ESTUDO DA INTERAÇÃO DE GENÓTIPOS x AMBIENTES
PARA A CULTURA DO ALGODÃO (*Gossypium* sp.) NA REGIÃO
ORIENTAL DO PARAGUAI

LUIS MIGUEL ANGEL RAIDÁN GONZALEZ

Orientador: Prof. Dr. ROLAND VENCovsky

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia -
Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Maio de 1988

3932780/20

- 633.51 Raidán Gonzalez, Luis. Miguel Mgel., 1988.
R49e Estudo da interação de géótipos x ambientes para
a cultura do algodão (*Gossypium* sp.) na região ori-
ental do Paraguai. Piracicaba, 1988.
9lp. ilus.
- Diss. (Mestre) - ESAIQ
Bibliografia
1. Algodão - Genética ecológica - Paraguai (re-
gião oriental). 2. Algodão - Interação genótipo x
ambiente - Paraguai (região oriental). 3. Algodão -
M:ilhorarrento - Paraguai (região oriental). I. Esco-
la Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piraci-
caba.

ESTUDO DA INTERAÇÃO DE GENÓTIPOS x AMBIENTES PARA A CULTURA
DO ALGODÃO (*Gossypium* sp.) NA REGIÃO ORIENTAL DO PARAGUAI

Luis Miguel Angel Raidán Gonzalez

Aprovado em: 05/08/1988

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Roland Vencovsky

ESALQ/USP

Prof. Dr. Isaias Olívio Geraldi

ESALQ/USP

Prof. Dr. Paulo de Souza Gonçalves

IAC/Campinas

Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY
Orientador

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Roland Vencovsky pela orientação, apoio e incentivo constante durante o curso de pós-graduação;
- Ao Ministério de Agricultura e Ganaderia do Paraguai, na pessoa do Ilmo. Sr. Ministro Eng. Agr. Hernando Bertoni, pela oportunidade concedida para a realização do curso;
- À Organização dos Estados Americanos (O.E.A.) pela concessão da bolsa de estudos;
- Ao Eng⁹ Agr⁹ Luís Alberto Alvarez, coordenador do Projeto de Investigação e Experimentação Algodoeira (P.I.E.A) pelo fornecimento dos dados experimentais;
- Ao Eng⁹ Agr⁹ Gregório Raidán pela atenção e estímulo;
- Aos Professores do Departamento de Genética, pelos ensinamentos recebidos durante o curso;
- Ao Eng⁹ Agr⁹ Cirilo Centurión pelo apoio incondicional.
- À Eng⁹ Agr⁹ Rosita Benitez Portillo pelas sugestões;
- Ao Eng⁹ Agr⁹ Telmo Canton pelo estímulo e amizade;
- Ao Prof. Dr. Roberto A.A. Torres pelo processamento de dados e sugestões;
- Ao Prof. Dr. Cosme Damião Cruz e ao Eng⁹ Agr⁹ José Sebastião Cunha Fernanães pelas contribuições;

Aos colegas Graciela Gomez e Vicente Mangano pela revisão dos dados;

À bibliotecária Nilce Pulga Sigrist pela revisão feita na literatura;

A todos os colegas do Departamento de Genética da ESALQ, que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização do presente trabalho.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xii
SUMMARY	xiv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	05
2.1. Aspectos sobre interação genótipos x ambientes	05
2.2. Interação genótipos x ambientes em algodão	13
2.3. Estabilidade de cultivares	18
2.4. Agrupamento de ambientes	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. Material	30
3.2. Metodologia	34
3.2.1. Análise da variância	34
3.2.2. Análise de estabilidade	37
3.2.3. Classificação de ambientes	41
3.2.3.1. Similaridade	41
3.2.3.2. Agrupamento	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Condições gerais dos experimentos	45
4.2. Análise de variância	46
4.2.1. Análise individual	46
4.2.2. Análise conjunta	48

	Página
4.3. Análise de estabilidade	55
4.4. Classificação de ambientes	65
5. CONCLUSÕES	73
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
7. APÊNDICES	83

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº		Página
01	Distribuição dos ensaios regionais nos diferentes locais da região Oriental do Paraguai. Anos agrícolas 1985/86, 1986/87	32
02	Representação gráfica da produtividade de três genótipos de algodão (<i>Gossypium</i> sp.) em função dos índices ambientais. Ano agrícola 1985/86	59
03	Representação gráfica da produtividade de nove genótipos de algodão (<i>Gossypium</i> sp.) em função dos índices ambientais. Ano agrícola 1986/87	64

LISTA DE TABELAS

TABELA Nº		Página
01	Genótipos utilizados como tratamentos no experimento do ano 1985/86	33
02	Genótipos utilizados como tratamentos no experimento do ano 1986/87	34
03	Esquema da análise individual da variância	35
04	Esquema da análise conjunta da variância	37
05	Esquema da análise de variância segundo método de EBERHART & RUSSELL (1966)	39
06	Análise conjunta da variância dos dados de produtividade média de algodão em caroço em kg/20m ² de três genótipos de algodão em seis localidades da região oriental do Paraguai. Ano agrícola 1985/86	48
07	Produtividade média em kg/20m ² de três genótipos de algodão em seis localidades da região oriental do Paraguai, média ($\bar{y}$); variância do erro (s^2) e coeficiente de variação de cada experimento. Ano agrícola 1985/86	50

TABELA Nº

Página

08	Análise conjunta da variância dos dados de produtividade média de algodão em caroço em kg/20m ² de nove genótipos de algodão em seis localidades da região Oriental do Paraguai. Ano agrícola 1986/87	52
09	Produtividade média em kg/20m ² de três genótipos de algodão (<i>Gossypium</i> sp) em seis localidades da região Oriental do Paraguai; média ($\bar{y}$); variância do erro (s^2) e coeficiente de variação (CV%) de cada ensaio. Ano agrícola 1986/87	53
10	Análise de variância conjunta dos dados de produtividade média de algodão em caroço de três genótipos em 6 localidades da região Oriental do Paraguai, segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1985/86	56
11	Estimativas dos parâmetros de estabilidade de produtividade de algodão em caroço de três genótipos segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1985/86	57

TABELA Nº

Página

12	Análise de variância conjunta dos dados de produtividade média de algodão em caroço de nove genótipos em 6 localidades da região Oriental do Paraguai, segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1986/87	61
13	Estimativas dos parâmetros de estabilidade de produtividade de algodão em caroço de nove genótipos (<i>Gossypium</i> sp), segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1986/87	62
14	Matriz da soma dos quadrados dos efeitos da interação genótipos x locais. Ano 1985/86.	66
15	Matriz das distâncias ($d_{kk,}^2$), obtidas a partir dos efeitos da interação genótipos x locais. Ano 1985/86	67
16	Agrupamento dos locais segundo a metodologia de K.D. Tocher (RAO, 1952) para o ano 1985/86	68
17	Matriz da soma dos quadrados dos efeitos da interação genótipos x locais. Ano 1986/87	70

TABELA Nº

Página

18	Matriz de distâncias ($d_{kk'}^2$) obtidas a partir da interação genótipos x locais. Ano 1986/87	71
19	Agrupamento de locais segundo a metodologia de K.D. Tocher (RAO, 1952), para o ano 1986/87	72

ESTUDO DA INTERAÇÃO DE GENÓTIPOS POR AMBIENTES PARA A CULTURA
DO ALGODÃO (*Gossypium* sp.) NA REGIÃO ORIENTAL DO PARAGUAI

Autor: LUIS MIGUEL ANGEL RAIDÁN GONZALEZ

Orientador: Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY

RESUMO

Estudou-se a estabilidade de 10 genótipos (variedades e linhagens promissoras) de algodoeiro anual (*Gossypium* sp.) em seis localidades da região Oriental do Paraguai durante os anos 1985/86 e 1986/87, utilizando-se a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966).

Realizou-se também estudos de zoneamento de ambientes, a partir da análise das interações genótipos x locais, em que estas foram agrupados de acordo com a similaridade de seus padrões de interação. Para ambos os estudos foram utilizados dados de produtividade de algodão em caroço em kg/20m², fornecidos pelo Ministério de Agricultura e Pecuária através do Programa Nacional de Algodão e o Projeto de Investigação e Experimentação Algodoeira (P.I.E.A.).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, sendo a área da parcela experimental constituída por três fileiras de 20 metros de comprimento, espaçados de 1m x 0,25m, aproveitando-se apenas a fileira central para a coleta dos dados.

Comparando-se os quadrados médios através do teste F, verificou-se nos dois anos agrícolas, valores significativos para os efeitos de genótipos, locais, interações genótipos x locais, ambiente linear e desvios de regressão.

Em 1985/86 a linhagem SP510 x P-279-100 mostrou-se estável e de adaptação geral. A variedade Reba P-279 mostrou estabilidade e adaptação específica a ambientes promissores. A linhagem SP510 x P-279-22 mostrou adaptação geral, porém com uma média de produtividade inferior à média geral.

Em 1986/87, os genótipos SP510 x P-279-40/42, Reba P-279 e SP-510 x P-279-38/41 apresentaram maior capacidade de respostas aos estímulos ambientais favoráveis. No entanto os genótipos SP510 x P-279-32, SP510 x P-279-29/43, SP-510 x P-279-100 mostraram estabilidade e adaptação a uma ampla faixa de ambientes. As linhagens SP510 x P-279-28/39 e Tamcot SP-21-S apresentaram pouca previsibilidade, ou seja, menor grau de adequação ao modelo.

A classificação dos locais segundo a metodologia utilizada mostrou inconsistência no agrupamento de um ano a outro, impedindo a realização de um zoneamento de ambientes, fato atribuído à insuficiência dos dados utilizados e a grande complexidade do problema.

A STUDY ON GENOTYPE BY ENVIRONMENTAL INTERACTION OF UPLAND COTTON (*Gossypium* sp.) IN THE EASTERN REGION OF PARAGUAY.

Author: LUIZ MIGUEL ANGEL RAIDAN GONZALEZ
Adviser: Prof. Dr. ROLAND VENCovsky

SUMMARY

The stability of 10 upland cotton (*Gossypium* sp) genotypes (varieties and elite inbred lines) was studied in six sites of the eastern region of Paraguay, during 1.985/86 and 1.986/87

An investigation was also carried out to permit clustering the six sites in agroecological zones, according to their genotype x location interaction patterns.

For both studies, data on cotton seed weight of trials conducted by the National Cotton Research Program were taken.

Experiments consisted of randomized complete blocks, with plots containing three 20 m long rows, spaced 1 m apart with 25 m, between plants. Cotton seed weight was evaluated in the middle row.

Analysis of variance indicated significance of the genotypes, locations, genotypes x locations, interactions, environments linear and deviations from regression mean squares.

In 1985/86, inbred line SP510 x P-279-100 showed stability and a pattern of general adaptation. Variety Reba P-279, on the other hand, showed stability but specific adaptation of favorable environments. Inbred line SP-510 x P-279-32 exhibited general adaptation but low yield potential.

In 1986/87, stability and pattern of general adaptation was shown by inbred line SP510 x P-279-32. However inbred lines SP510 x P-279-28/39 and TAMCOT SP-21-S were less stable and adaptative to superior environments only. The remaining genotypes showed average stability pattern and also more adaptation to better environment conditions.

The clustering of locations in group was inconsistent over years; no typical agroecological zone was therefore detected. This result was attributed to the complexity of the type of problem and to insufficiency of experimental data.

1. INTRODUÇÃO

A cotonicultura representa para o Paraguai uma das mais importantes atividades agrícolas, ocupando lugar de destaque pelo valor de seus produtos no mercado interno, como matéria prima para indústria e, no externo, pela exportação de fibras.

Atualmente, a superfície cultivada com algodão (*Gossypium* sp) atinge aproximadamente 300.000 ha, o que representa 56,8% do total da área agrícola explorada do país, sendo a Região Oriental a maior zona produtora, assim como também o centro da Região Ocidental ou Chaco. A produção têxtil se incrementou de 40.500 toneladas em 1972, ano de início do Programa Nacional de Algodão, a 460.031 toneladas em 1985, representando uma taxa acumulativa média de 80% ao ano, mostrando, assim, que a produção têxtil tem uma grande importância sócio-econômica (P.I.E.A., 1986/87).

Apesar do alto padrão genético das cultivares e dos avanços nos métodos culturais utilizados, a contribuição ambiental presente na expressão fenotípica de um caráter é um fator que deve ser considerado pelos melhoristas de

plantas, principalmente quando essa contribuição representa uma proporção considerável do valor fenotípico. O conhecimento desta participação assume grande importância, pois a fidelidade das recomendações das cultivares diminui à medida que as expressões fenotípicas são muito influenciadas pelos efeitos ambientais, isso porque muitas vezes uma cultivar que se mostra promissora em um determinado ambiente, torna-se indesejável em outro, quando as condições ambientais mudam.

O sucesso do melhoramento genético de plantas está associado ao potencial genético pertinente ao material inicial, à exploração da recombinação gênica possível e à seleção dos genótipos superiores. Todas estas faces sofrem grandes influências do ambiente no qual o processo é desenvolvido, principalmente nas fases finais de seleção onde as diferenças são pequenas e uma interação positiva ou negativa dos genótipos com ambiente pode prejudicar a finalização do processo.

O problema resulta da deficiência dos genótipos manterem um padrão consistente de desempenho quando cultivados sob uma gama de ambientes variáveis no tempo e/ou no espaço. Isto significa que a precisão das comparações fica reduzida, desde que, para um dado conjunto de ambientes, o componente da interação torna-se parte do erro experimental. Assim, este componente torna-se grande, ficando difícil identificar um simples destaque genotípico para o referido conjunto de ambientes. Portanto, se requerem cer-

tas modificações a introduzir no programa de melhoramento usado, sendo desaconselhável a recomendação de um único genótipo para uma ampla extensão de ambientes, na base do comportamento médio, já que desse modo se otimiza o desempenho dos genótipos.

