

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JULIANA ZANETTI RIBEIRO

**ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL PELA ANÁLISE DA
INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE EM MILHO**

CURITIBA

2011

JULIANA ZANETTI RIBEIRO

**ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL PELA ANÁLISE DA
INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE EM MILHO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, Área de Concentração Genética.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina Isabel Mateus de Almeida.

CURITIBA

2011

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Ribeiro, Juliana Zanetti

Estratificação ambiental pela análise da interação genótipo x ambiente em milho. / Juliana Zanetti Ribeiro. – Curitiba, 2011.
142 f.: il. ; 30cm.

Orientadora: Marina Isabel Mateus de Almeida

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Genética.

1. Milho – Adaptação 2. Milho híbrido 3. Genética I. Título II. Almeida, Marina Isabel Mateus de III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Genética.

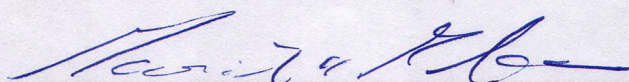
CDD (20. ed.) 633.15

PARECER

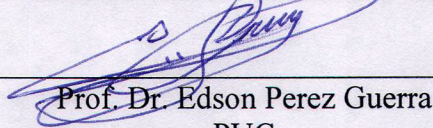
Os abaixo-assinados, membros da Banca Examinadora da defesa de tese de Doutorado a qual se submeteu **JULIANA ZANETTI RIBEIRO**, para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas na área de Genética pela Universidade Federal do Paraná, no Programa de Pós-Graduação em Genética, são de parecer que se confira à candidata o conceito "A".

Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Genética do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

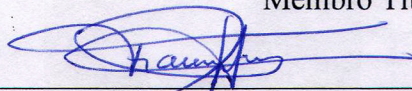
Curitiba, 17 de fevereiro de 2011



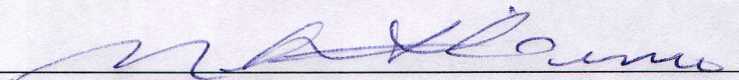
Prof.^a Dr.^a Marina Isabel Mateus de Almeida
Orientadora e Presidente da Banca



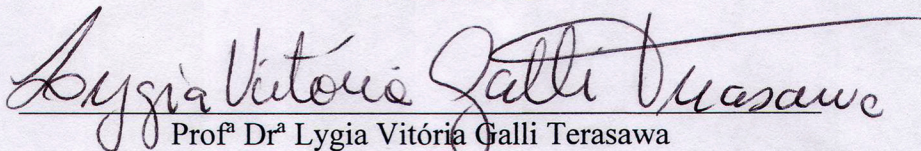
Prof. Dr. Edson Perez Guerra
PUC
Membro Titular



Prof. Dr. Francisco Terasawa Junior
Empresa Semilia Genética e Melhoramentos LTDA
Membro Titular

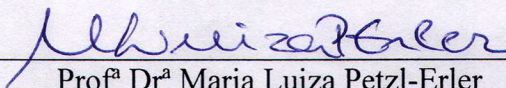


Prof.^a Dr.^a Milena de Luna Alves Lima
Bolsiata PNP/CAPE/UFPR
Membro Titular



Prof.^a Dr.^a Lygia Vitória Galli Terasawa
UFPR
Membro Titular

Visto:



Prof.^a Dr.^a Maria Luiza Petzl-Erler
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Genética



*"Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida e viver com paixão,
perder com classe e viver com ousadia.
Pois o triunfo pertence a quem se atreve
e a vida é muito bela para ser insignificante."*

(Augusto Branco)

*À minha mãe Assunta Vitória Zanetti
(in memoriam), maior incentivadora
para a realização deste Doutorado*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois somente por vontade Dele, que a realização desta caminhada e a convivência com todas essas pessoas tornou-se possível.

À Professora Dra. Marina Isabel Mateus de Almeida, pela inestimável orientação desta tese, pela confiança e pela convivência agradável, permitindo-me compartilhar uma parte de sua grande sabedoria.

Às Prof. Dra. Lygia Vitória Galli Terasawa, Dra. Milena de Luna Alves Lima, Prof. Dra. Vanessa Kava-Cordeiro, Prof. Dra. Danyelle Stringari e Aos Dr. Francisco Terasawa Junior, Prof. Dr. Edson Perez Guerra, por gentilmente aceitarem o convite para participar da banca examinadora.

Às Prof. Dra. Lygia Vitória Galli Terasawa e Prof. Dra. Chirlei Glienke, pelo acompanhamento durante o curso na avaliação do projeto e dos relatórios parciais.

À Semília Genética e Melhoramento, na pessoa do Dr. Francisco Terasawa Junior, pela oportunidade de realização desse Doutorado e pela utilização dos dados experimentais.

Aos pesquisadores Dr. Antônio Carlos Gerage (IAPAR), Dr. Celso Gonçalves de Aguiar (COODECT) e Dr. Cláudio Nasser (Riber Sementes) e aos técnicos Ademir Lima (FT Sementes e Pesquisa), Aparecido Sales de Carvalho (IAPAR) e João Paulo Bonetti (Semília), pelo empenho na condução experimental e coleta de dados.

Aos funcionários da Semília Genética e Melhoramento, em especial Edicarlos Ribeiro da Silva, pelo apoio na experimentação.

A todos os integrantes do LabGeM – Laboratório de Genética de Microrganismos da UFPR, pelo acolhimento e pela agradável convivência.

À BIOGENOMIKA e em especial às minhas sócias e grandes amigas Dra. Danyelle Stringari, Dra. Milena de Luna Alves Lima e Msc. Paula Rachel Rabelo Côrrea, pela sincera amizade, pelo apoio e pelo companheirismo tanto na vida profissional quanto na vida pessoal.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Genética, em especial à turma de 2007 em nome das amigas Franciele Pinheiro, Josiane Figueiredo, Josiele P. Franceschini, Juliana Fabris e Juliane Mercer, pela convivência e ótimos momentos passados juntos.

Aos Professores Dra. Maria Luíza Petzl Erler e Dr. Ricardo Lehtonen R. de Souza, coordenadora e tice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Genética, pela dedicação para com o curso e também para com os alunos.

À secretária da Pós-Graduação em Genética, Valeska, pela disponibilidade no atendimento aos alunos e pela agradável convivência.

A todos os Professores, Colegas e Funcionários do Departamento de Genética da UFPR, que de alguma forma tornaram a realização desta tese uma tarefa prazerosa.

A todos os Professores do Departamento de Genética e do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR que colaboraram para a minha formação profissional por meio de disciplinas cursadas e de valiosos conselhos na elaboração do trabalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa.

À todos os meus grandes amigos, companheiros inseparáveis de todos os momentos, pela amizade e pela satisfação dos momentos em que passamos juntos.

À Cynthia Helena Merlin, Larissa de B. Chiamolera Sabbj, Neluce Maria A. Soares, Patricia do Rocio Dalzoto e Roberta C. P. Rizzo, pela amizade, estímulo e ajuda sempre que precisei.

À minha avó Noemia, tias Rosana e Lucimeri, primas Patricia, Renata e Fernanda, primos Bortolo e Bruno, pelo companheirismo e pela confiança que em mim depositaram.

Ao meu pai Antonio Carlos, Abadia e meus irmãos Antonio Carlos Filho e Luiz Gustavo, pelo incentivo, compreensão, confiança e presença constante.

À minha avó Jamile e tia Dayse, sempre presentes em todos os importantes momentos da minha vida.

À minha irmã Flávia, pela cumplicidade, pela ajuda e, especialmente, pela grande amizade nos momentos mais difíceis.

Ao meu amor Rafael, companheiro em todos os momentos, pelo amor, paciência e dedicação incondicionais.

À minha mãe, Assunta Vitória, referência constante, pelo amor, pela educação, pelos sólidos valores e pelos grandes momentos de convivência.... Saudades eternas!!!

Por fim, às outras pessoas que aqui não foram citadas, mas que direta ou indiretamente contribuíram para o meu crescimento profissional e com toda certeza sempre serão lembradas.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE APÊNDICES	xiii
LISTA DE ANEXOS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xviii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	03
2.1 ORIGEM E HISTÓRIA DO MILHO	03
2.2 ASPECTOS GENÉTICOS E MORFOLÓGICOS	04
2.3 A CULTURA DO MILHO	04
2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO ..	05
2.4.1 Fatores Abióticos que Influenciam Diretamente a Produtividade	06
2.4.2 Fatores Relacionados ao Manejo da Cultura	16
2.4.3 Fatores Bióticos que Influenciam a Produtividade	17
2.5 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE	19
2.5.1 Estratificação Ambiental	23
2.6 ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL PELO PROGRAMA GENES	29
3 MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1 INSTALAÇÃO DOS ENSAIOS E VARIÁVEIS AVALIADAS	35
3.2 PRODUTIVIDADE ASSOCIADA A FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS	38
3.3 MODELOS ESTATÍSTICOS	38
3.4 ANÁLISE DOS AMBIENTES PELA INTERAÇÃO G X A	42
3.4.1 Estratificação de Ambientes	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1 ANÁLISE DOS AMBIENTES EM C1 E C2	47
4.1.1 Caráter Produtividade	47
4.1.2 Caracteres Prolificidade (IE), Altura de Planta (AP) e Altura de Espiga (AE)	55
4.3 PRODUTIVIDADE E A INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS E BIÓTICOS EM C1 E C2	69
4.4 ANÁLISE DOS AMBIENTES PELA INTERAÇÃO G X A	72
4.4.1 Estratificação Ambiental pelo Método Tradicional ou de Lin (1982)	72
4.4.2 Dissimilaridade Ambiental	80

4.4.3 Decomposição da Interação em Partes Simples e Complexa.....	85
4.4.4 Estratificação de Ambientes e Adaptabilidade Baseada em Análise de Fatores...	87
4.9 ASSOCIAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS ESTUDADOS	91
5 CONCLUSÕES	99
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS.....	101
APÊNDICES.....	116
ANEXOS	141

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES ESTUDADOS NA SAFRA 2006/2007	35
TABELA 2 – DENSIDADE POPULACIONAL DOS EXPERIMENTOS DE MILHO NOS ONZE AMBIENTES ESTUDADOS NA SAFRA 2006/2007, EM C1 E C2, EM FUNÇÃO DA MÉDIA DO ESTANDE FINAL E DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS UTILIZADOS.....	36
TABELA 3 – ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) EM CADA AMBIENTE	39
TABELA 4 – ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) CONJUNTA	41
TABELA 5 – RESULTADOS DA ANÁLISE CONJUNTA PARA O CARÁTER PRODUTIVIDADE EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2	48
TABELA 6 – VALORES ESTIMADOS PARA VARIÂNCIA DE BLOCOS DENTRO DE AMBIENTES, VARIÂNCIA ENTRE AMBIENTES, VARIÂNCIA ENTRE OS EFEITOS FIXOS DE GENÓTIPOS, VARIÂNCIA DA INTERAÇÃO ENTRE AMBIENTES E GENÓTIPOS E VARIÂNCIA AMBIENTAL PARA PRODUTIVIDADE EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2	49
TABELA 7 – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA INDIVIDUAIS PARA O CARÁTER PRODUTIVIDADE EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2.....	51
TABELA 8 – PARÂMETROS GENÉTICOS DE COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, RELAÇÃO ENTRE COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENOTÍPICO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, VARIÂNCIA GENOTÍPICA, VARIÂNCIA AMBIENTAL, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO GENOTÍPICO, CORRELAÇÃO INTRACLASSE E DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICATIVA, OBTIDOS EM CADA AMBIENTE CONSIDERANDO O CARÁTER PRODUTIVIDADE EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2	52
TABELA 9 – RESULTADOS DAS ANÁLISES CONJUNTAS PARA OS CARACTERES PROLIFICIDADE (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) E ALTURA DE PLANTA (AP) EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1 ...	55
TABELA 10 – RESULTADOS DAS ANÁLISES CONJUNTAS PARA OS CARACTERES PROLIFICIDADE (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) E ALTURA DE PLANTA (AP) EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C2..	56

TABELA 11 – MÉDIAS, VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS PARA OS CARACTERES PROLIFICIDADE, ALTURA DE ESPIGA (cm) E ALTURA DE PLANTA (cm) EM MILHO, SAFRA 2006/2007, EM C1 E C2.....	58
TABELA 12 – PRODUTIVIDADES MÉDIAS EM MILHO E NÚMERO DE LOCAIS COM AUSÊNCIA DE INTERAÇÃO G X A SIGNIFICATIVA PARA CADA AMBIENTE EM C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007.....	72
TABELA 13 – AGRUPAMENTO DOS AMBIENTES DE AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO BASEADO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS (t.ha ⁻¹) EM ONZE E NOVE AMBIENTES PARA C1 E C2, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007.....	73
TABELA 14 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA TODOS OS GRUPOS E SUBGRUPOS FORMADOS PELA ESTRATIFICAÇÃO DE AMBIENTES EM MILHO, PARA C1, NA SAFRA 2006/2007.....	74
TABELA 15 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA TODOS OS GRUPOS E SUBGRUPOS FORMADOS PELA ESTRATIFICAÇÃO DE AMBIENTES EM MILHO, PARA C2, NA SAFRA 2006/2007.....	74
TABELA 16 – REAGRUPAMENTO DOS AMBIENTES DE AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO BASEADO NA ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA ENTRE PARES DE AMBIENTES E NÚMERO DE LOCAIS COM AUSÊNCIA DE INTERAÇÃO G X A SIGNIFICATIVA PARA CADA AMBIENTE EM C1 E C2, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007.....	75
TABELA 17 – ESTIMATIVAS DE DISTÂNCIA EUCLIDIANA MÉDIA BASEADA NA INTERAÇÃO G X A (D_{jj}), ABAIXO DA DIAGONAL, E CORRELAÇÃO (r), ACIMA DA DIAGONAL, ENTRE OS ONZE AMBIENTES DE C1, EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007.....	80
TABELA 18 – ESTIMATIVAS DE DISTÂNCIA EUCLIDIANA MÉDIA BASEADA NA INTERAÇÃO G X A (D_{jj}), ABAIXO DA DIAGONAL, E CORRELAÇÃO (r), ACIMA DA DIAGONAL, ENTRE OS NOVE AMBIENTES DE C2, EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007.....	81
TABELA 19 – ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÕES ENTRE MÉDIAS DE GENÓTIPOS (ACIMA DA DIAGONAL) E ESTIMATIVAS DA PARTE COMPLEXA RESULTANTE DA DECOMPOSIÇÃO DA INTERAÇÃO G X A ENTRE GENÓTIPOS E PARES DE AMBIENTES (ABAIXO DA DIAGONAL) PARA HÍBRIDOS DE MILHO EM C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007.....	86
TABELA 20 – ESTIMATIVAS DE AUTOVALORES E ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL PELA ANÁLISE DE FATORES, PARA GENÓTIPOS DE	

MILHO DE C1 E C2 AVALIADOS EM ONZE E NOVE LOCAIS, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007.....	87
TABELA 21 – ESCORES DOS FATORES PARA OS GENÓTIPOS DE MILHO DE C1 E C2 AVALIADOS EM ONZE E NOVE LOCAIS, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007.....	90
TABELA 22 – RESUMO GERAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS PELA ESTRATIFICAÇÃO TRADICIONAL OU DE LIN (1982), ANÁLISE DE VARIÂNCIA ENTRE PARES DE AMBIENTES DENTRO DOS GRUPOS DA ESTRATIFICAÇÃO (ANOVA), DISSIMILARIDADE AMBIENTAL (D_{jj}), PORCENTAGEM DA PARTE SIMPLES E COMPLEXA (%PS-PC) (CRUZ; CASTOLDI, 1991) E ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL BASEADA EM ANÁLISE DE FATORES PARA ONZE AMBIENTES DE C1 E NOVE AMBIENTES DE C2, NA SAFRA 2006/2007	92
TABELA 23 – AVALIAÇÃO DA SIMILARIDADE OU DA INTERAÇÃO G X A ENTRE CADA PAR DE AMBIENTES DE C1 E C2 PARA OS MÉTODOS DE ESTRATIFICAÇÃO TRADICIONAL OU DE LIN (1982), ANÁLISE DE VARIÂNCIA CÔNJUNTA (ANOVA), DISSIMILARIDADE AMBIENTAL (D_{jj}), ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL BASEADA EM ANÁLISE DE FATORES E DECOMPOSIÇÃO DA INTERAÇÃO G x A EM PARTES SIMPLES E COMPLEXA (%PS-PC), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007.....	95
TABELA 24 – ESTIMATIVAS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN (r_s) APLICADO À PRESENÇA DE SIMILARIDADE OU INTERAÇÃO G X A ENTRE CADA PAR DE AMBIENTES PARA AS CINCO METODOLOGIAS	97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FATORES DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA	07
FIGURA 2 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS AMBIENTES NOS QUAIS FORAM AVALIADOS OS CONJUNTOS C1 E C2	34
FIGURA 3 – A) DISTRIBUIÇÃO DO CARÁTER PROLIFICIDADE (IE) POR MEIO DA MEDIDA DO ÍNDICE DE ESPIGA; B) NÚMERO DE GENÓTIPOS QUE ATINGIRAM A MÉDIA, PARA OS EXPERIMENTOS DE MILHO DE C1 E C2 NOS AMBIENTES AVALIADOS, NA SAFRA 2006/2007	61
FIGURA 4 – DESVIO DA PRECIPITAÇÃO EM RELAÇÃO À MÉDIA HISTÓRICA NOS MESES DE SETEMBRO DE 2006 A ABRIL DE 2007, NO ESTADO DO PARANÁ	63
FIGURA 5 – A) DISTRIBUIÇÃO DO CARÁTER ALTURA DE ESPIGA (AE); B) NÚMERO DE GENÓTIPOS QUE ATINGIRAM A MÉDIA, PARA OS EXPERIMENTOS DE MILHO DE C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007	66
FIGURA 6 – A) DISTRIBUIÇÃO DO CARÁTER ALTURA DE PLANTA (AP); B) NÚMERO DE GENÓTIPOS QUE ATINGIRAM A MÉDIA, PARA OS EXPERIMENTOS DE MILHO DE C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007	68
FIGURA 7 – RELAÇÃO ENTRE RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE MÉDIA, CICLO DA CULTURA E PRODUTIVIDADE EM MILHO, EM C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007	70
FIGURA 8 – CHUVAS ACUMULADAS NO PERÍODO DE 24 HORAS, DE OUTUBRO DE 2006 A MARÇO DE 2007, NO MUNICÍPIO DE PATOS DE MINAS (PM) – MG	77
FIGURA 9 – TEMPERATURAS DIÁRIAS – MÉDIAS, MÍNIMAS E MÁXIMAS – DE OUTUBRO DE 2006 A MARÇO DE 2007, NO MUNICÍPIO DE PATOS DE MINAS (PM) – MG	78
FIGURA 10 – DENDROGRAMA DAS DISTÂNCIAS (D_{ij}) DE C1 PARA OS ONZE AMBIENTES AVALIADOS.....	83
FIGURA 11 – DENDROGRAMA DAS DISTÂNCIAS (D_{ij}) DE C2 PARA OS NOVE AMBIENTES AVALIADOS.....	84

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 – CAMPO LARGO (CL) – C1	117
APÊNDICE 2 – PONTA GROSSA (PG) – C1	118
APÊNDICE 3 – PITANGA (PI) – C1	119
APÊNDICE 4 – PATO BRANCO (PB) – C1	120
APÊNDICE 5 – CAMPO MOURÃO (CM) – C1	121
APÊNDICE 6 – LONDRINA (LD) – C1	122
APÊNDICE 7 – ANDIRÁ (AND) – C1	123
APÊNDICE 8 – PALOTINA (PA) – C1	124
APÊNDICE 9 – SANTA HELENA (SH) – C1	125
APÊNDICE 10 – LUIZ EDUARDO MAGALHÃES (LEM) – C1	126
APÊNDICE 11 – PATOS DE MINAS (PM) – C1	127
APÊNDICE 12 – CAMPO LARGO (CL) – C2	128
APÊNDICE 13 – PONTA GROSSA (PG) – C2	129
APÊNDICE 14 – PITANGA (PI) – C2	130
APÊNDICE 15 – PATO BRANCO (PB) – C2	131
APÊNDICE 16 – CAMPO MOURÃO (CM) – C2	132
APÊNDICE 17 – LONDRINA (LD) – C2	133
APÊNDICE 18 – ANDIRÁ (AND) – C2	134
APÊNDICE 19 – PALOTINA (PA) – C2	135
APÊNDICE 20 – SANTA HELENA (SH) – C2	136
APÊNDICE 21 – LUIZ EDUARDO MAGALHÃES (LEM) – C2	137
APÊNDICE 22 – COINCIDÊNCIA DE RANQUEAMENTO DOS GENÓTIPOS NOS DIFERENTES AMBIENTES DE C1, NA SAFRA 2006/2007	138

APÊNDICE 23 – COINCIDÊNCIA DE RANQUEAMENTO DOS GENÓTIPOS NOS DIFERENTES AMBIENTES DE C2, NA SAFRA 2006/2007	139
APÊNDICE 24 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA O CARÁTER ESTANDE FINAL EM MILHO, PARA OS AMBIENTES DE C1 E C2, NA SAFRA 2006-2007	140

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – ZONEAMENTO AGRO-CLIMÁTICO DA CULTURA DO MILHO PRECOCE, MÉDIO E SEMIPRECOCE.....	142
--	-----

RESUMO

O milho é considerado uma das principais espécies cultivadas, com uma elevada produção nacional, colocando o Brasil como quarto produtor mundial. Apesar de números expressivos, sabe-se que a capacidade produtiva é resultado da interação de vários fatores, em especial da interação entre as características genéticas dos cultivares e as condições ambientais para expressão desse potencial. Essa interação genótipo x ambiente (G x A) tem inúmeras implicações em um programa de melhoramento e, na etapa de avaliação de híbridos superiores para a indicação de novos cultivares, sua importância torna-se evidente. A avaliação de híbridos é conduzida em diferentes condições climáticas, edáficas e de manejo, tornando-se uma etapa trabalhosa e onerosa desses programas. Dessa forma, busca-se, por meio de procedimentos de estratificação ambiental, verificar as informações geradas pelos diferentes locais de avaliação quanto a sua complementariedade ou redundância. Considerando estes aspectos, o trabalho objetivou investigar a existência de divergência para diferentes métodos de estratificação ambiental; avaliar a presença de interação G x A, caracterizando-a como do tipo simples ou complexa, nos ambientes estudados; conhecer o grau de representatividade dos ambientes onde foram conduzidos os experimentos e identificar possíveis homogeneidades entre os ambientes de avaliação de ensaios. Foram utilizadas cinco metodologias de estratificação ambiental: Método Tradicional ou de Lin, Análise de Variância Conjunta, Dissimilaridade Ambiental, Decomposição da Interação G x A em Partes Simples e Complexa e Estratificação Ambiental e Adaptabilidade Baseada em Análise de Fatores. Essas metodologias foram aplicadas a 48 híbridos experimentais, divididos em dois conjuntos de experimentos (C1 e C2), acrescidos de seis cultivares comerciais utilizados como testemunhas e comuns aos dois conjuntos. A utilização dessas metodologias e a estimativa do coeficiente de correlação entre elas permitiu verificar a existência de diferenças entre os métodos estudados. A Decomposição da Interação G x A em Partes Simples e Complexa e a Estratificação Baseada em Análise de Fatores apresentaram forte associação entre si, mas moderada associação com os outros métodos, podendo ser recomendados para uso simultâneo com os Métodos de Estratificação Tradicional ou de Lin, ANOVA Conjunta ou Dissimilaridade Ambiental. As técnicas de Estratificação Baseada em Análise de Fatores e Decomposição da Interação G x A em Partes Simples e Complexa foram mais rigorosas no processo de estratificação ambiental, ponderando de maneira mais eficiente a magnitude da interação. Verificou-se a existência de interação G x A nos ambientes estudados, sendo essa, em sua maior parte, do tipo complexa. No entanto, os municípios de Londrina (LD) e Andirá (AND) podem ser reduzidos a somente um local de teste e os municípios de Santa Helena (SH) e Luiz Eduardo Magalhães (LEM) também. Os ambientes Londrina (LD) e Andirá (AND) destacaram-se pela coincidência de agrupamento pela unanimidade das metodologias utilizadas, levando a inferir o forte caráter de homogeneidade edafoclimática por causa da proximidade geográfica, altitudes semelhantes e mesma latitude. Já os municípios de Pato Branco (PB), Pitanga (PI) e Palotina (PA) mostraram-se como ambientes essenciais na avaliação de híbridos finais para fins de recomendação de cultivares. Com relação aos genótipos estudados, os tratamentos 7, 9 e 10 de C1 e 1, 7, 8, 9, 13, 14 e 15 de C2 podem ser indicados para cultivo por apresentarem ampla adaptabilidade. Os

caracteres prolificidade e porte de plantas mostraram uma relação positiva com o caráter produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays* (L.), estratificação ambiental, interação genótipo x ambiente.

ABSTRACT

Corn is considered a major crop species with a high national production, placing Brazil as the fourth largest producer. Although significant numbers, it is known that the productive capacity is a result of the interaction of several factors, especially the interaction between the genetic characteristics of cultivars and environmental conditions for the expression of that potential. This genotype-environment interaction (G x E) has many implications in a breeding program and in the evaluation stage of superior hybrids for the appointment of new cultivars, their importance becomes evident. The hybrids evaluation is conducted in different climatic conditions, soil and management, making it a laborious and costly step of these programs. Thus, we seek to, through environmental stratification procedures, to verify the information generated by different evaluation places as their complementarity or redundancy. Considering these aspects, the study aimed to investigate the divergence for different methods of environmental stratification; evaluate the presence of G x E interaction, characterizing it as a simple or complex kind, in the environments studied; know the degree of representativeness of the environments where the experiments were conducted and identify possible inhomogeneities between the environments of evaluation of essays. We used five methods of environmental stratification: Traditional Method or Lin, Variance Analysis Joint, Environmental Dissimilarity, Decomposition of G x E Interaction in Simple and Complex Parts and Environmental Stratification and Adaptability Based on Factor Analysis. These methods were applied to 48 experimental hybrids were divided into two sets of experiments (C1 and C2), plus six commercial cultivars used as controls and common to both sets. The use of methodologies and the estimate of correlation coefficient between them, showed the existence of differences among the methods. The Decomposition of G x E Interaction in Simple and Complex Parts and Stratification Based on Factor Analysis showed a strong association between them, but moderate association with the other methods, can be recommended for simultaneous use with the Traditional Method of Stratification or Lin, ANOVA Joint or Environmental Dissimilarity. The techniques of Stratification Based on Factor Analysis and Decomposition of G x E Interaction in Single and Complex Parts, were more stringent in the environmental stratification process, weighting more efficiently the magnitude of the interaction. Verified the existence of G x E interaction in environments studied, and this, for the most part, were the complex type. However, the towns of Londrina (LD) and Andirá (AND) can be reduced to just one test site and the towns of Santa Helena (SH) and Luiz Eduardo Magalhães (LEM) too. Londrina (LD) and Andirá (AND) environments stood out by coincidence of grouping by the unanimous of the methods used, leading to infer the strong character of climate and soil homogeneity because of geographical proximity, similar elevations and same latitude. The municipalities of Pato Branco (PB), Pitanga (PI) and Palotina (PA) were as essential in assessing final hybrids for cultivar recommendation. Regarding the genotypes, the treatments 7, 9 and 10 of the C1 and 1, 7, 8, 9, 13, 14 and 15 of the C2 can be given for cultivation due to their wide adaptability. The characters prolificacy and size of plants showed a positive relationship with the character productivity.

Key-words: *Zea mays* (L.), environmental stratification, genotype-environment interactions.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem experimentado avanços significativos na área do conhecimento agrônomo, bem como naquelas concernentes à ecologia e etnobiologia. Esse conhecimento propicia melhor previsão do comportamento da planta, quando submetida a estímulos e ações negativas advindas da atuação de agentes bióticos e abióticos no sistema produtivo.

Atualmente, o milho é o segundo cereal em importância no mundo após o trigo e seguido pelo arroz. É uma cultura de grande e diversificada utilização na sociedade moderna e um dos produtos agrícolas de mais ampla distribuição mundial, tanto na produção, quanto no consumo (VILARINHO, 2005).

Sua importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização – da alimentação animal até a indústria de alta tecnologia para a produção de óleo vegetal, álcool e adoçantes. O uso de milho em grãos como alimentação animal representa 70% do consumo mundial deste cereal (DUARTE, 2005), uma vez que possui alto valor nutritivo devido à presença nas sementes de carboidratos (principalmente amido que compreende 71,5% da semente), proteínas (10,3%), óleo (4,5%) e vitaminas (PERRY, 1988).

O Brasil ocupa o quarto lugar como país produtor de milho, posição que vem sendo mantida desde a safra 2006/2007, sendo responsável por 6,4% da produção mundial. Os Estados Unidos mantêm a liderança isolada (42% da produção), seguido pela China (19% da produção) e, após, pela União Européia (CONAB, 2009).

Apesar de estar entre os maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade, pois sabe-se que a capacidade produtiva é resultado da interação de muitos fatores. Entre eles contam-se fatores internos, como controle hormonal dos processos fisiológicos envolvidos no desenvolvimento, caracteres genéticos dos cultivares e fatores externos como o manejo e as condições ambientais para expressão do potencial genético dos cultivares e a interação entre o genótipo e o ambiente. Essa interação genótipo x ambiente (G x A) é caracterizada por diferentes respostas fenotípicas frente a mudanças nas condições ambientais que resultam de comportamentos distintos dos genótipos.

A interação G x A tem inúmeras implicações em um programa de melhoramento e na etapa de avaliação de híbridos superiores para a indicação de novos cultivares sua importância torna-se evidente. Como o principal objetivo dos programas de melhoramento é selecionar genótipos com estabilidade e elevada produtividade nos mais diversos ambientes, a baixa eficiência na análise da interação G x A torna-se um problema, pois reduz a precisão de seleção de um ambiente para outro.

Desta forma, a avaliação de híbridos precisa ser conduzida em diferentes condições climáticas, edáficas e de manejo de culturas, tornando-se uma das etapas mais trabalhosas e onerosas dos programas de melhoramento. Com essa avaliação em uma gama de ambientes, busca-se verificar, por procedimentos de estratificação ambiental, se as informações geradas pelos diferentes locais são complementares ou redundantes.

