1123	1036	349	916
IAC-20	846	883	1081	1207	775	349	864
CNPA PRECOCE I	811	681	1046	1366	649	908	844
CNPA-3H	534	1079	1053	1340	827	451	881
QM CULTIVAR	105396,07	134147,12	138882,41**	175505,00**	333070,07**	43157,20	-
QM ERRO	60949,04	120351,12	44811,35	86661,55	25212,47	22966,53	-
MÉDIA	659	877	1122	1211	944	384	-
CV %	37,44	39,57	18,87	24,31	16,82	39,46	-

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 10A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1990.

Cultivares/Local	Paraíba			Bahia		Pernambuco		Alagoas		Média
	Sousa	Catolé do Rocha	V. da Conquista	Surubim	Arapiraca					
CNPA 83-168	2724	2569	1782	898	641					1723
CNPA 83-180	2947	2495	1919	1029	683					1815
CNPA-6H	2677	2580	1867	971	610					1741
CNPA 81-102	2886	2796	1833	985	535					1807
CNPA 81-92	2817	2318	1756	936	676					1701
CNPA 80-227	2908	2392	1364	804	590					1612
IAC-20	3050	2740	1323	854	661					1726
CNPA PRECOCE I	2172	2476	1431	796	555					1485
CNPA-3H	3174	2649	816	830	370					1568
QM CULTIVAR	82021,98**	242974,23	1312392,91**	71659,27	95904,44**					-
QMERRO	193025,25	223176,16	159911,15	53678,04	36937,77					-
MÉDIA	2817	2557	1566	900	591					-
CV %	15,59	18,47	25,54	25,74	32,51					-

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 11A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1991.

Cultivares/Locais	Rio Grande do Norte		Paraíba				Pernambuco		Bahia	Piauí	Média	
	Apodi	Pedro Avelino	Itaporanga	R. dos Cavalos	Mogeiro	Catolé do Rocha	Sousa	Surubim	Caruaru	V. da Conquista		Eliseu Martins
CNPA 85-241	692	963	554	1262	508	1692	2655	1612	1526	825	4578	1533
CNPA 83-180	791	938	598	1351	710	1725	2643	1228	1403	884	4767	1185
CNPA-6H	779	848	1080	1334*	572	1651	2922	1513	1572	847	4635	1614
CNPA-7H	1062	993	849	1541	675	1702	2919	1684	1178	850	4772	1657
CNPA 83-178	936	653	888	1374	595	1618	2595	1398	1288	645	4675	1515
CNPA GIORGE I	554	593	513	912	389	1132	1187	881	860	592	3423	1093
IAC-20	790	802	802	1273	702	1492	2533	1493	1334	723	4398	1492
CNPA PRECOCE I	1042	880	907	1120	598	1565	664	1567	903	775	4242	1478
CNPA GRUPO II	739	827	662	1517	453	1544	2266	1462	1617	688	4717	1499
QM CULTIVAR	167896,87**	110212,50**	216906,24**	224379,35**	74166,78**	197786,70**	1659568,54**	353259,54**	452663,17**	62467,42**	1104362,04**	-
QMERRO	31798,68	40121,11	33732,08	72136,07	21715,25	56108,93	63468,81	19166,93	108919,60	10991,45	106302,45	-
MÉDIA	820	833	761	1298	578	1569	2487	1426	1298	759	4467	-
CV %	21,76	24,04	24,12	20,69	25,55	15,10	10,13	9,17	25,43	13,82	7,30	-

** , * Significativo pelo teste F aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 12A. Médias e resumo da análise da variância da produtividade de algodão em caroço (kg/ha) obtidas dos experimentos regionais de algodão herbáceo conduzidos na região Nordeste durante o ano de 1992.

Cultivares/Locais	Rio Grande do Norte		Paraíba				Ceará			Pernambuco	Média
	Ipanguaçu	Apodi	Itap.	R. dos Cav.	Monteiro	C. do Rocha	Quixadá	Maracanaú	Missão Velha	Surubim	
CNPA 85-141	3841	427	992	1237	1855	1714	922	2446	3567	642	1764
CNPA 85-180	3350	397	1112	1317	1284	1789	892	2499	3129	492	1626
CNPA-6H	3910	413	1262	1159	1562	1751	967	2502	3138	457	1712
CNPA-7H	3188	460	1000	1408	1628	1476	998	2837	3081	892	1696
CNPA 83-178	3613	365	882	1536	1284	1756	1012	2793	2969	569	1677
CNPA GIORGE I	1280	243	693	758	790	1098	847	1961	1382	337	939
IAC-20	3353	342	1137	1075	1408	1696	1046	3083	3155	655	1695
CNPA PRECOCE I	2806	461	1223	1575	1380	1288	1058	2636	3343	527	1630
CNPA GRUPO II	3099	238	872	1043	1326	1533	1032	2309	2844	446	1747
QM CULTIVAR	3725630,13**	42286,35**	203104,63**	403604,63**	517084,37	347601,45**	32415,12	639394,81	2349420,60**	153885,54**	-
QM ERRO	466297,78	13411,63	69911,30	147772,26	276046,59	45437,64	30621,02	470052,83	245154,21	36707,15	-
Média	3160	372	1019	1234	1391	1567	975	2563	2956	557	-
CV (%)	21,61	31,13	25,95	31,15	37,78	13,61	17,95	26,75	16,75	34,37	-

** Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade.