ÁREAS DE ADAPTAÇÃO À CULTURA DO MILHO, NA REGIÃO CENTRO DO BRASIL, A PARTIR DE ANÁLISES DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS

LÚCIO BENEDICTO KROLL

Eng^o - Agr^o

Orientador: Prof. Dr. DÉCIO BARBIN

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 em Estatística e Experimentação Agronômica.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Maio - 1983

Aos meus pais
e à minha esposa,
DEDICO.

Aos meus filhos
e aos meus irmãos,
OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Titular, Dr. Dêcio Barbin, pela orientação e estímulo que ofereceu para a segura realização deste trabalho.

Ao Professor Titular, Dr. Humberto de Campos, Chefe do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ/USP, pelo apoio e amizade durante o Curso.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agronômica pela compreensão, ensinamentos e apoio.

Aos colegas do Curso pelo excelente convívio durante o mesmo.

Aos colegas do Departamento de Bioestatística da UNESP, Campus de Botucatu, pelo estímulo, solidariedade e apoio.

À EMBRAPA, através do CNMS, pela facilidade na obtenção dos dados.

Aos Professores Dr. Roland Vencovsky e Dr. Izaias Rangel Nogueira, pela orientação nos primeiros trabalhos.

Aos colegas Carlos Henrique Mattioli e Valter João Diehl, pelo auxílio prestado por ocasião da realização dos cálculos.

À CAPES, pelo auxílio financeiro oferecido através do PICD.

A todos os colegas que colaboraram comigo para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 - Material	11
3.2 - Métodos	16
3.2.1 - Análise da variância conjunta dos dados para cada ano agrícola	16
3.2.2 - Análise da variância conjunta dos pares de locais para cada ano agrícola	17
3.2.3 - Estimação dos componentes de variância ($\sigma_{t\ell}$) da interação cultivar por local	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 - Análise da Variância Conjunta dos Dados Para Cada Ano Agrícola	20
4.2 - Análise da Variância Conjunta dos Pares de Locais..	23
4.3 - Análise da Variância Conjunta dos Dados de 36 Cultivares em Sete Locais, Considerando o Modelo Aleatório	28
4.3.1 - Conjuntos de locais para o ano agrícola 1976/77	28
4.3.2 - Conjuntos de locais para o ano agrícola 1977/78	30

4.3.3 - Conjuntos de locais para o ano agrícola 1978/ 79	31
4.3.4 - Conjuntos de locais para o ano agrícola 1979/ 80	33
4.4 - Estimação dos Componentes de Variância ($\hat{\sigma}_{t\ell}$) da Inte- ração Cultivar por Local, para o Período de 1976 a 1980, Considerando os Grupos Formados Dentro de Cada Ano	35
5. CONCLUSÕES	39
6. BIBLIOGRAFIA	41
7. APÊNDICE	45

· LISTA DAS TABELAS

TABELA	Pág.
1 Locais estudados nos experimentos do ENMN na região Centro, nos anos agrícolas 1976-77, 1977-78, 1978-79 e 1979-80	15
2 Esquema da análise da variância conjunta dos dados de I cultivares e J locais, considerando-se o modelo aleatório	17
3.1 Análise da variância conjunta para o ano agrícola de 1976/77, relativa a 18 locais da Região Centro do Brasil, com 36 cultivares	20
3.2 Análise da variância conjunta para o ano agrícola de 1977/78, relativa a 17 locais da Região Centro do Brasil, com 36 cultivares	21
3.3 Análise da variância conjunta para o ano agrícola de 1978/79, relativa a 18 locais da Região Centro do Brasil, com 42 cultivares	21
3.4 Análise da variância conjunta para o ano agrícola de 1979/80, relativa a 17 locais da Região Centro do Brasil com 42 cultivares	22
4.1 - Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1976/77	46

TABELA

Pág.

4.2	Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1977/78	47
4.3	Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1978/79	48
4.4	Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1979/80	49
5.1.a	Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1976/77	24
5.1.b	Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1976/77	24
5.2.a	Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1977/78	25
5.2.b	Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1977/78	25

TABELA	Pág.
5.3.a Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1978/79	26
5.3.b Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1978/79	26
5.4.a Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1979/80	27
5.4.b Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1979/80	27
6.1.a Análise da variância conjunta das sete localidades do conjunto 5.1.a do ano agrícola 1976/77	28
6.1.b Análise da variância conjunta das cinco localidades do conjunto 5.1.b do ano agrícola 1976/77 ...	29
7.2.a Análise da variância conjunta das sete localidades do conjunto 5.2.a do ano agrícola 1977/78	30
7.2.b Análise da variância conjunta das três localidades do conjunto 5.2.b do ano agrícola 1977/78	31

TABELA		Pág.
8.3.a	Análise da variância conjunta das cinco localidades do conjunto 5.3.a do ano agrícola 1978/79 ...	31
8.3.b	Análise da variância conjunta das quatro localidades do conjunto 5.3.b do ano agrícola 1978/79 ...	32
9.4.a	Análise da variância conjunta das sete localidades do conjunto 5.4.a do ano agrícola 1979/80	34
9.4.b	Análise da variância conjunta das seis localidades do conjunto 5.4.b do ano agrícola 1979/80	35
10	Componentes de variância ($\sigma_{t\ell}$) da interação cultivar por local do período de 1976 a 1980 com os respectivos intervalos de confiança, graus de liberdade associados e números das tabelas de análise ..	36
11	Quadrados médios residuais para os locais segundo o ano agrícola	50

ÁREAS DE ADAPTAÇÃO À CULTURA DO MILHO, NA REGIÃO CENTRO DO BRASIL, A PARTIR DE ANÁLISES DE GRUPOS DE EXPERIMENTOS

Autor: Lúcio Benedicto Kroll
Orientador: Prof. Dr. Décio Barbin

R E S U M O

Com o objetivo de obter agrupamentos homogêneos de locais, através do estudo da magnitude da interação cultivar por local, foram analisadas as produções médias ajustadas de 111 cultivares de milho provenientes de 42 municípios da região Centro (segundo Boletim Anual da EMBRAPA), compreendendo os Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná (Norte) e São Paulo, vinculados ao programa do Ensaio Nacional de Milho Normal, desenvolvido sob a coordenação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, durante o período de 1976 a 1980.

Considerando-se que, quando as análises de variância apresentam efeitos significativos das interações cultivar por local, existe grande dificuldade na interpretação dos efeitos significati-

vos de cultivares e/ou de locais, procedeu-se ao reagrupamento dos locais sob certos critérios, visando a diminuir o efeito significativo dessa interação.

No tocante à formação de grupos de locais/ano, esse critério basicamente consistiu na aplicação de análise da variância conjunta seguida de análise da variância conjunta de pares de locais.

A análise da variância dos conjuntos de locais assim obtidos revelou uma redução média de cerca de 25% na magnitude das interações cultivar por local, quando as reuniões de conjunto de locais foram processadas dentro de cada ano.

AREAS OF ADAPTATION TO CULTIVATION OF MAIZE BEGINNING BY
ANALYSIS OF GROUP OF EXPERIMENTS, IN BRAZILIAN CENTER
REGION.

Author: Lúcio Benedicto Kroll
Adviser: Prof. Dr. Décio Barbin

S U M M A R Y

The aim of this paper is to obtain homogeneous sets of locals, through the magnitude of interaction cultivar versus local. It was analysed adjusted averages of yields of 111 cultivars proceeding from 42 contries of the States of Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná and São Paulo, linked to the program of "Ensaio Nacional do Milho Normal", under the co-ordenation of the "EMBRAPA", from 1976 through 1980.

When the analysis of variance presents significant effects of the interactions cultivar versus local, there is great difficulty to interpret the significative effects of the cultivars and/or of locals then it was proceeded the rearrange of locals, under determined criterions, intending to attenuate the significant effect of this interaction.

Relating to the formation of sets of locals/years those criterions constituted of conjunct analyses continued by analyses of the couples of locals.

The analysis of the groups thus obtained showed a mean reduction about 25%, in the magnitude of the interaction cultivars versus local, when the groups were made into each year.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância como fonte de proteínas, cultivado em quase todas as regiões agrícolas do mundo. Existem, por isso, cultivares (populações, variedades, linhagens, etc.) adaptadas a todos os ambientes.

A adaptação de uma dada cultivar influi no total de sua produção, justificando, portanto, o uso de testes com vistas ao estudo da sua produção em diferentes anos e locais.

Assim, dentro de uma região produtora de milho, a prática usualmente seguida consiste em analisar o rendimento médio de cada cultivar, sem levar em conta diversos fatores (solo, clima, etc.), a fim de recomendar as cultivares que apresentam maior produtividade. Contudo, o uso de valores médios de produção de milho, ao invés de valores individuais, pode ocasionar a perda de informa-

mações referentes às regiões cujos ambientes não permitem a manutenção do mesmo comportamento das cultivares.

O teste da interação cultivar por local, quase sempre significativo (RUSCHEL, 1968), permite detectar a influência do local sobre as produções das cultivares.

Esse procedimento empírico (uso de médias de produção) apresenta falhas que somente serão eliminadas quando em seu lugar utilizarmos métodos científicos para recomendar melhores cultivares às diferentes regiões.

Entre os métodos propostos, com essa finalidade, destaca-se o da regionalização, que se baseia no reagrupamento de locais, visando diminuir o efeito da interação cultivar por local.

Quando nas análises de variância resultam efeitos significativos das interações cultivar por local, entende-se que não há um comportamento análogo das cultivares no conjunto de locais. Isto impede uma interpretação mais ampla de um possível efeito significativo de cultivar e/ou de local, o que dificulta a indicação das melhores cultivares e, em consequência, a execução de planos de melhoramentos.

Assim, o presente estudo tem por objetivo apresentar critério de reagrupamento ou formação de conjuntos de locais que sejam tão homogêneos quanto possível e apresentem sensíveis reduções nos quadrados médios das interações cultivar por local.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Na presente revisão de literatura, nos preocupamos apenas com trabalhos relacionados com a obtenção de conjunto de locais, com a finalidade de conseguirmos o ajustamento das necessidades da cultura do milho às condições ambientais.

Essa revisão seguiu uma ordem lógica para o desenvolvimento do presente trabalho.

ALLARD e BRADSHAW (1964) afirmam ser muito vasta a literatura sobre a interação genótipo por ambiente (GA), salientando a dificuldade de uma revisão completa sobre o assunto. Por outro lado, classificam as variações ambientais em previsíveis (tipo de solo, tratamentos culturais, época de plantio, etc.) e não previsíveis (os regimes de chuvas, temperaturas, etc.), sugerindo os respectivos controles. Para as variações não previsíveis o controle se obtém mediante o emprego de cultivares adaptadas às flutuações ambientais. Os autores salientam que as variações relacionadas com a in

teração significativa cultivar por ano são devidas a fatores ambientais não previsíveis.

HORNER e FREY (1957) conseguiram uma redução de 30% na interação variedade por local mediante uma subdivisão do Estado de Iowa em classes de 2, 3, 4 e 5 regiões. A cada uma dessas subdivisões correspondiam distintos agrupamentos de locais, para experimentos realizados em 9 locais durante um período de 5 anos. Apenas 5 variedades eram comuns a todos os anos. A redução do quadrado médio foi avaliada em relação ao quadrado médio do Estado de Iowa (USA), para cada agrupamento de local em cada uma das quatro regionalizações. Os resultados do teste de Tippet, comparando para cada classe de subdivisão o agrupamento com média mais baixa de quadrados médios, relativos ao período estudado, com o do Estado como um todo, são apresentados numa tabela de acordo com o diferente número de sub-regiões.

McCAIN e SCHULTZ JR. (1959) efetuaram um estudo utilizando dados de produção de milho de 15 locais para um período de 6 anos, no Estado de Alabama, USA, aplicando testes para variedades. Os locais foram agrupados dois a dois em todas as possíveis combinações. Os quadrados médios para a interação variedade por local foram calculados para cada par de locais em cada ano. Os 630 quadrados médios foram tabulados, e calculadas as 105 médias de quadrados médios para os pares de locais envolvidos. Essas médias também foram dispostas numa tabela triangular. A análise feita com esses qua

drados médios permitiu indicar duas áreas relativamente homogêneas (Norte e Sul) e uma área heterogênea (Central). Os autores sugeriram também testes de locais nesta região central com a finalidade de delinear sub-regiões de adaptação.

RUSCHEL (1968), estudando a produção de milho no Centro Sul do Brasil, realça o fato de haver encontrado interação altamente significativa do genótipo por local, aconselhando a escolha das melhores populações de cultivares para cada região, a fim de que se possam efetuar trabalhos de melhoramentos.

SILVA e MAGNAVACA (1970), utilizando seis locais do Ensaio Nacional do Milho, em 1968/69, na área do IPEACO, efetuaram análises de variância de todos os pares possíveis de locais, segundo o modelo indicado por Kempthorne (1952) para média de três pares de locais com considerável redução das componentes da interação variedade por local.

SILVA *et alii* (1963) analisaram os resultados de um ensaio de produção de milho com cinco a seis repetições, em diferentes localidades do Estado de São Paulo, nos anos de 1945 a 1953. Os locais abrangiam áreas representativas dos diferentes tipos de solo e clima. Esse trabalho permitiu constatar que o efeito de localidades sobre a variabilidade de produção das cultivares foi o mais importante, seguido dos efeitos de anos e das repetições. Concluíram, ainda, que o efeito do solo é mais importante que o efeito do clima de ano para ano.

Um método de análise conjunta de experimentos instalados em diversos locais durante dois anos, em que apenas parte dos tratamentos e locais é comum a todos os anos, foi desenvolvido por IGNAZAK e SILVA (1978). Esse trabalho estudou uma situação que frequentemente é comum em programas de melhoramentos.

LIANG *et alii* (1966), estudando as interações variedade por local, consideraram ensaios de cultivares de trigo, cevada e aveia, realizados durante três anos, no Estado de Kansas. Foram avaliadas dez variedades de trigo em treze localidades, quatro variedades de cevada em dez localidades e cinco variedades de aveia em cinco localidades. Os autores constataram que as interações variedade por ano foram não significativas, mas as interações variedades por local por ano foram altamente significativas. A interação tripla deve ser considerada como um resíduo a ser controlado pelo número de localidades usadas e o número de anos do teste. As interações variedade por local, que foram significativas para o trigo e a cevada, serviram para indicar que aquele Estado deveria ser dividido em sub-áreas de cultivo, para cada uma dessas espécies. Mediante um agrupamento apropriado de locais, os autores conseguiram reduzir os quadrados médios das interações variedade por local, sugerindo, contudo, que cada sub-área deveria ser considerada como uma unidade independente, ao testar a significância destas interações.

SCHLEHUBER *et alii* (1970) estudaram cultivares de trigo no Rio Grande do Sul, trabalhando com trinta cultivares em sete

locais no ano agrícola de 1966/67, e com vinte cultivares semeados em oito locais no ano agrícola de 1967/68, sendo que apenas dezoito variedades foram comuns em ambos os anos. A média da produção de grãos (em kg/ha), de cada cultivar por local, foi correlacionada com a média de produção de todos os outros locais. Apesar do pequeno número de correlações significativas entre locais, certas cultivares apresentaram-se de modo superior em muitos locais, indiferentemente do valor dos coeficientes de correlações entre estes locais. Dessa forma, os coeficientes de correlações encontrados, meramente ilustram interrelações gerais.

Um estudo estatístico teórico sobre o coeficiente de correlação genética foi realizado por ROBERTSON (1959), que estabeleceu uma fórmula permitindo calcular o efeito devido às diferenças na variação entre genótipos, em ambientes diferentes, bem como o efeito relativo à falta de correlação entre os genótipos nesses ambientes distintos.

MOREIRA *et alii* (1971), complementando o trabalho de SCHLEHUBER *et alii* (1970), incluíram o ano agrícola de 1968, com vinte e cinco variedades em oito locais. Os rendimentos obtidos em 1966 e 1968 foram consideravelmente maiores do que os de 1967. Dos coeficientes de correlações possíveis entre locais, apenas 25 foram estatisticamente significativos e, destes, apenas três foram negativos. As conclusões foram análogas às do trabalho anterior.

OSÓRIO *et alii* (1974) estudaram o comportamento de quinze cultivares de trigo precoce, no Rio Grande do Sul, através das produções médias comparadas em cada região tritícola. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, tendo sido utilizado o teste sugerido por COCHRAN e COX (1957), de homogeneidade de variâncias, a fim de comparar as cultivares por suas médias gerais no Estado. Os autores concluíram que as cultivares que na média geral do Estado se destacaram como as mais produtivas tiveram também comportamento superior em cada região, com poucas exceções.

ROSITO (1974), no Rio Grande do Sul, procurou avaliar a interação cultivar por local para as áreas tritícolas do Estado, a fim de verificar se a regionalização existente era adequada. O autor verificou a existência de interação significativa genótipo por local, mesmo tratando-se de cultivares já selecionados pela média de produção do Estado. Constatou ainda que a característica do tratamento permaneceu sensível às mudanças locais. Além destas conclusões, o trabalho apresenta outras, destacando-se a referente ao razoável grau de compatibilidade entre a regionalização tritícola existente no Estado e a interação de genótipos por locais.

EBERHART e RUSSEL (1966) usaram um modelo que define parâmetros de estabilidade, que podem ser usados para descrever o desempenho de uma variedade sobre uma série de ambientes. O coeficiente de regressão e a soma dos quadrados dos desvios da regressão

são utilizados como medidas de estabilidade.

JOWETT (1972) realizou um estudo que permitiu uma avaliação comparativa de parâmetros de estabilidade fenotípica de plantas, usando dados originados de experimentos com sorgo.

Vários autores têm utilizado processos multivariados como, por exemplo, o método da conglomeração para a regionalização de áreas de plantio de cultivares agrícolas, destacando-se os trabalhos de ABOU-EL-FITTOUH *et alii* (1969), CAMPBELL e LAFEVER (1977), CORDEIRO (1968).

Um amplo trabalho de revisão descrevendo os vários métodos estatísticos para analisar interações de modo geral, e interações genótipo ambiente em particular, com muitas referências bibliográficas, foi elaborado por FREEMAN (1973).

SILVA (1981) aplicou diferentes métodos a fim de verificar se a regionalização existente no Estado do Rio Grande do Sul para a cultura do trigo era adequada, e além disso objetivou oferecer subsídios ao seu aprimoramento.

SILVEIRA (1980), com dados de três séries de ensaios realizados no período agrícola de 1974-77, estudou a interação genótipo por local e a sub-regionalização da região de arroz de sequeiro no Estado de São Paulo. Com essa finalidade, foram feitas análises simples e conjunta da variância, na identificação das interações cultivares por locais e na avaliação de suas componentes na variabilidade total. Este autor utilizou a análise de variância pro-

posta por EBERHART e RUSSEL (1966) no estudo da estabilidade fenotípica.

CORDEIRO (1978), utilizando os resultados do Ensaio Nacional do Milho referente aos anos 1974-77 e tomando como variável o peso de espigas despalhadas, fez um estudo que permitiu uma apreciação crítica do atual zoneamento da região Centro-Sul do Brasil, para a cultura do milho. A base estatística consistiu na análise das interações cultivar por local.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

Os dados utilizados no presente trabalho são provenientes do Ensaio Nacional de Milho Normal (ENMN), nos anos agrícolas 1976-77, 1977-78, 1978-79 e 1979-80, coordenados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), situado em Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O referido ensaio foi executado no período acima, na região Centro, compreendendo localidades pertencentes aos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal e norte do Paraná, pelas seguintes instituições:

- Agrocere S/A, Importação, Exportação e Comércio;
- Fundação Cargill;

- Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR);
- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz";
- Instituto Agronômico de Campinas;
- Faculdade de Agronomia de Jaboticabal;
- Plantec - Agropecuária, Planejamento e Assistência Agropecuária Ltda.;
- Contibrasil;
- Universidade Federal de Viçosa;
- Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG);
- Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC);
- Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (E GOPA);
- Dekalb Agrícola do Brasil Ltda.;
- Sementes Reis de Ouro;
- Instituto Biológico de São Paulo - Fazenda Mato Dentro;
- UEPAE de Dourados;
- Cooperativa de Cotia de São Gotardo;
- Mogiana (Sementes);
- Pioneer Agricultura Ltda.;
- Dinamilho - Produtos Agrícolas Ltda.;
- CEPET;
- Universidade de Campinas;
- Escola Superior de Agricultura de Lavras;
- Sociedade Agrícola Germinal Ltda.;
- Sementes União Ltda.

O delineamento experimental utilizado pelo CNPMS nos anos agrícolas 1976-77 e 1977-78 foi o reticulado quadrado ("lattice square") 6x6, simples, duplicado, fornecendo 4 repetições para cada tratamento. Para os demais anos agrícolas estudados no presente trabalho, o delineamento experimental utilizado foi o reticulado retangular ("rectangular lattice") 6x7, simples duplicado, com um total de 4 repetições para cada tratamento.

Outras informações técnicas sobre o ensaio, bem como relativas aos dados, encontram-se nos boletins da EMBRAPA (1976 a 1980).

A distribuição geográfica das localidades onde foram realizados os experimentos do ENMN na região Centro, e que constituíram objeto deste estudo, encontra-se na Figura 1.

As localidades onde foram instalados os ensaios e abrangidos por este estudo, foram em número de 28 e estão relacionadas na Tabela 1.

As cultivares ensaiadas no decorrer dos quatro anos agrícolas mencionados foram em número de 111, das quais 81 foram cultivadas em apenas um dos anos, 20 em dois, 6 em três e somente 4 em todos os anos.

Para a análise estatística foram utilizadas as produções médias ajustadas de espigas despalhadas em quilogramas por hectare.

Figura 1 - Localidades da região Centro do Brasil onde foram realizados os experimentos do ENMN, e cujos dados foram utilizados para estudo (anos agrícolas de 1976-77, 1977-78, 1978-79 e 1979-80).

Tabela 1 - Locais estudados nos experimentos do ENMN na região Centro, nos anos agrícolas 1976-77, 1977-78, 1978-79, 1979-80.

Nº	LOCAL	ESTADO	ANOS AGRÍCOLAS			
			1976-77	1977-78	1978-79	1979-80
1	Cascavel	PR	X	X		
2	Londrina	PR	X	X	X	X
3	Andirá	PR	X	X	X	
4	Bandeirantes	PR			X	X
5	Jacarezinho	PR	X		X	X
6	Manduri	SP	X		X	X
7	Itatiba	SP		X	X	X
8	Campinas	SP	X	X	X	X
9	Piracicaba	SP	X			X
10	Cravinhos	SP	X	X	X	X
11	Ribeirão Preto	SP	X		X	X
12	Jaboticabal	SP	X	X		X
13	Pindorama	SP	X	X	X	
14	Jardinópolis	SP	X		X	X
15	Guaira	SP	X	X	X	X
16	Uberaba	MG	X	X	X	X
17	Viçosa	MG	X	X	X	X
18	Sete Lagoas	MG	X	X	X	X
19	São Gotardo	MG			X	X
20	Patos	MG	X	X	X	
21	Cachoeira Dourada	MG	X		X	
22	Capinópolis	MG		X	X	X
23	Goiânia	GO	X	X	X	X
24	Inhumas	GO	X	X		X
25	Anápolis	GO		X	X	
26	Cerrado	DF	X	X		X
27	Dourados	MS			X	X
28	Jaíba	MG	X	X	X	X

Os cálculos utilizados nas análises de variância deste trabalho foram feitos no computador IBM 1130 da ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Análise da variância conjunta dos dados para cada ano agrícola

Inicialmente foram realizadas análises da variância conjunta para cada ano agrícola, com a finalidade de se estimarem e se testarem as interações cultivar por local, de acordo com a metodologia descrita por PIMENTEL GOMES (1976).