Considerando estes aspectos e frente às expectativas de grande variabilidade ambiental existente na rede de ensaios da Empresa Semília Genética e Melhoramento, de constatar estratificação ambiental coincidente com o zoneamento agro-climático da cultura do milho e de encontrar diferenças entre metodologias de estratificação de ambientes, o presente trabalho objetivou:

- a) investigar possíveis divergências entre diferentes métodos de estratificação ambiental;
- b) avaliar a presença de interação G x A, caracterizando-a como do tipo simples ou complexa, nos ambientes estudados;
- c) conhecer o grau de representatividade dos ambientes onde foram conduzidos os experimentos;
- d) identificar possíveis homogeneidades entre os ambientes de avaliação de ensaios.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ORIGEM E HISTÓRIA DO MILHO

O milho é uma gramínea anual, pertencente ao:

Reino Plantae

Divisão Anthophta

Classe Monocotiledonae

Ordem Poales

Família Poaceae (Gramineae)

Tribo Maydeae

Gênero *Zea*

Espécie *Zea mays*

Taxonomicamente é identificado como *Zea mays* L. ssp. *mays* (MACHADO; PATERNIANI, 1998; PATERNIANI; CAMPOS, 1999). O gênero *Zea* é composto de um grupo de gramíneas, algumas perenes e outras anuais, nativas do México e América do Sul, incluindo tanto germoplasma silvestre (teosinte) quanto germoplasma cultivado atualmente (milho) (DOEBLEY, 1990).

Quanto a origem e evolução do milho, o século XIX foi palco de grandes discussões entre os botânicos a respeito do fato de que o milho aparentemente não se apresentava associado a nenhuma espécie selvagem que pudesse ser considerada como seu ancestral. Essa situação proporcionou amplo tema para especulação, com poucos avanços na resolução do problema (DOEBLEY, 1990).

A partir de então, experimentos genéticos e de hibridização realizados no início do século XX revelaram que teosinte e milho podiam cruzar com muita facilidade e os híbridos eram férteis por apresentarem constituição genômica muito semelhante, caracterizada por 10 pares de cromossomos morfologicamente indistinguíveis entre si. Esses experimentos fizeram com que diferentes variedades de teosinte fossem renomeadas, trazendo-as para dentro do gênero *Zea* (REEVES; MANGELSDORF, 1942).

Hoje, a hipótese de que o milho descende do teosinte é tida como um fato. Apesar de o teosinte ser muito distinto em relação ao milho poucas alterações genéticas são necessárias para convertê-lo numa planta de milho. Técnicas

moleculares de análises de DNA e isoenzimas possibilitaram um forte apoio às opiniões de que o teosinte foi a planta domesticada pelo homem pré-colombiano (ARNASON, 1936; PIEROZZI; CRUZ, 1985; DOEBLEY; STEC, 1997; ALMEIDA, 2003; TERRA, 2004).

2.2 ASPECTOS GENÉTICOS E MORFOLÓGICOS

O milho é uma espécie monóica de fecundação cruzada, com estruturas masculinas e femininas bem distintas, encontrada nos mais diversos ambientes, o que levou a espécie a uma grande especialização e adaptação (GOODMAN; SMITH, 1987).

A arquitetura da planta é descrita como tendo uma haste cilíndrica denominada colmo, a qual possui nós compactos. Cada nó abaixo do solo produz raízes e os nós ao nível do solo ou imediatamente acima, podem produzir perfilhos e raízes adventícias ou esporões. As folhas e ramificações são produzidas a partir dos nós acima do solo e podem permanecer no estado rudimentar ou se desenvolverem para formar a inflorescência feminina. Os colmos são compactos e terminam com o pendão ou inflorescência masculina (GOODMAN; SMITH, 1987).

Em 2009, relata o site Notícias Agrícolas, foram identificados 32 mil genes nos dez cromossomos que formam o genoma do milho, com seu código genético possuindo 2,3 bilhões de bases de DNA, dos quais cerca de 85% dos segmentos são compostos por elementos de transposição que podem oferecer informações para identificar a variabilidade encontrada nessa cultura. Também há vários genes duplicados ou quadruplicados e 1,6 mil genes únicos e inexistentes nas outras plantas conhecidas. Estas repetições podem ser apontadas como um reservatório de material para manter a complexidade do genoma do milho, sendo responsáveis por reestruturá-lo, gerar diversidade genética e influenciar os padrões de atividade dos genes.

2.3 A CULTURA DO MILHO

A cultura do milho ocupa lugar de destaque na agricultura não só pelo grande progresso que tem havido no acúmulo de conhecimentos técnico-científicos

relacionados com essa espécie vegetal, mas também pelo grande valor econômico e imenso potencial que apresenta. Não existe nenhuma outra espécie de importância econômica que seja alvo de tão intensas pesquisas, de forma que esses resultados têm contribuído para o aperfeiçoamento do seu cultivo além de influenciar as técnicas empregadas em outras culturas de valor econômico (PATERNIANI; CAMPOS, 2005).

Atualmente, o milho é o segundo cereal em importância no mundo após o trigo e seguido pelo arroz, com o Brasil ocupando o quarto lugar como país produtor. A produção de milho no Brasil, na safra 2009/2010, foi de 52,5 milhões de toneladas, com uma área semeada de 12,7 milhões de hectares, conferindo um rendimento médio de 4,14 ton/ha. Vale ressaltar, ainda, que há uma diferença grande quando se dividem as regiões do país, com Sul/Sudeste/Centro-Oeste tendo um rendimento médio de 4,9 ton/ha e Norte/Nordeste com 2,1 ton/ha (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2008; CONAB, 2010). Mesmo os municípios com maiores rendimentos localizados no Sul do País, encontram-se abaixo da média dos Estados Unidos (10,01 ton/ha) (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2008).

Andrade (1995) destaca que, apesar do seu elevado potencial produtivo, o milho apresenta acentuada sensibilidade a estresse de natureza biótica e abiótica, que, juntamente com sua pequena plasticidade foliar, reduzida prolificidade e baixa capacidade de compensação efetiva, faz com que seu cultivo precise ser planejado e manejado criteriosamente, de forma a proporcionar a manifestação de sua capacidade produtiva (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000). Essas diferenças indicam que a cultura do milho pode e deve, ainda, ser trabalhada para alcançar patamares mais elevados.

2.4 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO

Os altos rendimentos alcançados em lavouras são, geralmente, menores do que aqueles obtidos em condições experimentais. Isso se deve a uma série de percalços típicos do local de cultivo, como desuniformidade da área (fertilidade e condições físicas do solo, compactação), desuniformidade na semeadura, aplicação de tratamentos culturais, ação do vento e umidade irregular do solo. Ressalta-se a alta dependência das lavouras de milho das condições meteorológicas, em especial da

radiação solar, da temperatura do ar e da precipitação pluvial. As variações de rendimento de grãos entre épocas de semeadura e entre anos estão altamente relacionadas às diferenças observadas nestes fatores (MUNDSTOCK; SILVA, 2005).

No entanto, a ampla variabilidade genética existente no milho tem favorecido o desenvolvimento de genótipos adaptados às mais diversificadas condições ambientais. Necessita-se, portanto, identificar e selecionar quais genótipos têm maior potencial e menor risco de exploração para cada sistema agrícola, com adequadas práticas de manejo e em locais distintos (DURÃES, 2007).

Soma-se a isso a necessidade de conhecimento sobre a influência efetiva dos fatores que determinam o desempenho da planta, o que pode contribuir de forma decisiva para a minimização de estresses de naturezas diversas. Esse conhecimento favorece, ainda, a predição da duração das etapas de desenvolvimento da planta, permitindo evitar a coincidência dessas etapas com condições desfavoráveis de oferta dos fatores de produção (FANCELLI; DOURADONETO, 2000).

Fatores da produtividade agrícola, ambientais primários (latitude, altitude, chuva, topografia, textura do solo, composição do solo), que exercem ação indireta, e ambientais secundários (radiação solar, comprimento do dia, temperatura, água no solo, aeração do solo, minerais do solo), de ação direta, afetam os processos fisiológicos e, conseqüentemente, o rendimento das culturas (Figura 1).

A Figura 1 mostra que a capacidade produtiva das culturas é o resultado da interação de muitos fatores. Alia-se aos fatores citados as características genéticas dos cultivares, o manejo ou tratamentos culturais utilizados e fatores internos, como o controle hormonal de todos os processos fisiológicos envolvidos com o desenvolvimento e a produção vegetal (FLOSS; FLOSS, 2008).

2.4.1 Fatores Abióticos que Influenciam Diretamente a Produtividade

Os fatores básicos de produtividade são a utilização máxima da radiação solar combinada com disponibilidade hídrica e temperatura do ar. A interação adequada entre esses três fatores meteorológicos determina os mais altos rendimentos de grãos para cada região, embora outros fatores também influenciem (MUNDSTOCK; SILVA, 2005).

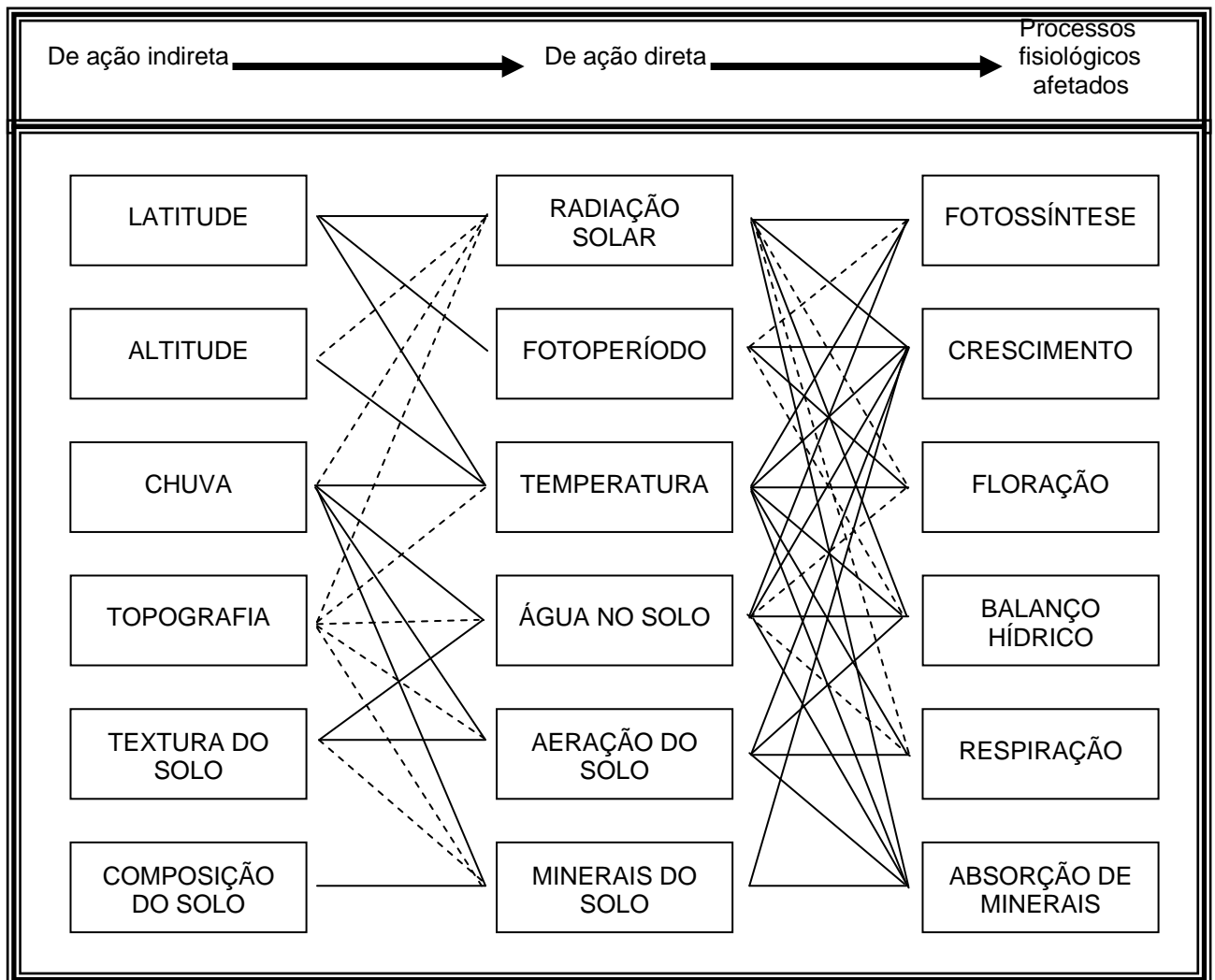


FIGURA 1 – FATORES DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

FONTE: ALVIM, Paulo de Tarso, *In: DURÃES, 2007*

NOTA: Linhas cheias representam efeito direto sob a característica, enquanto as linhas pontilhadas representam efeito indireto.

a) Temperatura

Os efeitos dos estresses ambientais nas plantas são bastante complexos e a temperatura desponta como o mais importante entre todos os fatores ambientais que influenciam a taxa de desenvolvimento da planta.

Nos vegetais, a taxa das reações metabólicas é regulada basicamente pela temperatura do ar, afetando, desse modo, tanto o crescimento quanto o desenvolvimento das plantas. Esses processos são regulados pela temperatura, de

modo que a duração das fases ou sub-períodos fenológicos (estádios de desenvolvimento da planta – vegetativos e reprodutivos) e o ciclo das culturas tenha variação inversamente proporcional a ela (PEZZOPANE, 2009). Infeld e Silva (1987) confirmaram que o aumento da temperatura acelera o desenvolvimento da planta, reduzindo o seu ciclo e vice-versa.

É com base nesse princípio que se explicam as diferentes durações do ciclo de uma cultura, em dias, para cultivos em localidades com regimes de temperaturas diferentes (PEZZOPANE, 2009).

Essa importância da temperatura no desenvolvimento de culturas agrícolas, continua o autor, é reconhecida há longo tempo e várias fórmulas simples tem sido desenvolvidas para registrar o efeito da temperatura no desenvolvimento da cultura. Um dos primeiros estudos relacionando temperatura e desenvolvimento vegetal foi realizado por Reaumur, na França, por volta de 1735. Esse estudo foi o precursor do Sistema de Unidades Térmicas ou Graus-Dia, amplamente utilizado atualmente para fins de planejamento agrícola.

O conceito dos graus-dia (GD) ou exigência térmica, de acordo com Sentelhas e Angelocci (2009), baseia-se no fato de que a taxa de desenvolvimento de uma espécie ou variedade vegetal está relacionada com a temperatura do meio. Esse conceito pressupõe a existência de temperaturas basais inferior (T_b) e superior (T_B), respectivamente aquém e além das quais a planta não se desenvolve. Além disso, é possível estimar uma temperatura ótima na qual a taxa de desenvolvimento é máxima. Como normalmente $T_{med} < T_{ótima}$, na prática assume-se que a relação entre a temperatura e o desenvolvimento vegetal é direta e linear.

Esse conceito de graus-dia, que permite estimar a duração das fases fenológicas e do ciclo de produção, leva em consideração apenas o efeito da temperatura do ar no desenvolvimento vegetal. Outros fatores, como deficiência hídrica, não são levados em consideração (PEZZOPANE, 2009). No entanto, Prael e Ribeiro (2002) afirmam que os dados somente perdem sua confiabilidade sob condições de extremo ou prolongado estresse hídrico.

De acordo com Sentelhas e Angelocci (2009), a determinação do GD permite realizar: i) **planejamento de colheita**: sabendo-se a data de semeadura, poda ou florescimento da cultura, determina-se a data provável de colheita; ii) **escolha da melhor variedade para a região**: sabendo-se que a duração ideal da

fase semeadura-florescimento masculino do milho é de cerca de 60 dias, pode-se determinar qual o melhor híbrido a ser semeado na região para dada época de semeadura.

O seu cálculo, segundo Sentelhas e Angelocci (2009), é realizado da seguinte maneira:

$$GD = \sum_{i=1}^n \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \quad \text{ou} \quad \sum_{i=1}^n T_{\text{med}} - T_b$$

onde: GD = graus-dia

T_{\max} = temperatura máxima

T_{\min} = temperatura mínima

T_b = temperatura basal mínima de crescimento

Para que a cultura atinja uma de suas fases fenológicas ou a maturação é necessário que se acumule a constante térmica (CT), que é dada pelo total de GD acumulados ao longo desse período, ou seja, $CT = \sum GD_i$. Cada espécie/variedade vegetal possui suas CTs para as diferentes fases de desenvolvimento e para o ciclo total (SENTELHAS; ANGELOCCI, 2009).

Vários trabalhos tem demonstrado a grande utilidade do uso de graus-dia acumulados para previsão de fases fenológicas, bem como para zoneamento das culturas (SLACK *et al.*, 1994). Ometto (1981) coloca que após se realizar a contabilização dos valores de graus-dias para uma cultura em dois ou mais anos, torna-se possível o planejamento adequado dos momentos em que deverão ser efetuados os tratos culturais e programação da colheita, tanto no aspecto agrícola quanto no administrativo e financeiro. Todavia, segundo Andrade, Uhart e Arguissain (1991) e Andrade (1992), a taxa de crescimento por unidade de tempo térmico, como forma de dimensionar o desempenho de variedades e híbridos de milho é uma medida conveniente.

Dentro desse conceito de graus-dia, a cultura do milho não se desenvolve em temperatura mínima (T_b) entre 0 e 10 °C e máxima (T_B) em torno de 45 °C, sendo que seu desenvolvimento ótimo ocorre em temperaturas de aproximadamente

30 °C. O seu rendimento pode ser reduzido quando da ocorrência de temperaturas acima de 35-37°C por mais de 3 horas durante o período de formação do grão. Tal efeito, na maior parte das vezes, pode estar relacionado à diminuição da atividade da redutase do nitrato, a qual afeta o processo de transformação do nitrogênio disponível para a planta. A elevação da temperatura contribui para a redução da taxa fotossintética líquida em função do aumento da respiração, afetando diretamente a produção (DURÃES, 2007).

Temperaturas elevadas (>24°C) prevalentes no período noturno segundo Durães (2007) promovem um consumo energético demasiado, em função do incremento da respiração celular, ocasionando menor saldo de fotoassimilados, com conseqüente queda no rendimento da cultura. Resultados experimentais e observações empíricas em áreas de produção mostram que altas temperaturas noturnas reduzem o rendimento de grãos. Altas temperaturas noturnas têm também associação com maturidade e senescência precoce e, conseqüentemente, o período de enchimento de grãos é reduzido.

No entanto, o milho responde muito bem a altas temperaturas, desde que haja suficiente umidade no solo (CARAMORI, 2005). Mas a maior produtividade de milho, notadamente na região Sul, é obtida em situações de elevada radiação solar incidente e sob temperaturas médias amenas, desde que não ocorram outras limitações ambientais ou de manejo da cultura (DURÃES, 2007).

b) Disponibilidade hídrica

A cultura do milho, segundo Fancelli e Dourado-Neto (2000), exige um mínimo de 400-600 mm de precipitação pluvial para que possa manifestar seu potencial produtivo, sem a necessidade da utilização da prática de irrigação, sendo que seu uso consuntivo, frequentemente, oscila entre 4 a 6 mm/dia. No entanto, Doorembos e Kassam (1986) mencionaram que é de se esperar que os requerimentos de precipitação variem com a umidade e clima. Em uma região tropical 500 mm pode ser suficiente, mas em uma área de mais baixa umidade o requerimento pode exceder a 900 mm.

No Brasil, estima-se que 14,8% da área plantada com milho é afetada pela seca, equivalendo a 1,9 milhões de hectares ou uma perda na produção de mais de

3,7 milhões de toneladas. Periodicamente, estas áreas são submetidas a condições de seca que afetam significativamente a produtividade, chegando até à perda total de produção (DURÃES, 2007). Segundo Sans e Guimarães (2009) dois dias de estresse hídrico podem reduzir em até 20% de produtividade e estresse hídrico de quatro a oito dias diminui a produção em mais de 50%.

A resposta mais significativa das plantas ao *déficit* hídrico consiste no decréscimo da produção da área foliar, no fechamento dos estômatos, na aceleração da senescência e na abscisão das folhas (McCREE; FERNÁNDEZ, 1989; TAIZ; ZEIGER, 1991). No entanto, a extensão dos efeitos do *déficit* hídrico na planta variam com a intensidade, duração, momento de ocorrência e com a capacidade genética da planta em responder às mudanças do meio (GRANT, 1992).

A umidade do solo é necessária à germinação e durante o seguinte período vegetativo, água torna-se crescentemente importante para a planta e desenvolvimento do sistema radicular (DOOREMBOS; KASSAM, 1986).

Uma revisão realizada por Fancelli e Dourado-Neto (2000) aponta que alguns autores observaram que no início do desenvolvimento da cultura a ocorrência de curtos períodos de deficiência hídrica pode estimular um maior desenvolvimento radicular das plantas. Isso ocorre desde que o solo, abaixo de 15 cm da superfície, apresente boa disponibilidade de água e oxigênio. No entanto, a quantidade de água disponível para a cultura está na dependência da capacidade exploratória das raízes e do armazenamento de água do solo.

Estresse hídrico no período compreendido entre a fase de pendramento e grãos leitosos resulta em perda significativa e irreversível de produção (DOOREMBOS; KASSAM, 1986; FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000). Entre 3-5 dias da antese e polinização, chuva e umidade são importantes para o processo de transferência de pólen. A secagem dos estilo-estigmas ou a falha de polinização têm um severo impacto no rendimento (DOOREMBOS; KASSAM, 1986), que podem ser superiores a 50% quando a seca coincide com este período (DURÃES *et al.* 2002; DURÃES *et al.*, 2004). No período de pós-maturidade fisiológica, a água tem muito pouco impacto no rendimento (DOOREMBOS; KASSAM, 1986).

Mundstock (1970) ressalta a importância da disponibilidade hídrica no rendimento de grãos, afirmando que em regiões onde a variação de temperatura está na faixa ideal para a cultura, umidade é fator preponderante.

c) Solo

O manejo racional do solo e da cultura são fundamentais para o crescimento e distribuição do sistema radicular, levando ao aproveitamento de água e nutrientes de forma eficiente (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000)

Landau, Sans e Santana (2008) comentam que as características físicas do solo servirão para orientar a escolha de um solo adequado para a cultura de milho. Essas características são textura (composição granulométrica do solo, ou seja, proporção de argila, silte e areia do solo), profundidade efetiva (até a qual as raízes podem penetrar livremente em busca de água e de elementos necessários para o desenvolvimento da planta) e relevo.

Com relação aos nutrientes, Silva *et al.* (2006) consideram o nitrogênio (N) como o nutriente absorvido em maiores quantidades pelo milho e, também, o que mais exerce influência sobre o rendimento de grãos, sendo que a sua dinâmica no sistema solo-planta é alterada pelo manejo do solo empregado.

Outro nutriente de grande importância para a cultura é o fósforo (P), que segundo Harger (2007) leva ao aumento na produção de matéria seca da parte aérea das plantas de milho à medida que se aumenta a dose aplicada.

Fancelli e Dourado-Neto (2000) resumem a função do solo em:

- a) armazenar suficiente água para que pequenos períodos sem precipitação pluvial não sejam prejudiciais à planta;
- b) suprir adequadamente as necessidades nutricionais das plantas.

d) Radiação solar

Argenta, Silva e Sangoi (2001) colocam que a quantidade de radiação solar absorvida é um fator determinante da produtividade final de uma cultura e vários estudos têm demonstrado uma relação linear entre fitomassa produzida e energia radiante absorvida ao longo do ciclo para um grande número de espécies (TOLLENAAR; BRUUSELMA, 1988). Entretanto, deve-se considerar que a conversão da radiação absorvida em massa seca depende de mudanças na fotossíntese em função de radiação e temperatura e da fração do carbono fixado (GALLAGHER; BISCOI, 1978). Ainda, depende do índice de área foliar e parâmetros

físicos, biológicos e alométricos que determinam a absorção da radiação incidente (BARNI, 1994).

O milho (*Zea mays* L.) possui elevado potencial produtivo e acentuada habilidade fisiológica na conversão de carbono mineral em compostos orgânicos, os quais são translocados das folhas e de outros tecidos fotossinteticamente ativos (fonte) para locais onde serão estocados ou metabolizados (dreno). No entanto, as relações fonte-dreno podem ser alteradas sobremaneira pelas condições de solo, clima, estágio fisiológico e nível de estresse da cultura (TOLLENAAR; DAYNARD, 1977; FANCELLI; DOURADO-NETO, 1997).

Os valores ótimos de interceptação da radiação incidente (90-95% da área foliar máxima) para a cultura de milho são, de acordo com Fancelli e Dourado-Neto (2000), função da disponibilidade de água, de nutrientes, temperatura, da população de plantas e, sobretudo, da distribuição espacial das plantas na área. Estes dois últimos fatores, influenciam o ângulo foliar, a interceptação de luz por outras partes da planta, a disposição das folhas na planta, as características de absorção de luz pelas folhas e o índice de área foliar. A distribuição e a densidade populacional são responsáveis por alterarem a distribuição da área foliar no interior do dossel das plantas, por modificar o ambiente no qual as folhas se distribuem, influenciando, assim, a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), a qual é um fator determinante para a fotossíntese e para a produção da cultura (GARDNER; PEARCE; MITCHELL, 1985; STEWART *et al.*, 2003).

O índice de área foliar (IAF) – definido como o total de área foliar verde (AF) por área de solo ocupada pela planta ou cultura (S) (cm^2 folha. cm^{-2} de solo), ou seja, $\text{IAF} = \text{AF}/\text{S}$ – permite estimar o grau de desenvolvimento da planta e o potencial de interceptação de energia radiante. A partir da maior fixação de carbono, dada pela fotossíntese, a planta produzirá uma maior área foliar e, conseqüentemente, maior IAF, sendo que esses possuem uma relação estreita com o rendimento nas culturas (VIEIRA JÚNIOR *et al.*, 2006).

No caso do milho, o IAF ótimo, quando considerada a produção de grãos, está entre 4 e 7, sendo 6 o valor mais freqüente (SAN PIETRO; GREER; ARMY, 1967; GIFFORD; EVANS, 1981; SACHULZE; CALDWELL, 1995; STEWART; DWYER, 1999; VIEIRA JÚNIOR *et al.*, 1999; POMMEL *et al.*, 2002; VIEIRA JÚNIOR *et al.*, 2006). Fancelli e Dourado-Neto (2000) cita valores um pouco menores,

colocando que o rendimento de grãos e o número de grãos aumentam, significativamente, com os incrementos do índice de área foliar (IAF) variando de 3 a 6, segundo resultados obtidos no “Corn Belt” americano.

A eficiência máxima de conversão da radiação solar é afetada, ainda, pela temperatura diurna e noturna reinante no período, bem como pela amplitude térmica resultante. Assim, temperaturas diurnas relativamente elevadas (28-32°C) possibilitam altas taxas fotossintéticas, ao passo que temperaturas noturnas amenas (18-20°C) contribuem para o prolongamento do período de crescimento, assegurando à cultura maior número de dias para o aproveitamento efetivo da radiação incidente (DURÃES, 2007).

Segundo Andrade (1992), o rendimento em grãos de milho correlaciona-se positivamente com a radiação incidente média diária e com a amplitude térmica resultante, a qual é inversamente proporcional à Soma Térmica ou Graus-Dia.

O aproveitamento ideal da radiação solar se dá, de acordo com Mundstock e Silva (2005), quando coincide o pré-florescimento e o enchimento de grãos da cultura com o período de mais alta radiação, o qual ocorre, no Brasil, de meados de novembro a meados de fevereiro.

e) Fotoperíodo

Dentre os componentes climáticos que podem afetar a produtividade do milho está o fotoperíodo, representado pelo número de horas de luz solar, o qual é um fator climático de variação sazonal, mas que não apresenta muita variação de ano para ano (CRUZ *et al.*, 2006). O fotoperíodo influi no ciclo de muitas espécies e seu efeito é denominado fotoperiodismo.

Segundo Ecomonu e Read (1987), o crescimento e o desenvolvimento das plantas dependem da luz para os processos fotossintéticos e de fotomorfogênese, nos quais podem estar envolvidos, isolada ou conjuntamente, três aspectos fundamentais: qualidade (comprimento de onda), quantidade (intensidade luminosa ou fluxo de fótons) e duração (fotoperíodo).

O milho é uma espécie considerada fotoneutra (sem resposta ao fotoperíodo) ou de pequena resposta a dias curtos (CHANG, 1968). Dependendo dos genótipos e condições regionais, sobretudo em latitude elevadas e épocas

extremas, alguns genótipos podem responder ao encurtamento do fotoperíodo e reduzir suas necessidades para indução ao pendoamento (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2009). Segundo Kiriny *et al.* (1983), estudando o intervalo sensível ao fotoperíodo de dias curtos em milho, as plantas são insensíveis a esse fotoperíodo imediatamente após a sua emergência, permanecendo assim até 4 a 8 dias antes da iniciação da panícula.

Nas condições brasileiras, Cruz *et al.* (2006) afirmam que o efeito do fotoperíodo na produtividade do milho é praticamente insignificante. No entanto, Didonet *et al.* (1999) destacam que respostas mais proeminentes são observadas somente em latitudes mais elevadas, superiores a 30°.

Desta forma, Bergamaschi e Matzenauer (2009) colocam que a fenologia do milho é regulada basicamente pelo regime térmico, o que permite empregar modelos de crescimento baseados em graus-dia. Fancelli e Dourado-Neto (2003) colocam que é por esse motivo que, no Brasil, o milho apresenta comportamento fotoneutro, pois a variação na duração da fase vegetativa é resultante da soma térmica e não do número de horas de luz à que a planta estiver submetida.

f) Latitude e altitude

Quanto à latitude, o milho é cultivado desde 58°N no Canadá e União Soviética até 40°S na Argentina. No que se refere à altitude, é produzido desde altitudes negativas, ou seja, abaixo do nível do mar, na região do mar Cáspio até altitudes de 3.600 m nos Andes Peruanos (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

No entanto, a maioria dos altos rendimentos são restritos a áreas intermediárias ou de alta altitude, tendo longas estações chuvosas. A altitude e latitude influenciam a temperatura e radiação solar incidente, que afetam diretamente os processos fisiológicos de fotossíntese, crescimento, floração, balanço hídrico, respiração e absorção de nutrientes (JOHNSON, 1982; DURÃES, 2007).