Vários métodos têm sido propostos para a análise estatística de interações em geral, e de interações genótipos x ambientes em particular. Entre os métodos propostos para estudo das interações genótipos x ambientes, segundo um enfoque mais direto, existem uns voltados para a definição de "regiões de adaptação", ou seja, para a regionalização de locais, e outros para o estudo da estabilidade de cultivares. As duas estratégias poderão ser de grande utilidade para o controle das interações genótipos x ambientes, associadas às variações ambientais previsíveis. A eficiência da regionalização, quando realizada dentro de cada ano em estudo, será tanto maior quanto mais alta for a proporção das interações que seja devida a locais.

Estudos desenvolvidos para a regionalização propõe a utilização de técnicas de análise de conglomeração ("cluster analysis") adotando-se como medida de similitude entre os locais, o coeficiente de distância obtido a partir da matriz de estimativas dos efeitos da interação genótipos x locais.

Estudos de estabilidade de cultivares sobre as combinações de locais e anos, onde os coeficientes de re-

gressão e desvios da regressão são tomados como parâmetros para estimar estabilidade, permitiram sintetizar em poucos parâmetros, as informações obtidas dos experimentos.

O propósito do presente trabalho, dentro de suas limitações é avaliar as magnitudes da interação genótipos x ambientes, caracterizando um padrão de similaridade entre os locais; assim como também um estudo de estabilidade das variedades e linhagens promissoras.

Com isto, procurou-se verificar se o melhoramento está dirigindo-se no sentido de aumentar o grau de adaptação dos genótipos às condições climáticas mais amplas e de fácil distinção, muito embora resultados significativos tenham sido encontrados para a interação genótipo x ambientes, mesmo estando dentro de uma pequena região geográfica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS SOBRE INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES

No processo de melhoramento genético de plantas, a influência que o ambiente exerce sobre cada genótipo tem merecido atenção especial por parte dos melhoristas de plantas, visto que as interações entre genótipos e ambientes podem interferir negativamente nos resultados finais de um programa de melhoramento.

A interação de genótipos x ambientes, ou seja, as alterações do comportamento relativo de vários genótipos em ambientes variáveis, quando estes são submetidos a estudos comparativos sobre uma amplitude ambiental, geralmente mostra diferenças na expressão final do potencial dos genótipos (EBERHART & RUSSELL, 1966). Segundo os mesmos autores, as interações estão normalmente presentes para qualquer material com o qual o melhorista possa estar trabalhando, sugerindo que um programa de melhoramento poderia ser orientado para o desenvolvimento de variedades para ambientes específicos; o aspecto negativo, neste caso, seria o grande desempe-

nho de recursos humanos, material genético e financeiros que seriam demandados.

Para ALLARD (1961), existe uma concordância geral entre melhoristas de plantas de que interações genótipos x ambientes têm um importante significado para a obtenção de variedades superiores. Entretanto, é muito mais difícil encontrar concordâncias sobre o que se deve conhecer em relação às interações genótipos x ambientes e como utilizá-las.

ALLARD (1971) considera que os valores dos genótipos devem ser medidos em relação a um grupo particular de ambientes. Estes ambientes são, em geral, os que ocorrem num certo período de anos, num certo número de locais e dentro de uma área geográfica relativamente homogênea. As mensurações experimentais de valores genotípicos são sempre baseadas apenas numa amostra dos ambientes que existem dentro da área geográfica, e que constituem a população de ambientes.

O mesmo autor comenta que estudos sobre interações genótipos x ambientes têm proporcionado informações sobre como eliminar as tendências de se superestimar as variâncias genéticas. Lembra ainda o autor que esta superestimação é que leva a discrepâncias entre respostas esperadas e obtidas com a seleção, adaptação de cultivares, avaliação de genótipos e estabilidade de produção.

ALLARD & BRADSHAW (1964) classificam a variação ambiental em duas categorias: a) previsível e b) imprevisível.

vel. A primeira categoria refere-se às características permanentes do ambiente, tais como: caracteres gerais do clima e alguns caracteres que flutuam sistematicamente como o comprimento do dia, a insolação e outros. Também se incluem nesta categoria os aspectos ambientais que são diretamente influenciados pelo homem, tais como a data e a densidade de sementeira, doses e forma de adubação, métodos e épocas de colheita e outras práticas agrônômicas. As variações imprevisíveis correspondem às flutuações do clima tais como a quantidade e distribuição de chuvas, temperatura e outros fatores.

Para BASSINELLO (1984), é possível reduzir a influência de tais interações no valor dos genótipos através da quantificação das suas magnitudes, promovendo-se assim o desenvolvimento de métodos mais precisos de seleção. O autor considera ainda, que aumentos na eficiência são, por outro lado, muito demorados quando somente caracteres finais como produtividade e qualidade são considerados. Acredita que o progresso real será possível somente quando forem obedecidos os passos pelos quais os caracteres finais são alcançados, sendo interessante conhecer o que pode servir para orientar o melhorista no desenvolvimento de variedades que minimizem as interações genótipos x ambientes desfavoráveis, isto é, variedades que sejam capazes de controlar seus processos de desenvolvimento, mantendo comportamento consistente frente às variações ambientais.

Segundo FINLAY & WILKINSON (1963), a habilidade de algumas variedades cultivadas possuírem bom comportamento sob grande variação de condições ambientais, tem sido longamente apreciada pelos agrônomos e melhoristas. Atendendo à demanda por variedades melhor adaptadas às condições variáveis, Frankel (1958), citado por esses autores, aponta que o melhorista é forçado a escolher entre o melhoramento para condições ecológicas estreitamente definidas ou para condições mais extensas, as quais incluem uma considerável variação de ambientes; objetivam, neste último caso, o desenvolvimento de variedades que possuam adaptabilidade geral. Embora os melhoristas tenham conhecimento de diferenças genotípicas importantes na adaptabilidade, eles não conseguiram explorá-las totalmente nos programas de melhoramento, devido principalmente a problemas na definição e mensuração da própria adaptabilidade ou da complexidade dos ambientes naturais.

FREEMAN (1973) mostra que a existência de interações entre genótipos e fatores ambientais tem sido reconhecida, há longo tempo, e cita que a referência mais antiga, a qual na verdade precede a análise da variância, foi feita por Fisher & Mackenzie (1923). Desde então, muitos trabalhos têm sido feitos para análises estatísticas da interação genótipos x ambientes, tanto por estatísticos interessados no teste de não aditividade em geral, como por agrônomos, melhoristas e geneticistas. Os métodos mais simples

que utilizam componentes de variância quando existem interações, incluem estudos de regressão e métodos similares para análises, assim como o conceito de estabilidade. Métodos baseados em análises modificadas e outros envolvendo variáveis ambientais externas, também são utilizados para a interpretação dos resultados.

Estudos realizados sobre interações genótipos x ambientes demonstraram que a regressão foi utilizada pela primeira vez por YATES & COCHRAN (1938), analisando grupos de experimentos. Nestes, o grau de associação entre diferenças varietais pôde ser verificado pelo cálculo da regressão dos rendimentos das variedades isoladas sobre os rendimentos médios de todas as variedades, mostrando assim que a regressão explicava grande parte da interação em uma série de experimentos de cevada.

O método de regressão foi também usado por PERKINS & JINKS (1968) para estimação de parâmetros em um modelo genético aplicado à biometria, assim como por ROEW & ANDREW (1964) e EBERHART & RUSSELL (1966), citados por esses autores, os quais incluíram a soma dos quadrados para ambientes e interações genótipos x ambientes, bem como seu desdobramento. Ainda, segundo os dois últimos autores, uma boa estimativa de coeficientes de regressão pode ser obtida de poucos ambientes, desde que estes cubram as variações esperadas. Considerando que a distribuição de precipitação fluvial seja o fator ambiental mais importante, datas de plan-

tio precoces e tardias podem ser frequentemente utilizadas para se obter um ambiente adicional para cada local. Do mesmo modo, densidades de plantas altas e baixas, níveis médios e altos de fertilizantes podem ser usados para aumentar o número de ambientes possíveis de um número fixo de locais e, ao mesmo tempo, prover uma variação de condições ambientais.

VENCOVSKY & GERALDI (1977) concluem que a ocorrência de interação genótipos x ambientes pode ser detectada estatisticamente, através da análise conjunta de experimentos repetidos em vários ambientes, e cujos tratamentos sejam constituídos de materiais genéticos. A detecção de significâncias para a interação não esclarece, contudo, as implicações que estas possam ter sobre o melhoramento, de forma que, estudos de detalhamento deste componente da variação são em geral necessários, sendo o da estabilidade um dos procedimentos.

O estudo da interação genótipo x ambiente também poderia ser focado conforme VENCOVSKY (1978) através do estudo da estabilidade de cultivares, baseando-se em estudos da variabilidade do caráter entre os ambientes para cada cultivar, pois o método teria a grande vantagem de permitir uma particularização da interação para cada tratamento, o que, evidentemente uma simples análise conjunta de ensaios não esclareceria.

O estudo da interação genótipos x ambientes possibilita a identificação de cultivares mais adaptados a

a determinadas regiões, onde as mesmas poderão expressar o seu potencial genético. Assim, estudos sobre a magnitude de tais interações podem ser úteis na regionalização de cultivares, objetivando indicar áreas onde as mesmas possam expressar o máximo que as condições ambientais particulares permitam.

Em experimentação agrícola, como se sabe, é freqüente a necessidade de análise conjunta de grupos de experimentos. Isso ocorre quando se deseja inferir resultados para condições gerais de uma região. Nesse caso, uma série de experimentos é efetuada em locais representativos da região durante um número suficiente de anos que represente as alternativas de clima da região. Essa situação ocorre em programas de melhoramento de plantas cultivadas, quando o critério de lançamento de novas cultivares comerciais se baseia na análise do comportamento relativo das cultivares em diversos locais por um determinado período de anos (IGNACZAK & SILVA, 1978).

No estudo da interação genótipos x localidades em milho, RUSCHELL (1968), classificou os genótipos sob estudo em quatro grupos, a saber: populações, variedades sintéticas, híbridos e variedades locais. Os dados mostraram superioridade em rendimento de grãos dos grupos das populações, das variedades sintéticas e dos híbridos em relação ao grupo das variedades locais. Observou também que o grupo dos híbridos apresentou uma maior estimativa da variância de

interação como localidades para produtividade, confirmando a relação do grau de adaptação com a heterogeneidade genética da cultivar, e conferindo a capacidade adaptativa restrita dos genótipos de base genética estreita.

LEMOS (1976), estimando o valor da interação genótipos x anos para diferentes grupos de cultivares de milho, verificou que os caracteres: dias de florescimento, número de espigas por planta, número de grãos por fileira e peso de 50 grãos, apresentaram a mesma seqüência em relação aos valores dos componentes de variação da interação tratamentos x anos.

SILVA et alii (1963) fazendo estudos sobre interação, obtiveram dados que apresentaram valores significativos para a interação cultivares x localidades. Contudo, das interações de cultivares x anos, nenhuma delas apresentou valor significativo, sendo que algumas interações cultivares x anos x locais foram significativas.

CORREIA DA SILVA (1981) manifesta que existem vários métodos de controle da interação genótipo x ambiente. De um modo geral, pode-se agrupar os métodos em duas linhas gerais de tratamento do problema. Uma delas se fundamenta na regionalização de locais e outra no estudo da estabilidade de cultivares. Dentro da primeira linha existem dois aspectos: um que se fundamenta principalmente nas características ambientais, procurando-se ajustar as necessidades da cultura às disponibilidades ambientais existentes, especialmente no

que se refere a clima e solos; o outro, parte das reações das cultivares quando expostas às diversas condições ambientais, procurando-se caracterizar regiões homogêneas, quanto ao comportamento relativo das cultivares.

2.2. INTERAÇÃO GENÓTIPOS X AMBIENTES EM ALGODÃO

MILLER et alii (1959) avaliaram a magnitude dos componentes de variância da interação genótipos x ambientes de 15 variedades de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em nove ambientes, durante três anos, na Carolina do Norte. Os autores encontraram que as interações genótipos x local x ano não foram significativas, concluindo que seria desnecesário a divisão da área estudada para fins de testes de rendimento, e que melhoramento para ambientes específicos deveria ser praticável até o limite em que importantes fatores ambientais estejam sob certo grau de controle previsível.

MILLER et alii (1962) analisaram alguns caracteres de 16 variedades de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), em 11 localidades da Carolina do Norte durante três anos. Foram encontradas interações variedades x ano e variedades x ano x local para rendimento de fibra, tenacidade e comprimento de fibra. Em todos os casos, as magnitudes destas interações foram pequenas quando comparadas com as fontes varietais de variação. Os autores salientam que o fato de que a intera-

ção variedade x local x ano apresente significância, implica uma resposta diferencial dos caracteres em estudo sobre diferentes condições ambientais. Isto significa que a influência daquelas condições não está associada com a influência do local isoladamente, mas foram resultados de combinações particulares de ambos.

ABOU-EL-FITTOUH *et alii* (1969a) analisaram o comportamento de quatro variedades de algodão (*Gossypium hirsutum*, L.) em 39 locais durante dois anos, para caracterizar a natureza das interações genótipos x ambientes, e identificar algumas variáveis associadas com estas interações. Foram realizadas análises de variância para estimar as componentes entre os genótipos, interação genótipos x ambientes e o erro experimental. Os resultados das análises para o caráter produção, mas foram relativamente menos importantes para os outros caracteres estudados, sendo a temperatura a variável que apresentou maior grau de associação com a interação genótipo x ambiente.