Para estas análises foram calculadas as estimativas dos quadrados médios residuais (QMR) de cada local dentro de um mesmo ano, com o auxílio dos coeficientes de variação fornecidos pelos Boletins Anuais da EMBRAPA, publicados juntamente com as médias ajustadas de produção referentes às análises dos "square lattice" do Ensaio Nacional do Milho Normal.

Com os QMR de cada local dentro de ano, obtiveram-se os valores dos quadrados médios residuais combinados (QMR_c). Esses QMR_c serviram de resíduos para as análises de variância conjunta conforme o esquema da Tabela 2.

Tabela 2 - Esquema da análise da variância conjunta dos dados de I cultivares e J locais, considerando-se o modelo aleatório.

Causas da Variação	G.L.	E(QM)
Local (L)	J-1	
Cultivar (T)	I-1	
Interação (TxL)	(J-1)(I-1)	$\sigma^2/r + r\sigma_{t\ell}^2$
Resíduo Médio Combinado	J(r-1)(I-1)	σ^2/r

onde, σ^2 = esperança matemática do quadrado médio residual;
 $\sigma_{t\ell}^2$ = esperança matemática da componente de variância da interação TxL;
J = número de locais;
I = número de cultivares;
r = número de repetições por cultivar no ensaio original.

Para efetuar essas análises foi verificado, previamente, a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual, a fim de assegurar a homogeneidade entre eles, de acordo com Box(1954) citado em PIMENTEL GOMES (1976).

3.2.2 - Análise da variância conjunta dos pares de locais para cada ano agrícola

Os locais correspondentes a cada ano agrícola foram agrupados dois a dois, e para cada par fez-se uma análise da variância conjunta, segundo o esquema da Tabela 2 (com J=2). Essas análises objetivaram isolar os efeitos das interações QM(TxL) para o par analisado, e conseguir agrupamentos em conjuntos de locais ecologi-

camente semelhantes.

O critério para formação de grupos de locais baseou-se nos valores da estatística F obtidos por meio da relação:

$$F = \frac{QM(TxL)}{QMR_c} ,$$

onde,

$QM(TxL)$ = quadrado médio da interação cultivar por local para o par analisado;

QMR_c = a média aritmética ponderada pelos respectivos graus de liberdade dos QMR dos locais envolvidos na análise.

Os conjuntos de locais são as reuniões dos mesmos com base nos valores da estatística F da interação (TxL) não significativa, ou próximos dos limites da não significância, aos níveis usuais de probabilidade ($\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,01$ e $\alpha = 0,001$).

Obtidos os conjuntos supostos ecologicamente semelhantes, fizeram-se novas análises de variância conjunta, respeitando-se o critério de homogeneidade de variância, segundo o esquema da Tabela 2, item 3.2.1.

3.2.3 - Estimacão d s componentes de variância ($\hat{\sigma}_{t\ell}^2$) da interaco cultivar por local

Conhecidos os QM(TxL) e os QMR_c através das análises de variância, de acordo com o esquema da Tabela 2, foram estimadas as componentes de variância da interaco $\hat{\sigma}_{t\ell}^2$ e construídos os intervalos de confiança com 0,95 de probabilidade.

Os intervalos de confiança para $\sigma_{t\ell}^2$ foram obtidos mediante a aplicao da distribuo χ^2 (qui-quadrado) ou t de Student, computando-se o número de graus de liberdade para essas estatísticas mediante o emprego da fórmula de SATTERTHWAITTE (1946). A distribuo t foi utilizada sempre que o número de graus de liberdade calculado para $\hat{\sigma}_{t\ell}^2$ ultrapassava 30.

As fórmulas para o cálculo dos intervalos de confianca foram as seguintes:

$$\hat{\sigma}_{t\ell}^2 \pm t \sqrt{\frac{2(\hat{\sigma}_{t\ell}^2)^2}{f+2}},$$

ou,

$$\frac{f \hat{\sigma}_{t\ell}^2}{\chi_{sup}^2} \leq \sigma_{t\ell}^2 \leq \frac{f \hat{\sigma}_{t\ell}^2}{\chi_{inf}^2},$$

conforme o valor de f, que  o número de graus de liberdade associada do  estimativa da variância da interaco cultivar por local.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Análise da variância conjunta dos dados para cada ano agrícola

Os resultados das análises da variância conjunta dos dados para cada ano agrícola, do período 1976 a 1980, encontram-se nas Tabelas 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4, respectivamente.

Tabela 3.1 - Análise da variância conjunta para o ano agrícola 1976/77, relativa a 18 locais da Região Centro do Brasil, com 36 cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	17	1.471.434.449,00		
Cultivar (T)	35	73.348.752,00		
Interação (TxL)	595	232.891.600,10	391.414,45	2,45*
Res. Médio Comb.	1.890		159.643,58	

Média = 5.172,60 kg
C.V. = 12,09%

Tabela 3.2 - Análise da variância conjunta para o ano agrícola 1977/78, relativa a 17 locais da Região Centro do Brasil com 36 cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	16	2.514.718.611,00		
Cultivar (T)	35	173.979.200,10		
Interação (TxL)	560	345.900.240,20	617.679,00	2,77*
Res. Médio Comb.	1.785		222.661,64	

Média = 5.403,30 kg

C.V. = 14,54%

Tabela 3.3 - Análise da variância conjunta para o ano agrícola 1978/79, relativa a 18 locais da Região Centro do Brasil com 42 cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	17	2.301.801.315,00		
Cultivar (T)	41	395.510.272,20		
Interação (TxL)	697	405.501.568,30	581.781,30	2,01*
Res. Médio Comb.	2.214		288.720,44	

Média = 6.944,10 kg

C.V. = 10,98%

Tabela 3.4 - Análise da variância conjunta para o ano agrícola 1979/80, relativa a 17 locais da Região Centro do Brasil com 42 cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	16	1.388.077.281,00		
Cultivar (T)	41	542.029.264,70		
Interação (TxL)	656	459.056.192,20	699.780,78	2,36*
Res. Médio Comb.	2.091		296.044,96	

Média = 6.614,3 kg

C.V. = 12,64%

Observa-se, através das análises conjuntas, que os coeficientes de variação se mantêm entre 10,98% e 14,54%, valores estes que são plenamente adequados, segundo o critério preconizado por SNEDECOR (1967), que estabelece os limites de 5% e 15% como satisfatórios para ensaios com milho.

As interações cultivar por local nessas análises, quando verificados os valores da estatística F, foram todas significativas para todos os anos agrícolas.

Os quadrados médios residuais para os locais de cada ano agrícola, que permitem o cálculo dos QMR_c utilizados como denominador para obtenção dos valores da estatística F encontram-se na Tabela 11 do Apêndice.

Os resultados significativos encontrados utilizando a estatística F indicam diferenças no comportamento das cultivares

nos locais em cada ano agrícola, e são concordantes com aqueles obtidos por RUSCHEL (1968) em análises com cultivares de milho na região Centro-Sul do Brasil.

4.2 - Análise da Variância Conjunta dos Pares de Locais

A magnitude da interação cultivar por local, relacionada com o Resíduo Médio Combinado para as 578 análises de variância conjunta de pares de locais, revelou um critério útil para a formação de conjuntos de locais, permitindo, dessa maneira, a subdivisão da área total estudada, em conjunto de locais homogêneos dentro de cada ano.

Os valores da estatística F, referentes a cada par de locais, são apresentados nas Tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 do Apêndice, de acordo com o respectivo ano agrícola.

Com os valores de F assim obtidos, e utilizando-se os níveis usuais de significância, conseguiu-se a separação de conjuntos de locais homogêneos, descritos nas seguintes tabelas:

- . Ano agrícola 1976/77, Tabelas 5.1.a e 5.1.b;
- . Ano agrícola 1977/78, Tabelas 5.2.a e 5.2.b;
- . Ano agrícola 1978/79, Tabelas 5.3.a e 5.3.b;
- . Ano agrícola 1979/80, Tabelas 5.4.a e 5.4.b.