Segundo Fisher e Palmer (1983), citando vários autores, rendimentos de 12 t/ha têm sido obtidos em latitude 18°S e altitude de 1.500m. Em baixas altitudes o rendimento pode chegar de 5 a 8 t/ha, com boa administração. Segundo Goldsworthy e Colegrove (1974) e Yamaguchi (1974) os rendimentos em ambas as altitudes foram limitados pela capacidade do grão-dreno em acumular

fotoassimilados. Algumas dessas diferenças em partição são devidas ao ambiente, a interação genótipo x ambiente e ao efeito de genótipos.

2.4.2 Fatores Relacionados ao Manejo da Cultura

a) Época de semeadura

As respostas diferenciadas dos genótipos à variabilidade ambiental, ou seja, à interação genótipo e ambiente, significam que os efeitos genotípicos e ambientais não são independentes. Daí a importância de conhecer a época de plantio, analisando todo o ciclo da cultura, procurando prever as condições ambientais em todas as suas fases fenológicas (SANS; GUIMARÃES, 2009).

O período de crescimento e desenvolvimento é afetado pela umidade do solo, temperatura, radiação solar e fotoperíodo. A época de plantio é função desses fatores, cujos limites extremos são variáveis entre as diferentes regiões agroclimáticas. A época de semeadura mais adequada é aquela que faz coincidir o período de floração com os dias mais longos do ano e a etapa de enchimento de grãos com o período de temperaturas mais elevadas e alta disponibilidade de radiação solar. Isto, desde que satisfeitas as necessidades de água pela planta (CRUZ *et al.*, 2006). A época de semeadura, continuam os autores, afeta várias características da planta, ocorrendo um decréscimo mais acentuado no número de espigas por planta (prolificidade) e no rendimento de grãos. Essa tendência pode ser revertida se não houver *déficit* hídrico e ocorrer uma redução na temperatura do ar, nos meses de fevereiro - março.

h) Densidade populacional

A manipulação do arranjo das plantas de milho, através de alterações na densidade de plantas por meio do espaçamento entre linhas e da distribuição das plantas na linha é uma das práticas mais importantes de manejo para maximizar a interceptação da radiação solar e otimizar o seu uso (KUNZ, 2006).

A maximização da produção, descrevem Fancelli e Dourado-Neto (2000), dependerá da densidade populacional, a qual será função da capacidade de suporte

do meio e do sistema de produção adotado, do índice e da duração da área foliar fotossinteticamente ativa, da prolificidade do genótipo e da época de semeadura.

Um dos objetivos da modificação do arranjo de plantas, pela redução da distância entre linhas, é encurtar o tempo necessário para que a cultura intercepte o máximo da radiação solar incidente e com isso incrementar a quantidade de energia captada por unidade de área e de tempo. Desta forma, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, devido, principalmente, ao melhor aproveitamento do ambiente pelas mesmas (PENDLETON; EGLI; PETERS, 1967).

Na cultura do milho, o arranjo de plantas foi alvo de muitas pesquisas (OTTMAN; WELCH, 1989; KASPEBAUER; KARLEN, 1994; JOHNSON; HOVERSTAD; GREENWALD, 1998; ARGENTA *et al.*, 2001). Essas pesquisas levaram a conclusões semelhantes de que a distribuição de plantas na linha influencia o aproveitamento de luz, água e nutrientes. Ainda, essa distribuição pode evitar a concorrência pelos fatores da produtividade agrícola dentro da linha levando a um maior rendimento da cultura (MARCHÃO; BRASIL, 2007).

O arranjo de plantas tem grande importância na interceptação da RFA pelo dossel por influenciar o ângulo foliar, a interceptação de luz por outras partes da planta, a disposição das folhas na planta, as características de absorção de luz pelas folhas e, principalmente, o índice de área foliar (GARDNER; PEARCE; MITCHELL, 1985).

No Brasil, rendimentos elevados têm sido obtidos com a utilização de 55.000 a 72.000 plantas/ha, adotando-se espaçamentos variáveis entre 80 a 45 cm, apresentando 2,5 a 4,5 plantas por metro, devidamente arranjadas de forma a minimizar as relações de competição por fatores de produção. Cumpre ressaltar que tais recomendações referem-se, normalmente, a sistemas de produção irrigados e mantidos sob contínua vigilância e orientação (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

2.4.3 Fatores Bióticos que Influenciam a Produtividade

Entre os fatores bióticos um dos mais importantes são as doenças. Estas destacam-se pela frequência da ocorrência e pelos danos causados na germinação de sementes, na emergência e no estabelecimento de plântulas (DURÃES, 2007).

No Brasil, muitas doenças são relatadas em milho (PINTO; FERNANDES; OLIVEIRA, 1997; PEREIRA, 1997), sendo que na Região Sul as mais freqüentes estão relacionadas com a germinação de sementes, podridões do colmo e da espiga e doenças foliares causadas por fungos (CASA *et al.*, 2000). Também se destaca, nos órgãos aéreos do milho, o enfezamento causado por micoplasma, tendo a cigarrinha (*Dalbulus maidis*) como vetor transmissor (DURÃES, 2007).

Fungos como *Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils, *Fusarium graminearum* (Schw) Petch. (teleomorfo= *Gibberella zeae*), *Fusarium verticillioides* [Sin.= *F. moniliforme* J. Sheld.], *Stenocarpella maydis* (Berk.) Sutton [Sin. *Diplodia maydis* (Berk.) Sacc.] e *S. macrospora* (Earle) Sutton [Sin. *D. macrospora* Earle in Bull.], são os principais envolvidos nas podridões do colmo (FERNANDES; OLIVEIRA, 1997; REIS; CASA; BRESOLIM, 2004). McGee (1988) e Smith e White (1988) ainda citam outros de importância secundária, como *Nigrospora oryzae* (Berk e Br.) Petch., *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. Exceção ao *C. graminicola*, os demais são comumente detectados nas podridões de espiga, com conseqüente redução do rendimento e qualidade de grãos, sendo que a presença de grãos ardidos reduz o preço de comercialização do produto (CASA *et al.*, 2007).

Durante a germinação a semente de milho pode ser atacada por fungos do solo ou por aqueles associados à semente. Como resultado pode haver o apodrecimento da semente ou a morte da plântula, determinando emergência desuniforme e baixa população de plantas emersas. Os danos causados nesta fase da cultura são refletidos no rendimento de grãos pela redução de plantas por unidade de área. Em decorrência do ataque dos fungos de solo e/ou dos presentes na semente, as plântulas infectadas e sobreviventes, à medida que prosseguem seu desenvolvimento, podem apresentar sintomas no sistema radicular. Porém, os sintomas primários evoluem lentamente à medida que a planta se desenvolve. Na maioria das situações, os danos provocados pelos patógenos que parasitam o sistema radicular de plantas de milho podem passar despercebidos, mas comprometer a produção final (REIS; CASA; BRESOLIM, 2004).

Com relação às manchas foliares, as principais são a helmintosporiose comum, causada pelo fungo *Exerohilum turcicum* (Pass.) Leonar e Suggs., a mancha branca da folha ou feosféria, causada por *Phaeosphaeria maydis* (P. Henn.) Rae, Payak e Renfro e a mancha de diplodia, causada por *S. macrospora* (REIS;

CASA; BRESOLIM, 2004). Atualmente, merece destaque a cercosporiose, causada pelo fungo *Cercospora zea-maydis* Tenhon e Daniels, constatada pela primeira vez no País por Viégas e Krug, em 1934, em Campinas, São Paulo (VIÉGAS, 1945). Desde então, a doença praticamente deixou de ser observada no Brasil ou não houve relato de sua ocorrência epidêmica. No entanto, na safrinha de milho de 2000, no sudoeste goiano, a doença ressurgiu em caráter devastador, destruindo toda a área foliar sadia das plantas e matando precocemente essas plantas em um período curto de tempo (CASA; REIS; BLUM, 2004).

Os danos associados às doenças foliares, segundo Casa, Reis e Blum (2004), são decorrentes do mau funcionamento e da destruição dos tecidos fotossintéticos, devido ao aumento do número e da área de lesões, que podem determinar a necrose de toda a folha. A necrose e a morte prematura das folhas limita a interceptação da radiação solar e translocação de fotossintatos para o desenvolvimento de grãos.

A folha da espiga e as folhas imediatamente acima e abaixo da espiga podem representar 33 a 40% da área total da planta (PATAKY, 1992). Uma redução de 50% da radiação incidente 15 dias antes e 15 dias depois do florescimento pode provocar uma redução de 40 a 50% no rendimento de grãos (FISHER; PALMER, 1983). Segundo Fancelli e Dourado-Neto (2000), uma destruição de 25% da área foliar do milho em sua porção terminal, próximo ao florescimento, pode reduzir 32% a produção.

2.5 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

A interação genótipo x ambiente (G x A) foi primeiramente definida por Shelbourne em 1972 e é descrita como sendo a alteração no desempenho dos genótipos, em virtude da diferença de ambientes (BORÉM, 1998). Considerando um caráter como o rendimento de grãos, o fenótipo (P) é a expressão da constituição genética do genótipo (G), do efeito do ambiente (A) e da interação dos genótipos com ambientes (G x A) (COIMBRA *et al.*, 1999). Esse último componente ocorre porque os genótipos não apresentam desempenho consistente nos vários ambientes, ou seja, como afirma Patiño-Valera (1986), a melhor população ou indivíduos em um ambiente não são necessariamente os melhores em outros

ambientes. Sendo assim, o componente da interação G x A está altamente relacionado com culturas como feijão, soja e milho que são cultivadas em ambientes diferenciados (COIMBRA *et al.*, 1999).

Montalván e Montaña-Velasco (1999) colocam que, para detectar essa interação, os diferentes genótipos devem ser avaliados em um ou mais ambientes contrastantes, e que a situação mais confortável é a ausência de interação que ocorre quando os cultivares apresentam comportamentos concordantes em todos os ambientes. Entretanto, essa situação não é a mais comum. Chaves (1982) citado por Vencovsky e Barriga (1992), analisou dados de milho, feijão comum e mandioca e verificou que apenas uma pequena parcela da interação é dessa natureza, com os ambientes agindo multiplicativamente sobre os genótipos.

A existência da interação está associada a dois fatores. O primeiro, denominado simples, considera a classificação de desempenho entre os materiais genéticos nas diversas condições. É ocasionado pela diferença de variabilidade dos genótipos nos ambientes considerados (MOLL *et al.*, 1978), quando um dos genótipos responde mais acentuadamente à mudança de ambiente do que o outro. Esse tipo de interação não dificulta a recomendação de cultivares, pois, mesmo com a interação G x A, a ordem de mérito dos genótipos não se altera (MONTALVÁN; MONTAÑO-VELASCO, 1999; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

O segundo fator, denominado interação complexa, ocorre quando a ordem de mérito dos cultivares não é a mesma nos diferentes ambientes. Ou seja, a interação complexa indica a inconsistência da superioridade de genótipos com a variação ambiental, tornando, assim, mais difícil a seleção e/ou a recomendação desses (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Por esse motivo, segundo Vencovsky e Barriga (1992), é fundamental avaliar as magnitudes das interações, pois esse conhecimento orienta o planejamento e estratégias de melhoramento tanto na recomendação de cultivares como na questão de estabilidade fenotípica. Desse modo, é possível fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos para sua minimização e/ou seu aproveitamento (CRUZ, 2005). No entanto, Robison e Cockerham (1965), citados por Kageyama (1980), comentam que os parâmetros genéticos estimados devem estar livres de todos os efeitos ambientais, e isto só se satisfaz quando não ocorre nenhuma interação com o ambiente. Para isso, Bondari (2003) coloca que os

genótipos devem ser testados em uma ampla gama de ambientes de maneira a minimizar a variância ambiental pelo controle do ambiente e alocação aleatória dos genótipos nas diversas condições ambientais.

Os fatores que causam a interação G x A podem ser classificados, de acordo com Allard e Bradshaw (1964), como previsíveis e imprevisíveis. Os previsíveis são aqueles que ocorrem de forma sistemática ou estão sob o controle humano, como, por exemplo, tipo de solo, época de semeadura, espaçamento entre fileiras, densidade de população de plantas, taxa de aplicação de nutrientes, entre outros. Esses fatores podem ser avaliados individual ou coletivamente por suas interações com genótipos. Estudos de interação genótipo x tipo de solo, genótipo x espaçamento, genótipo x época de plantio têm sido realizados (ALLARD; BRADSHAW, 1964; PATIÑO-VALERA; KAGEYAMA, 1988; CARBONELL; POMPEU, 1997; COSTA *et al.*, 1999; CARVALHO *et al.*, 2002; MURAKAMI *et al.*, 2004; FIGUEIREDO; MALHEIROS; BRAZ, 2004; PEREIRA *et al.*, 2010). Já os fatores imprevisíveis são aqueles que flutuam aleatoriamente no âmbito de uma mesma região, como distribuição da precipitação, oscilações de temperatura, umidade relativa, ataque de parasitas (ALLARD; BRADSHAW, 1964). Como os genótipos se desenvolvem em sistemas dinâmicos, em que ocorrem constantes mudanças que vão desde a semeadura até a maturação, há, geralmente, um comportamento diferenciado dos mesmos em termos de respostas a essas variações ambientais (BLUM, 1988; ZHAKOTE; POLESSKAYA; GAUGASH, 1989; CRUZ; REGAZZI, 1994), e, portanto, estes fatores acabam por dificultar o trabalho dos melhoristas no processo de seleção de progênies.

Ramalho, Santos e Zimmermann (1993) colocam que muitas vezes a interação G x A resulta somente na seleção de progênies com adaptação a um maior número de ambientes, fazendo com que aquelas altamente produtivas com adaptação restrita sejam eliminadas. A interação interfere na obtenção dos verdadeiros valores das estimativas dos componentes de variância genética, o que pode resultar em uma estimativa incorreta do ganho esperado com a seleção.

De acordo com Bondari (2003), uma variedade de métodos estatísticos tem sido proposta para analisar a interação G x A. Esses métodos incluem Análise de Variância (Quadrados Mínimos, REML – *Restricted Maximum Likelihood*), Regressão (Regressão dos Quadrados Mínimos Parciais, Regressão Fatorial),

modelo SHMM (*Shifted Multiplicative Model*), Componentes de Variância, Análises de Clusters, Análise de Fatores e Análise de Modelos Aditivos com Interação Multiplicativa AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*). Outras metodologias ainda são citadas como Análise de Modelos de Regressão Locais SREG (Sites Regression) utilizando o modelo genótipo mais interação genótipo-ambiente GGE biplot (*Genotype-by-Environment Interaction*) (YAN *et al.*, 2000). Com relação à análise de adaptabilidade e estabilidade, Cruz (2005) cita que há mais de uma dezena de metodologias destinadas à avaliação de genótipos em diferentes ambientes.

O processo tradicional de investigar a interação G x A é a análise conjunta de variância de grupos de experimentos (PIMENTEL-GOMES, 1990), que determina o valor que cada fonte de variância e a significância da contribuição de cada componente (BONDARI, 2003). Segundo Vencovsky e Barriga (1992), essa análise permite a avaliação da magnitude da interação G x A, embora os parâmetros estimados não forneçam uma indicação adequada da resposta dos genótipos aos ambientes onde são cultivados, de modo que análises complementares são necessárias.

A presença de interação G x A exige do melhorista estudo detalhado do comportamento tanto dos cultivares quanto do ambiente (MURAKAMI; CRUZ, 2000). Assim, dois enfoques podem ser dados. Primeiro predizer os fatores ambientais locais que estejam aumentando a interação, e quais os que podem ser agrupados em regiões onde a interação seja mínima. Ou seja, identificar grupo de locais dentro dos quais o componente da interação G x A é minimizado. Outro enfoque está em selecionar populações e genótipos para esses diferentes estratos, que sejam bem adaptados a todos os locais, ou seja, estudar a adaptabilidade e estabilidades dos cultivares (SHELBOURNE; CAMPBELL, 1976; VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Cruz (2006) coloca que, como exposto acima, existem vários procedimentos baseados em técnicas biométricas, com as mais diversas finalidades dentro de um programa de melhoramento genético de plantas e animais. De maneira geral, esses procedimentos são úteis na interpretação de fenômenos biológicos, com ênfase na genética, na orientação de estratégias de melhoramento, na identificação de indivíduos a serem selecionados e nos estudos de otimização de características de interesse agrônomo, entre outros.

Assim, realizada a quantificação da interação G x A, várias metodologias estão disponíveis para uma análise detalhada dessa interação. Segundo Cruz e Regazzi (1997) a escolha de um método depende dos dados experimentais, principalmente os relacionados com o número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Complementam ainda que alguns métodos são alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados conjuntamente.

A comparação entre as diversas metodologias aplicadas em análise de interação G x A tem o objetivo de verificar similaridades ou divergências quanto ao ordenamento dos genótipos com os ambientes. Pode-se utilizar a correlação de Spearman para comparação dos parâmetros de avaliação de cada método (SILVA; DUARTE, 2006).

2.5.1 Estratificação Ambiental

O estudo da interação G x A é de extrema utilidade para os programas de melhoramento de plantas, pois torna possível a seleção de genótipos com adaptação ampla ou específica, a escolha de locais de seleção e a determinação do número ideal de ambientes e de genótipos a serem avaliados durante a seleção (FOX; CROSSA; ROMAGOSA, 1997).

a) ANOVA

O processo tradicional de investigar a interação G x A tem sido pela análise de variância conjunta entre grupos de experimentos. Desse modo, Vencovsky e Barriga (1992) citam que a ocorrência de interação G x A significativa tem sido atenuada por meio de algumas medidas, tais como: a) identificar genótipos específicos para cada ambiente; b) promover subdivisões de uma área heterogênea em sub-regiões mais uniformes, de modo que os genótipos não interajam significativamente com os ambientes; c) identificar genótipos com maior estabilidade fenotípica.

Dentre essas medidas, a opção mais utilizada tem sido a de promover a subdivisão de áreas heterogêneas e, então, selecionar genótipos específicos para

essas sub-regiões (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993; CRUZ; REGAZZI, 1994).

A subdivisão em regiões mais homogêneas ou análise de estratificação de ambientes é uma das maneiras de se verificar a existência de divergência ambiental. Esta análise pode ser realizada do ponto de vista agro-ecológico, o qual considera o tipo de solo, topografia, altitude, temperatura, precipitação pluviométrica, entre outros, ou ainda do ponto de vista da genética quantitativa em que há possibilidades de agrupamento ambiental naqueles locais cuja interação $G \times A$ seja não significativa ou, ainda, por outras metodologias (MURAKAMI *et al.*, 2004).

Assim, o processo de estratificação ambiental consiste na subdivisão de regiões heterogêneas em sub-regiões mais uniformes, onde se exclui qualquer interação $G \times A$ significativa ou, em outras situações, uma interação significativa com predominância de porção simples, ou seja, que não comprometa a recomendação de cultivares. Busca-se, assim, reunir ambientes de classificação genotípica similar, independentemente da qualidade ambiental (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A estratificação de uma região permite, além da identificação e recomendação de genótipos superiores em cada estrato, a eliminação de locais de teste redundantes, na rede de ensaios, uma vez que a escolha da rede de ambientes para tais avaliações, em cada estado, é subjetiva, ou, muitas vezes, influenciada por fatores que não são relacionados com aspectos da cultura (VENCOVSKY; CRUZ; SILVA, 1990). Com efeito, o programa de melhoramento passa a ter uma melhor alocação de recursos materiais e técnicos e uma maior possibilidade de sucesso na identificação dos genótipos, pela utilização de locais mais divergentes. Com a economia de pontos de teste, o programa pode investir no aumento do número de genótipos a serem avaliados ou na inclusão de novos locais de teste, que possam trazer mais informações à avaliação da interação $G \times A$ (FELIPE; DUARTE; CAMARANO, 2010).

Um exemplo é o trabalho realizado por Oliveira *et al.* (2004), que realizaram a estratificação ambiental para híbridos de milho para silagem em sete locais da Região Sul do Brasil e concluíram que os ambientes de Urussanga e Ijuí eram semelhantes para a avaliação de potencial de utilização desses híbridos naquela região.

Benites, Pedrosa e Morello (2009) utilizaram duas metodologias para a estratificação ambiental para a cultura do algodão em cinco municípios do Estado da Bahia e verificaram a possibilidade de exclusão de Barreiras ou Formosa do Rio Preto, os quais mostraram interação G x A não significativa por ambos os métodos testados.

Felipe, Duarte e Camarano (2010), em estudo da estratificação de ambientes no Estado de Goiás, concluíram que o número de pontos de instalação e condução da rede de ensaios de avaliação de variedades de milho pode ser reduzido em 16,7%, sem prejuízo relevante sobre os efeitos da interação deste tipo de genótipo com os ambientes.

Outro aspecto importante diz respeito à identificação de locais de teste que não formam agrupamento, revelando a importância de manutenção desses ambientes na rede de ensaios de um programa de melhoramento. Souza *et al.* (2005), pela estratificação de ambientes para a cultura do algodoeiro herbáceo, concluíram que o município de Pedra Petra – MT é um importante local de teste para ensaio em rede, uma vez que não se agrupou com os outros 15 ambientes testados.

Desse modo, pode-se perceber que, utilizando-se metodologias de estratificação ambiental, pode-se estabelecer conjuntos de ambientes nos quais os genótipos não apresentam comportamentos diferenciais mesmo que verificada interação G x A significativa entre os genótipos e ambientes estudados (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

b) Estratificação de Ambientes pelo Método Tradicional ou de Lin (1982)

Na metodologia tradicional, os ambientes são estratificados com base no algoritmo de Lin (1982), o qual consiste em estimar a soma de quadrados para a interação entre genótipos e pares de ambientes e, posteriormente, agrupar aqueles ambientes cuja interação é não-significativa. Esta não significância é dada pelo teste F, que avalia a possibilidade de inclusão de um ambiente em um determinado grupo.

Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2004), a formação do grupo inicial é realizada entre os pares de ambientes com menor índice de dissimilaridade ou menor soma de quadrados da interação genótipos x pares de ambientes. Entretanto, pode-se repetir o processo com novo ponto de partida referente aos novos pares de

ambientes que também apresentam interação não significativa. O método realiza ainda a estimação da soma de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes e assim, sucessivamente, agrupando-se apenas aqueles ambientes cujas interações sejam não significativas.

c) Dissimilaridade Ambiental

A capacidade de representatividade de ambientes, segundo Griffing (1956), pode ainda ser obtida utilizando-se medidas de dissimilaridade entre pares de ambientes. Cruz (2006) afirma que é possível discriminar genótipos através da avaliação do padrão de dissimilaridade de diferentes ambientes, permitindo, por exemplo, inferir quais os ambientes mais adequados à seleção inicial (TERASAWA JUNIOR; VENCOVSKY; KOEHLER, 2008).

Com relação às medidas de dissimilaridade ou similaridade entre os ambientes estudados, várias têm sido utilizadas no estabelecimento de agrupamento de ambientes (LIN; BINNS; LEFKOVITCH, 1986; De LACY; COOPER, 1990; OUYANG *et al.*, 1995). Alguns exemplos dessas medidas são: quadrado da distância euclidiana média – QDEM; quadrado da distância euclidiana média baseada na interação G x A; correlação de Pearson; quadrado médio da interação genótipo x pares de ambientes - $QMG \times A_{ij}$.

Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2004) a distância euclidiana tem sido muito empregada no melhoramento, sendo utilizada em trabalhos de interação G x A em múltiplas espécies, como por exemplo alface (FIGUEIREDO; MALHEIROS; BRAZ, 2004), aveia (BENIN *et al.*, 2005), algodão (SOUZA *et al.*, 2005; BENITES; PEDROSA; MORELLO, 2009), *Lippia alba* (arbusto medicinal) (YAMAMOTO, 2006), dendê (SANTOS, 2010), milho (COIMBRA *et al.*, 2006), entre outras.

d) Decomposição da Interação em Partes Simples e Complexa

A metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991) também tem sido bastante utilizada. Esta metodologia procura quantificar o percentual da parte simples atuante da interação G x A, em que as posições relativas dos genótipos de um ambiente para outro não sofram alterações relevantes ou que comprometam as

recomendações dos genótipos, ou seja, consiste em separar a interação G x A entre pares de ambientes em duas partes. A primeira, denominada simples (PS%), é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, e a segunda, denominada complexa (PC%), é gerada pela baixa correlação entre os locais em razão do desempenho irregular dos genótipos (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

A ocorrência de maior parte da interação atribuída à parte simples indica que os ambientes são similares, de modo que são considerados similares os locais com percentagem simples da interação acima de 50%; quanto maior essa percentagem, menos informativos são os locais. No entanto, na grande maioria dos trabalhos, há maior predominância de interação complexa. Mendonça *et al.* (2007), em trabalho com soja nos Estados do Paraná e Santa Catarina, encontraram 92% dos pares com predominância de interação complexa e 90% com baixa correlação. Garbuglio *et al.* (2007) detectaram 87% dos pares de ambientes com predominância de interação complexa e 56% com baixa correlação em milho nos Estados do Paraná e Santa Catarina. Pacheco *et al.* (2008), também em pesquisa com milho, encontraram 100% dos pares com predominância de interação complexa e 87% de correlações baixas. Pereira *et al.* (2010), trabalhando com feijoeiro comum e considerando os locais dois a dois, encontraram interação complexa em 79% do total e correlação média de 0,17, reforçando a existência de grandes diferenças entre os locais avaliados.

e) Estratificação Ambiental e Adaptabilidade baseada na Análise de Fatores

Apesar da sua grande importância para o melhoramento, a simples análise da interação G x A não proporciona informações completas e exatas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. Para tal objetivo devem ser realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pelas quais se torna possível a identificação de cultivares com comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (CRUZ; REGAZZI, 1994).

Assim, segundo Pinto Junior *et al.* (2006), a avaliação de variedades ou de progênies, com vistas à identificação e recomendação de materiais genéticos superiores, é uma das principais etapas dos programas de melhoramento. Como os

testes são conduzidos em diferentes condições climáticas, edáficas e de manejo das culturas, as progênies devem apresentar a maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade possível, diante da diversidade ambiental.

Segundo Cruz (2006), em muitos processamentos de dados duas estratégias de análise – 1) estudo da estratificação ambiental para indicar regiões mais homogêneas, em que certos cultivares apresentam maior adaptabilidade; 2) estudo pormenorizado do comportamento de cada genótipo – têm sido feitas de forma desassociada, o que dificulta a interpretação simultânea das particularidades da rede experimental utilizada e do desempenho dos genótipos estudados.

Murakami e Cruz (2004) propuseram uma metodologia que contempla, simultaneamente, as análises de adaptabilidade e de estratificação de ambientes por meio do princípio da similaridade do desempenho genotípico, baseada na técnica multivariada de análise de fatores.

Essa metodologia permite reduzir um elevado número de variáveis originais observadas (ambientes) a um pequeno número de variáveis abstratas, sendo essas chamadas de fatores. Esses fatores podem ser independentes ou correlacionados, sendo que cada fator pode reunir variáveis originais fortemente correlacionadas entre si, mas fracamente correlacionadas com as variáveis dos outros fatores (JOHNSON; WICHERN, 1992).

Se uma variável for avaliada em diferentes ambientes, os valores obtidos em cada ambiente podem ser tratados como uma variável diferente, sendo possível, por meio de análise multivariada, estabelecer subgrupos de ambientes. Isto significa que é possível estratificá-los de modo que haja altas correlações dentro de subgrupos e baixa ou nenhuma entre subgrupos (MURAKAMI; CRUZ, 2004).

A análise da adaptabilidade genotípica é realizada graficamente utilizando-se os escores em relação aos fatores. Em situações em que apenas dois fatores são suficientes para explicar mais de 80% da variação total, determinando apenas duas sub-regiões, a análise da adaptabilidade fica embasada na análise de gráfico único. Quando mais de duas sub-regiões são formadas tem-se o número de gráficos correspondentes à combinação de m ambientes tomados dois a dois. Deste modo, as indicações de genótipos passam a ser mais eficientes e específicas do que os métodos tradicionais. Isso ocorre porque, neste método, não se considera apenas ambientes favoráveis ou desfavoráveis e sim grupos de ambientes estabelecidos de

acordo com suas similaridades, em geral similaridade de produtividade de grãos (COIMBRA *et al.*, 2006).

No trabalho realizado por Murakami (2001), esta metodologia se mostrou eficiente em reunir locais por suas similaridades de desempenho genotípico, além de ter apresentado grande potencial para se estudar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de modo mais eficiente que os métodos tradicionais, apresentando resultados de acordo com a estratificação ambiental.

Oliveira (2004) também avaliou a eficiência do método em linhagens de feijoeiro avaliadas no Estado de Minas Gerais e concluiu que a metodologia se mostrou eficiente em apontar, simultaneamente, a similaridade entre os ambientes e a recomendação de linhagens para condições específicas ou amplas, quando um ou mais fatores explicaram os efeitos de locais, safras ou anos.

Mendonça *et al.* (2007), utilizando essa metodologia na avaliação da estratificação ambiental em soja, verificaram sua maior seletividade no processo de estratificação ambiental associado à metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991).

Garbuglio *et al.* (2007) mostraram que para milho essa técnica se mostrou mais eficiente no processo de estratificação ambiental, uma vez que permitiu agrupamento entre ambientes altamente correlacionados, o que se observou com o método tradicional de Lin. Para esses autores, a análise de fatores foi uma ferramenta eficiente nos processos de estratificação ambiental e nos estudos de adaptabilidade de genótipos de milho.

2.6 ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL PELO PROGRAMA GENES

Uma maneira de se aumentar a chance de êxito de um programa de melhoramento é a realização de experimentos fidedignos, dos quais são obtidos grande volume de dados experimentais. É a partir do processamento adequado destes dados que os parâmetros genéticos são estimados e os fenômenos biológicos são interpretados. Nesta etapa de análise e interpretação de resultados é fundamental a existência de recursos computacionais e aplicativos eficientes à disposição do pesquisador. O desenvolvimento de aplicativos na área de Genética e Melhoramento é fundamental pela sua escassez na comunidade científica. Sua

disponibilidade visa atender a uma demanda crescente de usuários, nas diversas instituições de pesquisa, que manipulam um grande volume de dados, os quais requerem um processamento adequado, para que parâmetros estatísticos e biológicos sejam convenientemente estimados (CRUZ, 2006).