ABOU-EL-FITTOUH *et alii* (1969b) compararam duas medidas de similaridade utilizando dados de produção provenientes de testes regionais de variedades de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) da região do "Cotton Belt", nos anos 1960-1964 com propósitos de diminuir as interações genótipos x locais e estabelecer perspectivas para um novo zoneamento da região. As análises demonstraram que o coeficiente de distância é mais eficiente como medida de similaridade do que o coeficiente de correlação.

BRIDGE et alii (1969) estimaram a magnitude das interações variedades x ambientes utilizando oito variedades de algodão em três localidades, num período de três anos, no delta do Mississippi. A presença de uma interação variedade x local x ano para produção de fibra, porcentagem de fibra e peso do capulho, indicaram que as variedades mostraram respostas diferenciais quando cultivadas em ambientes diferentes. Com exceção da elongação e comprimento da fibra, as interações de segunda ordem para outros caracteres foram maiores que as interações de primeira ordem. A falta de uma interação significativa variedade x locais, ou variedade x ano para todos os caracteres medidos, indicaram que nem os locais, nem os anos tiveram qualquer efeito consistente sobre as respostas diferenciais das variedades.

VERHALEN & MURRAY (1969) testando interações genótipo x ambiente envolvendo dez variedades de algodão em um local durante dois anos em Oklahoma (EUA), encontraram um quadrado médio significativo da interação variedade x ano para tenacidade da fibra, mas não para comprimento e resistência da fibra.

KOHEL (1969) avaliou o comportamento de nove linhagens parentais de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e suas progênes F_1 num sistema de cruzamentos dialélicos completos, em cinco ambientes durante dois anos, para os caracteres: produção, altura de plantas, precocidade, índice de sementes e porcentagem de fibra. Concluiu-se que não houve

diferença entre a variabilidade dos pais com relação aos híbridos, embora os pais tivessem sido estáveis para os três dos cinco caracteres avaliados. O autor sugere, finalmente, que os organismos autofecundáveis podem corresponder a um estado de transição, sem ter desenvolvido um mecanismo homeostático, tal como aquele encontrado em organismos de fecundação cruzada.

QUISENBERRY & KOHEL (1971) estudaram oito caracteres fenotípicos de algodão (*Gossypium* sp) em cinco ambientes, para determinar os efeitos dos níveis de ploidia e de heterozigosidade sobre a estabilidade fenotípica de certas linhagens endogâmicas de algodão e seus híbridos. Os autores concluíram que o nível de ploidia não afetou significativamente a estabilidade fenotípica dos oito caracteres e, a heterozigosidade intergenômica associada com a anfidiploidia, não conferiu vantagens às plantas pelo melhoramento de sua capacidade de adaptação às flutuações ambientais. Finalmente, os autores consideraram que as espécies de algodão que foram estudadas não possuíam sistemas homeostáticos associados com a homozigose ou heterozigose.

McCALL et alii (1982) fizeram um estudo de estabilidade para o caráter tenacidade de fibra em algodão (*Gossypium hirsutum* L.). As interações genótipo x ambiente para este caráter foram significativas, porém, as magnitudes das componentes de variância das interações foram relativamente pequenas quando comparadas com as respectivas componen

tes das cultivares. Foi concluído que estas interações são de mínima importância na determinação destes caracteres, e que a classificação das cultivares nos diferentes ambientes foi praticamente a mesma. Portanto, a seleção em um ambiente garante o mesmo comportamento em outros.

SANTANA *et alii* (1983) realizaram estudos de produção e adaptação de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) submetidos a vinte diferentes ambientes das regiões Norte e Nordeste do Brasil durante dois anos. Com base nos resultados obtidos, os autores concluíram que houve uma variação de ambientes, os quais influenciaram no comportamento das cultivares no que se refere à produção e capacidade adaptativa.

OMRAM *et alii* (1983) avaliaram o comportamento produtivo de seis novas variedades em relação a três variedades comerciais de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em três localidades durante três anos. A análise dos resultados mostrou que existe uma resposta diferencial das variedades sob condições ambientais diferentes. Essas condições não estão associadas com a influência do local e do ano sozinhos, mas são resultados de combinações particulares de ambos. As diferenças entre localidades foram mais pronunciadas do que aquelas entre anos, e a variância da interação localidade x variedade foi mais importante do que a variância da interação variedade x ano.

SING & GILL (1984) estudaram a diversidade genética de 62 variedades de algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) em quatro ambientes, através da estatística D^2 generalizada de Mahalanobis (1936) e agrupamento pelo método de Tocher (RAO, 1952). Todas as variedades foram agrupadas em doze blocos em cada ambiente, com exceção de um ambiente com dez blocos. Os resultados demonstraram que os oito caracteres considerados nos quatro ambientes foram altamente significativos, demonstrando que a diversidade genética não estava diretamente relacionada com a diversidade geográfica. Também houve variação no agrupamento em diferentes ambientes, presumivelmente devido a respostas diferenciais dos diferentes caracteres nos ambientes, mostrando portanto, que o padrão de agrupamento em um ambiente pode não ser aplicável em outro ambiente.

2.3. ESTABILIDADE DE CULTIVARES

O termo "estabilidade de produção" de variedades de plantas cultivadas tem sido definido sob formas diferentes. Usualmente, uma variedade é considerada estável se apresentar apenas pequenas variações no seu comportamento geral, quando desenvolvida sob condições ambientais diversas. Segundo este conceito, não se considera importante a potencialidade de ambientes em proporcionar altas ou baixas produ

tividades, isto é, a variedade estável tem mais ou menos o mesmo rendimento, quer os ambientes sejam favoráveis ou desfavoráveis. Este tipo de variedade é de grande utilidade para os pequenos agricultores, que carecem de recursos para a aplicação de níveis adequados de tecnologia e portanto, devem adotar variedades pouco sensíveis às alterações ambientais (OLIVEIRA, 1976).

Para eliminar o efeito ambiental e se trabalhar o máximo possível com o potencial genético do material, foi desenvolvida uma série de técnicas de condução em todas as fases do melhoramento, para se ter maior segurança no desempenho do trabalho. Quando as diferenças entre os genótipos são estreitas, lança-se mão dos recursos de experimentação em delineamentos estatísticos que permitem o isolamento da interação genótipo x ambiente (PEIXOTO et alii, 1985).

O método mais antigo usado para se avaliar a estabilidade consiste em uma análise de variância conjunta de uma série de experimentos desenvolvidos em vários locais e em vários anos. Através desse procedimento estudou-se não apenas os efeitos isolados de variedades, locais e anos, mas também as interações variedades x locais, variedades x anos, locais x anos e variedades x locais x anos, considerações que proporcionam estimativas das magnitudes de suas variâncias.

FINLAY & WILKINSON (1963) consideram adequada a metodologia de análise de grupos de experimentos, mas

pouco sensível para indicar a existência de interações com ambientes. Consideram essa metodologia como uma medida básica de adaptabilidade, porém, seu uso torna-se difícil quando se avalia um grande número de genótipos.

YATES & COCHRAN (1938) sugerem a decomposição da interação cultivares x ambientes. Para cada cultivar determina-se a regressão linear da produtividade em relação à média do caráter expressa por todas as cultivares em cada ambiente. Desta forma, uma equação de regressão é apresentada para cada cultivar. Essa equação, representada em um gráfico de eixos cartesianos, mostra o comportamento individual de cada cultivar e o efeito dos diferentes ambientes.

PLAISTED & PETERSON (1959) apresentaram um método para caracterizar a estabilidade da performance de produção. No caso da análise de resultados de um ano, o primeiro passo é uma análise conjunta de todas as variedades em todos os locais. Se a interação variedades x locais é significativa, efetua-se a análise de variância conjunta de todos os anos para cada combinação de variedades tomadas duas a duas. Para m variedades serão necessárias $m(m-1)/2$ análises. As análises conjuntas fornecem uma estimativa de σ_{vl}^2 (componente de variância da interação variedades x locais) para cada par de variedades. Calcula-se então, a média aritmética das estimativas de σ_{vl}^2 para cada variedade. A variedade que corresponde ao menor valor médio é a que menos contribui para as interações variedades x locais e, assim, é considerada a mais estável no teste.

WRICKE (1965) define um parâmetro de estabilidade que ele denomina de "ecovalência" (valência ecológica). A ecovalência é uma medida de avaliação das oscilações de rendimento sob variadas condições de ambientes. A soma de quadrados da interação variedades x ambientes é dividida nas partes atribuíveis às variedades isoladas.

O mesmo autor menciona que, frequentemente, tem surgido a suposição de que variedades mais promissoras mostram, em média, oscilações mais acentuadas de rendimento do que as menos promissoras. Entretanto, ele não encontrou nenhuma correlação entre rendimento e ecovalência em variedades de cebola.

Se de fato houvesse uma correlação negativa entre bom rendimento e pequena ecovalência, uma variedade com alto rendimento poderia estar na categoria das que no decorrer do trabalho de melhoramento, atingiram tal nível que se tornam inadequadas para melhoramentos posteriores.

O método de FINLAY & WILKINSON (1963) para comparar a performance de um conjunto de variedades em vários ambientes se baseia em uma análise de regressão simples. As duas variáveis consideradas para a estimação do coeficiente de regressão são o índice de ambiente (variável independente) e a produtividade individual média de cada variedade em cada ambiente (variável dependente).

Para a determinação da estabilidade desse método os índices importantes são o coeficiente de regressão e a produção média da variedade sobre todos os ambientes.

Previamente à análise, as produtividades são transformadas em uma escala logarítmica que, segundo FINLAY & WILKINSON (1963), induzem a um alto grau de linearidade na regressão. O uso de escala logarítmica também conduziu a um razoável grau de homogeneidade da variância do erro.

Baseando-se no coeficiente de regressão, FINLAY & WILKINSON (1963) caracterizam vários tipos de adaptação de variedades. Variedades com um baixo coeficiente de regressão mostram um alto grau de estabilidade fenotípica. Neste caso, as produtividades em todos os ambientes são as mesmas. A estabilidade absoluta é expressa por $b = 0$.

As variedades fenotipicamente instáveis estão associadas a altos valores para os coeficientes de regressão. Valores negativos, ainda que eventualmente possam ocorrer, não são de interesse do pesquisador. Variedades com coeficiente de regressão próximo de 1,0 têm estabilidade média sobre todos os ambientes.

EBERHART & RUSSELL (1966), estudaram parâmetros de estabilidade para comparação de variedades de milho (*Zea mays* L.) e propõe um modelo nos mesmos moldes daquele sugerido por YATES & COCHRAN (1938) e semelhante ao de FINLAY & WILKINSON (1963).

O referido método considera a regressão de cada variedade do experimento em relação a um só índice de ambiente, tal como foi definido no método de FINLAY & WILKINSON (1963). Os parâmetros de estabilidade para cada variedade

são o coeficiente de regressão e uma medida dos desvios de regressão.

Os mesmos autores, em desacordo com FINLAY & WILKINSON (1963), consideram que seria desejável um índice ambiental independente das variáveis experimentais e obtidos de fatores estranhos aos dados, tais como chuva, temperatura e fertilidade do solo. Não usam este procedimento devido ao fato de não se ter conhecimentos da relação entre tais fatores e a produtividade, o que impede a estimação de tais índices.

Ainda esses autores mencionam que análises de vários conjuntos de dados em ensaios de produção de milho, na Universidade do Estado de Iowa (Estados Unidos), têm indicado que híbridos com um coeficiente menor que 1,0 geralmente têm produtividades médias abaixo da produtividade média geral.

Coeficientes de regressão acima de 1,0 indicam uma elevada sensibilidade à mudanças de ambiente (baixa estabilidade), e maior especificidade na adaptação a ambientes de alta produtividade. Coeficientes de regressão abaixo de 1,0 indicam uma baixa sensibilidade à troca de ambientes (alta estabilidade), e maior especificidade na adaptação a ambientes de baixa produtividade.

Em resumo, o coeficiente de regressão próximo de 1,0 indica estabilidade média. Quando isso é associado com uma alta média de produtividade, a variedade tem capacidade

geral de adaptação; quando associado com baixa média de produtividade, a variedade é pouco adaptada a todos os ambientes.

O melhorista de plantas, normalmente deseja variedades que se comportem acima da média geral em qualquer ambiente. Logo, deseja variedades de médias altas, coeficiente de regressão unitário e desvios da regressão tão pequenos quanto possíveis. Assim, para EBERHART & RUSSELL (1966), variedade estável é aquela a que correspondem coeficiente de regressão 1,0 e desvio de regressão zero.

TAI (1971) descreve um parâmetro estatístico apropriado para estabilidade. O método de TAI (1971) é semelhante ao de EBERHART & RUSSELL (1966), em que se tenta determinar a resposta linear da variedade para os efeitos ambientais. A diferença está nos parâmetros e envolve uma extensão do modelo matemático convencional para a análise de variância; estima o potencial genético da variedade para estabilização na performance, quando variam os ambientes. Os parâmetros são definidos como α_i e λ_i , sendo α_i estimado pela covariância entre os efeitos da interação variedades x ambientes, dividida pela variância dos efeitos ambientais, e λ_i estimado pela razão entre a variância dos desvios da resposta linear e a variância do erro associada com os efeitos da interação variedades x ambientes mais a unidade.

Uma variedade perfeitamente estável não mudará sua performance de ambiente para ambiente. Isto equivale a afirmar que para esta $\alpha = -1$ e $\lambda = 1$.

TAI (1971) salienta que uma variedade perfeitamente estável provavelmente não existirá. Assim, segundo este autor, o melhorista ficará satisfeito com a obtenção de níveis médios de estabilidade. Os valores ($\alpha = 0$, $\lambda = 1$) são referidos como estabilidade média, e os valores ($\alpha = -1$, $\lambda = 1$) como perfeita estabilidade.