Tabela 5.1.a - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1976/77.

	Guaira	Manduri	Pindo- rama	Jardinópolis	Sete Lagoas	Jaiba
Campinas	ns	ns	ns	ns	ns	**
Guaira	-	ns	ns	*	ns	**
Manduri		-	ns	ns	ns	**
Pindorama			-	**	*	ns
Jardinópolis				-	ns	**
Sete Lagoas					-	ns

Tabela 5.1.b - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1976/77.

	Jacarezinho	Andirá	Patos	Viçosa
Londrina	**	**	ns	**
Jacarezinho	-	**	**	***
Andirá		-	***	***
Patos			-	***

Tabela 5.2.a - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1977/78.

	Capinópolis	Guaíra	Maduri	Londrina	Patos	Viçosa
Campinas	ns	ns	**	ns	*	ns
Capinópolis	-	***	ns	ns	ns	ns
Guaíra		-	**	*	ns	ns
Maduri			-	ns	***	**
Londrina				-	*	**
Patos					-	ns

Tabela 5.2.b - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1977/78.

	Cravinhos	Pindorama
Uberaba	**	ns
Cravinhos	-	**

Tabela 5.3.a - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1978/79.

	Guaíra	Cravinhos	Pindorama	Andirá
Uberaba	ns	**	ns	ns
Guaíra	-	ns	ns	**
Cravinhos		-	ns	ns
Pindorama			-	ns
Andirá				-

Tabela 5.3.b - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1978/79.

	Capinópolis	Maduri	Sete Lagoas
Campinas	*	ns	*
Capinópolis	-	**	ns
Maduri		-	**

Tabela 5.4.a - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1979/80.

	Guaíra	Inhumas	Cravinhos	Manduri	Jardinópolis	Sete Lagoas
Itatiba	ns	*	ns	ns	ns	*
Guaíra	-	ns	ns	ns	ns	ns
Inhumas		-	***	ns	**	***
Cravinhos			-	**	**	**
Manduri				-	***	**
Jardinópolis					-	*

Tabela 5.4.b - Agrupamentos dos locais segundo a significância da interação cultivar por local para o ano agrícola 1979/80.

	Goiânia	Capinópolis	Uberaba	Londrina	Viçosa
Campinas	***	***	***	**	**
Goiânia	-	**	ns	ns	*
Capinópolis		-	***	ns	**
Uberaba			-	*	*
Londrina				-	**

4.3 - Análise da Variância Conjunta dos Dados de 36 Cultivares em Sete Locais, Considerando Modelo Aleatório

4.3.1 - Conjuntos de locais para o ano agrícola 1976/77

Para o ano agrícola de 1976/77, o conjunto de locais utilizando-se o critério baseado nos valores da estatística F para a interação (TxL) foi o seguinte:

CONJUNTO 5.1.a: Campinas, Guaíra, Manduri, Pindorama, Jardinópolis, Sete Lagoas e Jaíba.

A análise de variância conjunta efetuada conforme o esquema descrito na Tabela 2 do item 3.2.1, para esse conjunto, é apresentada na Tabela 6.1.a.

Tabela 6.1.a - Análise da variância conjunta das sete localidades do conjunto 5.1.a do ano agrícola 1976/77.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	6	7511543.260,70		
Cultivar (T)	35	21.719.220,00		
Interação (TxL)	210	62.339.920,30	296.856,76	1,32*
Res. Médio Comb.	735		224.309,15	

Média = 5.411,00 kg

C.V. = 10,06%

Verifica-se, pela Tabela 6.1.a, que a magnitude do $QM(TxL) = 296.856,76$ apresenta uma redução de 24,29% relativamente ao $QM(TxL) = 391.414,45$ da análise da variância conjunta da Tabela 3.1, que envolve os 18 locais do ano agrícola em questão.

Essa interação $QM(TxL)$ do quadro 6.1.a quando relacionada com o QMR_c dos sete locais envolvidos dá origem a um valor $F = 1,32$, inferior, portanto, ao do quadro 3.1 que é $F = 2,45$. Embora esse $F(1,32)$ continue significativo, a proporcionalidade existente entre o efeito da interação e a magnitude do F mostra redução no efeito da interação, como se desejava.

CONJUNTO 5.1.b: Londrina, Jacarezinho, Andirá, Patos e Viçosa.

Para esse conjunto, seguindo o mesmo processo de análise do conjunto anterior, foram encontrados os resultados da Tabela 6.1.b.

Tabela 6.1.b - Análise da variância conjunta das cinco localidades do conjunto 5.1.b do ano agrícola 1976/77.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	4	335.784.752,20		
Cultivar (T)	35	31.076.496,00		
Interação TxL	140	51.855.392,00	370.395,65	2,85*
Res. Médio Comb.	525		129.751,30	
Média = 5.468,13 kg				
C.V. = 11,13%				

Para este conjunto (6.1.b) houve uma redução no $QM(TxL) = 370.395,65$ de 5,37% em relação ao $QM(TxL) = 391.414,45$ que se encontra na Tabela 3.1. Quanto ao valor de $F = 2,85$ para a interação $QM(TxL)$, houve um aumento em relação ao encontrado na Tabela 3.1.

Este conjunto, portanto, não mostrou as vantagens encontradas no conjunto 5.1.a, que apresentou maior homogeneidade.

4.3.2 - Conjuntos de locais para o ano agrícola 1977/78

Um procedimento análogo ao seguido para o ano agrícola 1976/77 permitiu obter os seguintes conjuntos de locais.

CONJUNTO 5.2.a: Campinas, Capinópolis, Guaíra, Manduri, Londrina, Patos e Viçosa;

CONJUNTO 5.2.b: Uberaba, Cravinhos e Pindorama.

As análises de variância relativas aos referidos conjuntos encontram-se nas Tabelas 7.2.a e 7.2.b.

Tabela 7.2.a - Análise da variância conjunta das sete localidades do conjunto 5.2.a do ano agrícola 1977/78.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	6	1.214.780.893,00		
Cultivar (T)	35	46.895.900,00		
Interação TxL	210	69.753.732,00	332.160,62	1,47*
Res. Médio Comb.	735		225.470,49	

Média = 4.859,30 kg

C.V. = 11,86%

Tabela 7.2.b - Análise da variância conjunta das três localidades do conjunto 5.2.b do ano agrícola 1977/78.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	2	324.078.636,20		
Cultivar (T)	35	50.353.002,00		
Interação TxL	70	21.885.218,00	312.645,97	1,69*
Res. Médio Comb.	315		184.910,20	

Média = 4.193,00 kg

C.V. = 13,57%

Em ambos os casos analisados verificam-se reduções nos quadrados médios das interações, que são de 46,22% e 49,38%, respectivamente.

A vantagem na formação dos conjuntos citados pode ser vista também através do valor da estatística F para o QM(TxL), que teve seu valor consideravelmente reduzido.

4.3.3 - Conjuntos de locais para o ano agrícola 1978/79

Seguindo os mesmos critérios dos itens 4.3.1 e 4.3.2, foram obtidos dois conjuntos para o ano agrícola 1978/79, designados por 5.3.a e 5.3.b.

CONJUNTO 5.3.a: Uberaba, Guaíra, Cravinhos, Pindorama, Andirá.

CONJUNTO 5.3.b: Campinas, Capinópolis, Manduri e Sete Lagoas.

As Tabelas 8.3.a e 8.3.b apresentam os resultados das análises da variância efetuadas para os conjuntos mencionados.

Tabela 8.3.a - Análise da variância conjunta das cinco localidades do conjunto 5.3.a do ano agrícola 1978/79.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	4	634.689.640,50		
Cultivar (T)	41	119.727.328,00		
Interação TxL	164	82.771.016,00	504.701,31	1,37*
Res. Médio Comb.	615		368.626,50	

Média = 7.172,70 kg

C.V. = 9,90%

Tabela 8.3.b - Análise da variância conjunta das quatro localidades do conjunto 5.3.b do ano agrícola 1978/79.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	3	207.986.864,10		
Cultivar (T)	41	113.167.444,00		
Interação TxL	123	51.826.980,00	421.357,56	1,58*
Res. Médio Comb.	492		265.787,50	

Média = 7.072,60 kg

C.V. = 9,17%

A análise da variância considerando-se cinco localidades, encontra-se na Tabela 8.3.a, onde se verifica que o $QM(T \times L) = 504.701,31$ apresenta uma diminuição de 13,24% em relação ao $QM(T \times L) = 581.781,30$ da Tabela 3.3, mostrando real vantagem na formação deste conjunto de locais.