No caso específico da Genética, verifica-se que o melhoramento intensivo de muitas espécies e a complexidade dos caracteres de maior importância têm requerido a utilização de critérios de seleção cada vez mais apurados. Nas diversas etapas do melhoramento os melhoristas têm a necessidade de utilizar informações, expressas em parâmetros de modelos biométricos, que normalmente não estão disponíveis nas saídas da maioria dos softwares da área científica (CRUZ, 2006).

Para a interação $G \times A$, na qual se objetiva analisar experimentos que envolvam a avaliação de um conjunto de g genótipos em a ambientes, o programa permite realizar o estabelecimento de grupo ou subconjuntos de ambientes em que a interação $G \times A$ seja não significativa (CRUZ, 2006).

Em uma das metodologias que o programa disponibiliza, os ambientes são estratificados com base no algoritmo de Lin (1982), empregando-se o teste F para avaliar a possibilidade da formação do novo grupo.

Por meio desta metodologia é obtido o valor de $d_{jj'}^2$, que expressa o quadrado da distância euclidiana entre os ambientes j e j' , com base no comportamento médio de g cultivares.

Com base na matriz de somas de quadrados da interação $G \times A_{jj'}$, os dados são processados de modo a fornecer os resultados dos agrupamentos. Estes grupos são constituídos por genótipos cujos valores dos quadrados médios da interação genótipo \times ambiente (QMI) darão não significativos. Os valores destes quadrados médios e a significância da estatística F são também fornecidos (CRUZ, 2006).

Outra metodologia empregada é a avaliação do padrão de dissimilaridade de diferentes ambientes, a qual, de acordo com Cruz (2006) tem a capacidade de discriminar genótipos, quantificando, assim, o grau de representatividade da rede experimental. Diferentes ambientes podem ser agrupados por métodos de conglomeração que exigem, preliminarmente, a obtenção de uma medida de dissimilaridade entre os ambientes e, posteriormente, a utilização de uma técnica adequada de agrupamento.

Assim, o procedimento tem a finalidade de analisar experimentos envolvendo a avaliação de um conjunto de g genótipos em a ambientes. Estima as medidas de dissimilaridade entre quaisquer pares de ambientes estudados, por meio de várias estatísticas, como, por exemplo, quadrado da distância euclidiana média baseada na interação $G \times A$ (CRUZ, 2006).

Da mesma forma é realizada a decomposição da interação $G \times A$ em partes simples e complexa, seguindo o método proposto por Cruz e Castoldi (1991) em estudos de simulações. Este tipo de decomposição, segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2004) pondera de maneira mais eficiente a contribuição da correlação e da diferença de variabilidade genotípica nos ambientes. Portanto, demonstra ser mais adequada na análise e interpretação dos dados experimentais que outras metodologias de decomposição.

Com base nas estimativas das somas de quadrados entre genótipos e pares de ambientes são obtidos os respectivos quadrados médios da interação. Simultaneamente são obtidos os coeficientes de correlações simples, estimados a partir das médias dos genótipos em cada par de ambientes. A partir desses valores, utilizando-se a expressão proposta por Cruz e Castoldi (1991), é obtida a matriz da estimativa das partes simples e complexa do quadrado médio da interação entre genótipos e pares de ambientes. A obtenção de agrupamentos leva em consideração interações predominantemente simples (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

O programa permite ainda obter estimativas dos parâmetros de adaptabilidade dos genótipos e da estratificação ambiental, por meio de análise de fatores.

Segundo Cruz (2006) para utilização das análises de fatores em estudos de adaptabilidade e estratificação ambiental, deve-se destacar o fato de que as variáveis $x_1, x_2 \dots x_j$ representam uma única variável, por exemplo, produtividade de grãos, porém avaliada em cada um dos a ambientes em que os genótipos foram mensurados.

Nesse tipo de análise são impostas restrições, em relação aos fatores comuns, de média nula, variância unitária e covariância entre fatores comuns também nula, de modo que eles sejam ortogonais. Os fatores específicos

apresentam médias e covariâncias entre fatores específicos e comuns nulas e variância dada por:

$$\text{Var}(\varepsilon_j) = \frac{1}{n-1} \tilde{\varepsilon}_j' \tilde{\varepsilon}_j = \sigma_{\varepsilon_j}^2$$

Esta variância é denominada especificidade ou unicidade. Os fatores específicos são ortogonais aos vetores de fatores comuns. Também é calculada a comunalidade, que representa a proporção da variância da variável padronizada j devida aos fatores comuns. A comunalidade é a medida da eficiência da representação da variável x_j por uma parte comum, também envolvida nas demais variáveis analisadas. É aceitável valor de comunalidade superior a 0,64, que é equivalente a se ter coeficiente de correlação entre x_j e z_j superior a 0,80 (CRUZ, 2006).

A forma funcional do modelo de análise fatorial é dada por $X = Y\Lambda + \varepsilon$, em que:

X = matriz de observações ($g \times a$), que apresenta os valores obtidos para cada genótipo e variável analisada, com as variáveis estudadas representando uma mesma característica, porém medida em vários ambientes;

Y = matriz ($g \times m$) de fatores comuns;

Λ = matriz ($m \times a$) de cargas fatoriais;

ε = matriz ($g \times a$) de fatores específicos.

Objetiva-se na análise de fatores, o estabelecimento de combinações lineares que permitam a interpretação quanto aos grupos de ambientes com mesmo padrão de discriminação genotípica, capazes de reterem o máximo das associações originalmente disponíveis entre os ambientes estudados (CRUZ, 2006).

Após a análise de fatores, continua o autor, para a estratificação dos ambientes são analisados os elementos ou cargas fatoriais, identificando, para cada variável, os fatores com coeficientes de ponderação próximos da unidade. O agrupamento de ambientes é realizado a partir das informações sobre a magnitude das cargas fatoriais finais, obtidas após rotações, de modo que cargas fatoriais maiores ou iguais a 0,70, em valor absoluto, indicam ambientes com altas correlações e são agrupadas dentro de cada fator; cargas fatoriais de valores iguais

ou abaixo de 0,50 indicam que o ambiente em questão não deve pertencer ao grupo e cargas fatoriais com valores entre 0,50 e 0,70 não garantem nenhuma definição de agrupamento.

O número de fatores finais considerados na estratificação ambiental, por meio de análise de fatores, pode ser admitido como igual ao número de autovalores iguais ou superiores a 1 (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Porém, em situações em que a proporção da variação explicada pelos autovalores maiores que 1 é baixa, deve-se considerar mais fatores até que se atinja, pelo menos, 80% da variabilidade total.

A extração das cargas fatoriais é realizada pelo método dos componentes principais, e os fatores estabelecidos pelo método de rotação *varimax*, com um máximo de 50 rotações (CRUZ, 2006).

Já a análise de adaptabilidade genotípica baseada na técnica de análise de fatores é realizada graficamente por meio de escores obtidos em relação aos fatores (CRUZ, 2006). De acordo com Murakami e Cruz (2004), nos quadrantes II e IV estarão os genótipos com adaptabilidade específica aos ambientes, agrupados em cada um dos dois fatores utilizados na plotagem gráfica. No quadrante I estarão os genótipos de adaptabilidade ampla, ou seja, apresentarão escores altos para os ambientes agrupados nos dois fatores, simultaneamente. No quadrante III estarão os genótipos de baixa performance, passíveis da não indicação de cultivo para os ambientes em estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados para avaliação 48 híbridos experimentais de linhagens de milho em endogamia parcial ($0 < F < 1$, onde F = coeficiente de endogamia), correspondentes aos tratamentos 1 a 24, os quais foram divididos em dois conjuntos de experimentos, denominados de C1 e C2. O conjunto C1 foi composto por 17 híbridos simples (HS) e 7 híbridos triplos (HT), enquanto o conjunto C2 foi composto por 15 HS e 9 HT. Como testemunhas foram utilizados seis cultivares comerciais, os quais corresponderam aos tratamentos 25 a 30 (FTH-950, FTH-510, D2B710, DKB 390, AG8021, P30F53, respectivamente), comuns aos dois conjuntos (C1 e C2) e recomendados para cultivo (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2007). C1 e C2 foram avaliados na Safra 2006/2007 em dez ambientes comuns aos dois conjuntos e um ambiente específico à C1. Os locais escolhidos para avaliação dos híbridos de C1 e C2 fazem parte do Programa de Melhoramento da empresa Semília Genética e Melhoramento Ltda. Esses ambientes são distintos quanto à localização geográfica e às características agro-climáticas, incluindo data de plantio, altitude, latitude e longitude (Figura 2 e Tabela 1).

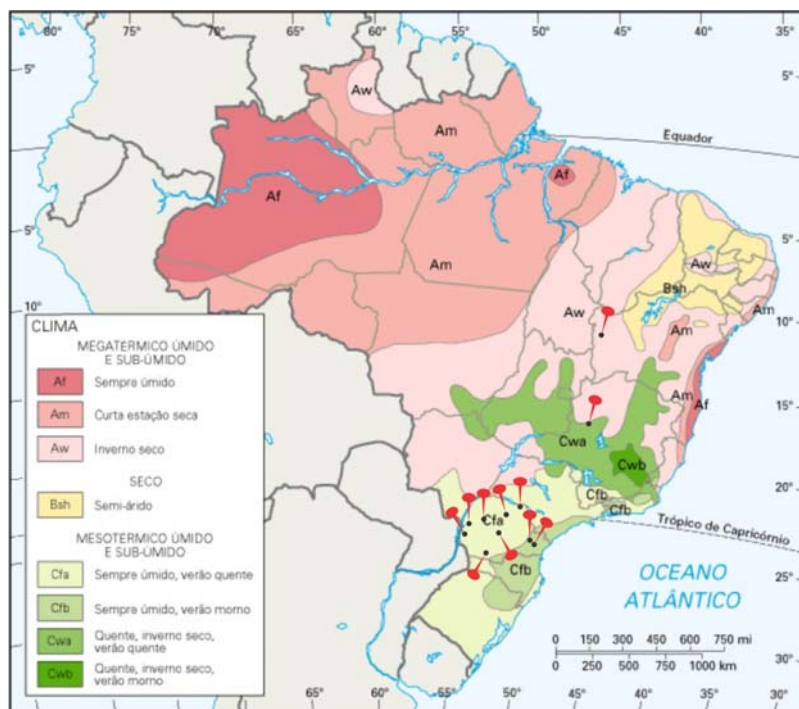


FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DOS AMBIENTES NOS QUAIS FORAM AVALIADOS OS CONJUNTOS C1 E C2

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES ESTUDADOS NA SAFRA 2006/2007

AMBIENTE/ESTADO	CLIMA*	DATA DE PLANTIO	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE
CL – Campo Largo/PR	Cfb	06/10/06	1000m	25°24'48"	49°31'40"
PG – Ponta Grossa/PR	Cfb	13/10/06	880m	25°17'00"	50°09'43"
PI – Pitanga/PR	Cfa	26/10/06***	952m	24°45'25"	51°45'39"
PB – Pato Branco/PR	Cfa	04/10/06	760m	26°13'44"	52°40'15"
CM – Campo Mourão/PR	Cfa	26/09/06	760m	24°17'09"	52°22'58"
LD – Londrina/PR	Cfa	04/10/06	576m	23°21'50"	51°09'46"
AND – Andirá/PR	Cfa	07/10/06	470m	23°03'02"	50°13'44"
PA – Palotina/PR	Cfa	04/10/06	335m	24°13'53"	53°50'24"
SH – Santa Helena/PR	Cfa	29/09/06	258m	24°51'37"	54°19'58"
LEM – Luiz Eduardo Magalhães/BA	Aw	18/09/06**	720m	12°05'31"	45°48'18"
PM – Patos de Minas/MG	Cwa	26/10/06	832m	18°34'44"	46°31'04"
Média			682m		

FONTE: IAPAR, 2010.

NOTA: * Classificação climática segundo Köppen. ** Plantio em condição irrigada. *** Plantio tardio em relação aos outros ambientes do Estado do Paraná, mas ainda dentro da data recomendada pelo zoneamento agro-climático do Estado (Anexo 1).

Cfa = clima subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

Cfb = Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Cwa = clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.

Aw = clima tropical quente, com chuvas de verão e outono, temperatura média entre 19°C e 28°C e pluviosidade média inferior a 2000 mm/ano.

A cidade de Patos de Minas – MG recebeu somente o conjunto 1 (C1) devido à quantidade disponível de semente dos híbridos a serem testados e, também, pela disponibilidade de espaço físico para alocação e condução do experimento.

3.1 INSTALAÇÃO DOS ENSAIOS E VARIÁVEIS AVALIADAS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com três repetições, levando-se em consideração os três princípios básicos da experimentação: repetição, casualização e controle local. Cada bloco continha todos os tratamentos (parcelas experimentais) uma única vez, distribuídos aleatoriamente e constituídos de forma a se manter a uniformidade dentro de cada bloco. As

parcelas experimentais foram compostas de duas fileiras de quatro metros, com espaçamento entre elas variando de 0,70 m a 0,90 m, exceto para o município de Luiz Eduardo Magalhães. Neste, a parcela experimental foi composta de duas fileiras de nove metros, com espaçamento de 0,45 m para a maximização da utilização da plantadora, uma vez que diferentes culturas, especialmente milho e soja, são plantadas com o mesmo espaçamento, permitindo maior praticidade e ganho de tempo. Os diferentes espaçamentos (0,45 m a 0,90 m) e a média do estande final (número médio de plantas no momento da colheita) resultaram em diferentes densidades populacionais (Tabela 2). A semeadura foi realizada intercalando-se covas com uma e duas sementes para posterior desbaste, a fim de se obterem as densidades populacionais esperadas.

TABELA 2 – DENSIDADE POPULACIONAL DOS EXPERIMENTOS DE MILHO NOS ONZE AMBIENTES ESTUDADOS NA SAFRA 2006/2007, EM C1 E C2, EM FUNÇÃO DA MÉDIA DO ESTANDE FINAL E DO ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS UTILIZADOS

	C1				C2			
	PARC (m)	ESPAÇ (m)	SFx	DENSIDADE (pl/ha)*	PARC (m)	ESPAÇ (m)	SFx	DENSIDADE (pl/ha)*
CL	8	0,75	40	67.000	8	0,75	39	65.000
PG	8	0,90	39	64.000	8	0,90	39	54.000
PI	8	0,70	37	66.000	8	0,70	36	64.000
PB	8	0,90	40	55.500	8	0,90	39	54.000
CM	8	0,75	39,5	66.000	8	0,75	39,5	66.000
LD	8	0,80	40	62.500	8	0,80	40	62.500
AND	8	0,90	40	55.500	8	0,90	40	55.500
PA	8	0,80	37,2	58.000	8	0,80	36,4	57.000
SH	8	0,90	40	55.500	8	0,90	40,5	56.250
LEM	18	0,45	38	47.000	18	0,45	38,6	47.650
PM	8	0,80	39	61.000	-	-	-	-

NOTA: PARC = parcela composta de 2 fileiras; ESPAÇ = espaçamento entre fileiras; SFx = média do número de plantas finais, contadas no momento da colheita; CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas.
* valores arredondados

Dois grupos de caracteres foram avaliados, sendo um deles com coleta de dados obrigatória em todos os locais e o outro com avaliações em menos ambientes ou em condições específicas.

Os caracteres obrigatórios foram:

- 1) produtividade (prod) = definida como peso total de grãos da parcela experimental;
- 2) umidade de colheita (U%) = definida pela porcentagem de teor de água dos grãos, o qual foi medido com auxílio de Medidor de Umidade Multigrain;
- 3) estande final (SF) = definido como número de plantas na parcela obtido por contagem direta no momento da colheita.

Já para o segundo grupo:

- 1) altura da planta (AP) = definida como a altura medida em cm, do solo até a inserção da folha bandeira;
- 2) altura da espiga (AE) = definida como a altura medida em cm, do solo até o ponto de inserção da espiga principal;
- 3) prolificidade (IE) = a qual é dada pela variável índice de espigas por planta, calculado pela relação entre número de espigas e o estande final, os quais foram contados no momento da colheita.

As alturas de planta e espiga foram realizadas quando as plantas atingiram seu completo desenvolvimento vegetativo, sendo medidas com auxílio de uma régua graduada.

Para determinação final da produtividade, dois fatores foram levados em consideração: 1) os híbridos possuem ciclos diferentes e, portanto, no momento da colheita possuem umidade de grãos diferentes e 2) algumas plantas são perdidas por fatores que fogem ao controle do pesquisador, tais como elevada precipitação pluvial, ação de pragas e doenças (VENCOVSKY; CRUZ, 1991).

Assim, para fins de comparação, a produtividade final desses híbridos foi obtida pelo peso total de grãos da parcela, fazendo-se a correção para a umidade referência (13%) e correção do estande pelo método de covariância (VENCOVSKY; CRUZ, 1991), para posterior conversão para toneladas de grãos por hectare. Esse método de correção foi escolhido pois, trabalhando com dados simulados, os autores Vencovsky e Cruz (1991) concluíram que o método de correção da produtividade de parcelas pelo método da covariância para o estande inicial foi o mais eficiente em qualquer situação estudada.

3.2 PRODUTIVIDADE ASSOCIADA A FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS

Para os municípios situados no Estado do Paraná, os dados de radiação solar média incidente foram fornecidos pelo Instituto Tecnológico Simepar, enquanto que para Patos de Minas, o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia foi o responsável pelos dados.

Os dados de desvios da precipitação pluviométrica em relação à média histórica no Estado do Paraná foram obtidas no site do IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) (<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=984>). Para Luiz Eduardo Magalhães e Patos de Minas, os dados referentes à precipitação pluviométrica e temperaturas médias, máximas e mínimas foram obtidas no INMET.

3.3 MODELOS ESTATÍSTICOS

Antes de se estudar a interação G x A, o procedimento adotado foi a realização da análise de variância (ANOVA) em cada ambiente. Este teste foi utilizado para avaliação da existência de variabilidade genética entre os cultivares estudados, para verificar a precisão relativa de cada experimento e para verificar a homogeneidade das variâncias residuais. O princípio da ANOVA é o de estudar a variabilidade dos dados, de forma a identificar que parcela desta variabilidade é devida ao efeitos dos diferentes tratamentos e que parcela dela é devida aos erros aleatórios não controláveis (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

A avaliação de g genótipos em experimento em blocos ao acaso com b blocos, foi realizada conforme esquema da Tabela 3 e segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

onde:

Y_{ij} = observação obtida na parcela com i-ésimo genótipo no j-ésimo bloco

μ = média geral

G_i = efeito do i-ésimo genótipo

B_j = efeito do j-ésimo bloco

ε_{ij} = efeito do erro aleatório associado à observação de ordem ij

TABELA 3 – ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) EM CADA AMBIENTE

FV	GL	SQ	QM	E(QM)	F
Blocos/Ambientes	b – 1	SQB	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	
Genótipos	g – 1	SQT	QMT	$\sigma^2 + b\phi_g$	QMT/QMR
Resíduo	(b – 1)(g – 1)	SQR	QMR	σ^2	
Total	bg – 1	SQTo			
Média	m				
CV %	$\frac{(100\sqrt{QMR})}{\bar{Y}}$				

NOTA: b = número de blocos; g = número de genótipos; SQB = soma de quadrados de blocos; SQT = soma de quadrados de tratamentos; SQR = soma de quadrados do resíduo; SQTo = soma de quadrados total; QMB = quadrado médio de blocos; QMT = quadrado médio de tratamentos; QMR = quadrado médio do resíduo; CV = coeficiente de variação

A estimação dos parâmetros genotípicos e ambientais foram obtidos pelas seguintes equações:

VARIÂNCIA GENOTÍPICA

VARIÂNCIA AMBIENTAL

COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO GENOTÍPICO

$$\phi_g = \frac{QMT - QMR}{r}$$

$$\sigma^2 = QMR$$

$$H^2 = \frac{\phi_g}{QMT/r}$$

O coeficiente de correlação intraclassa, que quantifica a repetibilidade do desempenho dos genótipos no experimento, foi obtido por:

$$r = \frac{\frac{QMT - QMR}{J}}{\frac{QMT - QMR}{J} + QMR}$$

onde:

J = número de repetições

Após essas estimativas, uma análise conjunta foi, então, realizada. Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2004) recomenda-se fazer uma análise conjunta apenas nos ambientes cujas variâncias residuais foram homogêneas. A relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo indica a homogeneidade da variância residual, devendo esse valor ser inferior a 7 para tal (PIMENTEL-GOMES, 1990; CRUZ, 2005).

A estimação do componente $\hat{\sigma}_{ga}^2$ em experimentos em blocos casualizados envolvendo g cultivares, avaliados em a ambientes, em relação a um determinado caráter, seguiu o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + B/A_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

μ = média geral

G_i = efeito do i-ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);

A_j = efeito do j-ésimo ambiente ($j = 1, 2, \dots, a$);

GA_{ij} = efeito da interação do i-ésimo genótipo com o j-ésimo ambiente;

B/A_{jk} = efeito do k-ésimo bloco dentro do j-ésimo ambiente ($k = 1, 2, \dots, r$); e

ε_{ijk} = erro aleatório

A estimação dos parâmetros genotípicos e ambientais foi obtida pelas seguintes equações:

VARIÂNCIA GENOTÍPICA

$$\phi_g = \frac{QMG - QMGA}{ar}$$

VARIÂNCIA DA INTERAÇÃO G x A

$$\sigma_{ga}^2 = \frac{(QMGA - QMR)}{r}$$

O esquema da ANOVA conjunta está descrito na Tabela 4, o qual considera genótipo (G) como efeito fixo e ambiente (A) e interação genótipo x ambiente (G x A) como efeitos aleatórios:

TABELA 4 – ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) CONJUNTA

FV	GL	SQ	QM	E(QM)	F
Blocos/Ambientes	$(r - 1)a$	SQB	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	
Ambientes (A)	$a - 1$	SQA	QMA	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + gr\sigma_a^2$	QMA/QMB
Genótipos (G)	$g - 1$	SQG	QMG	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2 + ar\phi_g$	QMG/QMGA
G x A	$(a - 1)(g - 1)$	SQGA	QMGA	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2$	QMGA/QMR
Resíduo	$(g - 1)(r - 1)a$	SQR	QMR	σ^2	
Total	$gra - 1$	SQTo			
Média	m				
CV %	$\frac{(100\sqrt{QMR})}{\bar{Y}}$				

NOTA: r = número de repetições; a = número de ambientes; g = número de genótipos; SQB = soma de quadrados de blocos; SQA = soma de quadrados de ambientes; SQG = soma de quadrados de genótipos; SQGA = soma de quadrados da interação G x A; SQR = soma de quadrados do resíduo; SQTo = soma de quadrados total; QMB = quadrado médio de blocos; QMA = quadrado médio de ambientes; QMG = quadrado médio de genótipos; QMGA = quadrado médio da interação G x A; QMR = quadrado médio do resíduo; ϕ_g = componente quadrático para modelo de análise cujos efeitos de bloco, ambiente, interação G x A e erro experimental são aleatórios e o efeito de genótipo é fixo (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004); CV = coeficiente de variação; $\alpha = g/(g - 1)$ e \bar{Y} = valor médio dos genótipos para o caráter avaliado.

Em que:

$$SQB = \frac{1}{g} \sum_j \sum_k Y_{jk}^2 - \frac{1}{gr} \sum_j Y_j^2$$

$$SQA = \frac{1}{gr} \sum_j Y_j^2 - C$$

$$SQG = \frac{1}{ar} \sum_i Y_i^2 - C$$

$$SQGA = \frac{1}{r} \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - \frac{1}{gr} \sum_j Y_j^2 - \frac{1}{ar} \sum_i Y_i^2 + C$$

$$SQT = \sum_i \sum_j \sum_k Y_{ijk}^2 - C$$

$$SQR = SQT - (SQB + SQA + SQG + SQGA)$$

$$C = Y^2 \dots / agr$$

Quantificada a interação G x A, partiu-se então para a análise pormenorizada dessa interação. Todos os cálculos estatísticos foram realizados pelo Programa Genes Versão 2009.7.0 (CRUZ, 2009).

3.4 ANÁLISE DOS AMBIENTES PELA INTERAÇÃO G X A

3.4.1 Estratificação de Ambientes

Os ambientes foram estratificados por cinco metodologias utilizando-se o Programa Genes versão 2009.7.0 (CRUZ, 2009).

1) Estratificação de Ambientes com Base no Algoritmo de Lin (1982) ou Método Tradicional

Os agrupamentos foram constituídos por genótipos cujos valores dos quadrados médios da interação genótipo x ambiente deram não-significativos. As somas de quadrados da interação entre genótipos e pares de ambientes (SQGxA_{ij'}) foram obtidas por meio de:

$$SQGxA_{ij'} = \theta_{ij'} = \frac{1}{2} \left[d_{ij'}^2 - \frac{1}{g} (Y_{.j} - Y_{.j'})^2 \right]$$

em que:

$$d_{ij'}^2 = \sum (Y_{ij} - Y_{ij'})^2$$

A soma de quadrados entre genótipos e três ambientes foi obtida pela expressão:

$$\theta_{(jj'k)} = \frac{2}{\eta} (\theta_{ij'} + \theta_{jk} + \theta_{j'k}) = \frac{2}{\eta} S_{ij'k}$$

em que:

$\eta = 3$ (número de ambientes considerados na interação)

$S_{jj'k}$ = somatório das somas de quadrados da interação entre genótipos e combinações, dois a dois, dos ambientes j , j' e k .

Para um número ainda maior de ambientes, utilizou-se:

$$\theta_{(jj'kl)} = \frac{2}{\eta} (S_{jj'k} + \theta_{jl} + \theta_{j'l} + \theta_{kl})$$

2) ANOVA Conjunta

Os agrupamentos obtidos pelo método tradicional de estratificação Ambiental foram avaliados quanto a sua veracidade pela Anova conjunta dos grupos formados e entre pares de ambientes dentro de cada grupo, seguindo a metodologia descrita no item 3.3.

3) Dissimilaridade Ambiental

Utilizou-se como medida de dissimilaridade o quadrado da distância euclidiana média baseada na interação $G \times A$, que é dado por:

$$d_{jj'}^2 = \frac{1}{g} \sum_i (\hat{GA}_{ij} - \hat{GA}_{ij'})^2$$

sendo:

$$\hat{GA}_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}$$

A partir da estimação das distâncias de similaridade foi realizado o agrupamento pelo método UPGMA (SNEATH; SOKAL, 1973), utilizando-se o programa computacional NTSYSpc, versão 2.1 (ROHLF, 1989).

4) Decomposição da Interação em Partes Simples e Complexa (CRUZ; CASTOLDI, 1991)

Com a realização da decomposição do quadrado médio da interação, a parte complexa foi expressa por:

$$\%PC = \frac{100C}{QMGxA_{jj'}}$$

em que:

$$C = \sqrt{(1-r)^3 Q_j Q_{j'}}$$

onde:

r = correlação entre as médias dos genótipos nos dois ambientes

$Q_j Q_{j'}$ = quadrado médio entre genótipos nos ambientes 1 e 2

E a parte simples foi expressa por:

$$\%PS = \frac{100S}{QMGxA_{jj'}}$$

em que:

$$S = QMGxA_{jj'} - C$$

5) Estratificação de Ambientes e Adaptabilidade Baseado em Análise de Fatores (MURAKAMI; CRUZ, 2004),

Na análise de fatores, cada variável foi expressa por uma combinação linear de fatores, além do erro, tendo sido calculada como:

$$x_1 = l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1$$

$$x_2 = l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2$$

ou

$$x_j = \sum_{k=1}^m \ell_{jk} F_k + \varepsilon_j$$

onde:

x_j = variável

m (número de fatores) < a (número de ambientes);

ℓ_{jk} = carga fatorial para a j-ésima variável associada ao k-ésimo vetor;

F_k = k-ésimo fator comum; e

ε_j = fator específico associado à j-ésima variável.

A carga fatorial do fator F_k foi dada pela correlação entre o fator e a variável correspondente, ou seja:

$$r_{x_j F_k} = \frac{Cov(x_j, F_k)}{\sqrt{V(x_j)V(F_k)}} = \ell_{jk}$$

Também foi calculada a comunalidade, considerando que a variância de cada variável padronizada foi dada por:

$$V(x_j) = \sum_{k=1}^m \ell_{jk}^2 + \sigma_{ej}^2$$

Portanto, a comunalidade foi dada por:

$$\zeta_j^2 = \sum_{k=1}^m \ell_{jk}^2 = 1 - \sigma_{ej}^2$$

Esta análise baseia-se no princípio da similaridade do desempenho genotípico usando-se a técnica multivariada de análise de fatores, diferentemente da estratificação ambiental tradicional, que é centrada na média da soma de quadrados de G x A.