Estudos desenvolvidos por VERMA et alii (1978) propõem uma técnica alternativa, que consiste no ajustamento separado de dois segmentos de reta, de forma a discriminar os genótipos que tenham uma resposta constante em ambientes negativos, e que apresentam maiores respostas em ambientes favoráveis. Este é o genótipo ideal procurado pelo melhorista que se pode detectar por esta técnica de análise da interação. Associando os métodos até então citados, SILVA & BARRETO (1985), propõe a utilização de regressão múltipla, que consiste no ajuste único dos dois segmentos de reta, sugeridos por VERMA et alii (1978).

2.4. AGRUPAMENTO DE AMBIENTES

O processo de regionalização visa o agrupamento de locais de uma área geográfica em subáreas de modo a se obter uma redução da magnitude das interações cultivares x locais. Assim, parece lógico que se procure dividir a área em subáreas, tendo como base as características de temperatu

ra, precipitação e tipos de solos, de modo a minimizar a interação cultivares x locais (CORREIA DA SILVA, 1981).

VENCOVSKY (1978) também concorda com a realização de zoneamento ecológico para estudar a interação genótipos x ambientes. Para isso, tem-se necessidade de conduzir experimentos em locais e anos representativos, procurando-se descobrir grupos de localidades dentro dos quais a componente de interação σ^2_{ta} (tratamentos x ambientes) é minimizada, podendo ser maximizada entre agrupamentos. Estudos dessa natureza foram feitos por ROSITO (1974) em trigo, para o estado do Rio Grande do Sul, onde o autor constatou uma razoável compatibilidade entre a regionalização existente e a estabelecida pelo estudo realizado, considerando a interação genótipos x ambientes.

MOTA et alii (1974) apresenta uma proposta de regionalização agroclimática do Rio Grande do Sul para várias culturas, utilizando como critério básico as aptidões climáticas das culturas, definidas com base em suas exigências e cotejadas com as disponibilidades climáticas das regiões. O método considera apenas os fatores climáticos, sendo tal restrição justificada, segundo os autores, pela incapacidade desses fatores serem controlados em uma exploração agrícola, como podem sê-lo os caracteres edafológicos.

SILVA et alii (1963) estudando a interação de cultivares de milho em localidades do Estado de São Paulo e, considerando o aspecto da regionalização de cultivares, cons

tatam que a influência de solos mostrou-se mais importante do que o efeito das variações climáticas de um para outro ano, com relação à variabilidade de produção.

HORNER & FREY (1957) propõem a subdivisão do Estado de Iowa em regiões homogêneas que possibilita uma adequada recomendação regional de variedades de aveia, utilizando um procedimento para a redução da interação cultivares x locais dentro de cada região. Eles sugerem distintos agrupamentos de locais para cada uma das subdivisões do Estado em 2, 3, 4 e 5 regiões, utilizando resultados de experimentos efetuados em nove locais durante cinco anos, com poucas variedades comuns a todos os anos. Para cada uma dessas quatro classes de subdivisões é obtido o quadrado médio da interação cultivares x locais dentro da região, conforme os agrupamentos resultantes das subdivisões mais coerentes do ponto de vista de proximidade geográfica. O melhor agrupamento de locais para cada uma das regionalizações em 2, 3, 4 e 5 regiões reduziu o quadrado médio de 11%; 21%; 30% e 40%, respectivamente, em relação ao quadrado médio da interação, abrangendo o estado todo.

Entre os processos multivariados, ABOU-EL-FITTOUH et alii (1969b), utilizam análise de conglomeração ("cluster analysis") para classificação de locais. Os dados utilizados foram resultados de experimentos de competição de cultivares de algodão do Cotton Belt durante dois ciclos, com o objetivo de diminuir a interação cultivares x locais. Traba-

lharam inicialmente com uma matriz de estimativas dos efeitos interação cultivares x locais para cada um dos dois ciclos da cultura de algodão em estudo. A partir de cada uma dessas matrizes obtiveram duas medidas de similaridades entre todos os possíveis pares de locais. Estas medidas de similaridade são um coeficiente de distância e um coeficiente de correlação. A partir desses, os locais com tipos de interação mais similares são agrupados em sucessivos estágios, até a formação de um único grupo.

Os autores concluem que a medida de similaridade que se mostra mais adequada é o coeficiente de distância, utilizando como critério de escolha entre as duas medidas a soma de quadrados da interação variedades x local dentro de grupos de locais para equivalentes estágios do processo de conglomeração.

BYTH *et alii* (1976) utilizam procedimento de análise de conglomeração e ordenação para análise de um grupo de experimentos internacionais do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT). Os dados correspondem à produção de 49 cultivares de trigo, escolhidos entre os mais cultivados no mundo, obtidos de experimentos efetuados em 63 locais situados em extensa área de cultivo no período 1967/1968. O método é ampliado para fazer uma dupla classificação: de locais e de cultivares.

CAMPBELL & LAFEBER (1977) adotaram o método de conglomeração para agrupar e estudar as similaridades de

nove locais de experimentos de trigo no leste dos Estados Unidos, a partir da produção média de onze cultivares em três anos. Utilizam como medida de similaridade o coeficiente de correlação entre as produções médias dos três anos de todos os possíveis pares de locais.

CORDEIRO (1978) aplica o método de conglomeração, tal como utilizado por ABOU-EL-FITTOUH *et alii* (1969b). As similaridades são um coeficiente de distância. O autor efetua análises preliminares para comparação de resultados dos métodos de máxima distância, centróide e ligação média, métodos que aglomeram as entidades a serem classificadas uma a uma, e adota o método da ligação média por se mostrar mais estável e oferecer melhores recursos para interpretação.

SEIF *et alii* (1979) apresentam um procedimento multivariado para classificar locais, utilizando análise canônica. Os autores trabalham com nove cultivares de trigo em onze locais da região tritícola da Austrália, e sugerem a subdivisão da mesma em duas sub-regiões.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

Foram utilizados dados de rendimento em kg/20m² de 10 genótipos de algodão, provenientes de ensaios regionais correspondentes aos anos agrícolas 1985/86 e 1986/87. Estes genótipos incluem variedades e linhagens promissoras, materiais estes selecionados no Instituto Agronômico Nacional (I.A.N.), centro experimental ligado ao Ministério de Agricultura e Pecuária do Paraguai.

Os experimentos foram conduzidos, através do Programa Nacional de Algodão e o Projeto de Investigação e Experimentação Algodoeira, objetivando avaliar o potencial produtivo, precocidade e características tecnológicas da fibra de variedades e linhagens promissoras, recentemente selecionadas. Os tratamentos foram comparados com a variedade Reba P-279, material utilizado em todos os experimentos como testemunha, por ser o único genótipo de ampla adaptação, recomendado pelo Ministério da Agricultura para cultivo.

Os experimentos foram instalados em seis loca

lidades: Pirareta, Ybycui, Caaguazû, Caazapa, Coronel Bogado e Concepción, os quais são considerados como as regiões mais representativas das zonas produtoras de algodão do país e abrangem os seguintes Estados: Paraguari, Caaguazû, Caazapa, Itapua e Concepción. A Figura 1 apresenta a localização dos ensaios nas diferentes regiões produtoras de algodão (*Gossypium* sp).

Na Tabela 1 são apresentados os genótipos utilizados como tratamentos no ano 1985/86.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com três tratamentos e oito repetições. As parcelas experimentais constituíram-se de três fileiras de 20 metros de comprimento, espaçadas de um metro, sendo a área útil constituída pela fileira central, perfazendo 20 m². O espaçamento entre plantas dentro das fileiras foi de 0,25 metros.

Efetuuou-se a semeadura manualmente, colocando-se cinco a sete sementes por cova à profundidade de três centímetros, realizando-se desbaste após 30 dias deixando duas plantas por cova, uniformizando a população em 80.000 plantas por hectare para todos os tratamentos em todos os locais. Os experimentos foram instalados no mês de outubro, época recomendada pela pesquisa para a cultura do algodão.

A adubação de base foi feita para todos os tratamentos em todos os locais, utilizando-se 18 kg/ha de nitrogênio, 40 kg/ha de fósforo na forma de fosfato diamônico e 50 kg/ha de potássio, na forma de cloreto de potássio. Por

Figura 1 . Distribuição dos ensaios regionais nos diferentes locais da região Oriental do Paraguai. Anos agrícolas 1985/86 e 1986/87.

ocasião do florescimento realizou-se adubação de cobertura, utilizando-se 22,5 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, com pletando-se assim a formulação recomendada de 40-40-50.

Tabela 1. Genótipos utilizados como tratamentos no experimento do ano 1985/86.

Genótipos	Origem
Variedade	
REBA P-279 (testemunha)	Paraguai
Linhagens promissoras	
SP-510 x P-279-100	Paraguai
SP-510 x P-279-22	Paraguai

Da mesma forma, na Tabela 2 são apresentados os genótipos utilizados como tratamentos no experimento do ano 1986/87.

O delineamento experimental utilizado foi o látice simples 3 x 3 com quatro repetições, porém as análises estatísticas foram realizadas em blocos ao acaso devido ao pequeno número de tratamentos e à não eficiência do delineamen-
to em látice. A parcela experimental e os tratos culturais foram similares no experimento do ano 1985/86.

Tabela 2. Genótipos utilizados como tratamentos no experimen
to do ano agrícola 1986/87.

Genótipos	Origem
Variedades	
REBA P-279 (testemunha)	Paraguai
Guazuncho	Argentina
Linhagens promissoras	
SP-510 x P-279-100	Paraguai
SP-510 x P-279-28/39	Paraguai
SP-510 x P-279-29/43	Paraguai
SP-510 x P-279-32	Paraguai
SP-510 x P-279-38/41	Paraguai
SP-510 x P-279-40/42	Paraguai
TAMCOT SP 21-S	USA

3.2. METODOLOGIA

3.2.1. Análise da variância

Procedeu-se preliminarmente, à análise indi
vidual dos experimentos para cada local e ano, a fim de ava-
liar a significância do quadrado médio entre tratamento, e
se determinar as estimativas de variância do erro experimen-
tal, segundo o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + v_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = rendimento do tratamento i na repetição j ;

μ = média geral;

v_i = efeito do tratamento i ;

b_j = efeito do bloco j ;

e_{ij} = efeito do erro experimental.

Todas as análises de variância foram feitas de acordo com um modelo fixo. Dessa forma, os resultados serão válidos para os genótipos e as localidades consideradas. Com base num modelo fixo, todas as fontes de variação foram testadas com o quadrado médio residual (STEEL & TORRIE, 1960). O quadro da análise da variância para cada local e ano são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Esquema da análise individual da variância.

Fontes de variação	GL	QM	F
Blocos	$r-1$	Q_B	Q_T/Q_R
Genótipos	$t-1$	Q_T	
Resíduo	$(r-1)(t-1)$	Q_R	
Total	$(r.t)-1$		

onde:

r = número de repetições
 t = número de tratamentos.

Os testes de homogeneidade das variâncias dos erros experimentais entre locais foram obtidos pelo teste de F máximo e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey.

No caso dos experimentos realizados em 1985/86, que apresentaram heterogeneidade dos quadrados médios residuais, para fins de análise conjunta utilizou-se a metodologia de Cochran (1954), conforme PIMENTEL GOMES (1985).

Após testar a homogeneidade das variâncias, e a fim de verificar a ocorrência de comportamento diferencial dos genótipos nas diferentes localidades, foram feitas as análises conjuntas dos experimentos para cada ano. Para esse fim utilizaram-se as médias dos tratamentos correspondentes aos dois anos de teste, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + v_i + a_k + (va)_{ik} + b_{jk} + \bar{e}_{ijk}$$

onde:

- Y_{ijk} = observação média do tratamento i, na repetição j do ambiente k;
- μ = média geral;
- v_i = efeito do tratamento i;
- a_k = efeito do local k;
- $(va)_{ik}$ = efeito da interação do tratamento i com o local k;
- b_{jk} = efeito da repetição j no local k;
- $\bar{e}_{ijk}$ = erro experimental associado à média Y_{ijk} .

As fontes de variação das análises conjuntas foram testadas com o quadrado médio ponderado do erro experimental, obtidos através da somatória das somas de quadra-

dos do erro experimental de cada local e ano, o qual é representado esquematicamente na Tabela 4.

Tabela 4. Análise conjunta da variância.

Fontes de variação	GL	QM	F
Blocos	-	-	-
Genótipos (T)	t-1	Q_T	Q_T/Q_R
Locais (L)	l-1	Q_L	-
Gen. x Loc. (TxL)	(t-1)(l-1)	Q_{TL}	Q_{TL}/Q_R
Resíduo médio	$\sum_k \eta_k$		
Total			

onde:

- t = número de genótipos;
- l = número de locais;
- r = número de repetições;
- η_k = número de graus de liberdade do resíduo da análise do local k.

3.2.2. Análise de estabilidade

O estudo da estabilidade fenotípica para o caráter produtividade dos genótipos testados nos seis ambientes, foi feito dentro de cada ano, segundo a metodologia de EBERHART & RUSSEL (1966). O método se fundamenta essencialmente em dois parâmetros principais, ou seja, o coeficiente de regressão

(b) e a variância dos desvios de regressão (σ_d^2).

Quando o coeficiente de regressão linear de um genótipo é superior à unidade ($b > 1$), significa que a mesma responde positivamente às melhorias ambientais, no entanto, em condições desfavoráveis este comportamento pode ser bastante prejudicado. Por outro lado, quando o coeficiente de regressão linear é inferior à unidade ($b < 1$), esta não responde satisfatoriamente às melhorias ambientais, mas também não sofre prejuízos sérios em condições desfavoráveis.