Da mesma forma, verificamos, pela Tabela 8.3.b, que houve uma redução do $QM(T \times L) = 421.357,56$ da ordem de 27,57% em relação ao $QM(T \times L) = 581.781,30$ da Tabela 3.3.

Para ambas as Tabelas, a estatística F apresentou redução em sua magnitude, que era de 2,01 na Tabela 3.3, para 1,37 na Tabela 8.3.a, e 1,58 na Tabela 8.3.b.

4.3.4 - Conjunto de locais para o ano agrícola 1979/80

Os conjuntos formados para o ano agrícola de 1979/80 foram os seguintes.

CONJUNTO 5.4.a: Itatiba, Guaiúba, Inhumas, Cravinhos, Manduri, Jardinópolis e Sete Lagoas.

CONJUNTO 5.4.b: Campinas, Goiânia, Capinópolis, Uberaba, Londrina e Viçosa.

Para o conjunto 5.4.a obteve-se a Tabela 9.4.a da análise da variância.

Tabela 9.4.a - Análise da variância conjunta das sete localidades do conjunto 5.4.a do ano agrícola 1979/80.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	6	283.167.096,20		
Cultivar (T)	41	241.342.968,10		
Interação TxL	246	127.407.488,00	517.916,61	1,56*
Res. Médio Comb.	861		330.766,70	

Média = 7.511,20 kg

C.V. = 9,58%

Verifica-se pela Tabela 9.4.a que o $QM(TxL) = 517.916,61$ é inferior ao $QM(TxL) = 699.780,78$ da Tabela 3.4, apresentando uma redução de 25,99%. O valor da estatística F também apresenta uma redução de 2,36 da Tabela 3.4 para 1,56 da Tabela 9.4.a.

Diante do exposto, parece não haver dúvidas quanto a vantagem na formação deste conjunto.

Com relação ao conjunto 5.4.b, sua análise da variância encontra-se na Tabela 9.4.b.

Tabela 9.4.b - Análise da variância conjunta das seis localidades do conjunto 5.4.b do ano agrícola 1979/80.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Local (L)	5	534.879.560,30		
Cultivar (T)	41	260.385.104,10		
Interação TxL	205	134.144.896,00	654.365,34	1,91*
Res. Médio Comb.	738		341.219,50	

Média = 6.395,30 kg

C.V. = 12,64%

Comparando-se o QM(TxL) da Tabela 9.4.b com o QM(TxL) da Tabela 3.4, verifica-se uma redução de 6,49%. Quanto ao valor da estatística F, a redução é de 2,36 da Tabela 3.4 para 1,91 da Tabela 9.4.b. Constata-se, assim, alguma vantagem na formação deste conjunto.

4.4 - Estimação dos Componentes de Variância ($\hat{\sigma}_{t\ell}^2$) da Interação Cultivar por Local, para o Período de 1976 a 1980, Considerando os Grupos Formados Dentro de Cada Ano

A fim de avaliar a redução da magnitude dos componentes da variância ($\hat{\sigma}_{t\ell}^2$) da interação cultivar por local, foram feitas estimativas desses componentes por ponto e por intervalo de confiança, seguindo a metodologia do item 3.2.3.

Para uma apreciação global, apresentam-se os resultados dessas estimativas na Tabela 10.

Tabela 10 - Componentes de variância ($\hat{\sigma}_{t\ell}^2$) da interação cultivar por local do período de 1976 a 1980, com os respectivos intervalos de confiança, graus de liberdade associados e números das Tabelas de análise.

A N O	$\hat{\sigma}_{t\ell}^2$ /ano	$\hat{\sigma}_{t\ell}^2$ /grupo	Intervalos de Confiança		G.L. associados	Tabelas de análise
			Lim. Inf.	Lim. Sup.		
1976/77	57.942,72	18.136,90	9.109,81	52.226,68	11	6.1.a
			46.585,95	69.299,49	198	3.1
			38.451,05	81.871,14	57	6.1.b
1977/78	98.754,34	26.672,53	15.403,59	56.877,45	19	7.2.a
			80.382,58	117.126,10	220	3.2
			16.039,88	91.956,37	11	7.2.b
1978/79	73.265,22	34.018,70	17.087,02	97.959,61	11	8.3.a
			57.503,09	89.027,35	164	3.3
			21.214,09	93.192,89	15	8.3.b
1979/80	100.933,95	46.787,47	29.690,08	84.802,29	29	9.1.a
			81.581,54	120.286,36	207	3.4
			46.291,71	110.281,21	44	9.2.a

Como se pode verificar pela inspeção da Tabela 10, houve reduções apreciáveis nas magnitudes dos componentes da variância da interação, tanto para os conjuntos de locais "a" como para os "b", em relação aos componentes de variância da interação cultivar por local dos anos agrícolas 1977/78, 1978/79 e 1979/80.

Com relação ao ano agrícola 1976/77 houve considerável redução na componente σ_{tl}^2 somente para o conjunto de locais 5.1.a. Deve ser notado que a comparação entre QM(TxL) para o conjunto de locais 5.1.b mostrou uma redução de apenas 5,37% em relação ao QM(TxL) do ano de 1976/77, enquanto que o componente da interação para esse conjunto foi até um pouco maior do que a verificada para o mesmo ano. Isto nos leva a considerar o conjunto 5.1.b como sendo não satisfatório em termos do que se pretendia com a sua formação. Uma consulta à Tabela 6.1.b pode trazer algum esclarecimento quanto à crítica feita ao conjunto de locais.

Pode-se verificar que os limites inferiores para os intervalos de confiança dos conjuntos "a"s são sempre menores que os limites inferiores dos intervalos de confiança dos "b"s. Este fato pode ser explicado pelo maior rigor na formação dos primeiros, com base na significância dos valores da estatística F, como se pode verificar consultando, em sequência, as Tabelas 5.1.a até 5.4.b.

Verificando-se os limites superiores dos intervalos de confiança dos conjuntos de locais a(s) nota-se que são menores do que os limites superiores dos b(s), com uma única exceção, verifica

da no ano agrícola 1978/79.

De modo geral, as observações feitas para os limites superiores dos intervalos de confiança reforçam as considerações apresentadas quanto aos limites inferiores, desde que se considere como praticamente desprezível a diferença encontrada entre os limites superiores dos intervalos de confiança dos conjuntos "a" e "b" para o ano agrícola 1978/79.

Ainda com relação à Tabela 10, pode-se verificar que as amplitudes dos intervalos de confiança para os conjuntos de locais "a" e também para os conjuntos de locais "b" são sempre maiores do que as amplitudes dos intervalos de confiança para os anos agrícolas correspondentes. Tal fato pode, possivelmente, ser explicado pelo número mais elevado de graus de liberdade para cada ano do período, quando comparados com os números de graus de liberdade dos conjuntos considerados.

Finalmente, a Tabela 10 permite constatar que o ano agrícola de 1976/77 foi o que apresentou o menor componente da interação $\sigma_{t\ell}^2$, seguido do ano de 1978/79, que, por sua vez, foi seguido dos anos de 1977/78 e 1979/80 de valores semelhantes.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo permite chegar às seguintes conclusões:

- 5.1 - Os dados de produção de milho, representados pelas médias de quatro repetições por local, referentes ao período agrícola 1976/77 a 1979/89, para localidades da região Centro do Brasil (segundo boletins da EMBRAPA), apresentaram algumas limitações, pelo fato de que as cultivares e as localidades variaram conforme o ano.
- 5.2 - O método de agrupamento, baseado em valores da estatística F correspondente à interação QM (TxL), permitiu a formação de três subconjuntos de locais (a, b e c), em ordem decrescente quanto à homogeneidade.