A associação entre os métodos de análise da estratificação ambiental foi avaliada pelo coeficiente de correlação classificatória de Spearman (ρ ou r_s), que é uma medida de associação não-paramétrica entre duas variáveis (STEEL; TORRIE,

1980). Varia de $-1 \leq r_s \leq 1$, de correlação perfeita negativa ($r_s = -1$) até perfeita positiva ($r_s = 1$). Para $r_s = 0$ a correlação é nula, não existindo correlação linear. A intensidade da correlação para os valores de r_s varia de muito forte (0,90 a 1,00), forte (0,75 a 0,90), moderada (0,50 a 0,75), fraca (0,25 a 0,50) e muito fraca (0,00 a 0,25) (FINNEY, 1980).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DOS AMBIENTES EM C1 E C2

Os resultados médios das três repetições avaliadas, bem como a comparação entre médias de produtividade pelo Teste de Tukey a 5%, dos 30 genótipos para todos os caracteres, obrigatórios e facultativos, avaliados para os conjuntos de híbridos são apresentados nos apêndices 1 ao 11, para C1, e apêndices 12 a 21, para C2, sendo:

C1	C2
• CL – apêndice 1	• CL – apêndice 12
• PG – apêndice 2	• PG – apêndice 13
• PI – apêndice 3	• PI – apêndice 14
• PB – apêndice 4	• PB – apêndice 15
• CM – apêndice 5	• CM – apêndice 16
• LD – apêndice 6	• LD – apêndice 17
• AND – apêndice 7	• AND – apêndice 18
• PA – apêndice 8	• PA – apêndice 19
• SH – apêndice 9	• SH – apêndice 20
• LEM – apêndice 10	• LEM – apêndice 21
• PM – apêndice 11	

4.1.1 Caráter Produtividade

As diferenças encontradas para a interação G x A em C1 ($p < 0,0001$) e C2 ($p < 0,006$) confirmaram as expectativas de resposta diferenciada dos diferentes genótipos nos onze ambientes avaliados em C1 e nos nove ambientes avaliados em C2 (Tabela 5). As interações encontradas foram predominantemente do tipo complexa, comprovando a necessidade de grandes esforços na avaliação e caracterização de novos cultivares (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

TABELA 5 – RESULTADOS DA ANÁLISE CONJUNTA PARA O CARÁTER PRODUTIVIDADE EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2

C1					
FV	GL	SQ	QM	F	p
Blocos/Ambientes	22	38,29	1,74		
Genótipo	29	197,15	6,79	5,92	0,00000
Ambiente	10	1964,92	196,49	112,89	0,00000
Genótipo x Ambiente	290	332,98	1,15	1,93	0,00001
Genótipo/Ambiente	319	530,14	1,66	2,79	0,00000
Genótipo/CL	29	43,69	1,51	2,53	0,00002
Genótipo/PG	29	47,61	1,64	2,76	0,00000
Genótipo/PI	29	105,31	3,63	6,11	0,00000
Genótipo/PB	29	63,84	2,20	3,70	0,00000
Genótipo/CM	29	42,93	1,48	2,49	0,00003
Genótipo/LD	29	39,51	1,36	2,29	0,00016
Genótipo/AND	29	36,13	1,25	2,09	0,00076
Genótipo/PA	29	60,03	2,07	3,48	0,00000
Genótipo/SH	29	24,57	0,85	1,42	0,07053
Genótipo/LEM	29	32,61	1,12	1,89	0,00349
Genótipo/PM	29	33,88	1,17	1,96	0,00204
Resíduo	638	379,41	0,59		
Total	989	2912,76			

Média = 9,94 t.ha⁻¹

CV = 7,76%

C2					
FV	GL	SQ	QM	F	p
Blocos/Ambientes	18	32,40	1,80		
Genótipo	29	202,15	6,97	7,52	0,00000
Ambiente	8	1179,4	147,43	81,89	0,00000
Genótipo x Ambiente	232	215,11	0,93	1,76	0,00000
Genótipo/Ambiente	261	417,27	1,59	3,04	0,00000
Genótipo/CL	29	40,00	1,38	2,62	0,00000
Genótipo/PG	29	28,10	0,97	1,84	0,00519
Genótipo/PI	29	63,92	2,20	4,19	0,00000
Genótipo/CM	29	68,17	2,35	4,47	0,00000
Genótipo/LD	29	44,78	1,54	2,94	0,00000
Genótipo/AND	29	37,26	1,28	2,44	0,00005
Genótipo/PA	29	69,82	2,41	4,58	0,00000
Genótipo/SH	29	31,78	1,09	2,08	0,00090
Genótipo/LEM	29	33,42	1,15	2,19	0,00039
Resíduo	522	274,43	0,53		
Total	809	1903,54			

Média = 9,50 t.ha⁻¹

CV = 7,62%

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas

As estimativas dos coeficientes de variação (CV) para C1 e C2 foram de 7,76% e 7,62%, respectivamente, mostrando que a precisão experimental foi adequada, pois ao estudar coeficientes de variação em ensaios agrícolas, Pimentel-Gomes (1990) classificou-os como baixos, quando inferiores a 10%; médios, entre 10 e 20%; altos, quando estão entre 20 e 30%; e muito altos, quando são superiores a 30%.

TABELA 6 – VALORES ESTIMADOS PARA VARIÂNCIA DE BLOCOS DENTRO DE AMBIENTES, VARIÂNCIA ENTRE AMBIENTES, VARIÂNCIA ENTRE OS EFEITOS FIXOS DE GENÓTIPOS, VARIÂNCIA DA INTERAÇÃO ENTRE AMBIENTES E GENÓTIPOS E VARIÂNCIA AMBIENTAL PARA PRODUTIVIDADE EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2

C1			
FV	QM	E(QM)	VARIÂNCIAS
Blocos/Ambientes	1,741	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	Blocos/Ambientes – $\sigma_b^2 = 0,038$
Ambientes (A)	196,492	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + gr\sigma_a^2$	Ambientes – $\sigma_a^2 = 2,164$
Genótipos (G)	6,798	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2 + ar\phi_g$	Genótipo – $\phi_g = 0,126$
G x A	1,148	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2$	G x A – $\sigma_{ga}^2 = 0,178$
Resíduo	0,595	σ^2	Ambiental – $\sigma^2 = 0,595$
C2			
FV	QM	E(QM)	VARIÂNCIAS
Blocos/Ambientes	1,800	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$	Blocos/Ambientes – $\sigma_b^2 = 0,042$
Ambientes (A)	147,429	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + gr\sigma_a^2$	Ambientes – $\sigma_a^2 = 1,618$
Genótipos (G)	6,971	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2 + ar\phi_g$	Genótipo – $\phi_g = 0,224$
G x A	0,927	$\sigma^2 + r\alpha\sigma_{ga}^2$	G x A – $\sigma_{ga}^2 = 0,129$
Resíduo	0,526	σ^2	Ambiental – $\sigma^2 = 0,526$

A soma de quadrados do efeito de ambientes (SQ_a) respondeu por 67,46% de SQ_{total} em C1 e 61,96% de SQ_{total} em C2, sendo que este efeito foi maior que a soma de todos os outros (Tabela 6), o que demonstrou a grande variação ambiental presente entre os locais da rede experimental. A variação entre genótipos foi

significativa e respondeu por 6,76% de SQ_{total} em C1 e por 10,62% de SQ_{total} em C2. A interação G x A também se mostrou significativa, respondendo por 11,43% e 11,30% da variação total em C1 e C2 respectivamente (Tabela 5).

Para a obtenção desses resultados mostrados nas Tabelas 5 e 6, processou-se preliminarmente a análise de variância em cada ambiente e posterior correção do estande pelo método de covariância (VENCOVSKY; CRUZ, 1991). As Tabelas 7 e 8 apresentam os resultados das análises de variância e parâmetros genéticos em cada ambiente.

Observando-se a nota da Tabela 7, pode-se verificar que a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo de C1 foi igual a 3,86. Como o valor obtido foi inferior a 7, pode-se afirmar que há homogeneidade da variância residual (PIMENTEL-GOMES, 1990; CRUZ, 2005), o que permitiu a realização da análise de variância conjunta (Tabela 5). Já para C2, a relação maior(QMR)/menor(QMR) foi de 8,51, o que impediu a análise de variância conjunta. Dessa forma, PB precisou ser excluída da análise para o caráter produtividade, de modo que a essa relação passou a ser 4,76. A Tabela 5 apresenta os resultados da análise conjunta sem o ambiente PB.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 8, C1 apresentou média geral de produtividade de $9,94 \text{ t.ha}^{-1}$, sendo que a maior média de produtividade ocorreu no município de PM com $11,99 \text{ t.ha}^{-1}$ e a menor em SH com $7,18 \text{ t.ha}^{-1}$. Para C2, a média geral de produtividade foi de $9,65 \text{ t.ha}^{-1}$, sendo a maior média no município de PG com $11,05 \text{ t.ha}^{-1}$ e a menor em LEM com $7,16 \text{ t.ha}^{-1}$. Em função da retirada de PB, a média de produtividade para C2 passou a ser $9,50 \text{ t.ha}^{-1}$ (Tabela 5). Pode-se, também, constatar que a precisão experimental foi adequada, sendo o maior valor de coeficiente de variação obtido igual a 11,61% e 11,23% para C1 e C2 respectivamente, ambos para o município de SH.

A relação entre o coeficiente de variação genotípico e coeficiente de variação ambiental (CV_g/CV) variou de 0,19 a 1,18 em C1 e de 0,16 a 1,47 em C2. Esta relação CV_g/CV , juntamente com a herdabilidade, são indicativos das possibilidades de ganhos genéticos com a seleção, pois desempenham importante função no entendimento da variação existente entre os genótipos (VENCOVSKY, 1978; KAGEYAMA, 1980). Embora aqui os efeitos de genótipos tenham sido fixos, uma medida análoga à herdabilidade que pode ser considerada, segundo Cruz

(2005), é o coeficiente de determinação genotípico (H^2), que expressa a proporção da variância fenotípica devida à variabilidade genética entre as médias dos tratamentos.

TABELA 7 – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA INDIVIDUAIS PARA O CARÁTER PRODUTIVIDADE EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2

C1					
AMBIENTE	QM (Bloco)	QM (Tratamento)	QM (Resíduo)	F	p
CL	0,722	1,507	0,619	2,43	0,0020
PG	0,599	1,642	0,318	5,17	0,0000
PI	8,996	3,631	1,019	3,56	0,0000
PB	0,358	2,201	0,550	4,00	0,0000
CM	1,071	1,480	0,432	3,42	0,0000
LD	1,042	1,363	0,272	5,01	0,0000
AND	0,824	1,246	0,274	4,55	0,0000
PA	0,082	2,070	0,874	2,37	0,0026
SH	0,694	0,847	0,695	1,22	0,2558
LEM	0,389	1,124	0,439	2,56	0,0012
PM	4,369	1,168	1,049	1,11	0,3553
GL	2	29	58		
C2					
AMBIENTE	QM (Bloco)	QM (Tratamento)	QM (Resíduo)	F	p
CL	1,576	1,379	0,531	2,59	0,0010
PG	0,132	0,969	0,515	1,88	0,0204
PI	5,514	2,204	0,814	2,71	0,0006
PB	0,941	1,571	1,457	1,08	0,3941
CM	1,971	2,351	0,384	6,12	0,0000
LD	1,122	1,544	0,303	5,09	0,0000
AND	0,125	1,285	0,171	7,51	0,0000
PA	1,111	2,407	0,795	3,03	0,0002
SH	3,874	1,096	0,732	1,49	0,0956
LEM	0,777	1,152	0,486	2,37	0,0026
GL	2	29	58		

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas

C1 → Relação Maior(QMR)/Menor(QMR) = 3,86

C2 → Relação Maior(QMR)/Menor(QMR) = 8,51

TABELA 8 – PARÂMETROS GENÉTICOS DE COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, RELAÇÃO ENTRE COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENOTÍPICO E COEFICIENTE DE VARIAÇÃO, VARIÂNCIA GENOTÍPICA, VARIÂNCIA AMBIENTAL, COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO GENOTÍPICO, CORRELAÇÃO INTRACLASSE E DIFERENÇA MÍNIMA SIGNIFICATIVA, OBTIDOS EM CADA AMBIENTE CONSIDERANDO O CARÁTER PRODUTIVIDADE EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1 E C2

C1								
AMBIENTE	MÉDIA	CV (%)	CV _g /CV	S _g ²	S ²	H ²	r (%)	DMS (5%)
CL	10,44	7,53	0,69	0,29	0,21	0,59	32,32	2,534
PG	10,96	5,14	1,18	0,44	0,10	0,81	58,11	1,815
PI	10,64	9,50	0,92	0,87	0,34	0,72	46,06	3,252
PB	10,93	6,78	1,00	0,55	0,18	0,75	50,01	2,389
CM	10,69	6,15	0,89	0,35	0,14	0,71	44,73	2,118
LD	10,11	5,16	1,16	0,36	0,09	0,80	57,28	1,680
AND	9,82	5,33	1,08	0,32	0,09	0,78	54,14	1,685
PA	9,08	10,29	0,67	0,40	0,29	0,58	31,28	3,012
SH	7,18	11,61	0,27	0,05	0,23	0,18	6,80	2,685
LEM	7,51	8,83	0,72	0,23	0,15	0,61	34,08	2,135
PM	11,99	8,54	0,19	0,04	0,35	0,10	3,60	3,299
Média (t.ha⁻¹)	9,94							
C2								
AMBIENTE	MÉDIA	CV (%)	CV _g /CV	S _g ²	S ²	H ²	r (%)	DMS (5%)
CL	10,38	7,02	0,73	0,28	0,18	0,61	37,74	2,348
PG	11,05	6,49	0,54	0,15	0,17	0,47	22,72	2,311
PI	9,82	9,18	0,75	0,46	0,27	0,63	36,26	2,906
PB	10,99	10,98	0,16	0,04	0,48	0,07	2,50	3,888
CM	10,08	6,15	1,31	0,65	0,13	0,84	63,11	1,995
LD	10,11	5,45	1,17	0,41	0,10	0,80	57,71	1,774
AND	9,76	4,24	1,47	0,37	0,06	0,87	68,42	1,333
PA	9,56	9,33	0,82	0,54	0,26	0,67	40,37	2,872
SH	7,62	11,23	0,41	0,12	0,24	0,33	14,18	2,756
LEM	7,16	9,74	0,67	0,22	0,16	0,58	31,34	2,245
Média (t.ha⁻¹)	9,65							

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas; CV(%) = coeficiente de variação ambiental; CV_g/CV = relação entre o coeficiente de variação genotípico e o coeficiente de variação ambiental; S_g² = variância genotípica (média); S² = variância ambiental (média); H² = coeficiente de determinação genotípico; r (%) = correlação intraclasses (parcela); DMS (5%) = diferença mínima significativa ao nível de 5%.

Verificou-se a existência de variabilidade entre os genótipos testados em nove municípios de C1 ($p \leq 0,0020$) (Tabela 7), apontando para o melhorista a possibilidade de seleção nestes ambientes, com variância genotípica sendo menor em LEM (0,23) e maior em PI (0,87) e variância residual menor em LD/ AND (0,09) e maior em PM (0,35) (Tabela 8). Em C2, verificou-se variabilidade entre genótipos para a maioria dos ambientes (Tabela 7). A variância genotípica foi menor em PG (0,15) e maior em CM (0,65). A variância residual foi menor em AND (0,06) e maior em PB (0,48) (Tabela 8).

Valores da relação CV_g/CV iguais ou superiores a 1,0 indicam uma situação muito favorável à seleção, pois a variação genética supera a ambiental (VENCOVSKY, 1978; KAGEYAMA, 1980). PG, PB, LD e AND, em C1, e CM, LD e AND, em C2, apresentaram valores superiores a 1,0, indicando ambientes favoráveis à seleção de genótipos superiores (Tabela 8). SH e PM apresentaram os menores valores dessa relação em C1, 0,27 e 0,19, com variância genotípica de 0,05 e 0,04, respectivamente. Em C2, os menores valores foram apresentados por PB e SH, 0,16 e 0,41, com variância genotípica de 0,04 e 0,12, respectivamente. Esses valores são justificados pela comparação entre médias realizada pelo teste de Tukey a 5%, que não mostrou diferença entre os genótipos, indicando ambientes não propícios à seleção para os genótipos aqui avaliados (Apêndices 9, 11, 15 e 20, respectivamente). Segundo Cargnelutti Filho e Storck (2007), a não detecção de diferenças significativas entre tratamentos pode ser atribuída a sua inexistência ou ao erro experimental muito alto. Ao rejeitar a hipótese H_0 , afirma-se que há diferença significativa entre pelo menos um contraste de médias, com um erro tipo I de 5%, ou seja, há 5% de probabilidade de se tomar uma decisão errada. No entanto, ao aceitar-se H_0 , existe uma probabilidade desconhecida de se errar ao tomar esta decisão, associada ao erro tipo II, ou seja, poderia ocorrer de se aceitar a não existência de diferenças entre os cultivares, mas ainda assim elas existirem.

Pela relação maior QMR/menor QMR em C2, PB foi excluído das análises. Quanto ao descarte dos resultados de PM em C1 e SH em C1 e C2, segundo os mesmos autores é um problema decidir pelo descarte ou não de um experimento, especialmente quando não ocorreu nenhum fato relevante durante a sua condução que justifique tal procedimento, mas apesar disso o coeficiente de variação é muito

alto e o experimento é de efeito não significativo para tratamento. Segundo a classificação de Pimentel-Gomes (1990), os coeficientes de variação obtidos para esses ambientes foram de magnitude baixa (PM) e média (SH), o que não justificaria esse descarte. Porém, de acordo com Garcia (1989), embora o coeficiente de variação seja extensivamente utilizado, essa medida não considera as particularidades da cultura avaliada e, principalmente, o caráter estudado. Nesse sentido, outras estatísticas como o coeficiente de herdabilidade, coeficiente de determinação genotípico, coeficiente de repetibilidade ou de correlação intraclasse, valor do teste F para cultivar, índice de Fasoulas têm sido utilizadas como medidas de precisão experimental (FEIJÓ, 2005; CARGNELUTTI FILHO; STORCK, 2007; CARGNELUTTI FILHO; STORCK, 2009; CARGNELUTTI FILHO; STORCK; GUADAGNIN, 2010).

Com relação ao coeficiente de correlação intraclasse ou coeficiente de repetibilidade (r), nos locais com efeitos significativos de genótipos dentro de ambientes, o coeficiente r variou de 31,28% a 58,11%, em C1, e de 31,34% a 68,42%, em C2, enquanto o coeficiente de determinação genotípico (H^2) variou de 0,58 a 0,81, em C1, e de 0,47 a 0,87, em C2, com base nas três repetições. Nos locais em que não foram detectadas diferenças significativas de genótipos dentro de ambientes, o coeficiente de repetibilidade (r) foi de 3,6% e 6,80% e o coeficiente de determinação genotípico (H^2) de 0,10 e 0,18 para PM e SH, respectivamente, em C1, enquanto para C2, o coeficiente r foi de 2,5% e 14,18% e o coeficiente H^2 foi de 0,07 e 0,33 para PB e SH, respectivamente, mostrando que a repetibilidade do desempenho dos genótipos foi baixa nestes ambientes (Tabela 8). Esses resultados revelam que a não identificação de diferenças entre cultivares está associada à menor precisão experimental, embora os valores do coeficiente de variação tenham sido relativamente baixos, de modo que conclusões que envolvam esses ambientes podem ser precipitadas.

CL, PA e LEM, em C1, e CL, PG, PI e LEM, em C2, apresentaram repetibilidade de desempenho considerada pobre ($r < 40\%$). Valores de repetibilidade entre 40% e 75%, conforme constatado em PG, PI, PB, CM, LD e AND, em C1, e CM, AND, LD e PA, em C2, são considerados satisfatórios (Tabela 8) (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

4.1.2 Caracteres Prolificidade (IE), Altura de Planta (AP) e Altura de Espiga (AE)

A análise conjunta, em C1, revelou diferenças ($p < 0,003$) para variação entre ambientes, genótipos e para a interação entre eles (G x A) para todos os caracteres avaliados (Tabela 9).

TABELA 9 – RESULTADOS DAS ANÁLISES CONJUNTAS PARA OS CARACTERES PROLIFICIDADE (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) E ALTURA DE PLANTA (AP) EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C1

	FV	GL	QM	TESTE	F	p
IE	Genótipo	29	0,008	QMG/QMGA	2,743	0
	Ambiente	9	0,082	QMA/B	22,683	0
	Genótipo x Ambiente	261	0,003	QMGA/QMR	1,337	0,00242
	Genótipo/CL	29				100
	Genótipo/PG	29				0,00069
	Genótipo/PI	29				0,34974
	Genótipo/PB	29				0,00001
	Genótipo/CM	29				100
	Genótipo/LD	29				0,16229
	Genótipo/AND	29				100
	Genótipo/PA	29				100
	Genótipo/LEM	29				0,00366
	Genótipo/PM	29				0
	CV% = 4.53					
AE	Genótipo	29	766,216	QMG/QMGA	6,485	0
	Ambiente	7	59158,730	QMA/B	613,309	0
	Genótipo x Ambiente	203	118,151	QMGA/QMR	1,438	0,00087
	CV% = 7.27					
AP	Genótipo	29	1050,354	QMG/QMGA	6,849	0
	Ambiente	7	69401,269	QMA/B	198,152	0
	Genótipo x Ambiente	203	153,343	QMGA/QMR	1,572	0,0004
	CV% = 4.20					

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas

A prolificidade sofreu efeito da interação G x A ($p = 0,2\%$). Altura de espiga e altura de planta também apresentaram efeitos de interação G x A ($p < 0,001$) mostrando a existência de resposta diferenciada dos genótipos nos onze ambientes avaliados (Tabela 9).

Já em C2, o caráter prolificidade não apresentou interação G x A ($p = 100$) na análise conjunta, mostrando a não existência de resposta diferenciada dos genótipos nos dez ambientes avaliados ou essa interação foi muito pequena não sendo detectada na análise. Os genótipos mostraram diferenças entre si somente nos ambientes PG ($p < 0,02$) e PB ($p < 0,001$). Para altura de espiga houve efeito de ambientes, genótipos e interação G x A ($p < 0,001$). Para altura de planta também houve efeito de ambientes e genótipos ($p < 0,001$), bem como de interação G x A ($p < 0,05$) (Tabela 10).

TABELA 10 – RESULTADOS DAS ANÁLISES CONJUNTAS PARA OS CARACTERES PROLIFICIDADE (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) E ALTURA DE PLANTA (AP) EM MILHO, SAFRA 2006/2007, PARA C2

	FV	GL	QM	TESTE	F	p
	Genótipo	29	0,004	QMG/QMGA	1,947	0,00378
	Ambiente	8	0,028	QMA/B	7,735	0,00017
	Genótipo x Ambiente	232	0,002	QMGA/QMR	0,976	100
IE	Genótipo/CL	29				100
	Genótipo/PG	29				0,01330
	Genótipo/PI	29				0,10696
	Genótipo/PB	29				0
	Genótipo/CM	29				100
	Genótipo/LD	29				100
	Genótipo/AND	29				100
	Genótipo/PA	29				100
	Genótipo/LEM	29				100
		CV% = 4.09				
	Genótipo	29	647,422	QMG/QMGA	5,422	0
AE	Ambiente	6	74446,085	QMA/B	355,985	0
	Genótipo x Ambiente	174	119,401	QMGA/QMR	1,520	0,00038
	CV% = 6.96					
	Genótipo	29	874,834	QMG/QMGA	7,498	0
AP	Ambiente	6	85942,844	QMA/B	315,985	0
	Genótipo x Ambiente	174	116,667	QMGA/QMR	1,287	0,02197
	CV% = 4.03					

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães.

Para a obtenção desses resultados mostrados nas Tabelas 9 e 10, processou-se preliminarmente a análise de variância dos três caracteres em cada ambiente para C1 e para C2.

Para o caráter prolificidade, as estimativas de coeficiente de variação demonstraram bom controle do erro experimental, sendo obtidos valores que variaram de 1,19% em PA a 7,31% em PM, para C1, e de 0,67% em PA a 7,99% em PB, para C2 .

Já para altura de espiga e altura de planta as estimativas obtidas para os experimentos em locais individuais, variaram de 4,68% em LEM a 10,96% em PM e de 3,10% em PI a 6,00% em PA, respectivamente, para C1. Em C2, altura de planta variou de 3,2% em LD a 5,19% em AND, e altura de espiga variou de 5,63% em LEM a 8,67% em PA.

A Tabela 11 apresenta os valores médios, mínimos e máximos observados dentro das três repetições dos experimentos e as Figuras 3, 5 e 6 apresentam a distribuição de freqüência observada, considerando-se a média das três repetições para cada um dos três caracteres em todos os ambientes em que foram avaliados.

A média geral (X_{geral}) para prolificidade (IE) foi de 1,01 com limites inferior e superior iguais a 0,89 e 1,22, em C1 e de 1,00 com limites inferior e superior iguais a 0,88 e 1,09, em C2, respectivamente, considerando a média obtida das três repetições do experimento (Figura 3).

Em PB, PI e LD, alguns genótipos conseguiram manifestar sua capacidade de prolificidade, mas grande parte desses genótipos apresentaram valores inferiores a 1,00. Considerando o conjunto C1, em LD apenas 3 genótipos (10%) apresentaram prolificidade com valores iguais à média geral (IE = 1,01), 2 genótipos (7%) desenvolveram pelo menos 1 espiga (IE = 1,00) e 25 genótipos (83%) apresentaram IE menor que 1. Em PI, 5 genótipos (17%) foram prolíficos (IE > 1,00), 3 genótipos (10%) desenvolveram pelo menos 1 espiga e 22 genótipos (73%) apresentaram IE menor que 1. Já em PB, 9 genótipos (30%) apresentaram prolificidade (IE > 1,00), 3 genótipos (10%) desenvolveram pelo menos 1 espiga e 18 genótipos (60%) apresentaram IE menor que 1. Para C2, os resultados foram semelhantes com 70% em PB, 60% em PI e 57% em LD dos genótipos apresentando valores inferiores a 1,00.

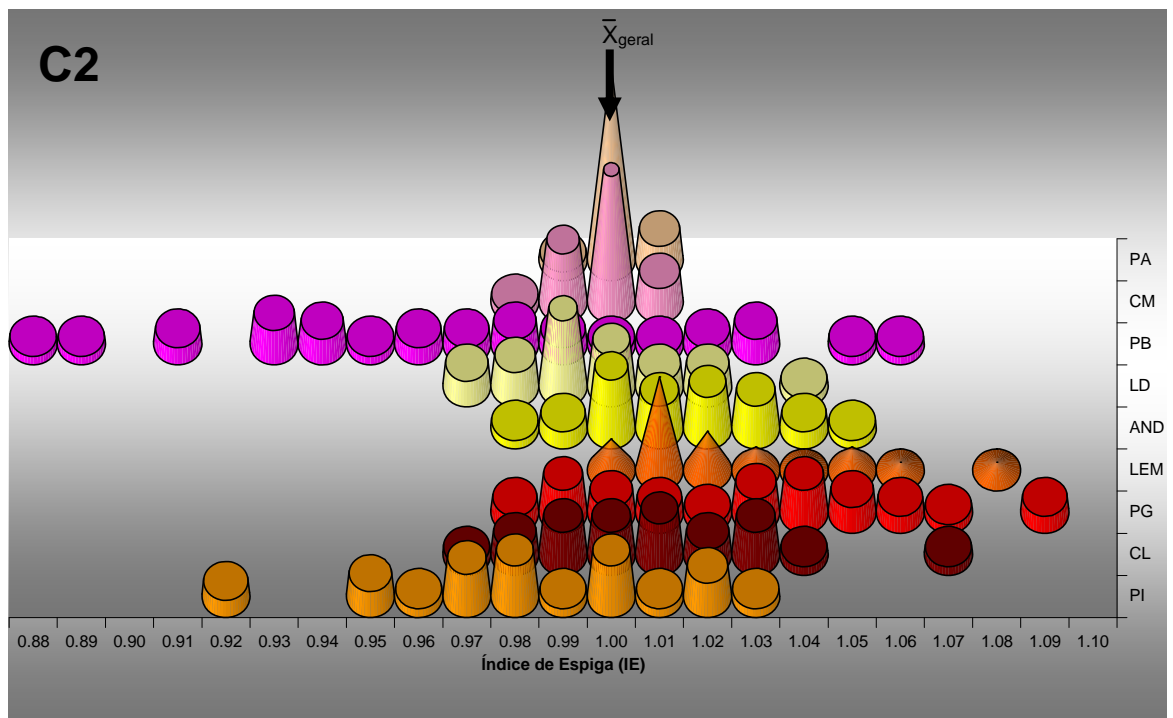
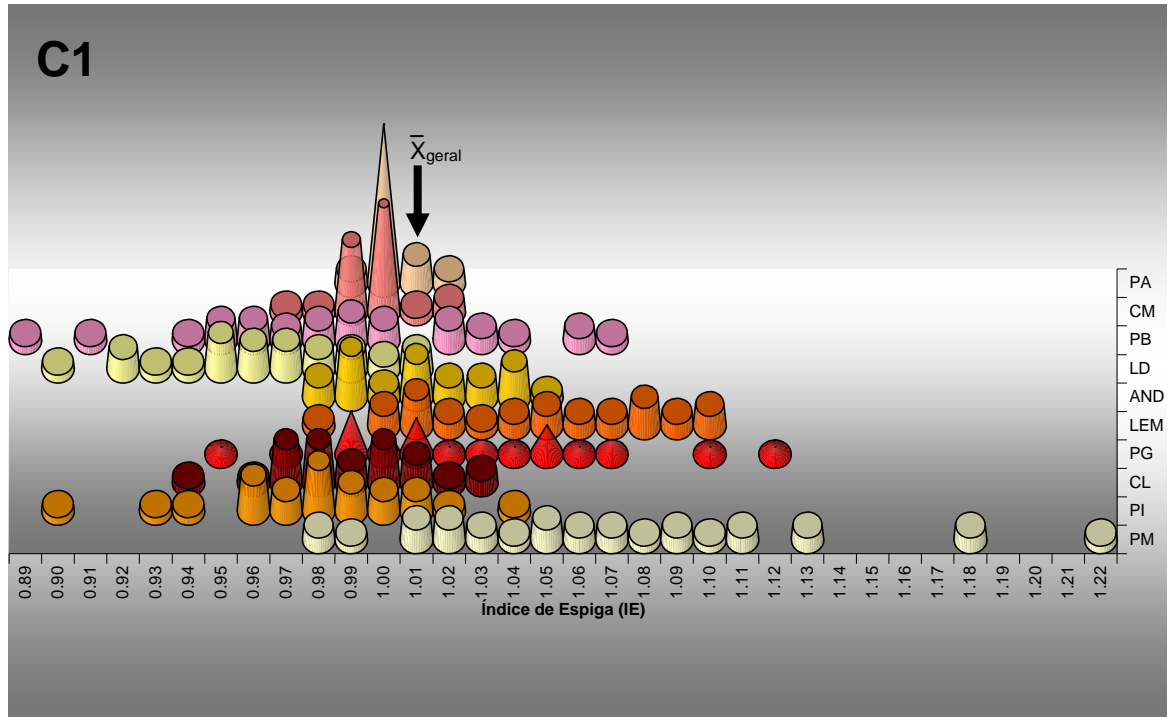
TABELA 11 – MÉDIAS, VALORES MÍNIMOS E MÁXIMOS PARA OS CARACTERES PROLIFICIDADE, ALTURA DE ESPIGA (cm) E ALTURA DE PLANTA (cm) EM MILHO, SAFRA 2006/2007, EM C1 E C2