A variância dos desvios da regressão quando baixa, indica que um genótipo em ambientes semelhantes deve apresentar comportamentos semelhantes. No entanto, quando a variância dos desvios da regressão for alta, o genótipo não deve apresentar o mesmo comportamento em ambientes semelhantes. Portanto, este parâmetro é de fundamental importância na avaliação da estabilidade de um cultivar. É importante salientar que tanto os valores de b como os da variância dos desvios da regressão só serão de utilidade nas recomendações de genótipos quando estiverem associadas à produtividade média superior das respectivas cultivares.

Os dados utilizados para análise de estabilidade foram as médias dos tratamentos correspondentes aos anos 1985/86 e 1986/87, por apresentarem significância à interação genótipo x ambiente. O modelo do quadro de análise de variância, segundo o modelo de EBERHART & RUSSELL (1966) é esquematizado na Tabela 5.

Tabela 5. Esquema da análise da variância segundo método de EBERHART & RUSSELL (1966).

Fontes de variação	GL	QM
Genótipos (T)	$t-1$	QM_T
Locais (L)	$\ell-1$	QM_L
Interação Genot. x Locais (TxL)	$(t-1)(\ell-1)$	QM_{TL}
Locais dentro de genótipos(TxL)	$t(\ell-1)$	
Regressão linear	1	
Interação TxL (linear)	$t-1$	$QM_{TL(\text{linear})}$
Desvios combinados	$(\ell-2)$	QM_{desvios}
genótipo 1	$\ell-2$	
genótipo 2	$\ell-2$	
.....		
genótipo (T)	$\ell-2$	
Erro médio Ponderado	$\ell(t-1)(r-1)$	QM_{Erro}
Total	$t\ell-1$	

O modelo de regressão adotado foi:

$$\bar{Y}_{ik} = \mu_i + \beta_i I_k + \delta_{ik}$$

onde: $\bar{Y}_{ik}$ é a média das repetições do genótipo i no local k ; μ_i o efeito do i -ésimo genótipo nos locais; β_i é o coeficiente de regressão que mede a resposta do i -ésimo genótipo nos diversos locais; δ_{ik} é o desvio da regressão do i -ésimo genótipo no k -ésimo local, e I_k é o índice ambiental obtido como a média de todos os genótipos no k -ésimo local menos a média geral.

O primeiro parâmetro de estabilidade é o coeficiente de regressão, estimado da maneira usual:

$$b_i = \frac{\sum_k \bar{Y}_{ik} I_k}{\sum_k I_k^2}$$

O outro parâmetro de estabilidade considerado é o desvio da regressão, obtido da seguinte forma:

$$s_{di}^2 = \frac{\sum_k \delta_{ik}^2}{\ell - 2} - \frac{QM_e}{r},$$

As hipóteses, $h_0: \beta_i = 1, (i=1, \dots, t)$ foram testadas pelo teste t :

$$t = \frac{b_i - 1}{\text{Var}(b_i)}$$

Os desvios da regressão para cada variedade foram testados pelo teste F :

$$F = \frac{\sum_k \delta_{ik}^2 / (\ell - 2)}{QM_e / r}$$

3.2.3. Classificação de ambientes

3.2.3.1. Similaridade

A possibilidade de se medir a similaridade entre uma coleção de entidades e classificá-las em grupos, a partir de um conjunto de critérios, tem sido estudado por muitos pesquisadores.

Vários métodos têm sido propostos para a avaliação numérica de afinidades ou similaridades entre entidades, e a ordenação destes em grupos a partir de suas afinidades. SOKAL & SNEATH (1963) apresentam detalhada exposição de todas as formas de análises usadas em taxonomia numérica para resolver problemas de similaridade e classificação de entidades.

Neste estudo, são utilizados métodos de classificação numérica, para identificar se existem entre os locais estudados padrões de interações similares, em relação aos genótipos utilizados. Para uma análise objetiva e uma visão conjunta das similaridades, a classificação dos locais foi efetuada dentro de cada ano.

Os valores do efeito da interação genótipos x locais, cujo elemento genérico $(v\hat{a})_{ik}$ quantifica a magnitude da interação relativa ao i -ésimo genótipo no k -ésimo local, são representados da seguinte forma:

$$(\hat{v}a)_{ik} = \bar{y}_{ik} - \bar{y}_{i.} - \bar{y}_{.k} + \bar{y}_{..}$$

Para o caráter estudado temos:

y_{ik} = média do i-ésimo tratamento no k-ésimo local;

$\bar{y}_{i.}$ = média geral do i-ésimo tratamento;

$\bar{y}_{.k}$ = média geral do k-ésimo local;

$\bar{y}_{..}$ = média geral dos t tratamentos nos l locais.

Para medir a similaridade entre os locais, cada local é representado por um vetor de valores da interação genótipos x local, constituindo o conjunto desses vetores as matrizes do efeito da interação referenciado no parágrafo anterior.

A similaridade entre os locais foi determinada através da "Distância Euclidiana Média", definida como a distância média entre dois pontos kk' em um espaço de c dimensões, e expressada no seguinte modelo:

para o par de locais k e k'

$$d_{kk'} = \Delta_{kk'} / \sqrt{t}$$

$$\Delta_{kk'} = \left\{ \sum_{i=1}^t \left[(\hat{v}a)_{ik} - (\hat{v}a)_{ik'} \right]^2 \right\}^{1/2}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, t$: nº de tratamentos.

Esta medida $\Delta_{kk'}$, foi primeiramente definida para classificação numérica por SOKAL (1961). Desde que $\Delta_{kk'}$ cresce com o número de cultivares, a distância média $d_{kk'}^2$ é mais comumente utilizada (SOKAL & SNEATH, 1963).

A utilização da Distância Euclidiana Média no presente estudo justifica-se pelo fato de estar estreitamente relacionada com a soma de quadrados da interação genótipo x local. Mostra-se que, $\frac{t}{2}d_{kk'}^2$, é a soma de quadrados da interação dentro de uma região formada pela combinação dos locais k e k'. Estas distâncias são computadas para todos os possíveis pares de locais, e para cada uma das matrizes da interação cultivares x locais correspondentes às análises de interesse.

3.2.3.2. Agrupamento

Para o agrupamento de locais em "cluster", adotou-se a metodologia de K.D. Tocher (RAO, 1952). O método consiste em agrupar os locais, tomando como base as medidas de similaridade determinadas através da "Distância Euclidiana Média", sobre a qual é identificado o par de locais mais próximo, ou seja, aqueles que apresentaram menores valores de $d_{kk'}^2$. Estes locais constituíram o primeiro grupo. A partir desses valores serão avaliados a possibilidade de inclusão de novos locais dentro do grupo, adotando-se o critério anteriormente citado. O processo continua até que todos os locais incluídos, estejam em um ou outro grupo, formando assim, o primeiro cluster.

A metodologia de K.D. Tocher adota o critério de que a média dos valores de d_{kk}^2 , "intra cluster" deve ser menor que os valores de d_{kk}^2 , "inter cluster". Isso é devido à inclusão de grupos adicionais durante a formação de novos "cluster", que altera o valor na média de d_{kk}^2 .

O valor máximo permissível para a inclusão de um novo grupo dentro de um "cluster" pode ser estabelecido arbitrariamente, ou considerar, como foi feito neste trabalho, o valor máximo de d_{kk}^2 , encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CONDIÇÕES GERAIS DOS EXPERIMENTOS

Os experimentos foram instalados nas principais regiões algodoeiras do Paraguai, de modo que, praticamente todos os tipos de solos e condições climáticas sobre os quais se desenvolve esta cultura estivessem representados no conjunto dos experimentos.

Realizaram-se duas contagens do número de plantas por parcela, para determinar o nível ótimo do estande nos experimentos. Os dados da primeira contagem 23 dias após a semeadura, e da segunda, no início da colheita, mostraram que a porcentagem de germinação das sementes de todos os genótipos ensaiados foi de 90-95%, obtendo-se uma população de 80.000 plantas/ha, a qual é recomendada pela pesquisa para a cultura do algodão.

A abertura gradual dos capulhos permitiu realizar, em média, três colheitas manuais, iniciando-se no mês de fevereiro e finalizando no mês de março.

Os dados de distribuição de chuvas, apresenta

dos nos Apêndices 1 e 2 evidenciam a ocorrência de variações acentuadas na intensidade de precipitação nas principais fases do desenvolvimento da cultura, alterando o comportamento dos genótipos, principalmente em relação à produtividade. Entretanto, tais variações não prejudicaram o desenvolvimento e a avaliação final dos experimentos.

A utilização de sementes tratadas com inseticidas sistêmicos e fungicidas, assim como o acompanhamento do calendário de controle de pragas garantiu a pequena incidência das mesmas, durante o desenvolvimento da cultura.

4.2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA

4.2.1. Análise individual

Os dados considerados neste estudo envolveram seis locais (Pirareta, Ybycui, Caaguazú, Caazapa, Coronel Bogado e Concepción), dois anos agrícolas (1985/86 e 1986/87) e 3 e 6 genótipos, avaliados nestes anos agrícolas, respectivamente.

Convém ressaltar que o caráter produtividade foi considerado como base para o estudo do presente trabalho.

Os resultados da análise de variância individual dos dados de produtividade de algodão em caroço, para

cada ano agrícola são encontrados nos Apêndices 3 a 14. Através delas, pode ser verificado que os efeitos de tratamentos para o ano 1985/86 foram significativos ao nível de 5% de probabilidades pelo teste F para os locais Ybicui, Caaguazû, e Caazapa, sendo que para Pirareta, Coronel Bogado e Concepción os efeitos de tratamentos não apresentaram diferenças significativas.

Da mesma forma para o ano de 1986/87 com referência a tratamentos, foram encontrados níveis de significância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade para os locais Ybicui, Caaguazû e 1% de probabilidade para Concepción, sendo que para Pirareta, Caazapa e Coronel Bogado, não foram detectadas diferenças significativas. Estes efeitos significativos dos tratamentos em diferentes locais, indicam que pelo menos um deles apresenta comportamento diferencial em relação aos outros.

As análises individuais possibilitaram calcular o coeficiente de variação (C.V.) de cada experimento, estimando-se assim a homogeneidade do erro experimental, tendo-se observado amplitude de 6,61; 10,25% e 7,35; 13,05% como os menores e maiores C.V., respectivamente, nos experimentos para cada ano. Essas magnitudes dos coeficientes de variação indicaram uma boa precisão na condução dos experimentos para os diferentes locais em relação ao caráter em estudo.

4.2.2. Análise conjunta

Os resultados da análise conjunta dos experimentos para o ano 1985/86 são apresentados na Tabela 6. Na apreciação desses resultados verificou-se que os efeitos dos tratamentos apresentaram significância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6. Análise conjunta da variância dos dados de produtividade média de algodão em caroço, em kg/20m² de três genótipos de algodão (*Gossypium* sp) em seis localidades da região oriental do Paraguai. Ano agrícola 1985/86.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/Locais	42	13,8913	0,3307	22,04**
Genótipos (T)	2	0,226	0,113	7,53*
Locais (L)	5	38,602	7,720	23,34**
Genótipos x Locais	10 (6)	0,393	0,039	2,62* (*)
Erro médio ponderado	84 (14)	1,260	0,015	
Média: 3,68		C.V.(%): 8,06		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

(*) Significância de F com 6 e 14 GL, sendo $\eta_r = 6$ e $\eta_r' = 14$ conforme PIMENTEL GOMES (1985).

Por outro lado, houve divergência significativa para os efeitos de locais e para a interação genótipo x

locais. A significância da interação, detectada pela análise conjunta, revelou uma ação diferencial dos genótipos em diferentes locais. Isto já era de se esperar, uma vez que, uma simples observação no comportamento individual dos locais fornece uma idéia do comportamento diferencial dos mesmos.

No estudo da interação genótipos x ambientes, FALCONER (1983) salienta que pode-se admitir que uma diferença específica de ambientes possua o mesmo efeito sobre genótipos ou, em outras palavras, que pode-se associar certos desvios ao ambiente, com uma diferença de ambiente independente do genótipo, sobre o qual ela age. Tal não foi observado para significância da interação.

Na Tabela 7 são encontrados os valores relativos às médias de produtividade dos genótipos em cada local, assim como as suas médias marginais. Analisando-se o comportamento dos genótipos através de suas produtividades médias, pode-se observar que a variedade Reba P-279 e a linhagem SP-510 x P-279-100 mostraram rendimentos superiores à média geral, sendo que SP-510 x P-279-22 mostrou rendimento inferior a média geral e também inferior à Reba P-279 e SP-510 x P-279-100. No entanto, entre a Reba P-279 e SP-510 x P-279-100 não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidades pelo teste Tukey.

A linhagem SP-510 x P-279-22, apesar do seu comportamento diferencial em relação aos outros, deve ser

Tabela 7. Produtividade média em kg/20m² de três genótipos de algodão (*Gossypium* sp) em seis localidades da região Oriental do Paraguai; média ($\bar{y}$); variância do erro (s^2) e coeficiente de variação (CV%) de cada experimento. Ano agrícola 1985/86.