- 5.3 - Os subconjuntos "a" e "b", analisados segundo a Tabela 2 do item 3.2.1, constituíram, separadamente, grupos de locais ecologicamente semelhantes.
- 5.4 - Os subconjuntos tipo "c", aos quais corresponderam os mais elevados valores de F (significativos), empregando-se a metodologia descrita no item 3.2.2, foram descartados em virtude de suas heterogeneidades.
- 5.5 - O método utilizado no presente trabalho revelou-se um instrumento útil para a obtenção de grupos homogêneos com sensíveis reduções nos QM (TxL), e inclusive nos coeficientes de variação.
- 5.6 - A metodologia deste trabalho é recomendável para novas pesquisas, sendo tanto mais adequada quanto menores forem as limitações apresentadas pelos dados e maior o número de locais envolvidos no estudo.

6. BIBLIOGRAFIA

ABOU-EL-FITTOUH, H.; J.O. RAWLINGS e P.A. MILLER, 1969. Classifications of environments to control genotypes by environment interactions with application to cotton. Crop Science. Madison, 9: 135-140.

ALLARD, R.W. e A.O. BRADSHAW, 1964. Implications of genotype environment interactions in applied plant breeding. Crop Science. Madison, 4: 503-507.

CAMPBELL, J.G. e H.N. LAFEVER, 1977. Cultivar x environment interaction of soft red winter yield test. Crop Science. Madison, 17: 607-608.

COCHRAN, W.G. e G.M. COX, 1957. Experimental Designs. 2^a ed. Nova York. 611 pp.

CORDEIRO, C.M.T., 1978. Estudo do zoneamento da região Centro-Sul do Brasil para a cultura do Milho. Brasília, UNB, 104 pp. (Dissertação de Mestrado).

- EBERHART, S.A. e W.A. RUSSEL, 1966. Stability parameters for varieties. Crop Science. Madison, 6: 36-40.
- FREEMAN, G.H., 1973. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. Heredity. Londres, 31: 339-354.
- HORNER, T.W. e K.J. FREY, 1957. Methods for determining natural areas for oat varietal recommendations. Agronomy Journal. Wisconsin, 49: 313-315.
- IGNAZAK, J.C. e J.G. SILVA, 1978. Análise conjunta de grupo de experimentos com alguns locais e tratamentos não comuns. Pesq. Agropec. Bras. Brasília, 13(3): 59-66.
- JOWETT, D., 1972. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. Crop Science. Madison, 12: 314-317.
- KEMPTHORNE, O., 1975. The Design and Analysis of Experiments. Nova York, Robert E. Kreeger Publishing. 641 pp.
- LIANG, G.H.L.; E.G. HEINE e T.L. WALTER, 1966. Estimates of variety-environment interactions in yield test and their significance in breeding programs. Crop Science. Madison, 6: 135-139.
- MCCAIN, F.S. e E.F. SCHULTZ Jr., 1959. A method for determining areas for corn varietal recommendations. Agronomy Journal. Madison, 51: 476-478.
- MOREIRA, J.C.S.; E.A. OSÓRIO; M.C. MEDEIROS; F.A. LANGER; V.I. LINHARES; E.P. GOMES; C.N.A. SOUZA e G.C. COPPOLA, 1971. Cultura do trigo. Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul. Pelotas, Circ. 48: 19-29.

- OSÓRIO, E.A.; J.C.S. MOREIRA; E.C. da SILVA, 1974. Estudos de adaptação de cultivares de trigo no Rio Grande do Sul. I. Adaptação regional das cultivares precoces. Pesq. Agropec. Bras. Rio de Janeiro, Série Agron. 9: 151-154.
- PARODA, R.S. e J.D. HAYES, 1971. An investigation of genotype-environment interactions for rate of ear emergence in Spring Barley. Heredity. Londres, 26: 157-175.
- PIMENTEL GOMES, F., 1976. Curso de Estatística Experimental. 6.^a ed. Piracicaba, Livraria Nobel. 430 pp.
- ROBERTSON, A., 1959. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. Biometrics. Raleigh, 15: 469-485.
- ROSITO, C., 1974. Interação genótipo por locais em trigo no Rio Grande do Sul. Piracicaba, ESALQ/USP. 61 pp. (Dissertação de Mestrado).
- RUSCHEL, R., 1968. Interação Genótipo x Localidades na Região Centro-Sul do Brasil em Milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 60 pp. (Dissertação de Mestrado).
- SATTERTHWAITE, F.E., 1946. An approximate contribution to estimate of variance components. Brom Bull. 2: 110-114.
- SCHLEHUBER, A.M.; J.C.S. MOREIRA e M.C. MEDEIROS, 1970. Estudo de correlações simples entre ensaios de variedades de trigo realizados no Rio Grande do Sul. Pesq. Agropec. Bras. Rio de Janeiro, Série Agron. 5: 235-241.

- SHUKLA, G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity. Londres, 28: 237-245.
- SILVA, C.S., 1981. Classificações ambientais para controlar a interação genótipo x ambiente com aplicação à cultura do trigo no Rio Grande do Sul. Piracicaba, ESALQ/USP. 75 pp. (Tese de Doutorado).
- SILVA, J. e R. MAGNAVACA, 1970. Determinação de áreas para a indicação de cultivares de milho. In: Anais da VIII Reunião Brasileira de Milho. Porto Alegre, p. 30-32.
- SILVA, W.J.; L.T. MIRANDA e G.P. VIEGAS, 1963. Estimativa do progresso genótipo médio em ensaios de cultivares de milho. Bragantia. Campinas, 22: 247-258.
- SILVEIRA, E.P., 1980. Interação genótipos por locais em arroz de sequeiro no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP. 97 pp. (Dissertação de Mestrado).
- SNEDECOR, R.G.W. e W.G. COCHRAN, 1967. Statistical Methods. 6^a ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa. 593 pp.
- STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. Principles and Procedures of Statistics. Nova York, McGraw-Hill Book Company, Inc. 481 pp.
- TAI, G.C.C., 1971. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Science. Madison, 11: 184-190.
- TAI, G.C.C., 1979. Analysis of genotype-environment interactions of potato yield. Crop Science. Madison, 19: 434-438.

7. APENDICE

Tabela 4.1 - Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1976/77.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2,36	2,50	1,13	2,07	2,25	0,77	1,24	1,29	1,18	1,50	1,64	1,49	1,55	1,55	2,81	1,17	1,73
2		5,55	3,69	3,27	4,42	3,72	9,84	4,14	3,94	5,41	3,01	7,13	7,84	2,78	9,83	1,21	3,73
3			3,21	5,27	5,70	3,14	6,11	2,80	3,51	3,65	3,44	4,60	5,21	2,94	6,67	2,04	3,19
4				2,62	3,66	1,25	2,17	1,06	1,62	2,70	2,15	2,24	2,53	3,21	1,40	1,20	1,88
5					2,98	2,70	6,16	3,61	2,61	4,08	2,99	4,65	5,31	1,73	7,48	1,12	1,96
6						2,09	5,04	3,78	2,12	3,85	3,10	3,87	4,43	2,10	7,36	0,96	2,10
7							9,05	1,38	1,10	2,16	1,59	1,33	1,53	1,80	3,55	0,92	1,75
8								2,05	2,36	2,69	4,43	2,86	2,42	2,63	6,33	1,39	2,48
9									2,24	2,35	2,20	2,00	2,22	2,17	2,70	1,64	1,97
10										2,56	1,70	1,50	2,50	1,54	5,29	0,68	1,36
11											2,92	2,44	2,66	2,14	4,93	1,83	2,57
12												2,37	3,52	1,49	5,48	0,70	1,63
13													1,92	1,84	4,15	1,15	1,75
14														2,73	3,65	2,08	2,90
15															3,42	0,79	1,67
16																2,37	4,30
17																	1,07

Os números para as interações correspondem ao número de ordem dos locais, de acordo com a Tabela 11.