C1									
AMBIENTE	PROLIFICIDADE			ALTURA DE ESPIGA (cm)			ALTURA DE PLANTA (cm)		
	MIN	MÉDIA	MAX	MIN	MÉDIA	MAX	MIN	MÉDIA	MAX
CL	0,92	1,01	1,11	120	150	175	230	262	290
PG	0,90	1,02	1,14	130	170	205	235	284	315
PI	0,79	0,98	1,11	105	133	155	225	248	270
PB	0,81	0,99	1,24	-	-	-	-	-	-
CM	0,95	1,00	1,03	-	-	-	-	-	-
LD	0,85	0,96	1,05	65	88	115	175	205	225
AND	0,95	1,01	1,10	85	107	125	185	212	240
PA	0,97	1,00	1,03	80	113	140	160	212	245
SH	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEM	0,97	1,05	1,25	100	115	130	190	220	240
PM	0,90	1,07	1,34	100	122	170	200	235	260
CONJUNTO	0,79	1,01	1,34	65	125	205	160	235	315

C2									
AMBIENTE	PROLIFICIDADE			ALTURA DE ESPIGA (cm)			ALTURA DE PLANTA (cm)		
	MIN	MÉDIA	MAX	MIN	MÉDIA	MAX	MIN	MÉDIA	MAX
CL	0,87	1,01	1,10	115	150	175	215	258	280
PG	0,93	1,03	1,19	140	177	220	250	293	320
PI	0,79	0,98	1,11	105	132	160	220	245	265
PB	0,73	0,97	1,19	-	-	-	-	-	-
CM	0,97	1,00	1,03	-	-	-	-	-	-
LD	0,93	1,00	1,06	70	91	110	185	209	230
AND	0,97	1,01	1,10	85	109	130	185	214	240
PA	0,98	1,00	1,03	90	117	140	180	217	240
SH	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LEM	0,98	1,02	1,19	100	115	130	190	217	240
CONJUNTO	0,73	1,00	1,19	70	127	220	180	236	320

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas

A



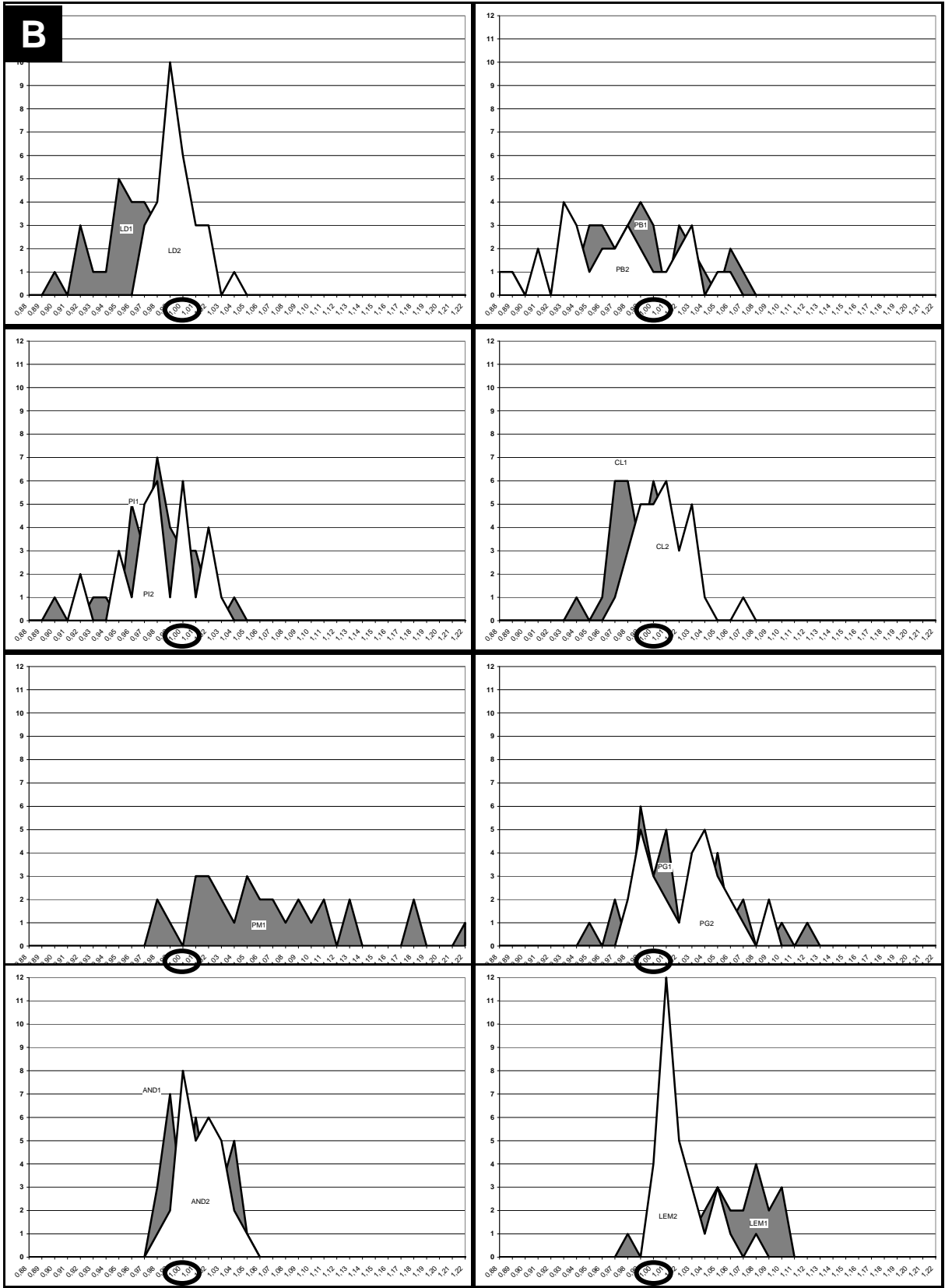




FIGURA 3 – A) DISTRIBUIÇÃO DO CARÁTER PROLIFICIDADE (IE) POR MEIO DA MEDIDA DO ÍNDICE DE ESPIGA; B) NÚMERO DE GENÓTIPOS QUE ATINGIRAM A MÉDIA, PARA OS EXPERIMENTOS DE MILHO DE C1 E C2 NOS AMBIENTES AVALIADOS, NA SAFRA 2006/2007

NOTA: 1 = ambientes do conjunto C1; 2 = ambientes do conjunto C2. LD = Londrina, PB = Pato Branco, PI = Pitanga, CL = Campo Largo, PM = Patos de Minas, PG = Ponta Grossa, AND = Andirá, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, CM = Campo Mourão, PA = Palotina. Os valores de IE são fruto da média das três repetições. Área em cinza representa C1; área em branco representa C2.

O ambiente CL apresentou, em C1, 57% dos genótipos (17) com $IE < 1,00$, com esse valor caindo para 30% dos genótipos (9) em C2, mostrando influência da densidade de plantio sobre o caráter prolificidade. A densidade populacional em CL foi a maior em C1 e a segunda maior em C2. Segundo Fornasieri Filho (1992), o adensamento excessivo incrementa a competição intraespecífica, o que estimula a dominância apical, além de aumentar a esterilidade feminina e o número de plantas sem espiga.

PM em C1 e PG, AND e LEM, em C1 e C2, mostraram maior concentração de genótipos com valores superiores à média geral e também com expressão de prolificidade. Em PM, 90% dos genótipos apresentaram $IE \geq 1$. Em PG, em torno de 70% dos genótipos apresentaram $IE \geq 1,00$, dos quais em torno de 60% emitiram a 2ª espiga, em C1 e C2. Em AND, 67% e 90% dos genótipos, em C1 e C2 respectivamente, apresentaram $IE \geq 1,00$, dos quais 60% (C1) e 63% (C2) emitiram a 2ª espiga. Em LEM, mais de 96% dos genótipos apresentaram $IE \geq 1,00$, dos quais 87% emitiram a 2ª espiga nos dois conjuntos de experimentos. Estes ambientes favoreceram a expressão de materiais com característica de prolificidade.

O município de PA apresentou a menor variabilidade de amplitude de IE, seguida por CM, ambos com a maioria dos genótipos apresentando IE = 1,00, sendo 73% e 50%, em C1, e 83% e 57%, em C2, respectivamente (Figura 3). Genótipos com capacidade de expressão de prolificidade não demonstraram seu potencial. Não foram constatados efeitos de interação G x A em PA e CM ($p = 100$) em C1 e C2. Em CL, PI, LD e AND também não foram constatados efeitos de genótipos dentro de ambiente ($p > 0,16$), em C1 e C2, e em LEM apenas para C2 não foi constatado efeitos de genótipos dentro de ambiente ($p = 100$) (Tabelas 9 e 10).

A expressão da prolificidade é altamente dependente das condições ambientais (RESENDE *et al.*, 1997), especialmente limitações hídricas que levam a um aumento no número de plantas estéreis (DAYNARD; MULDOON, 1983; MAGALHÃES; SILVA, 1987). LD, PB e PI passaram por condições estressantes de disponibilidade hídrica (Figura 4) no período entre a 6ª e 10ª semanas após o plantio, que compreende o período mais crítico do desenvolvimento da planta em termos de determinação da produção de grãos (ARQUIVO DO AGRÔNOMO, 2003). Esse *déficit* hídrico influenciou um baixo IE em LD, PB e PI. Apesar da condição de estresse, principalmente hídrico, à qual estes locais estiveram sujeitos, influenciando a expressão da prolificidade, PB, em C2, mostrou a maior amplitude de distribuição das freqüências, variando de 0,88 a 1,06, embora com maior concentração em 0,93 (Figura 3). Alguns genótipos, assim como em PI e LD, conseguiram manifestar sua capacidade prolífica (IE > 1,00), uma vez que estes tendem a ser, segundo Sangoi *et al.* (2008), mais tolerantes às condições adversas devido a sua capacidade inerente de desenvolver ao menos uma espiga sob tais condições, e mais de uma quando as condições ambientais são propícias.

Em PM, PG, AND e LEM, os híbridos responderam positivamente às condições ambientais, expressando seu potencial de emissão da segunda espiga. Na cultura do milho, segundo Paterniani (1978), a correlação entre a produtividade de grãos e o número de espigas por planta (prolificidade) é positiva e alta, o que explica a grande porcentagem de genótipos com IE > 1,00 em PG e PM (Apêndices 2 e 11, Figura 3). Já AND e LEM não mostraram altos padrões de produtividade, evidenciando que outros fatores tiveram maior influência na produtividade do que o caráter prolificidade.

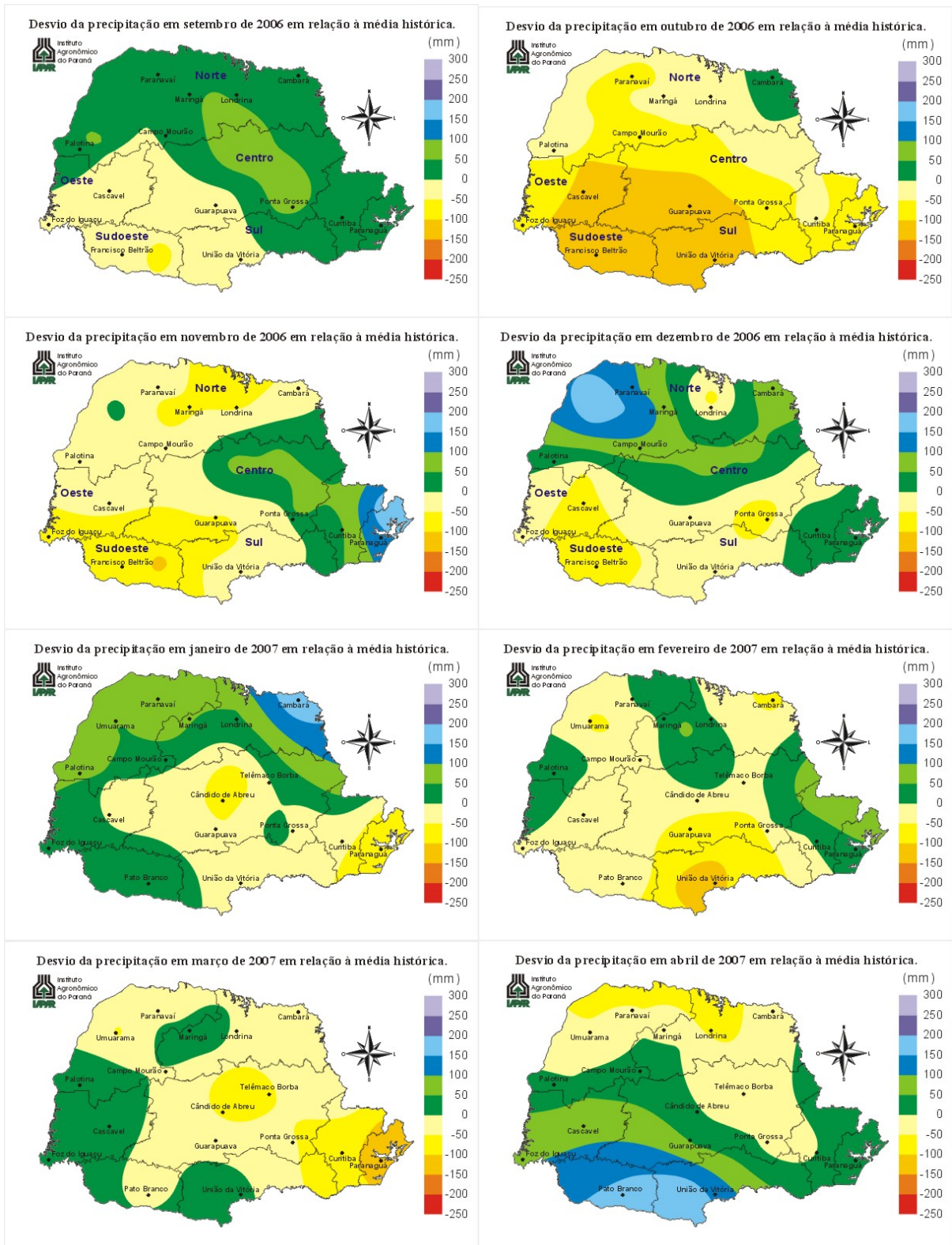


FIGURA 4 – DESVIO DA PRECIPITAÇÃO EM RELAÇÃO À MÉDIA HISTÓRICA NOS MESES DE SETEMBRO DE 2006 A ABRIL DE 2007, NO ESTADO DO PARANÁ

FONTE: IAPAR. Sinais negativos indicam valores abaixo da média histórica em milímetros de chuva

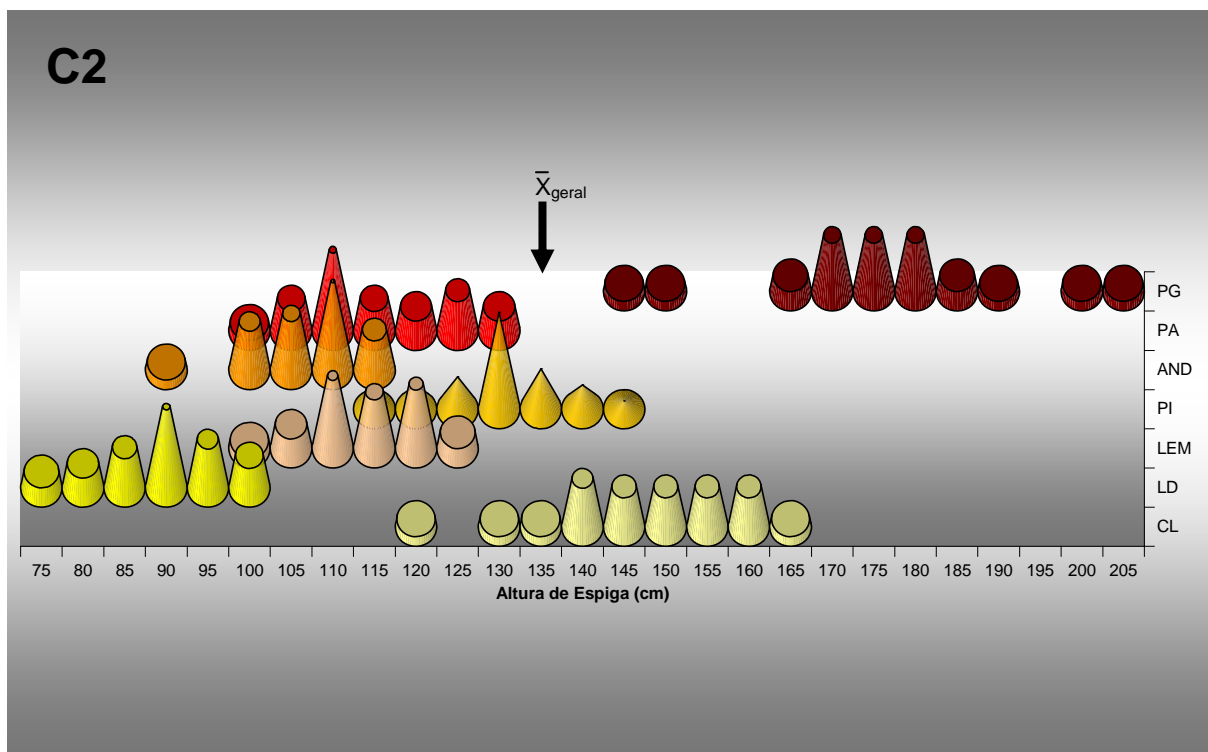
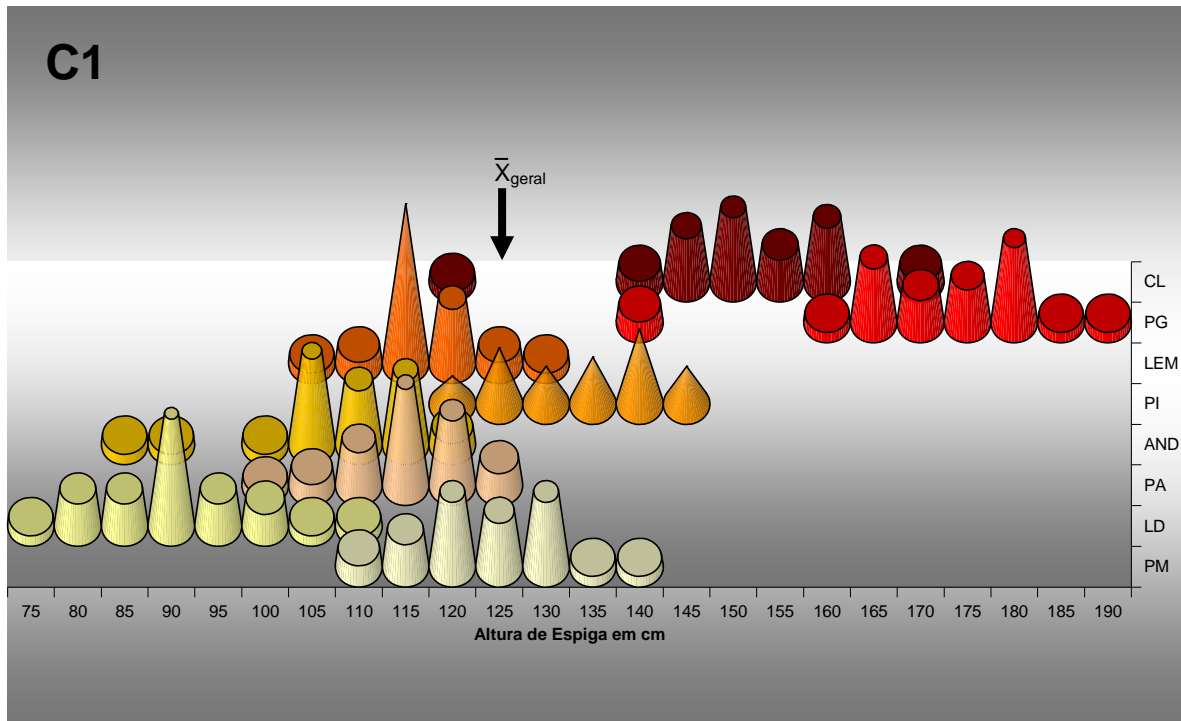
No entanto, a alta expressão de IE, também pode ser explicada tanto pela disponibilidade de água, uma vez que AND não sofreu estresse hídrico (Figura 4) e em LEM o plantio foi realizado em área com irrigação, como pelo baixo adensamento de plantas, pois a prolificidade é muito afetada pela competição entre plantas (MORELLO, 1992; DOZZA, 1997; BENTO; RAMALHO; SOUZA, 2003). Em LEM a densidade de plantio foi 30% menor que CL (maior densidade populacional) e 15% menor que PB, AND e SH (menores densidades populacionais) (Tabela 2).

Com relação ao porte de plantas, para altura de espiga (AE), a média geral (X_{geral}) foi de 125 cm, em C1 e C2, com amplitudes variando de 75 cm a 205 cm, considerando-se a média obtida das três repetições do experimento (Figura 5). Já para altura de plantas (AP) o limite inferior foi de 175 cm e o superior de 310 cm considerando a média obtida das três repetições do experimento, com média geral (X_{geral}) de 235 cm em ambos os conjuntos (Figura 6).

Para altura de espiga, PG apresentou todos os valores acima da média geral (125 cm), com maior concentração de genótipos de 170 cm a 180 cm. CL e PI vieram na seqüência, com maior parte da distribuição acima da média. CL mostrou concentração dos genótipos em 150 cm e 140 cm, para C1 e C2, respectivamente. Em PI, os genótipos concentraram-se em 140 cm e 130 cm, para C1 e C2, respectivamente. LEM apresentou maior distribuição de freqüências abaixo da média, mas com alguns genótipos atingindo e até mesmo superando a média geral em ambos os conjuntos. PM apresentou uma distribuição mais homogênea ao redor da média. PA, AND e LD apresentaram as menores alturas de espiga. Em PA, os genótipos concentraram-se em 115 cm (C1) e 110 cm (C2), mas alguns atingiram a média geral. Em AND e LD, os genótipos apresentaram todos os valores inferiores à média geral (Figura 5).

Para altura de planta (AP), PG, CL e PI apresentaram distribuição dos genótipos acima da média geral (235 cm), com concentração dos genótipos em 290/295 cm, 260/260 cm e 250/240 cm em C1 e C2, respectivamente. PM, assim como para altura de espiga, mostrou distribuição homogênea ao redor da média geral. LEM e AND apresentaram maior distribuição de freqüências abaixo da média, com apenas um genótipo atingindo-a em ambos os locais para C1. Valores inferiores à média foram obtidos em PA e LD, tanto em C1 como em C2 (Figura 6).

A



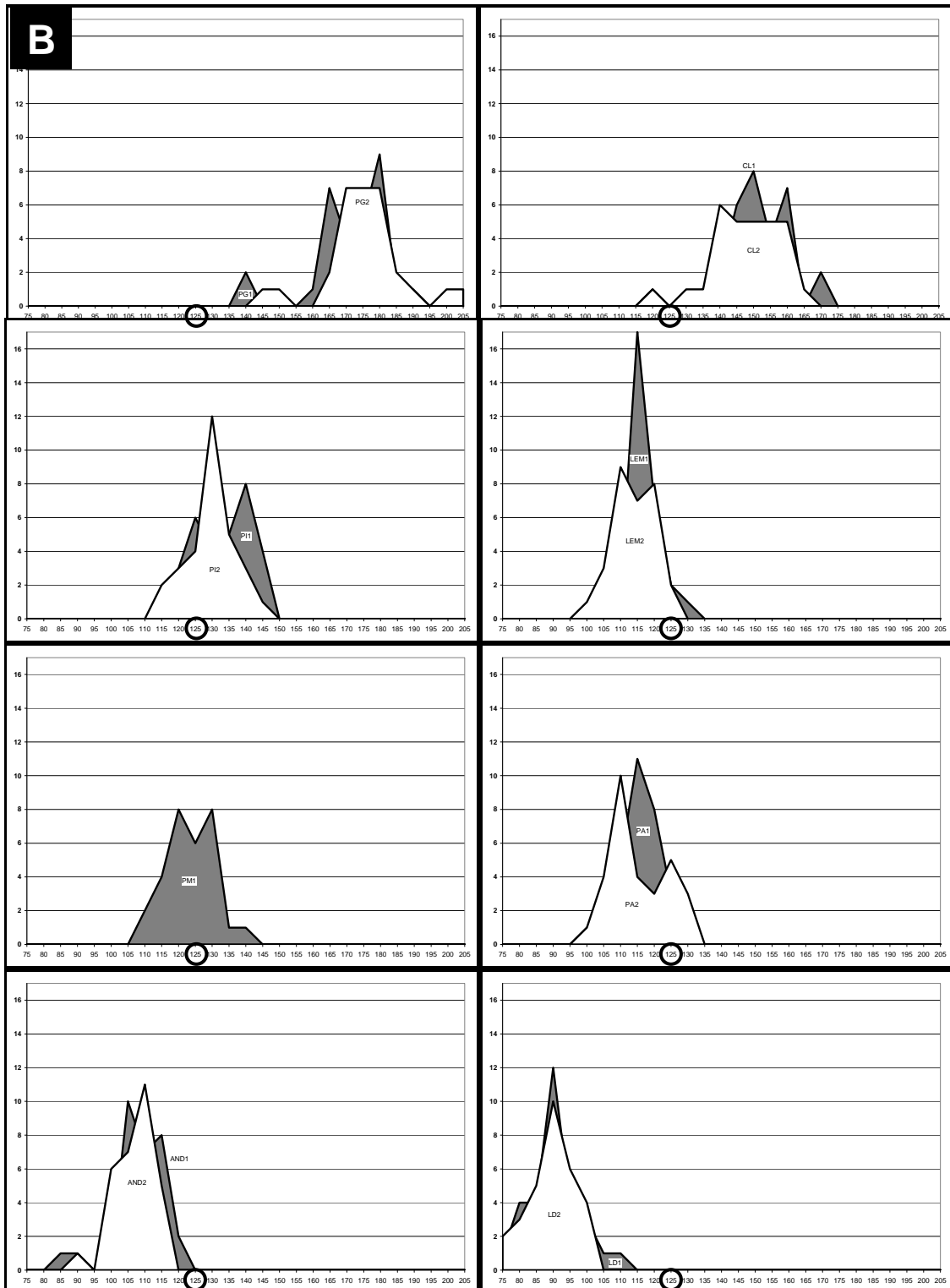
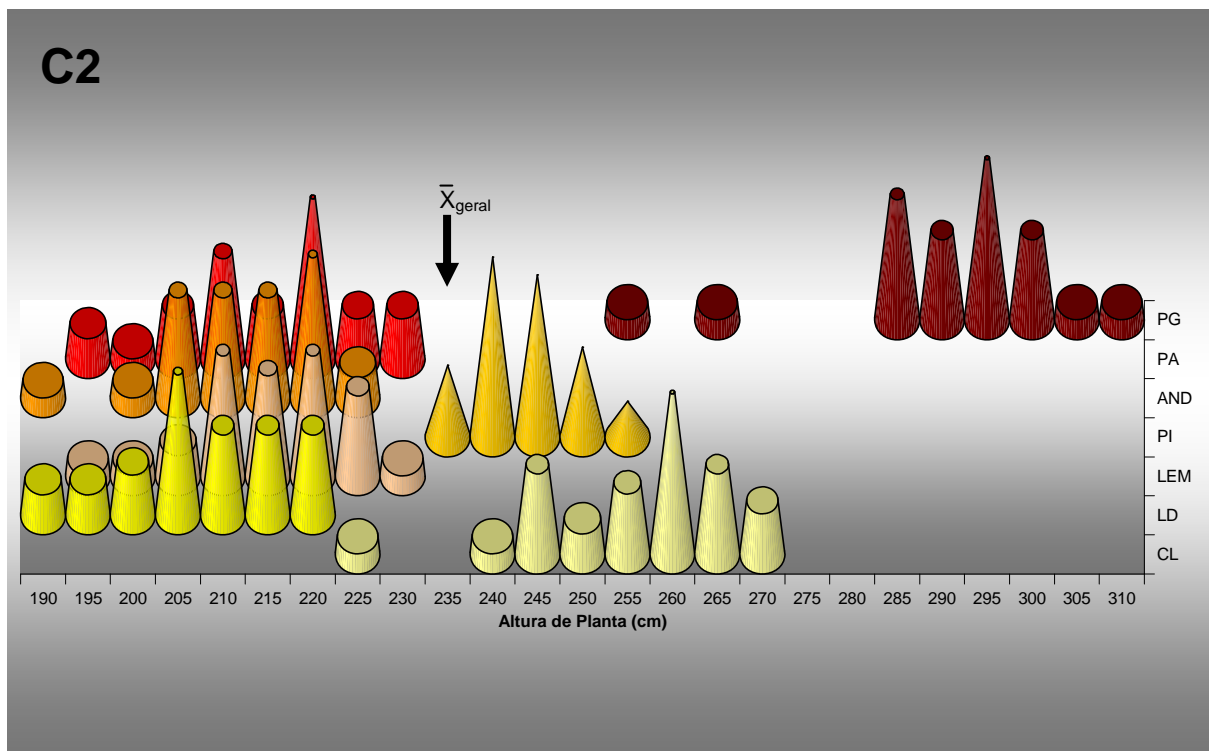
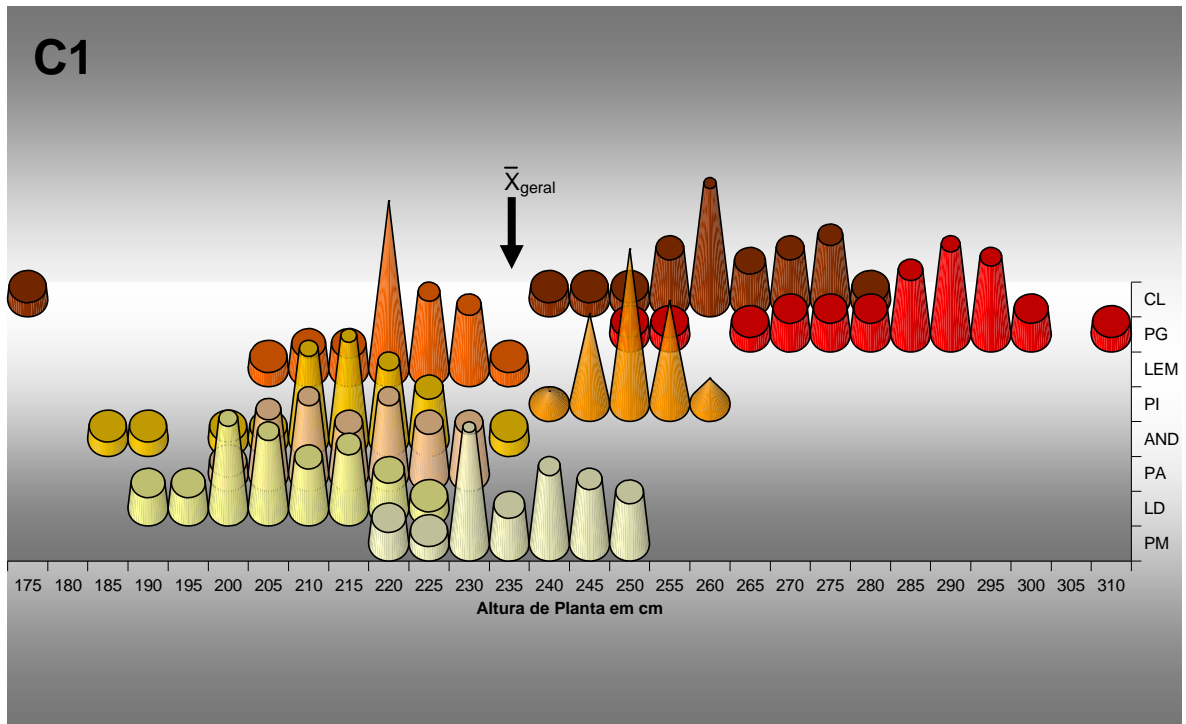


FIGURA 5 – A) DISTRIBUIÇÃO DO CARÁTER ALTURA DE ESPIGA (AE); B) NÚMERO DE GENÓTIPOS QUE ATINGIRAM A MÉDIA, PARA OS EXPERIMENTOS DE MILHO DE C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007

NOTA: 1 = ambientes de C1; 2 = ambientes de C2. PG = Ponta Grossa, CL = Campo Largo, PI = Pitanga, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas, PA = Palotina, AND = Andirá, LD = Londrina. Valores de AE são a média das três repetições. Área em cinza (C1), área em branco (C2).