Genótipos	Média de oito repetições					Média de produtividade ($\bar{y}$)	
	Pirareta	Ybycui	Caaguazú	Caazapa	Cel.Bogado* Concepción		
Reba P-279	2,1137	4,4862	5,1062	3,4150	1,8387	5,9187	3,8131 a
SP-510 x P-279-100	2,2487	3,2825	5,0437	2,9325	1,8112	5,8437	3,6937 ab
SP-510 x P-279-22	2,2275	3,9975	4,4625	2,7737	1,7800	5,9937	3,5391 b
$\bar{Y}$ /Locais	2,1966	4,2554	4,8708	3,0391	1,8099	5,9187	3,6819
s^2	0,021	0,080	0,162	0,068	0,021	0,3675	0,0150
C.V. (%)	6,61	6,64	8,26	8,58	8,05	10,25	8,06
F (5%)	2,00ns	6,0*	6,2*	13,2*	0,3ns	0,1ns	
d.m.s. (5%)	0,1916	0,3740	0,5322	0,3443	0,1916	0,8015	0,1314

Média geral = 3,68

* Produtividade média de duas coletas

ns Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

considerado pela sua precocidade, caráter muito importante na seleção de genótipos com esta característica. Uma análise do comportamento dos genótipos nos diferentes locais mostra que eles são relativamente homogêneos dentro de cada local, mas diferiram muito de um local para outro. Pode-se perceber que em Ybycui, Caaguazú e Concepción as produtividades médias foram superiores à média geral, no entanto, nos outros locais não atingiram valores próximos em relação à média.

Deve-se considerar que as alterações ambientais tiveram acentuada influência sobre o comportamento dos diferentes genótipos. O fator chuva, medido como precipitação pluviométrica em mm (Apêndice 1) constituiu o componente ambiental mais variável durante o ciclo, afetando principalmente a etapa inicial de desenvolvimento da cultura.

Da mesma forma, as análises conjuntas da variância para o ano 1986/87 são encontrados na Tabela 8. Como pode ser observado, foram detectados efeitos significativos para os genótipos e locais, assim como para as interações entre ambos. As interações significativas mostraram a influência das variações ambientais previsíveis e/ou imprevisíveis (ALLARD & BRADSHAW, 1964) no desempenho diferencial dos genótipos.

Os valores médios de produtividade de algodão em caroço para cada ambiente estão apresentados na Tabela 9. Apesar dos genótipos terem mostrado comportamento médio diferentes, apenas a linhagem SP-510 x P-279-38/41 e SP-510 x

P-279 28/39 foram estatisticamente inferiores a todos os outros genótipos. A linhagem SP 510 x P-279-32 destacou-se das demais, por ter apresentado produtividade média relativamente superior (5,7312 kg/20m²).

Tabela 8. Análise conjunta da variância dos dados de produtividade média de algodão em caroço em kg/20m² de nove genótipos de algodão (*Gossypium* sp) em seis localidades da região Oriental do Paraguai. Ano agrícola 1986/87.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos/locais	18	39,6797	2,2044	35,15**
Genótipos (T)	8	2,9405	0,3675	5,86*
Locais (L)	5	86,8942	17,3788	7,88**
Genótipos x Locais	40	6,2768	0,1569	2,50**
Erro médio ponderado	144	8,9635	0,0627	
Média: 5,48		C.V. (%): 9,21		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 9. Produtividade média em kg/20m² de três genótipos de algodão (*Gossypium* sp) em seis localidades da região Oriental do Paraguai; média ($\bar{y}$); variância do erro (s^2) e coeficiente de variação (CV%) de cada ensaio. Ano agrícola 1986/87.

Genótipos	Média de quatro repetições				Média de produtividade	
	Pirareta	Ybycui	Caaguazú	Caazapa	Cel.Bogado	Concepción
SP-510 x P-279-32	5,0625	4,4425	3,8375	7,6400	6,5050	6,9000
SP-510 x P-279-29/43	5,4350	4,2450	3,8150	7,6025	6,1475	7,0000
SP-510 x P-279-40/42	5,4475	4,1800	3,4625	7,8375	6,3475	6,6125
SP-510 x P-279-100	3,3475	4,5975	3,6250	7,1250	6,2250	6,9375
Reba P-279	4,6800	4,3600	3,6125	7,6750	6,3275	6,3875
Guazuncho	5,0550	4,5350	4,3250	6,7275	6,2950	6,0750
Tamcot SP-21-S	3,9900	4,3700	4,3375	7,5500	6,1700	5,7875
SP-510 x P-279-38/41	4,8000	3,8725	3,3000	7,7300	6,1550	5,6000
SP-510 x P-279-28/39	4,6475	3,6225	3,8625	7,2350	5,6475	4,8625
$\bar{y}$ / Locais	4,9405	4,2472	3,7972	7,4580	6,2022	6,2397
s^2	0,4160	0,1110	0,1190	0,2730	0,2080	0,3800
C.V. (%)	13,05	7,85	10,14	7,00	7,35	9,87
F (5%)	2,2ns	3,8*	4,2*	1,9ns	1,1ns	5,5*
d.m.s. (5%)	0,7610	0,3931	0,4070	0,6165	0,5881	0,7274

Média geral = 5,48

* Significativo a 5% de probabilidade

ns Não significativo

O comportamento de diferentes genótipos em ambientes diversificados é importante para o melhorista não somente do ponto de vista da magnitude da interação, mas também adquire um sentido essencialmente prático, com respeito às múltiplas possibilidades para o aproveitamento adequado do potencial genético existente no material.

Comparando-se as produtividades médias dos genótipos, tomando-se a Reba P-279 como 100, foram observados comportamentos superiores em 3,82%, 2,38%, 2,55% e 2,46% das linhagens SP-510 x P-279-32, SP-510 x P-279-29/43, SP-510 x P-279-40/42 e SP 510 x P-279-100, respectivamente. No entanto, Guazuncho e Tamcot SP-21-S tiveram um comportamento produtivo relativamente inferior a Reba P-279 em 0,1% e 2,5%, respectivamente, mas foram superiores aos genótipos SP-510x P-279-38/41 e SP-510 x P-279-28/39.

Apesar de não terem sido consideradas nas análises para o caráter precocidade, a variedade Guazuncho e a linhagem Tamcot SP-21-S foram consideradas as mais precoces, seguidas pelas linhagens SP-510 x Reba P-279-38/41 e SP-510x Reba P-279-28/39, respectivamente.

O coeficiente de variação foi de 9,21%, indicando um nível aceitável de confiabilidade nos resultados obtidos nos seis locais.

4.3. ANÁLISE DE ESTABILIDADE

É uma prática comum em estudos genéticos e ensaios de variedades, testar uma série de genótipos numa ampla faixa de ambientes. Se todos os genótipos respondem de maneira similar a todos os ambientes testados, seu comportamento relativo em outros ambientes pode ser previsto com certa segurança. Contudo, existem diferenças no comportamento relativo, tornando-se necessário uma análise do padrão de variação tanto dentro, como entre locais dentro dos genótipos, para determinar quais respondem diferencialmente uns dos outros.

Na Tabela 7 estão apresentadas as médias de produtividade de algodão em caroço para os seis locais da região Oriental do Paraguai, para o ano 1985/86. Também são apresentadas as médias por locais e os coeficientes de variação (CV%).

Os dados mostram que houve uma grande flutuação na produtividade de algodão em caroço de local para local, desde 1,8099 kg/20m² em Coronel Bogado, até 5,9187 kg/20m² em Concepción.

A análise da variância conjunta segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966) está apresentada na Tabela 10. Observa-se que houve diferenças significativas entre os genótipos, e estas mostraram interação significativa com os locais. Também foram significativos os componentes: ambien-

Tabela 10. Análise de variância conjunta dos dados de produtividade média de algodão em caroço de três genótipos em 6 localidades da região Oriental do Paraguai, segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1985/86.

Fontes de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Genótipos (T)	2	0,226	0,113	7,53*
Locais (L)	5	38,602	7,720	24,34**
Genótipos x Locais (T x L)	10	0,390	0,039	2,60*
Ambiente linear	1	38,602	38,602	1245,22**
Interação Gen. x Amb. (linear)	2	0,020	0,010	0,667 ns
Desvios combinados	12	0,381	0,031	2,11*
Reba P-279	4	0,148	0,037	2,46*
SP-510 x P-279-100	4	0,049	0,012	0,90ns
SP-510 x P-279-22	4	0,184	0,046	3,06*
Erro médio ponderado	84	1,260	0,015	

ns Não significativo

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade.

te (linear), e os desvios de regressão combinados, resultados da decomposição da soma de quadrados de genótipos x ambientes. A não significância da interação genótipos x local (linear) indica que não houve diferenças significativas entre os coeficientes de regressão para cada genótipo.

Na Tabela 11 encontram-se as estimativas das produtividades médias, coeficiente de regressão e desvios de regressão, este último obtido pela diferença entre o quadrado médio dos desvios das regressões e o quadrado médio do erro médio ponderado, assim como os coeficientes de determinação para cada cultivar.

Tabela 11. Estimativas dos parâmetros de estabilidade de produtividade de algodão em caroço de três genótipos segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1985/86.

Genótipos	Produtividade média (kg/20m ²)	Coeficiente de regressão (b ₁)	Desvios da regressão S ² d(b)	Coeficiente de determinação R ² (b)
Reba P-279	3,81 a	1,02	0,021986*	0,99
SP-510 x P-279-100	3,69 ab	1,00	0,002835ns	1,00
SP-510 x P-279-22	3,54 b	0,98	0,030169*	0,99

Média geral: 3,69 kg/20m²

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Adotando-se o critério descrito no item 3.2.2, e considerando que os valores do coeficiente de regressão (b_i) e das variâncias dos desvios (S^2_d) para cada genótipo são valores relativos à avaliação da estabilidade, estes devem ser discutidos em termos comparativos.

A cultivar Reba P-279 possui uma boa produtividade, com um coeficiente de regressão indicando adaptação geral, porém os desvios significativos compromete sua produtividade em ambientes específicos. No entanto, a cultivar SP-510 x P-279-100 apresenta uma produtividade superior a média, um coeficiente de regressão não significativamente diferente de 1, indicando uma ampla adaptação. Os desvios da regressão não significativos, por sua vez, indicaram alta estabilidade de resposta ou boa previsibilidade.

O único genótipo que possui o desvio da regressão não significativo é SP-510 x P-279-100. Observa-se também, pelo seu coeficiente de determinação (R^2) = 1,00, que demonstra uma alta adequação do modelo para explicar a flutuação de produtividade em função das flutuações ambientais, dando validade às afirmações anteriores.

Os outros genótipos são menos estáveis ou previsíveis segundo este critério de avaliação, porque possuem os desvios da regressão significativos, ou seja, um menor grau de adequação ao modelo.

A Figura 2 apresenta o gráfico sobre o comportamento dos genótipos Reba P-279, SP-510 x P-279-100 e SP-510 x P-279-22.

Figura 2. Representação gráfica da produtividade de algodão em caroço dos genótipos de algodão (*Gossypium* sp) em função dos índices ambientais. Ano agrícola 1985/86.

Para o ano 1986/87, as médias de produtividade de algodão em caroço nos seis locais estão apresentadas na Tabela 9. Da mesma forma que no ano anterior, observou-se diferenças nas médias de produtividades de um local para outro. Os dados da Tabela 9 mostram que houve flutuações de 3,7972 kg/20m² em Caaguazú até 7,4580 kg/20m² em Caazapa.

Na Tabela 12 são encontradas as análises de variância conjunta segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Percebe-se que foram detectadas diferenças significativas para genótipos, locais e para as interações. Também foram observadas significâncias para os componentes: ambiente linear, genótipos x local (linear) e os desvios combinados. A decomposição dos efeitos lineares para cada genótipo mostrou significância para alguns deles.

A significância estatística da interação de genótipos x ambientes linear mostra que houve diferença entre os coeficientes de regressão linear para cada genótipo.

A Tabela 13 mostra as estimativas dos parâmetros de estabilidade, produtividade média ($\bar{y}$), coeficiente de regressão linear (b_1), variância dos desvios (S^2_d) e coeficientes de determinação dos nove genótipos nos seis locais. A comparação das produtividades médias mostram diferenças nas suas magnitudes segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os coeficientes de regressão linear e os desvios da regressão para alguns genótipos testados neste ano foram significativos através do teste de F.

Tabela 12. Análise de variância conjunta dos dados de produtividade média de algodão em caroço de nove genótipos em 6 localidades da região Oriental do Paraguai, segundo a metodologia de EBER-HART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1986/87.

Fontes de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Genótipos (T)	8	2,9405	0,3675	5,86*
Locais (L)	5	86,8942	17,378	7,88**
Genótipos x Locais (TxL)	40	6,2768	0,1569	2,50*
Ambiente linear	1	86,8942	86,8942	669,96**
Interação Gen. x Locais (linear)	8	1,6100	0,2012	3,20*
Desvios combinados	36	4,6700	0,1297	2,06*
SP-510 x P-279-32	4	0,187	0,0467	0,74
SP-510 x P-279-29/43	4	0,506	0,1265	2,01
SP-510 x P-279-40/42	4	0,274	0,0685	1,09
SP-510 x P-279-100	4	0,721	0,1802	2,87*
Reba P-279	4	0,106	0,0265	0,42
Guazuncho	4	0,123	0,0307	0,49
Tamcot SP-21-S	4	1,295	0,3237	5,17*
SP-510 x P-279-38/41	4	0,354	0,0385	1,41
SP-510 x P-279-28/39	4	1,107	0,2767	4,41*
Erro médio ponderado	144	8,9635	0,0627	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 13. Estimativas dos parâmetros de estabilidade de produtividade de algodão em caroço de nove genótipos (*Gossypium* sp), segundo a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966). Ano agrícola 1986/87.