Tabela 4.2 - Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1977/78.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	4,33	1,48	3,63	3,07	1,38	3,46	1,99	1,73	4,32	2,15	1,27	3,91	1,62	1,48	4,12	2,94
2		3,82	2,62	2,33	2,71	7,86	2,94	5,52	4,40	5,50	4,62	6,30	6,39	2,85	4,67	4,07
3			2,39	2,20	9,44	2,23	1,69	1,21	2,30	2,18	1,42	3,84	1,39	1,12	3,24	2,01
4				2,21	2,29	6,56	1,86	3,99	2,01	4,29	3,23	6,06	2,06	2,37	3,94	4,03
5					1,87	4,78	2,50	3,66	2,67	2,82	2,90	4,24	1,47	2,29	2,62	1,77
6						2,34	1,09	1,83	1,64	2,04	1,50	3,79	1,18	1,20	2,90	2,23
7							4,30	5,07	7,61	3,63	5,01	4,75	2,38	1,50	4,88	3,12
8								2,27	1,18	2,28	1,67	5,00	1,08	1,65	2,86	3,49
9									3,52	3,04	1,42	5,27	2,09	1,79	4,77	3,40
10										4,13	3,12	6,79	1,33	2,45	3,78	4,08
11											2,61	2,84	1,84	1,92	3,85	2,81
12												5,54	1,63	1,89	4,29	2,80
13													3,05	2,32	3,70	2,68
14														1,30	1,45	1,73
15															2,10	1,58
16																2,20

Os números para as interações correspondem ao número de ordem dos locais, de acordo com a Tabela 11.

Tabela 4.3 - Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1978/79.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2,13	1,65	1,43	2,15	1,86	1,33	1,43	2,22	1,32	1,96	2,13	3,14	1,55	1,67	2,23	1,51	1,76
2		2,11	1,81	4,11	1,92	9,83	1,63	1,91	1,72	1,68	1,76	4,16	1,92	2,03	1,80	1,75	1,92
3			1,84	2,34	2,01	1,59	1,69	2,58	1,39	2,01	2,41	3,07	1,48	1,60	1,25	1,40	2,74
4				2,93	1,35	1,73	1,96	1,90	1,24	1,79	2,58	3,21	1,38	1,63	1,45	1,63	2,22
5					3,40	1,92	2,12	3,32	2,26	3,96	3,60	3,67	2,41	2,00	3,18	1,90	3,07
6						1,30	2,37	2,68	1,16	2,85	2,19	4,27	1,68	1,19	2,36	1,85	2,55
7							1,18	1,15	1,23	1,56	1,49	2,73	1,48	1,34	1,47	1,05	1,42
8								2,35	1,84	2,71	2,09	2,27	1,76	1,99	1,88	1,82	2,08
9									1,67	1,32	2,82	3,89	2,42	1,81	2,00	0,97	1,77
10										1,57	2,62	3,16	1,12	1,35	1,64	1,32	2,19
11											3,26	5,13	2,11	1,78	1,58	1,30	2,11
12												2,47	2,07	2,36	2,83	2,65	2,52
13													2,57	3,24	3,75	3,41	5,23
14														1,75	2,15	1,79	2,61
15															1,81	1,29	1,67
16																1,79	2,40
17																	1,69

Os números para as interações correspondem ao número de ordem dos locais, de acordo com a Tabela 11.

Tabela 4.4 - Valores da estatística F para os quadrados médios das interações TxL, referentes aos pares de locais do ano agrícola 1979/80.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2,68	2,18	2,67	1,79	1,87	2,55	2,44	2,09	3,10	2,80	4,93	1,84	3,76	1,73	2,04	2,65
2		3,03	1,31	1,87	1,43	2,18	2,74	2,05	2,47	1,97	7,32	1,17	7,06	1,65	1,62	1,90
3			2,43	1,74	1,69	1,63	1,86	0,92	2,98	2,63	5,92	1,31	1,97	1,95	2,28	2,94
4				2,52	1,89	1,87	2,99	1,83	2,88	2,64	5,10	1,56	4,50	1,63	1,92	1,76
5					1,09	1,54	1,37	1,43	1,86	1,41	3,90	1,28	3,48	2,22	1,64	1,87
6						1,36	1,25	1,37	1,87	0,89	3,66	1,16	3,12	1,58	1,33	1,56
7							2,36	1,19	3,31	1,93	6,61	1,23	3,57	2,08	2,32	2,76
8								1,93	2,41	1,85	6,10	1,77	4,64	2,20	1,92	2,89
9									2,27	2,08	4,76	1,42	1,34	1,73	2,00	2,21
10										2,57	6,22	2,04	4,68	2,78	2,44	2,77
11											6,03	1,64	8,22	2,23	1,55	2,54
12												4,28	13,48	3,56	3,88	7,41
13													2,44	1,92	1,60	1,79
14														3,72	4,71	7,16
15															1,24	2,16
16																1,15

Os números para as interações correspondem ao número de ordem dos locais, de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11 - Quadrados médios residuais para os locais segundo o ano agrícola.

ANO 1 (1976/77)			ANO 2 (1977/78)		
Nº	Locais	QMR	Nº	Locais	QMR
1	Campinas	1.279.193,7992	1	Campinas	401.011,642
2	Goiania	279.981,2026	2	Goiania	579.545,259
3	Uberaba	483.695,7687	3	Capinópolis	667.242,289
4	Guaíra	657.653,6887	4	Uberaba	823.145,930
5	Inhumas	313.475,1324	5	Itatiba	1.246.308,770
6	Cravinhos	249.407,6053	6	Guaíra	734.386,612
7	Manduri	621.332,2295	7	Inhumas	268.417,248
8	Rib. Preto	117.274,0572	8	Cravinhos	821.352,682
9	Pindorama	1.046.303,9521	9	Manduri	407.310,575
10	Jardinópolis	367.519,4463	10	Pindorama	574.423,930
11	Jaboticabal	994.821,1226	11	Jaboticabal	713.548,162
12	Londrina	374.335,4489	12	Londrina	399.206,622
13	Jacarezinho	271.546,2522	13	Andirá	1.057.507,836
14	Andirá	392.066,9533	14	Patos	1.744.408,784
15	Patos	1.202.580,6882	15	Viçosa	1.659.607,644
16	Viçosa	354.497,3495	16	Sete Lagoas	1.481.438,056
17	Sete Lagoas	1.550.456,1455	17	Jaíba	1.264.130,016
18	Jaíba	678.197,5433			
TOTAL		11.494.338,8855	TOTAL		15.140.992,057

Tabela 11 - continuação.

ANO 3 (1978/79)			ANO 4 (1979/80)		
Nº	Locais	QMR	Nº	Locais	QMR
1	Campinas	1.075.096,079	1	Campinas	1.462,456,072
2	Goiania	784.765,377	2	Goiania	398.527,190
3	Capinópolis	740.067,226	3	Capinópolis	1.307.519,067
4	Uberaba	1.650.640,377	4	Uberaba	1.317.679,002
5	Itatiba	932.692,378	5	Itatiba	1.249.230,936
6	Guaíra	1.385.082,312	6	Guaíra	2.374.092,374
7	Cravinhos	1.454.600,744	7	Inhumas	714.191,982
8	Manduri	923.142,789	8	Cravinhos	694.533,892
9	Rib. Preto	746.643,924	9	Manduri	1.741.003,720
10	Pindorama	1.562.930,030	10	Rib. Preto	832.523,943
11	Jardinópolis	404.280,806	11	Jardinópolis	505.741,227
12	Londrina	1.069.301,799	12	Jaboticabal	538.382,606
13	Jacarezinho	391.394,128	13	Londrina	1.510.351,102
14	Andaraí	1.319.278,284	14	Jacarezinho	451.790,865
15	Patos	3.306.368,356	15	Viçosa	1.592.737,489
16	Viçosa	843.483,541	16	Sete Lagoas	2.082,674,129
17	Sete Lagoas	1.514.294,403	17	Jaíba	847,622,314
18	Jaíba	683.809,586			
TOTAL		20.787.872,139	TOTAL		20.131.057,910