A



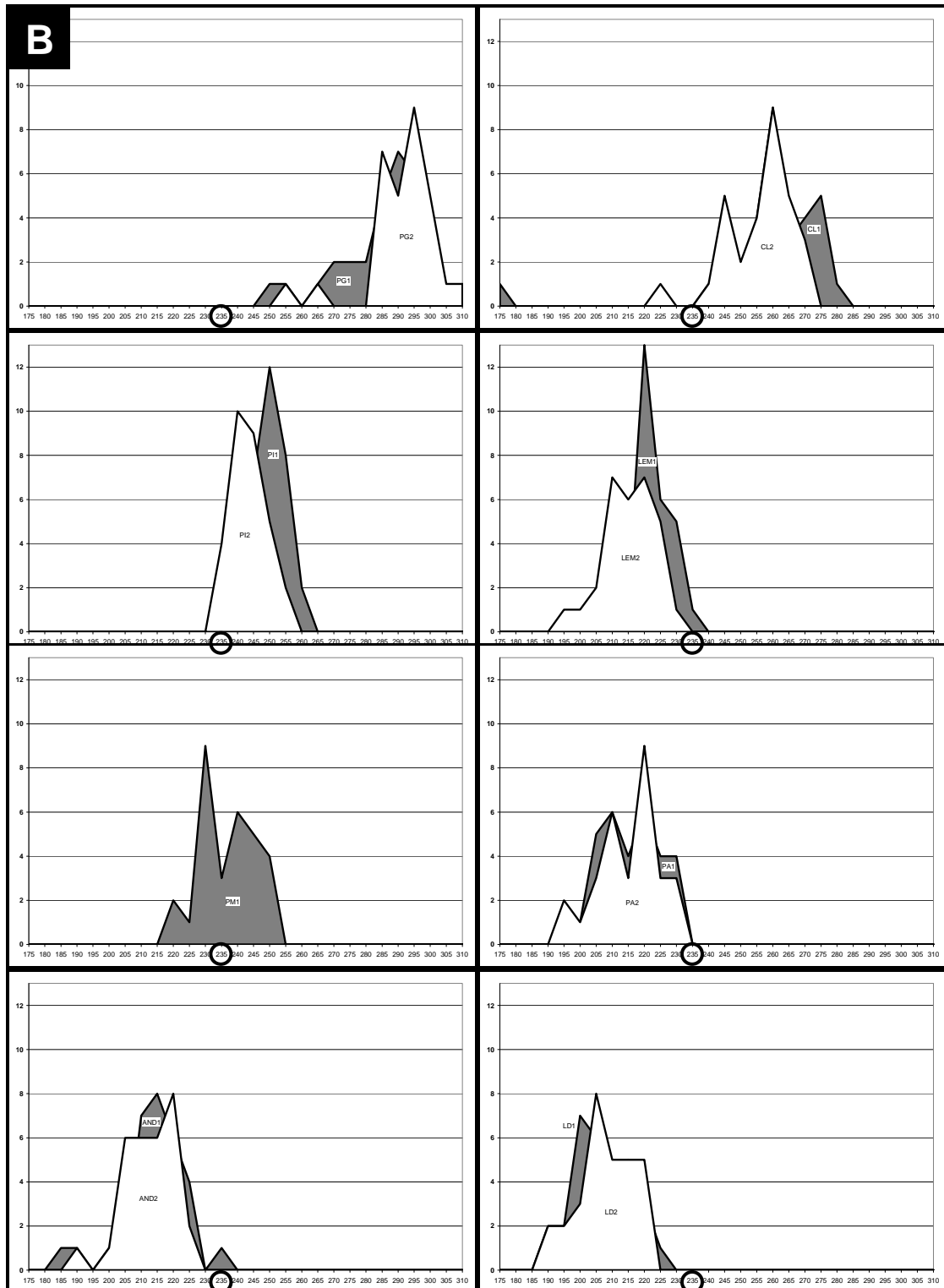


FIGURA 6 – A) DISTRIBUIÇÃO DO CARÁTER ALTURA DE PLANTA (AP); B) NÚMERO DE GENÓTIPOS QUE ATINGIRAM A MÉDIA, PARA OS EXPERIMENTOS DE MILHO DE C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007

NOTA: 1 = ambientes de C1; 2 = ambientes de C2. PG = Ponta Grossa, CL = Campo Largo, PI = Pitanga, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas, PA = Palotina, AND = Andirá, LD = Londrina. Valores de AE são a média das três repetições. Área em cinza (C1), área em branco (C2).

Os resultados estão de acordo com as expectativas de maior porte de planta nas maiores altitudes e redução do porte em altitudes inferiores, assim como observado por Terasawa Junior (2006). Isto explica os altos valores obtidos para CL, PI e PG, que apresentam altitudes de 1000 m, 952 m e 880 m, respectivamente, e baixos valores em LEM, LD, AND e PA cujas altitudes são 720 m, 576 m, 470 m e 335 m, respectivamente.

4.3 PRODUTIVIDADE E A INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS E BIÓTICOS EM C1 E C2

A Figura 7 mostra a tendência da relação entre radiação solar incidente, ciclo da cultura e produtividade em $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ para os municípios em C1 e C2, uma vez que radiação está entre os principais fatores ambientais que afetam a capacidade produtiva.

Observando-se a Figura 7, pode-se verificar que PG e PB, em C1 e C2, atingiram as maiores produtividades depois de PM, sugerindo a importância da radiação solar e ciclo da cultura, uma vez que são os locais com os maiores ciclos (183/179 e 167/167 dias em C1 e C2, respectivamente) e com a segunda e quarta maior média de radiação solar incidente ($488,20$ e $492,34 \text{ cal}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ respectivamente).

Pode-se ressaltar a importância da radiação solar, mas sem desconsiderar outros fatores que podem ter favorecido essas produtividades, mesmo porque a maior média de radiação solar foi em LEM, município com umas das menores produtividades. Já CL teve a 6ª maior média de produtividade em C1 e a 3ª maior em C2, embora a radiação solar incidente média tenha sido a menor entre todos os municípios, corroborando o exposto acima que outros fatores também estão interferindo.

Outro fator atuante na produtividade é a altitude. Municípios localizados na região de baixa altitude (AND – 470 m, PA – 335 m e SH – 258 m) apresentaram as menores produtividades, respectivamente, tanto em C1 como em C2. Já municípios localizados em regiões altas e de transição apresentaram produtividades superiores (CL – 1000 m, PI – 952 m, PG – 880 m, PM – 832 m, PB – 760 m, CM – 760 m e LD – 576 m), excetuando-se LEM (720m). Vários autores têm apontado a relação entre

produtividade e altitude (FISHER; PALMER, 1983; JOHNSON, 1982; DURÃES, 2007).

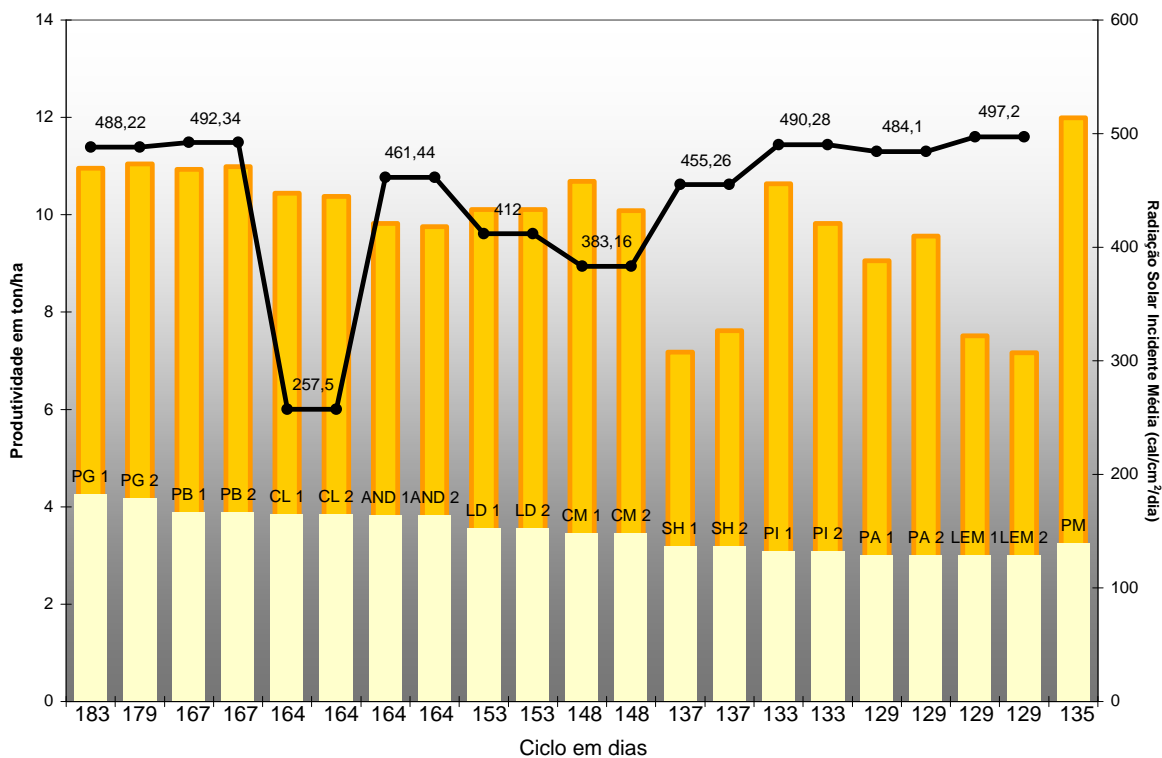


FIGURA 7 – RELAÇÃO ENTRE RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE MÉDIA, CICLO DA CULTURA E PRODUTIVIDADE EM MILHO, EM C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007

NOTA: 1 = ambientes do conjunto C1; 2 = ambientes do conjunto C2. PG = Ponta Grossa, PB = Pato Branco, CL = Campo Largo, AND = Andirá, LD = Londrina, CM = Campo Mourão, SH = Santa Helena, PI = Pitanga, PA = Palotina, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas.

Rendimentos de grãos por planta são menores sob altas temperaturas. Esse fato pode ser observado nos ambientes SH, PA e LEM, municípios com menores produtividades e também com ciclo da cultura bem abaixo dos demais municípios (137, 129 e 129 dias, respectivamente) (Figura 7). Ressalta-se ainda a importância da amplitude térmica, em especial temperaturas noturnas amenas. Municípios como PG, PB, CL, PI e PM são favorecidos por apresentarem temperaturas noturnas mais amenas, ao passo que PA, SH e LEM possuem temperatura noturnas mais elevadas.

A produção ainda é influenciada pela disponibilidade de água no solo, especialmente na fase que antecede ao pendoamento. Na safra de 2006/2007, o município de SH apresentou um *déficit* hídrico em relação à média histórica de 200mm do plantio ao pendoamento, o que também favoreceu baixas produtividades. LD e PA tiveram *déficits* menores, mas em fases importantes do crescimento da cultura (Figura 4). PI, PB e PG sofreram importantes *déficits* hídricos, com PG e PI mantendo esse *déficit* em janeiro, na época do pleno florescimento da cultura, mas mesmo assim com produtividades mais altas que a maioria dos demais ambientes (Figura 4).

A importância da disponibilidade hídrica é ressaltada por Mundstock (1970), que afirma que nas regiões onde a variação de temperatura está na faixa ideal para a cultura, umidade é fator preponderante.

Como fator de prejuízo à produtividade destacam-se ainda algumas doenças, pela frequência da ocorrência e pelos danos causados na germinação de sementes, emergência e estabelecimento de plântulas, podridões radiculares e da base do colmo, podridões de espiga e doenças foliares causadas por fungos. Nesse aspecto, CL, PG e LEM destacaram-se por apresentarem alta incidência de doença de colmo causada por *Fusarium* sp. (51%, 29% e 46% das plantas em C1 e 44%, 45% e 45% das plantas em C2, respectivamente), embora essa doença não tenha acarretado altos índices de acamamento. Doenças foliares causadas por fungos, como cercosporiose e ferrugem polisor, podem ter prejudicado a produtividade nos ambientes CL e LEM, respectivamente, uma vez que levam à destruição da área foliar e sabe-se que o rendimento de grãos e o número de grãos aumenta significativamente com os incrementos do índice de área foliar (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

Outras limitações para rendimento de grãos em milho, discute Durães (2007), podem ser analisadas em termos de oferta de assimilados para o grão (a fonte) e o potencial do grão para armazenar assimilados (o dreno). As interações entre genótipo e ambiente determinam quais limitações predominam. O entendimento dos efeitos que os vários estádios do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo têm no rendimento de grãos contribuem para elucidar as relações fonte-dreno em milho.

4.4 ANÁLISE DOS AMBIENTES PELA INTERAÇÃO G X A

4.4.1 Estratificação Ambiental pelo Método Tradicional ou de Lin (1982)

Após a detecção da existência de interação G x A, os dados foram submetidos à estratificação ambiental pelo método tradicional ou método de Lin (1982). A comparação do número de ambientes com ausência de interação G x A significativa e as respectivas médias de produtividade podem ser vistas na Tabela 12. A estratificação resultou na formação de seis e cinco grupos de ambientes para C1 e C2, respectivamente, sem interação G x A significativa ($p > 0,05$) (Tabela 13).

TABELA 12 – PRODUTIVIDADES MÉDIAS EM MILHO E NÚMERO DE LOCAIS COM AUSÊNCIA DE INTERAÇÃO G X A SIGNIFICATIVA PARA CADA AMBIENTE EM C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007

AMBIENTES	C1				C2			
	MIN t/ha	MÉDIA t/ha	MAX t/ha	NÚMERO DE LOCAIS G x A ^{ns}	MIN t/ha	MÉDIA t/ha	MAX t/ha	NÚMERO DE LOCAIS G x A ^{ns}
PM	10,98	11,99	13,41	7	-	-	-	-
LEM	6,04	7,51	8,95	7	5,88	7,16	8,59	4
SH	6,17	7,18	8,15	6	6,29	7,62	8,47	5
AND	8,64	9,82	11,51	5	8,83	9,76	11,40	5
LD	9,08	10,11	12,40	5	9,05	10,11	12,14	5
CM	8,80	10,69	12,95	6	8,01	10,08	12,25	2
CL	8,81	10,44	11,61	5	8,81	10,38	12,19	1
PG	9,56	10,96	12,63	3	9,59	11,05	12,05	4
PB	9,24	10,93	12,71	0	-	-	-	-
PA	7,42	9,08	11,00	0	7,80	9,56	11,59	2
PI	7,81	10,64	12,39	0	7,91	9,82	11,36	0
Média	8,41	9,94	11,61		8,02	9,50	11,12	

NOTA: PM = Patos de Minas, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, SH = Santa Helena, AND = Andirá, LD = Londrina, CM = Campo Mourão, CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PB = Pato Branco, PA = Palotina, PI = Pitanga

Mesmo com o procedimento da estratificação de ambientes, uma fração da interação ainda permanece, em razão da ocorrência de fatores incontrolláveis dos ambientes, como temperatura, chuvas, entre outros, contra os quais a estratificação

não oferece eficácia (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Assim, a fim de verificar a veracidade dos agrupamentos formados, análises de variâncias conjuntas foram realizadas para cada grupo formado e também para cada par de ambientes dentro de cada grupo. As Tabelas 14 e 15 apresentam os resultados dessas análises para C1 e C2, respectivamente. Com base nessas análises os agrupamentos foram redistribuídos, conforme Tabela 16.

TABELA 13 – AGRUPAMENTO DOS AMBIENTES DE AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO BASEADO NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS ($t.ha^{-1}$) EM ONZE E NOVE AMBIENTES PARA C1 E C2, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007

GRUPO	AMBIENTES – C1	AMBIENTES – C2
I	AND, LD, SH, LEM, PM e CM	LEM, SH, PG e AND
II	LEM, CL e PG	LD, AND e PA
III	CL e CM	CL e PG
IV	CL e SH	LD e LEM
V	PG e PM	CM, LD e SH
VI	CL e PM	-

NOTA: AND = Andirá, LD = Londrina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas, CM = Campo Mourão, CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PA = Palotina.

Em C1, alterações foram feitas somente com relação à formação do grupo I e II. O grupo I foi dividido em dois subgrupos pois LEM e CM mostraram interação G x A significativa com LD e AND ($p < 0,05$) não devendo, portanto permanecer no mesmo agrupamento. Com relação ao grupo II, apenas houve a retirada de PG, que também apresentou interação com CL e LEM ($p < 0,05$), formando agrupamento apenas com PM (Tabelas 14 e 16).

Já para C2, o grupo I também foi subdividido em dois subgrupos, pois AND agrupou-se somente com SH. O agrupamento II teve a saída de AND. O agrupamento IV foi excluído, pois apresentou interação G x A ($p = 0,03505$). O grupo III foi mantido. O grupo V foi subdividido em dois subgrupos, pois CM e LD apresentaram interação G x A ($p = 0,008$) (Tabelas 15 e 16).

TABELA 14 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA TODOS OS GRUPOS E SUBGRUPOS FORMADOS PELA ESTRATIFICAÇÃO DE AMBIENTES EM MILHO, PARA C1, NA SAFRA 2006/2007

GRUPO	SUBGRUPO	p	GRUPO	SUBGRUPO	p
I – AND, LD, SH, LEM, PM e CM		0,016	II – CL, PG e LEM		0,012
	AND e LD	0,455		CL e PG	0,012
	AND e SH	0,210		CL e LEM	0,190
	AND e LEM	0,043		PG e LEM	0,024
	AND e PM	0,234			
	AND e CM	0,000	III – CL e CM	-	0,172
	LD e SH	0,162	IV – CL e SH	-	0,237
	LD e LEM	0,021	V – PG e PM	-	0,274
	LD e PM	0,172	VI – CL e PM	-	100
	LD e CM	0,000			
	SH e LEM	0,162			
	SH e PM	100,000			
	SH e CM	0,223			
	LEM e PM	100,000			
	LEM e CM	0,062			
	PM e CM	0,086			

NOTA: AND = Andirá, LD = Londrina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas, CM = Campo Mourão, CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa.

TABELA 15 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA TODOS OS GRUPOS E SUBGRUPOS FORMADOS PELA ESTRATIFICAÇÃO DE AMBIENTES EM MILHO, PARA C2, NA SAFRA 2006/2007

GRUPO	SUBGRUPO	p	GRUPO	SUBGRUPO	p
I – AND, SH, LEM e PG		0,029	II – LD, AND e PA		0,017
	AND e SH	0,228		LD e AND	0,002
	AND e LEM	0,000		LD e PA	0,282
	AND e PG	0,000		AND e PA	0,027
	SH e LEM	100,000	IV – LD e LEM	-	0,035
	SH e PG	0,265	V – CM, LD e SH		0,031
	LEM e PG	0,328		CM e LD	0,008
III – CL e PG	-	0,243		CM e SH	0,137
				LD e SH	0,168

NOTA: AND = Andirá, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PG = Ponta Grossa, CL = Campo Largo, LD = Londrina, PA = Palotina, CM = Campo Mourão.

TABELA 16 – REAGRUPAMENTO DOS AMBIENTES DE AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MILHO BASEADO NA ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA ENTRE PARES DE AMBIENTES E NÚMERO DE LOCAIS COM AUSÊNCIA DE INTERAÇÃO G X A SIGNIFICATIVA PARA CADA AMBIENTE EM C1 E C2, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007

LOCAIS	C1 NÚMERO DE LOCAIS G x A ^{ns}	C2 NÚMERO DE LOCAIS G x A ^{ns}	GRUPOS	C1 AMBIENTES	C2 AMBIENTES
PM	7	-	I	LD, AND, SH e PM	LEM, SH e PG
SH	6	5			
LEM	4	2	b)	CM, SH, PM e LEM	SH e AND
CL	4	1			
CM	4	1	II	CL e LEM	LD e PA
LD	3	2	III	CL e CM	CL e PG
AND	3	1	IV	CL e SH	-
PG	1	3	V	PG e PM	a) CM e SH
PB	0	-			b) LD e SH
PI	0	0	VI	CL e PM	
PA	0	1			

NOTA: PM = Patos de Minas, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, CL = Campo Largo, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PG = Ponta Grossa, PB = Pato Branco, PI = Pitanga, PA = Palotina. Destaque é dado aos grupos em que houveram mudanças devido as análises de variância conjunta realizadas para cada grupo

Em C1, os ambientes PA, PB e PI não mostraram padrão de similaridade com nenhum outro ambiente (Tabelas 12 e 16) tornando-se fundamentais na rede de condução de ensaios finais de competição de cultivares. Resultados semelhantes foram apresentados por Terasawa Junior, Vencovsky e Koehler (2008), quando PA foi o local mais distante de todo o conjunto analisado, encontrando-se isolado dos dois grupos formados. Em C2, PI também não apresentou similaridade com outro ambiente e PA não mostrou interação G x A somente com os ambientes LD e AND, o que vem confirmar a importância da manutenção desses locais para realização de ensaios de competição entre híbridos (Tabelas 12 e 16). Vale ressaltar que apesar de em PI o plantio ter sido realizado mais tarde em relação aos outros ambientes do Estado do Paraná, o que poderia invalidar conclusões sobre esse ambiente, essa data ainda está dentro do recomendado pelo zoneamento agro-climático (Anexo 1).

PM e LEM não apresentaram interação G x A ($p > 0,05$) com grande número de ambientes. Essa similaridade com vários ambientes não estava prevista, dada a distante localização geográfica desses municípios (Figura 2). Esses municípios agruparam-se tanto com ambientes de baixa altitude como com ambientes de alta altitude.

É importante salientar ainda que PM, embora situada no Estado de Minas Gerais, só apresentou interação G x A em C1 com PA, PI e PB ($p < 0,05$). Uma explicação possível foram as condições ideais de chuva no plantio e no florescimento e a temperatura máxima em torno de 25°C e mínima entre 15°C e 20°C, simulando uma condição semelhante a ambientes favoráveis no Estado do Paraná (Figuras 8 e 9). No entanto, vale ressaltar que PM apresentou coeficiente de correlação intraclasse (r) e coeficiente de determinação genotípico (H^2) baixos (Tabela 8), revelando menor precisão experimental, de modo que conclusões que envolvam esse ambiente podem ser precipitadas.

Já LEM agrupou-se tanto com ambientes de baixa altitude, SH em C1 e C2, como com ambientes de alta altitude, CM, PM e CL em C1 e PG em C2. Uma explicação pode ser a época e o manejo irrigado de plantio, também simulando uma condição semelhante a ambientes favoráveis no Estado do Paraná, resultando na similaridade de resultados com ambientes como CM, CL, PG e PM. Além do mais, LEM caracteriza-se por ser um ambiente de altitude intermediária, a qual se aproxima da média de todos os locais – 682 m – (Tabela 1), mantendo similaridade com ambientes também de baixas altitudes. LEM pode ser considerado um ambiente adequado à seleção inicial dentro de um programa de melhoramento, mostrando bom nível de similaridade com os demais. Esses resultados são importantes, pois segundo Terasawa Junior, Vencovsky e Koehler (2008), a possibilidade da seleção de agrupamentos de híbridos superiores na etapa inicial do melhoramento ser efetuada em apenas um ambiente maximiza os recursos financeiros e de tempo disponibilizados ao programa.

Outro resultado inesperado foi com relação a PG, que mostrou ausência de interação G x A apenas com 1 ambiente em C1 (PM) e 3 em C2 (SH, LEM e CL) (Tabela 16). Um fato que pode ser ressaltado com relação a PG são as condições climáticas a que esta cidade esteve submetida nesta safra, principalmente com relação à precipitação na época do florescimento.

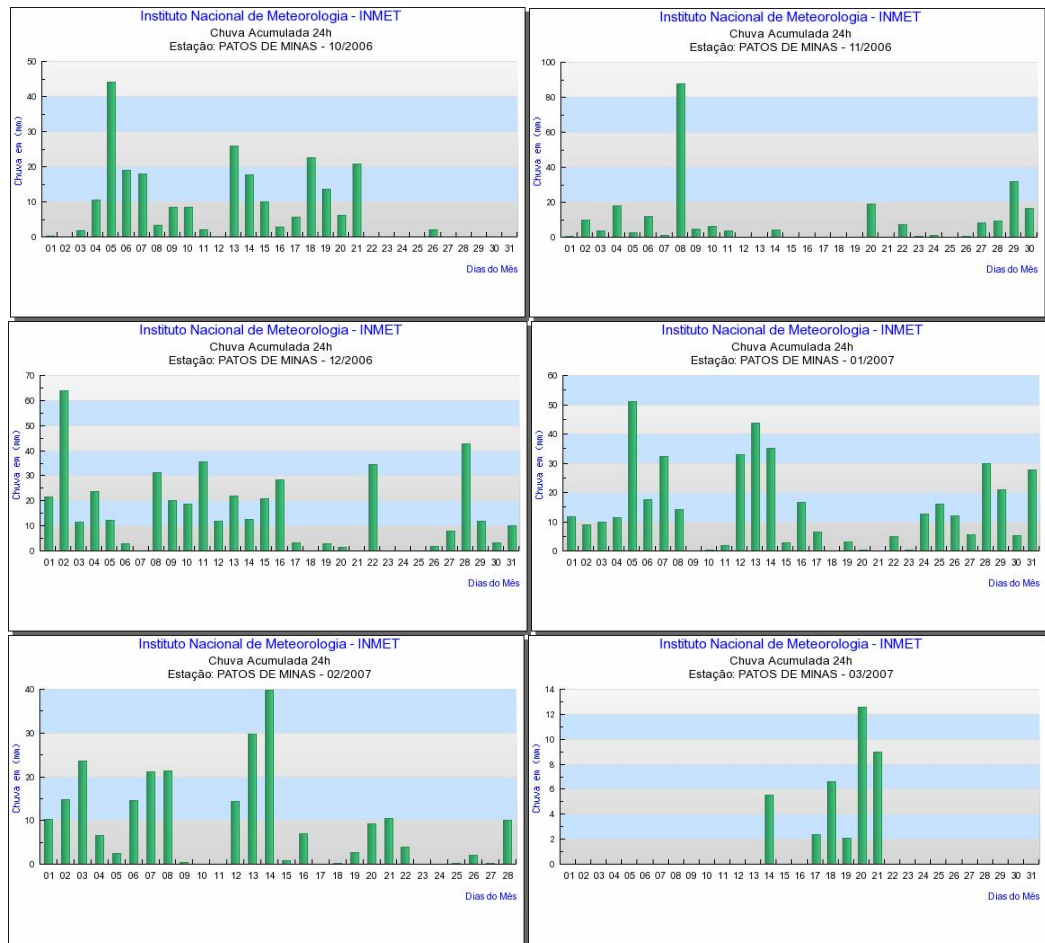


FIGURA 8 – CHUVAS ACUMULADAS NO PERÍODO DE 24 HORAS, DE OUTUBRO DE 2006 A MARÇO DE 2007, NO MUNICÍPIO DE PATOS DE MINAS (PM) – MG

FONTE: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Observando-se a Figura 4 nota-se que em dezembro PG, PB, LD e SH foram submetidas a condições de estresse hídrico, enquanto os outros municípios estavam dentro ou acima da média histórica. No mês de janeiro PB, LD e SH tiveram suas condições de pluviosidade dentro do normal, enquanto PG continuou com *déficit* hídrico. No entanto, PG manteve a segunda (C1) e primeira (C2) melhores médias de produtividade, com alto índice de espiga. Outros fatores podem ter contribuído para a alta produtividade, como temperaturas noturnas amenas e radiação solar incidente, pois temperaturas noturnas amenas (18-20°C) contribuem para o prolongamento do período de crescimento, assegurando à cultura maior número de dias para o aproveitamento efetivo da radiação incidente. PG teve o

maior ciclo (183/179 dias) e boa média de radiação solar incidente (488,22 cal/cm²/dia) (Figura 7). Segundo Argenta, Silva e Sangoi (2001), a quantidade de radiação solar absorvida é um fator determinante da produtividade final de uma cultura.