Genótipos	Produtividade média (kg/20 m ²) $\bar{y}$	Coef. regressão (b _i)	Desvios da regressão s ² d(b)	Coef. de determinação R ² (b)
SP510 x P-279-32	5,7312a	1,07	0,0194 ns	0,98
SP510 x P-279-29/43	5,7071a	1,05	0,060 ns	0,96
SP510 x P.279-40/42	5,6467ab	1,15*	0,0022 ns	0,98
SP510 x P.279-100	5,6429ab	0,96	0,1138 ns	0,93
Reba P-279	5,5070ab	1,10*	0,03972ns	0,99
Guazuncho	5,5020ab	0,71	0,0355 ns	0,98
Tamcot SP-21-S	5,3675 bc	0,92	0,2573 **	0,86
SP510 x P.279-38/41	5,2429 bc	1,14*	0,0221 ns	0,97
SP510 x P.279-28/39	4,9795 c	0,89	0,2104 **	0,87

Média geral: 5,48 kg/20 m²

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

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

ns Não significativo.

O coeficiente de regressão apresentado na Tabela 13 mostra o maior valor ($b = 1,15$) para a linhagem SP-510 x P-279-40/42, indicando maior capacidade deste genótipo em responder aos estímulos ambientais favoráveis. O menor valor do coeficiente de regressão linear ($b = 0,71$) obtido para a variedade Guazuncho, indica uma adaptação maior aos ambientes de baixa produtividade.

Os genótipos SP-510 x P-279-32, SP-510 x P-279-29/43, SP-510 x P-279-100, Guazuncho, Tamcot SP 21-S e SP-510 x P-279-28/39 tem adaptação geral, já que os coeficientes de regressão não diferem significativamente de 1. No entanto, a SP-510 x P-279-40/42, Reba P-279 e SP-510 x P-279-38/41 possuem adaptação específica a ambientes mais promissoras pelo fato de apresentarem coeficientes de regressão para estabilidade significativamente maiores que 1.

As linhagens que apresentaram valores dos desvios da regressão significativos foram a Tamcot SP-21-S e a SP-510 x P-279-28/39, mostrando que são materiais menos estáveis ou previsíveis, ou seja, com menor grau de adequação ao modelo. Os outros materiais possuem valores dos desvios da regressão não significativos, mostrando pelos seus coeficientes de determinação que possuem uma alta adequação do modelo para explicar a flutuação na produtividade em função das flutuações ambientais.

Na Figura 3, está apresentado um gráfico demonstrando o comportamento da produtividade de algodão em ca

Figura 3. Representação gráfica da produtividade de nove genótipos de algodão (*Gossypium* sp.) em função dos índices ambientais. Ano agrícola 1986/87.

roço dos genótipos SP-510 x P-279-100, SP-510 x P-279 - 40/42, SP-510 x P-279-38/41 e a Reba P-279.

A linhagem SP-510 x P-279-100 possui uma boa produtividade, com um coeficiente de regressão indicando adaptação geral, e com desvio da regressão não significativo, confirmando sua estabilidade numa ampla faixa de ambientes.

4.4. CLASSIFICAÇÃO DE AMBIENTES

Neste estudo foram utilizados métodos de classificação numérica para verificar se os locais onde foram conduzidos os experimentos podem ser considerados como membros do grupo (regiões) parcialmente dissociados, ou melhor, se existe entre os locais estudados, padrões de interação similares em relação aos genótipos utilizados.

A classificação de locais foi efetuada dentro de cada ano, sendo esta uma análise que tem por objetivo dar uma visão conjunta das similaridades entre todos os locais das atuais regiões produtoras de algodão do país.

Na Tabela 7 encontram-se as médias de produtividade dos três genótipos estudados em cada e em todos os locais no agrícola 1985/86. A partir destes dados foram obtidas as matrizes dos valores da interação genótipos x locais (Tabela 14).

As distâncias entre todos os possíveis pares de locais para cada uma das matrizes de interação genótipos x locais estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 14. Matriz da soma dos quadrados dos efeitos da interação genótipos x locais.
Ano 1985/86.

	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
L ₁	0	0,0912	0,1544	0,1617	0,0093	0,0124
L ₂		0	0,0219	0,1945	0,0467	0,0873
L ₃			0	0,0591	0,1076	0,1752
L ₄				0	0,0940	0,1290
L ₅					0	0,0088
L ₆						0

L ₁ - Pirareta	L ₄ - Caazapa
L ₂ - Ybycui	L ₅ - Coronel Bogado
L ₃ - Caaguazú	L ₆ - Concepción

Tabela 15. Matriz das distâncias (d_{kk}^2) obtidas a partir dos efeitos da interação genótipos x locais. Ano 1985/86.

	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
L ₁	0	0,246599	0,320847	0,3283494	0,07901865	0,0911888
L ₂		0	0,1209669	0,1139896	0,1765401	0,3411884
L ₃			0	0,198558	0,2679505	0,3417829
L ₄				0	0,2500826	0,2933522
L ₅					0	0,07666843
L ₆						0

L ₁ - Pirareta	L ₄ - Caazapa
L ₂ - Ybycui	L ₅ - Coronel Bogado
L ₃ - Caaguazú	L ₆ - Concepción

O agrupamento de locais resultante da aplicação do método de Tocher (RAO, 1952), descrito no item 3.2.3.2 é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16. Agrupamento dos locais segundo a metodologia de K.D. Tocher (RAO, 1952) para o ano 1985/86.

Grupos	Ambientes
I	L_1, L_5, L_6
II	L_2, L_4
III	L_3
L_1 - Pirareta	L_4 - Caazapa
L_2 - Ybycui	L_5 - Coronel Bogado
L_3 - Caaguazū	L_6 - Concepción

As relações neste agrupamento foram baseadas na performance diferencial de produtividade de três genótipos testados em seis locais durante o ano 1985/86. Essas relações entre os locais indicaram que o local L_1 (Pirareta) teve um padrão de interação similar àquele do local L_5 (Coronel Bogado) e do local L_6 (Concepción), formando assim o grupo I. Da mesma forma, os locais L_2 (Ybycui) e L_4 (Caazapa) apresentaram considerável grau de semelhança possibilitando a formação do grupo II. O local L_3 (Caazapa) não mostrou qualquer grau de similaridade com as localidades remanescentes, ficando isolada no grupo III.

A seguir, serão discutidos os resultados do ano agrícola 1986/87. As médias de produtividade, interações e coeficientes das distâncias estão apresentados nas Tabelas 17 e 18, respectivamente.

As relações de grupos estabelecidos entre as localidades foram baseadas no padrão da interação de nove genótipos. O agrupamento dos ambientes através da metodologia de K.D. Tocher (RAO, 1952) é apresentado na Tabela 19.

Observa-se que o primeiro grupo foi formado pelos locais L_5 (Coronel Bogado), L_2 (Ybycui), L_3 (Caaguazú) e L_4 (Caazapa), os quais apresentaram padrões de similaridades, embora estejam geograficamente distantes.

Os locais L_6 (Concepción) e L_1 (Pirareta) não mostraram similaridades com nenhum outro local, tanto que ficaram isolados, formando o segundo e terceiro grupo respectivamente.

Os resultados das análises de classificação permitem algumas indicações sobre aspectos que devem ser considerados na proposição de um zoneamento. Essas observações estão obviamente condicionadas às características específicas dos genótipos e locais utilizados nos experimentos, à sua variabilidade de ano para ano e à distribuição dos locais na área geográfica em estudo.

Pode-se perceber a inconsistência no agrupamento de um ano para outro. A proposição de um zoneamento não pode ser formulado a partir dos resultados obtidos neste

Tabela 17. Matriz da soma dos quadrados dos efeitos da interação genótipos x locais.
Ano 1986/87.

	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
L ₁	0	1,0357	1,9674	1,4469	0,8412	1,1903
L ₂		0	0,5902	1,4790	0,1705	1,1424
L ₃			0	1,5965	0,7711	2,9364
L ₄				0	0,5746	2,2275
L ₅					0	1,2850
L ₆						0
L ₁ - Pirareta				L ₄ - Caazapa		
L ₂ - Ybycui				L ₅ - Coronel Bogado		
L ₃ - Caaguazú				L ₆ - Concepción		

Tabela 18. Matriz de distâncias (d_{kk}^2) obtidas a partir da interação genótipos x locais.
Ano 1986/87.

	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
L ₁	0	0,4797282	0,6612181	0,567044	0,4323786	0,5143078
L ₂		0	0,362156	0,5073313	0,1946757	0,5038728
L ₃			0	0,5956436	0,4139528	0,8078056
L ₄				0	0,3573932	0,7025707
L ₅					0	0,5343881
L ₆						0

L ₁ - Pirareta	L ₄ - Caazapa
L ₂ - Ybycui	L ₅ - Coronel Bogado
L ₃ - Caaguazú	L ₆ - Concepción

trabalho. Pode-se atribuir a tal fato à insuficiência dos dados utilizados, especificamente ao número reduzido de tratamentos e falta de homogeneidade dos mesmos de um ano para outro, sujeitos à grande complexidade do problema.

Tabela 19. Agrupamento de locais segundo a metodologia de K.D. Tocher (RAO, 1952), para o ano 1986/87.

Grupos	Locais
I	L ₅ , L ₂ , L ₃ , L ₄
II	L ₆
III	L ₁
L ₁ - Pirareta	L ₄ - Caazapa
L ₂ - Ybicui	L ₅ - Coronel Bogado
L ₃ - Caaguazû	L ₆ - Concepción

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitiram as seguintes conclusões:

- Ao nível de análises individuais, foram detectadas variações significativas entre os genótipos testados nos dois anos de estudo, mostrando que houve variabilidade de genética entre as mesmas. As variações observadas, quanto à sua magnitude, foram maiores entre os diferentes ambientes do que entre genótipos dentro de ambientes.

- A interação genótipo x ambientes influenciou significativamente na variabilidade intergenotípica do caráter estudado.

- Para a produtividade, as alterações ambientais tiveram influência prejudicial no comportamento dos genótipos, sendo a variação das precipitações pluviométricas nas etapas de desenvolvimento inicial das plantas, a que exerceu maiores efeitos no desempenho diferencial dos genótipos.

- As análises de variância conjunta envolvendo três genótipos e seis localidades para o ano 1985/86 e nove genótipos com o mesmo número de localidades para o ano 1986/87, também relataram variações significativas entre genótipos para o caráter estudado.

- Considerando o método estabelecido por EBERHART & RUSSELL (1966) para estudos de estabilidade, o coeficiente de regressão linear (b_1) mostrou que o comportamento dos genótipos, tanto para o ano 1985/86 quanto para 1986/87, apresentaram uma adaptação geral, com exceção dos genótipos SP-510 x P-279-40/42, Reba P-279 e SP-510 x P-279-38/41 que apresentaram tendências à especificidade de adaptação em ambientes mais promissores. Em função da significância dos desvios da regressão que avaliam a previsibilidade dos genótipos, somente os genótipos TAMCOT SP-21-S e SP-510 x P-279-28/39 apresentaram valores significativos, sendo que as demais mostraram adaptação ao modelo estabelecido para o presente trabalho.

- A metodologia de K.D. Tocher (RAO, 1952), utilizada para o agrupamento de locais, mostrou que as informações obtidas estão sujeitas às restrições quanto ao número de genótipos e locais utilizados em cada ano, prejudicando assim a validade dos resultados. Por outro lado, o número de repetições dos experimentos ofereceram pouca representatividade das condições climáticas inerentes à área geográfica.

fica em estudo. A proposição de um zoneamento não pôde ser formulada a partir dos resultados obtidos no trabalho, devido à insuficiência dos dados utilizados, particularmente no que se refere ao número de genótipos e anos, complementado pela grande complexidade do problema.

- A realização de estudos de zoneamento ecológico implica na utilização de dados experimentais com maior número de ambientes uniformemente distribuídos sobre a área de interesse, durante um certo número de anos e com razoável número de genótipos comuns. Isto possibilitaria a classificação de ambientes livres da tendenciosidade provocada pela interação genótipos x anos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU-EL-FITTOUH, H.A.; RAWLINGS, J.O.; MILLER, P.A. Classifications of environments to control genotype by environment interaction with application to cotton. Crop Science, Madison, 9: 135-40, 1969a.

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, 9: 377-81, 1969b.

ALLARD, R.W. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. Crop Science, Madison, 1: 127-33, 1961.

ALLARD, R.W. & BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. Crop Science, Madison, 4: 503-8, 1964.

ALLARD, R.W. Princípios de melhoramento genético de plantas. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. 381p.

- BASSINELLO, A.I. Interação de genótipos x ambientes em cana-de-açúcar. Piracicaba, 1984. 110p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BRIDGE, R.R.; MEREDITH Jr., W.R.; CHISM, J.F. Variety environment interactions in cotton variety test in the Delta of Mississippi. Crop Science, Madison, 9: 837-8, 1969.
- BYTH, D.E.; EISEMANN, R.L.; DE LACY, H.I. Twoway pattern analysis of a large data set to evaluate genotype adaptation. Heredity, London, 37: 215-30, 1976.
- CAMPBELL, L.G. & LAFEVER, H.N. Cultivar x environment interaction in soft red winter yield tests. Crop Science, Madison, 17: 604-8, 1977.
- CAMPOS, H. Estatística aplicada a experimentação com cana-de-açúcar. Piracicaba, FEALQ, 1984. 242p.
- COCHRAN, W.G. The Combination of Estimates from Different Experiments. Biometrics, 10: 101-129, 1954.
- CORDEIRO, C.M.T. Estudo do Zoneamento da Região Centro - Sul do Brasil para a Cultura do Milho. Brasília, Universidade de Brasília, 1978. 104p. (Dissertação de Mestrado).
- CORREIA DA SILVA, E. Classificações ambientais para controlar a interação genótipo x ambiente com aplicação à cultura do Trigo (*Triticum aestivum* L.) no Rio grande do Sul. Piracicaba, 1981. 76p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, Madison, 6: 36-40, 1966.

- FALCONER, D.S. Introducción a la genética quantitativa. México, Ed. CEGSA, 1983. 430p.
- FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in plant breeding program. Australian Journal of Agricultural Research, Vitória, 14: 742-54, 1963.
- FREEMAN, G.H. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. Heredity, London, 31: 399-54, 1973.
- HORNER, T.W. & FREY, K.J. Methods for determining natural area for oat varietal recommendations. Agronomy Journal, Madison, 49: 313-5, 1957.
- IGNACZAK, J.C. & SILVA, J.G.C. da. Análise conjunta de grupos de experimentos com alguns locais e tratamentos não comuns. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 13: 59-66, 1978.
- KOHEL, R.J. Phenotypic stability of homozygous parents and their F₁ hybrids in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Crop Science, Madison, 9: 85-8, 1969.
- LEMOS, M.A. Variabilidade fenotípica em híbridos simples, híbridos duplos, variedades e compostos de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1976. 62p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MCCALL, L.L.; LAVAL, M.V.; McNEW, R.W. Genotype environment study of lock tenacity in upland cotton. Crop Science, Madison, 22(4): 794-7, 1982.
- MILLER, P.A.; ROBINSON, H.F.; POPE, O.A. Cotton variety testing; additional information on variety x environment interactions. Crop Science, Madison, 2: 349-52, 1962.

MILLER, P.A.; WILLIAMS, J.C.; ROBINSON, H.F. Variety x environment interactions in cotton variety test and their implications on testing methods. Agronomy Journal, Madison, 51: 132-4, 1959.

MOTA, F.S. da; BEIRSFORF, M.I.C.; COSTA, M.J.C.; MOTA, W.A.; WESTHPHALEN, S.L. Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Pelotas, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Sul, 1974. 121p.

OLIVEIRA, A.C. Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, 1976. 64p. (Mestrado - Universidade Nacional de Brasília).

OMRAM, A.O.; MUSTAFA, S.; ABED, S.M. Genotype environment interaction and stability of yield performance in the Southern cotton growing. Zone of Nigeria. Cotton ef Fibres Tropicaes, Paris, 38: 216-20, 1983.

PARAGUAI. Ministério de Agricultura y Ganaderia. Informe Anual; 1985/86. Asunción, 1987. 260p.

PARAGUAI. Ministério de Agricultura y Ganaderia. Algodon; reunião tecnica. Asunción, Instituto Agronômico Nacional/PIEA, 1987. 65p.

PEIXOTO, T.C.; SILVA, J.G.C. da; BARRETO, J.N. Técnicas de análises de interação genótipo x ambiente e estabilidade de clones de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1. e REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 30., Piracicaba, 1985. Anais, Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.243-58.

PERKINS, J.M. & JINKS, J.L. Environmental and genotype environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. *Heredity*, London, 23: 339-56, 1968.

PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental, 6ª ed., São Paulo, Nobel, 1985. 430p.

PLAISTED, R.L. & PETERSON, L.C. A technic for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or season. American Potato, Washington, 36: 381-5, 1959.

QUISENBERRY, J.E. & KOHEL, R.J. Phenotypic stability of cotton. Crop Science, Madison, 11: 837-9, 1971.

RAO, R.C. Advances statistical methods in biometric research. New York, John Wiley & Sons, 1952. 390p.

ROSITO, C. Interação genótipos x locais em trigo (*Triticum aestivum* L.) no Rio Grande do Sul. Piracicaba, 1974. 55p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

RUSCHEL, R. Interação genótipo x localidade na região Centro Sul em milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, 1968. 60p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SANTANA, J.C.F. de; CAVALCANTI, F.B.; SANTOS, E.P. Parâmetros de estabilidade na comparação de cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Rio de Janeiro, 18: 261-7, 1983.

- SILVA, J.G.C. & BARRETO, J.N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: 1º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônômica. Resumos. Campinas, Fundação Cargill, pp.49-50.
- SILVA, W.I.; L.T. MIRANDA & P.G. VIEGAS. Estimativas do progresso genético médio em ensaios de cultivares de milho. Bragantia. Campinas, 22: 247-258, 1963.
- SEIF, E.; J.C. EVANS; L.N. BALAAM. A multivariate procedure for classifying environments according to their interaction with genotypes. Australian Journal of Agricultural Research. Melbourne, 30: 1021-1026, 1979.
- SINGH, R.K. & CHAUDHARY, B.D. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. s.l., Kalyani Publisher, 1979. 304p.
- SING, T.H. & GILL, S.S. Genetic diversity in upland cotton under different environments. Indian Journal Genetics and Plant Breeding, New Delhi, 44: 506-13, 1984.
- SOKAL, R.R. Distance as a measure of taxonomy similarity. Systematic Zool., 10: 70-79, 1969. 253p.
- SOKAL, R.R. & SNEATH, P.H.A. Principles of Numerical Taxonomy. San Francisco, W.H. Freedman and Company, 1973. 573p.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw - Hill Book, 1960. 481p.
- TAI, G.C.C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Science, Madison, 11: 184-90, 1971.

VENCOVSKY, R. Princípios de genética quantitativa. Piracicaba, ESALQ/USP, Departamento de Genética, 1977. 97p.

VENCOVSKY, R. & GERALDI, I.O. Um modelo multiplicativo aplicado à análise de produção de grãos. Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, 11: 157-65, 1977.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E., coord. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1978. Cap. 5, p.122-95.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis. A proposed modification. Theoretical Applied Genetics, Berlin, 53: 89-91, 1978.

VERHALEN, L.M. & MURRAY, J.C. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.); II. Crop Science, Madison, 9: 311-5, 1969.

YATES, F. & COCHRAN, W.G. The analysis of group of experiments. Journal of Agricultural Science, London, 28: 556-80, 1938.

WRICKE, G. Zur Berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. Z.F. Pflanzenzuchtung, 52: 127-138, 1965.

A P Ê N D I C E

Apêndice 1. Precipitação pluvial total e média mensal (em mm) registrados duranteo ciclo vegetativo de seis experimentos instalados nas localidades de Pirareta, Ybycui, Caaguazú, Caazapá, Coronel Bogado e Concepción. Ano agrícola 1985/86.

Meses	LOCALIDADES					Total/ mês (mm)	Médias (mm)
	Pirareta	Ibycui	Caaguazú	Caazapá	Coronel Bogado	Concepción	
Setembro	91,0	139,0	66,0	105,0	124,5	33,7	13,2
Outubro	158,0	138,0	232,0	97,0	28,5	55,1	118,1
Novembro	32,0	90,0	46,0	50,0	0,0	64,5	56,5
Dezembro	45,0	88,5	25,0	27,0	50,0	141,2	62,8
Janeiro	99,0	76,5	353,0	108,0	208,0	375,2	203,3
Fevereiro	138,0	107,5	181,0	130,0	163,0	113,4	138,8
Março	76,5	298,0	265,0	205,0	292,4	308,6	241,0
Total/ambiente	639,5	937,5	1168,0	722,0	866,4	1091,7	
Média	91,35	133,92	166,85	103,14	144,4	155,95	

Apêndice 2. Precipitação pluviual total e média mensal (em mm) registrados durante o ciclo vegetativo de seis experimentos instalados nas localidades de Pirareta, Ibycui, Caaguazú, Caazapá, Coronel Bogado e Concepción. Ano agrícola 1986/87.

Meses	LOCALIDADES					Total (mm)	Médias (mm)
	Pirareta	Ibycui	Caaguazú	Caazapá	Coronel Bogado	Concepción	
Setembro	93,7	108,0	141,0	139,0	166,0	106,0	125,6
Outubro	74,8	138,0	100,0	236,0	179,0	106,0	137,3
Novembro	122,1	253,0	176,0	127,0	270,0	0,0	189,6
Dezembro	331,9	265,5	360,0	134,0	45,0	200,0	222,7
Janeiro	174,1	134,0	177,0	140,0	151,5	179,4	149,3
Fevereiro	312,3	283,0	294,0	212,0	259,5	322,0	280,4
Março	21,2	185,0	83,0	103,0	27,0	74,4	82,2
Total	1120,1	1366,5	1271,0	1091,0	1098,0	987,8	
Médias	160,0	195,21	181,57	155,85	156,85	164,63	

Apêndice 3. Análise da variância em blocos ao acaso com oito repetições para produtividade de algodão em caroço em kg/20m² referente a três genótipos, da localidade de Pirareta, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (CV %). Ano agrícola 1985/86.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	0,1382	0,020	0,9
Genótipos	2	0,0843	0,042	2,0 ns
Resíduo	14	0,2932	0,021	
TOTAL	23	0,5157		
C.V. (%) = 6,61		$\bar{y} = 2,19$		

Apêndice 4. Análise da variância em blocos ao acaso com oito repetições para produtividade de algodão em caroço em kg/20m² referente a três genótipos, da localidade de Ybycui, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (CV %). Ano agrícola 1985/86.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	2,9823	0,426	5,3
Genótipos	2	0,9643	0,482	6,0*
Resíduo	14	1,1176	0,080	
TOTAL	23	5,0642		
C.V. (%) = 6,64		$\bar{y} = 4,25$		

Apêndice 5. Análise da variância em blocos ao acaso com oito repetições para produtividade de algodão em caroço em kg/20m² referente a três genótipos, da localidade de Caaguazú, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (CV %). Ano agrícola 1985/86.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	1,4295	0,204	1,3
Genótipos	2	2,0164	1,008	6,2*
Resíduo	14	2,2736	0,162	
TOTAL	23	5,7195		
C.V. (%) = 8,26		$\bar{y}$ = 4,87		

Apêndice 6. Análise da variância em blocos ao acaso com oito repetições para produtividade de algodão em caroço em kg/20m² referente a três genótipos, da localidade de Caazapa, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (C.V. %). Ano agrícola 1985/86.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	4,0902	0,584	8,7
Genótipos	2	1,7846	0,892	13,2*
Resíduo	14	0,9455	0,068	
TOTAL	23	6,8203		
C.V. (%) = 8,58		$\bar{y}$ = 3,04		

Apêndice 7. Análise da variância em blocos ao acaso com oito repetições para produtividade de algodão em caroço em kg/20m² referentes a três genótipos da localidade de Coronel Bogado, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (C.V. %). Ano agrícola 1985/86.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	0,3410	0,049	2,3
Genótipos	2	0,0138	0,007	0,3ns
Resíduo	14	0,2947	0,021	
TOTAL	23	0,6496		
C.V. (%) = 8,05		$\bar{y} = 1,80$		

Apêndice 8. Análise da variância em blocos ao acaso com oito repetições para produtividade de algodão em caroço em kg/20m² referentes a três genótipos da localidade de Concepción, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (C.V. %). Ano agrícola 1985/86.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	7	4,9092	0,701	1,9
Genótipos	2	0,0901	0,045	0,1ns
Resíduo	14	5,1448	0,367	
TOTAL	23	10,1442		
C.V. (%) = 10,25		$\bar{y} = 5,92$		

Apêndice 9. Análise da variância em blocos ao acaso com quatro repetições para produtividade em kg/20m² de algodão em caroço, referentes a nove genótipos da localidade de Pirareta, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (C.V. %). Ano agrícola 1986/87.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	17,3015	5,767	13,9
Genótipos	8	7,1964	0,900	2,2ns
Resíduo	24	9,9733	0,416	
TOTAL	35	34,4712		
C.V. (%) = 13,05		$\bar{y} = 4,94$		

Apêndice 10. Análise da variância em blocos ao acaso com quatro repetições para produtividade em kg/20m² de algodão em caroço, referente a nove genótipos da localidade de Ybycui, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (C.V. %). Ano agrícola 1986/87.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1,3810	0,460	4,2
Genótipos	8	3,3281	0,417	3,8*
Resíduo	24	2,6609	0,111	
TOTAL	35	7,3701		
C.V. (%) = 7,85		$\bar{y} = 4,24$		

Apêndice 11. Análise da variância em blocos ao acaso com quatro repetições para produtividade em kg/20m² de algodão em caroço, referentes a nove genótipos da localidade de Pirareta, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (CV %). Ano agrícola 1986/87.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	5,5831	1,861	8,9
Genótipos	8	1,1761	0,223	1,1ns
Resíduo	24	4,9913	0,208	
TOTAL	35	12,3606		

C.V. (%) = 7,35

$\bar{y}$ = 6,20

Apêndice 12. Análise da variância em blocos ao acaso com quatro repetições para produtividade em kg/20m² de algodão em caroço, referentes a nove genótipos da localidade de Concepción, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (CV%). Ano agrícola 1986/87.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	0,3767	0,126	0,3
Genótipos	8	16,7980	2,100	5,5**
Resíduo	24	9,1151	0,380	
TOTAL	35	26,2898		

C.V. (%) = 9,87

$\bar{y}$ = 6,24

Apêndice 13. Análise da variância em blocos ao acaso com quatro repetições para produtividade em kg/20m² de algodão em caroço, referentes a nove genótipos da localidade de Caaguazú, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (CV%). Ano agrícola 1986/87.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	1,2091	0,403	3,4
Genótipos	8	3,9985	0,500	4,2*
Resíduo	24	2,8671	0,119	
TOTAL	35	8,0747		
C.V. (%) = 10,14		$\bar{y} = 3,79$		

Apêndice 14. Análise da variância em blocos ao acaso com quatro repetições para produtividade em kg/20m² de algodão em caroço, referentes a nove genótipos da localidade de Caazapa, média ($\bar{y}$) e coeficiente de variação (CV%). Ano agrícola 1986/87.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	13,5037	4,501	16,5
Genótipos	8	4,0873	0,511	1,9ns
Resíduo	24	6,5410	0,273	
TOTAL	35	24,1320		
C.V. (%) = 7,0		$\bar{y} = 7,46$		