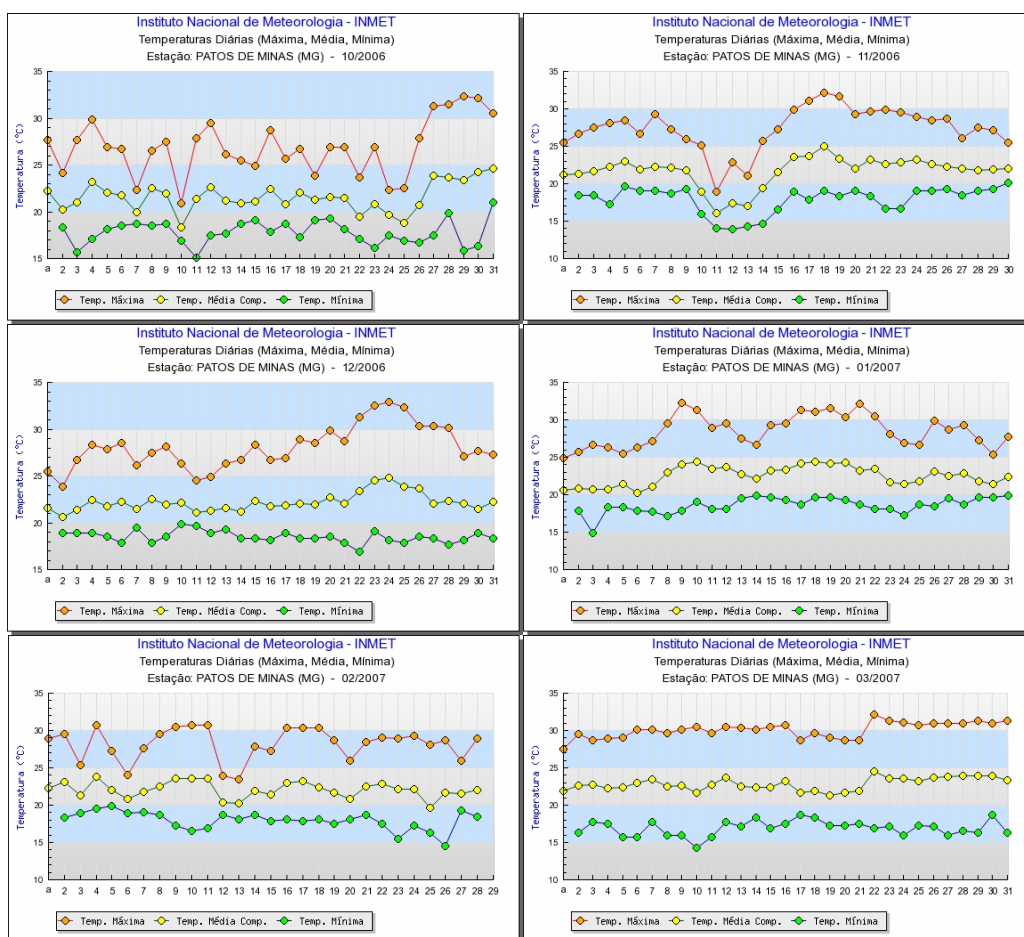


FIGURA 9 – TEMPERATURAS DIÁRIAS – MÉDIAS, MÍNIMAS E MÁXIMAS – DE OUTUBRO DE 2006 A MARÇO DE 2007, NO MUNICÍPIO DE PATOS DE MINAS (PM) – MG

FONTE: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

Observou-se ainda que SH, apesar de ser o ambiente com menor produtividade média e localizado na menor altitude, que seria inapta à obtenção de altas produtividades (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000), agrupou-se com grande número de ambientes. Em C1, agrupou-se com AND, LD, LEM, CM, PM e CL e em C2 com AND, LD, LEM, CM e PG. No entanto, assim como para PM, conclusões

sobre esse ambiente podem ser precipitadas devido à precisão experimental baixa. Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2004), como entre eles não há interação G x A, a classificação dos genótipos com base na produtividade deve ser mantida. Observando-se os Apêndices 22 e 23, verifica-se que a coincidência não é exata, com poucos genótipos ocupando a mesma posição.

Felício *et al.* (2001) destacam que as diferenças entre genótipos nos diferentes ambientes também são atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo. Como se desenvolvem em sistemas dinâmicos, em que ocorrem constantes mudanças desde a sementeira até a maturação, há geralmente um comportamento diferenciado dos genótipos em resposta às variações ambientais.

As discrepâncias nos resultados aqui obtidas para C1 e C2, nos ambientes de avaliação de ensaios de competição de híbridos de milho, corroboram a importância da interação G x A dentro do processo seletivo.

Cruz e Carneiro (2003) ressaltam que apenas a correta utilização de metodologias para estudo da interação G x A não é suficiente, pois os resultados de indicação de cultivares podem estar influenciados pela precisão experimental, levando à diferença entre cultivares por causas não genéticas. É importante, portanto, continuam os autores, manter o erro experimental em níveis aceitáveis. No entanto, os CV de todos os ambientes, tanto em C1 como C2, não foram de grande magnitude variando de 5,14% a 11,61% e 4,23% a 11,22%, respectivamente, embora, como já apontado, para PM e SH não se possa dizer que houve precisão experimental.

Vencovsky e Cruz (1991) salientam que apesar da busca por um menor erro experimental, os resultados experimentais podem ser influenciados por fatores que fogem ao controle do pesquisador. Assim, Segundo Steel, Torrie e Dickey (1997), se não houver diferença estatística significativa entre o estande final dos cultivares avaliados nos experimentos, deve-se fazer a correção da produtividade das parcelas.

LD e PA em C1 e PI e CM em C2, mostraram diferenças estatísticas pelo teste F entre genótipos avaliados com relação ao estande final por parcela (Apêndice 24). Desta forma, a possibilidade de separar os cultivares e corrigi-los em estratos (SCHMILDT; KRAUSE; CRUZ, 2006) poderia melhorar os resultados de

estratificação ambiental. No entanto, Vencovsky e Barriga (1992), mostraram, por simulação, que a correção pelo método de covariância é um método superior aos demais, mesmo com percentual de falhas no estande final atingindo até 34%, de forma que a diferença de estande não pode ser apontada como causa dos resultados obtidos para a estratificação ambiental.

4.4.2 Dissimilaridade Ambiental

Os dados também foram submetidos à análise de dissimilaridade ambiental. As estimativas das distâncias entre os ambientes, em C1 e C2, são apresentadas nas Tabelas 17 e 18, respectivamente.

TABELA 17 – ESTIMATIVAS DA DISTÂNCIA EUCLIDIANA MÉDIA BASEADA NA INTERAÇÃO G X A (D_{ij}), ABAIXO DA DIAGONAL, E CORRELAÇÃO (r), ACIMA DA DIAGONAL, ENTRE OS ONZE AMBIENTES DE C1, EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

	CL	PG	PI	PB	CM	LD	AND	PA	SH	LEM	PM
CL		0,45*	0,22	0,39*	0,55**	0,23	0,32	0,37*	0,34	0,49**	0,46**
PG	0,56		0,20	0,38*	0,43*	0,35	0,39*	0,27	0,16	0,54**	0,44*
PI	1,32	1,39		-0,15	0,33	0,30	0,26	0,24	0,11	0,53**	0,10
PB	0,74	0,77	2,15		0,25	0,42*	0,40*	0,20	0,41*	0,32	0,46*
CM	0,44	0,57	1,15	0,89		0,39*	0,35	0,50**	0,42*	0,49**	0,19
LD	0,72	0,63	1,18	0,67	0,56		0,79**	0,16	0,44*	0,51**	0,33
AND	0,60	0,57	1,21	0,68	0,57	0,18		0,18	0,43*	0,52**	0,34
PA	0,73	0,88	1,41	1,10	0,58	0,93	0,89		0,13	0,31	0,05
SH	0,51	0,68	1,32	0,62	0,44	0,41	0,39	0,83		0,25	0,35
LEM	0,43	0,42	0,84	0,74	0,43	0,40	0,37	0,73	0,48		0,42*
PM	0,46	0,52	1,41	0,61	0,69	0,55	0,52	0,99	0,42	0,43	
Média de D_{ij}	0,65	0,70	1,34	0,90	0,63	0,62	0,60	0,91	0,61	0,53	0,66

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas. Destaque em amarelo é dado às maiores distâncias entre dois ambientes e em cinza para as menores distâncias entre dois ambientes. Valores de r (correlação de Pearson) significativos indicam pares de locais similares.

Observando-se a Tabela 17, pode-se verificar que para C1 as menores distâncias foram observadas entre LD e AND (0,18), seguidas de LEM e AND (0,37),

SH e AND (0,39), com correlações de 0,79, 0,52 e 0,43, respectivamente, indicando similaridade entre esses pares de ambientes ($p < 0,05$). Já os pares PI e PB, PI e PA, PI e PM apresentaram as maiores distâncias com valores iguais a 2,15, 1,41 e 1,41 e correlações de -0,15, 0,24 e 0,10, respectivamente, indicando a presença de interação G x A significativa para cada um destes pares testados.

Vale destacar que LEM, em média, apresentou a menor estimativa de distância (0,53) entre todos os pares de ambientes (Tabela 17), corroborando a importância desse ambiente para a seleção inicial dentro de um programa de melhoramento, pois mais uma vez mostrou bom nível de similaridade aos demais.

Por outro lado, PI, PA e PB apresentaram as maiores distâncias médias entre todos os pares de ambientes, com valor médio igual a 1,34, 0,91 e 0,90, respectivamente (Tabela 17), mostrando serem fundamentais na rede de condução de ensaios finais de competição de cultivares.

TABELA 18 – ESTIMATIVAS DA DISTÂNCIA EUCLIDIANA MÉDIA BASEADA NA INTERAÇÃO G X A (D_{ij}), ABAIXO DA DIAGONAL, E CORRELAÇÃO (r), ACIMA DA DIAGONAL, ENTRE OS NOVE AMBIENTES DE C2, EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

	CL	PG	PI	CM	LD	AND	PA	SH	LEM
CL		0,47**	0,54**	0,30	0,22	0,23	0,20	-0,02	0,04
PG	0,41		0,30	0,34	0,22	0,27	0,41*	0,29	0,47**
PI	0,55	0,74		0,53**	0,43*	0,29	0,34	0,41*	0,52**
CM	0,85	0,73	0,69		0,68**	0,58**	0,53**	0,61**	0,57**
LD	0,73	0,64	0,70	0,42		0,64**	0,69**	0,50**	0,53**
AND	0,66	0,53	0,81	0,52	0,33		0,59**	0,54**	0,34
PA	0,98	0,68	0,99	0,72	0,41	0,53		0,43*	0,56**
SH	0,81	0,47	0,66	0,48	0,43	0,36	0,68		0,59**
LEM	0,78	0,36	0,55	0,52	0,42	0,52	0,55	0,30	
Média de D_{ij}	0,72	0,57	0,71	0,62	0,51	0,53	0,69	0,52	0,50

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas. Destaque em amarelo é dado às maiores distâncias entre dois ambientes e em cinza para as menores distâncias entre dois ambientes. Valores de r (correlação de Pearson) significativos indicam pares de locais similares.

Na Tabela 18 observa-se que em C2 a menor distância foi entre SH e LEM (0,30), seguida de LD e AND (0,33), SH e AND (0,36) e LEM e PG (0,36), com

correlações de 0,59, 0,64, 0,54 e 0,47, respectivamente, indicando similaridade entre esses pares de ambientes ($p < 0,01$). Já as maiores distâncias foram observadas entre os pares de ambientes PI e PA, com distância igual a 0,99 e correlação de 0,34, e PA e CL, com distância igual a 0,98 e correlação de 0,20.

Assim como em C1, LEM também apresentou a menor média de distância para C2 (0,50). CL, PI e PA tiveram as maiores médias com valores de 0,72, 0,71 e 0,69 (Tabela 18). Esses resultados reforçam a importância da manutenção dos ambientes LEM, PI e PA na rede de ensaios de híbridos, tanto para a seleção inicial (LEM) quanto para a seleção avançada (PI e PA).

A partir desses resultados de estimativas de distâncias foram gerados os dendrogramas para cada conjunto (C1 e C2) separadamente, utilizando-se o método de agrupamento UPGMA (Figuras 10 e 11).

Com relação a C1 (Figura 10), pode-se observar a formação de dois agrupamentos claros: um incluindo apenas CL e CM e outro maior com LD, AND, LEM, SH e PM. Os ambientes PG, PB, PA e PI não apresentaram padrão de similaridade com os demais, considerando a linha de corte em 50% conforme Cargnelutti Filho *et al.* (2008). Esses dois agrupamentos foram também visualizados pela estratificação de ambientes pelo método tradicional ou de Lin (1982) (Tabela 13) e pela análise de variância (ANOVA) entre pares de ambientes dentro dos grupos da estratificação (Tabela 16), com o grande grupo nas análises anteriores incluindo CM. Os locais PB, PA e PI também não apresentaram similaridade com outros ambientes pelos métodos anteriores, enquanto PG associou-se a um pequeno número de ambientes.

Também para C2 pode-se diferenciar dois agrupamentos: o menor formado por PG e CL e, novamente, um grupo maior formado pelos ambientes CM, LD, AND, SH e LEM. PA e PI foram os ambientes mais distantes, não mostrando padrão de similaridade com os outros locais. O agrupamento PG e CL também foi observado na estratificação de ambientes pelo método tradicional ou Método de Lin (1982) (Tabela 13) e pela análise de variância (ANOVA) entre pares de ambientes dentro dos grupos da estratificação (Tabela 16). O agrupamento maior mostrou-se com ligeiras diferenças, que foram distribuídas em grupos menores nos métodos testados anteriormente. PI novamente não apresentou similaridade com outros ambientes, reforçando sua importância como local de teste.

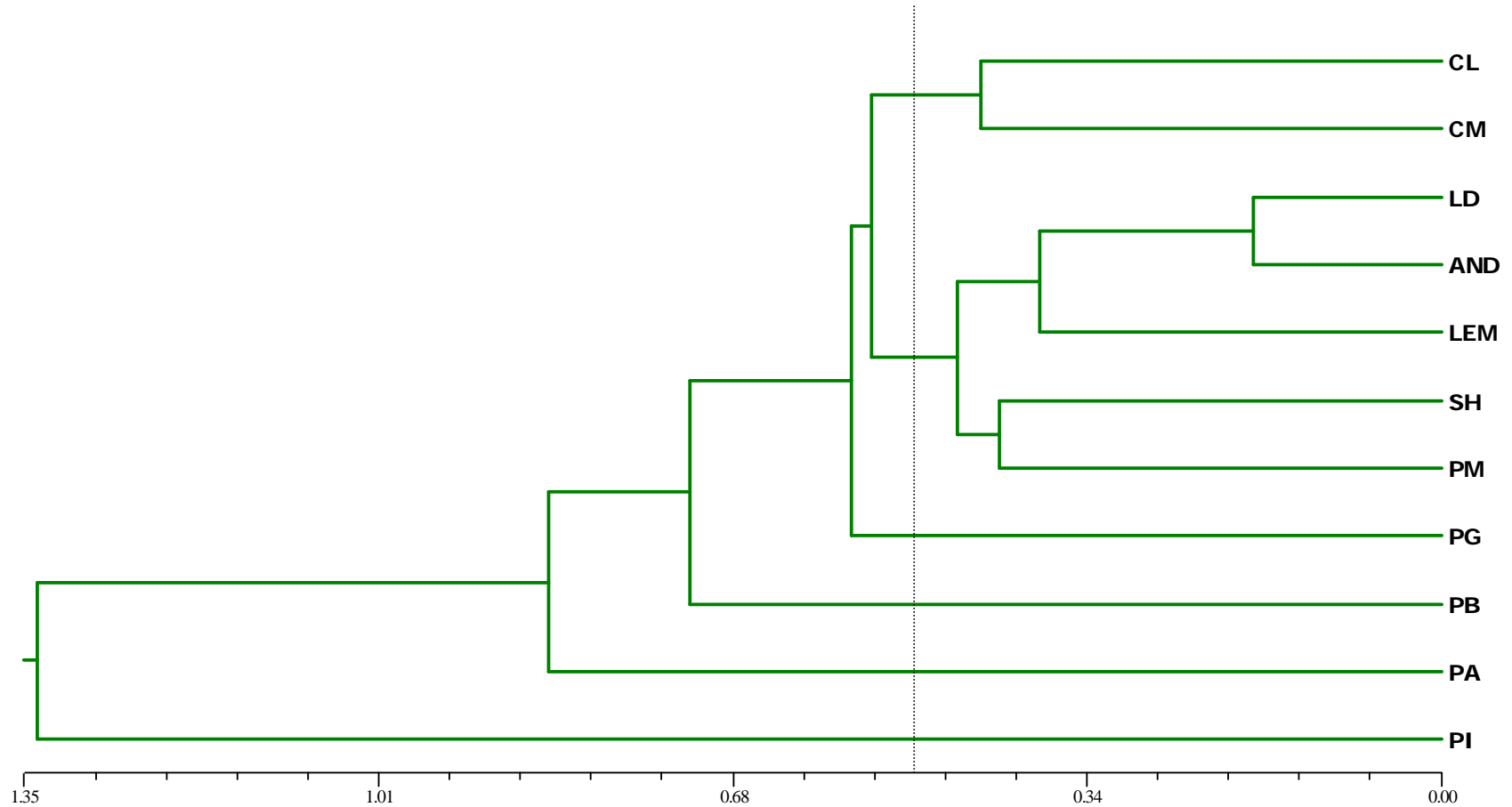


FIGURA 10 – DENDROGRAMA DAS DISTÂNCIAS (D_{ij}) DE C1 PARA OS ONZE AMBIENTES AVALIADOS

NOTA: CL = Campo Largo, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, SH = Santa Helena, PM = Patos de Minas, PG = Ponta Grossa, PB = Pato Branco, PA = Palotina, PI = Pitanga. Utilizou-se 50% de similaridade como critério para definição dos agrupamentos (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008)

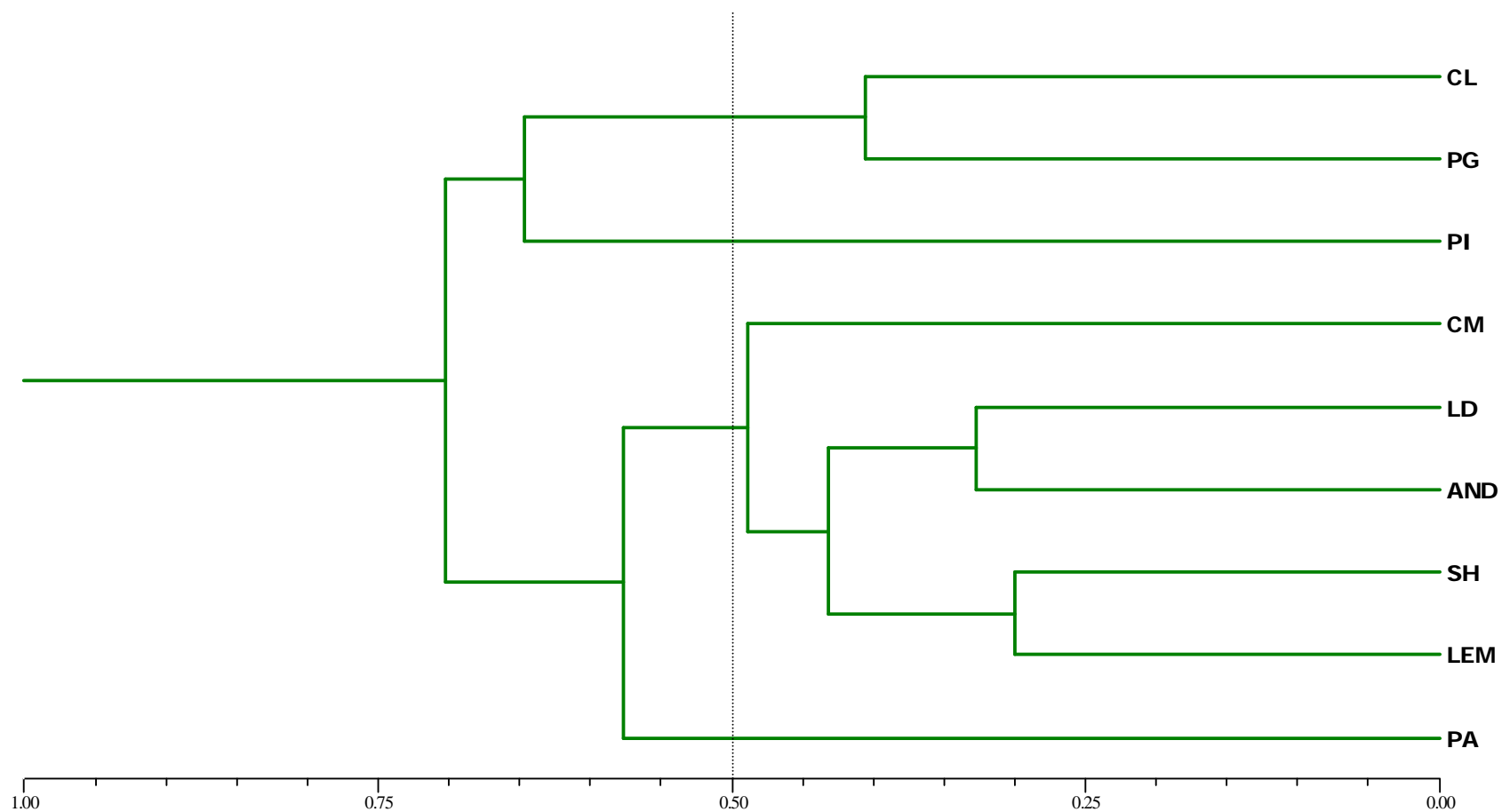


FIGURA 11 – DENDROGRAMA DAS DISTÂNCIAS (D_{ij}) DE C2 PARA OS NOVE AMBIENTES AVALIADOS

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PA = Palotina. Utilizou-se 50% de similaridade como critério para definição dos agrupamentos (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2008)

4.4.3 Decomposição da Interação em Partes Simples e Complexa

A decomposição da interação foi realizada conforme a metodologia desenvolvida por Cruz e Castoldi (1991). A Tabela 19 apresenta os dados referentes às estimativas dos coeficientes de correlações entre médias de genótipos e estimativas da parte complexa resultante da decomposição da interação G x A e pares de ambientes para C1 e C2.

Segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2004), essa decomposição pondera de maneira mais eficiente a contribuição da correlação e da diferença de variabilidade genotípica nos ambientes, sendo mais adequada para a análise e interpretação dos dados experimentais.

No conjunto C1 pode-se considerar que entre LEM e PI, apesar de constatada interação G x A, esta é simples (49,94% de parte complexa) o que, segundo Cruz, Regazzi e Carneiro (2004), não proporciona grandes inconvenientes no trabalho de identificação de genótipos superiores nos ambientes considerados. Esse par de ambientes apresentou coeficiente de correlação significativo ($r = 0,53$, $p < 0,01$), embora de magnitude moderada segundo Cruz e Castoldi (1991), o que levanta discussões sobre essa magnitude dos valores, uma vez que 49,94% é um valor muito próximo a 50% para se poder afirmar com segurança que a interação seja predominantemente do tipo simples. PI e LEM apresentam ordem de ranqueamento dos genótipos completamente diferentes (Apêndice 22). AND e LD também apresentaram interação do tipo simples (45,77% de parte complexa, $r = 0,79$, $p < 0,01$), embora o mesmo comentário anterior também possa ser feito devido à proximidade do valor com o limite de 50% (CRUZ; CASTOLDI, 1991). No entanto, a formação desse agrupamento é mais consistente e esperada tanto do ponto de vista agroclimático, com altitudes semelhantes, mesma latitude e mesmo tipo de clima (Tabela 1), como observado pelas outras metodologias de estratificação utilizadas. C2 não apresentou nenhum par de ambiente com interações simples.

Os valores acima de 100% observados entre PI e PB em C1 (104,47%) e CL e SH em C2 (100,10%) são devidos a valores negativos nas correlações das médias dos genótipos para os pares de ambientes, evidenciando a magnitude das diferenças entre esses pares de ambientes e confirmando a falta de consistência de superioridade dos genótipos com a variação ambiental (Apêndices 22 e 23).

TABELA 19 – ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÕES ENTRE MÉDIAS DE GENÓTIPOS (ACIMA DA DIAGONAL) E ESTIMATIVAS DA PARTE COMPLEXA RESULTANTE DA DECOMPOSIÇÃO DA INTERAÇÃO G X A ENTRE GENÓTIPOS E PARES DE AMBIENTES (ABAIXO DA DIAGONAL) PARA HÍBRIDOS DE MILHO EM C1 E C2, NA SAFRA 2006/2007

AMBIENTES DE C1											
	CL	PG	PI	PB	CM	LD	AND	PA	SH	LEM	PM
CL		0,44	0,22	0,39	0,54	0,23	0,32	0,37	0,34	0,49	0,46
PG	74,11		0,19	0,38	0,43	0,35	0,39	0,27	0,16	0,54	0,44
PI	78,52	81,53		-0,15	0,33	0,30	0,26	0,24	0,11	0,53	0,09
PB	76,14	77,25	104,47		0,25	0,43	0,40	0,19	0,41	0,32	0,46
CM	67,49	75,29	70,75	84,22		0,39	0,35	0,49	0,42	0,49	0,19
LD	87,70	79,79	71,24	72,18	77,76		0,79	0,16	0,44	0,51	0,33
AND	81,87	76,63	71,87	72,40	80,12	45,77s		0,17	0,44	0,52	0,34
PA	77,93	84,82	82,82	89,46	68,86	89,15	87,38		0,13	0,31	0,05
SH	76,47	85,84	71,95	64,00	71,21	70,97	72,69	83,70		0,25	0,35
LEM	69,61	65,11	49,94s	75,88	69,89	69,61	69,14	77,84	85,38		0,42
PM	72,04	73,11	80,17	67,45	89,27	81,48	81,42	93,39	78,73	76,38	
\bar{x} %C	76,19	77,35	76,33	78,35	75,49	74,57	73,93	83,54	76,09	70,88	79,34

AMBIENTES DE C2									
	CL	PG	PI	CM	LD	AND	PA	SH	LEM
CL		0,47	0,54	0,30	0,22	0,23	0,20	-0,01	0,04
PG	70,54		0,29	0,34	0,27	0,27	0,41	0,29	0,47
PI	64,10	74,54		0,53	0,43	0,29	0,33	0,41	0,52
CM	79,48	70,27	68,44		0,68	0,58	0,53	0,61	0,57
LD	87,99	85,51	73,54	53,18		0,64	0,69	0,50	0,53
AND	87,82	84,12	79,78	58,56	58,90		0,58	0,54	0,34
PA	85,17	65,14	81,45	68,39	51,27	57,46		0,43	0,56
SH	100,10	84,08	69,78	52,91	68,62	67,50	66,61		0,59
LEM	97,45	72,08	62,56	57,12	67,31	81,26	57,56	64,21	
\bar{x} %C	84,08	75,79	71,77	63,54	68,29	71,93	66,63	71,73	69,94

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas. A letra s indica interação do tipo simples entre os pares de ambientes. Destaques em cinza são dados para os pares de ambientes com interação G x A simples.

PA em C1 e CL em C2 tiveram as maiores médias de interação complexa, 83,54% e 84,08%, respectivamente, o que ressalta a influência da porção complexa no ambiente PA, que não foi alocado em nenhum dos grupos formados nem originou novos grupos, enquanto CL formou apenas um grupo com PG.

4.4.4 Estratificação de Ambientes e Adaptabilidade Baseada em Análise de Fatores

A metodologia proposta por Murakami e Cruz (2004) foi utilizada em ambos os conjuntos experimentais, C1 e C2. A Tabela 20 apresenta os resultados obtidos para essa metodologia.

TABELA 20 – ESTIMATIVAS DE AUTOVALORES E ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL PELA ANÁLISE DE FATORES, PARA GENÓTIPOS DE MILHO DE C1 E C2 AVALIADOS EM ONZE E NOVE LOCAIS, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007

CONJUNTO DO EXPERIMENTO 1 (C1)								
Estimativas de Autovalores		Locais	Cargas Fatoriais após a Rotação					Comunalidades
Raiz	(%) Acum.		Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	
4,52	41,11	CL	0,66	0,46	0,02	-0,12	0,31	0,76
1,45	54,34	PG	0,68	0,32	-0,33	-0,04	-0,25	0,74
1,18	65,09	PI	0,09	0,17	-0,19	-0,89	0,04	0,86
0,97	73,88	PB	0,49	0,20	-0,43	0,51	0,21	0,78
0,76	80,82	CM	0,22	0,71	-0,21	-0,23	0,33	0,76
0,52	85,58	LD	0,14	0,10	-0,90	-0,12	0,19	0,88
0,43	89,48	AND	0,20	0,10	-0,86	-0,10	0,17	0,84
0,40	93,11	PA	0,04	0,89	-0,08	-0,03	-0,04	0,81
0,31	95,94	SH	0,16	0,13	-0,33	0,03	0,86	0,88
0,27	98,44	LEM	0,54	0,28	-0,44	-0,46	-0,02	0,78
0,17	100,00	PM	0,83	-0,14	-0,16	0,00	0,26	0,80

CONJUNTO DO EXPERIMENTO 2 (C2)								
Estimativas de Autovalores		Locais	Cargas Fatoriais após a Rotação				Comunalidades	
Raiz	(%) Acum.		Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4		
4,48	49,83	CL	0,16	0,89	-0,18	0,32	0,95	
1,34	64,73	PG	0,13	0,24	0,19	0,91	0,94	
0,87	74,45	PI	0,13	0,75	0,56	0,00	0,90	
0,78	83,16	CM	0,58	0,33	0,54	0,05	0,74	
0,56	89,39	LD	0,81	0,18	0,34	0,00	0,80	
0,35	93,28	AND	0,87	0,11	0,14	0,07	0,79	
0,25	96,01	PA	0,74	0,02	0,25	0,39	0,77	
0,22	98,48	SH	0,41	-0,03	0,75	0,04	0,73	
0,14	100,00	LEM	0,24	0,03	0,82	0,37	0,87	

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas. Destaques em cinza nas cargas fatoriais são dados para os pares de ambientes considerados similares dentro de cada fator e, em amarelo, para os ambientes cuja similaridade não pode ser garantida pela magnitude do valor.

Em C1 verificou-se que cinco autovalores explicaram 80,82% da variação total enquanto que em C2 quatro autovalores explicaram 83,16% da mesma

variação (Tabela 20). Em ambos os casos o número de fatores finais não pode ser admitido como igual ao número de autovalores maiores ou iguais a 1 (λ), segundo o primeiro critério estabelecido por Cruz (2006). Como a proporção da variabilidade explicada pelos autovalores maiores que 1 (λ) foi baixa, teve que se considerar outros fatores até atingir mais de 80% da variação total, proporção adequada segundo Cruz (2006). Assim, foram fixados cinco e quatro fatores respectivamente para a obtenção das cargas fatoriais finais após rotações.

As comunalidades apresentaram valores altos, indicando boa qualidade de fatoração, pois, segundo Cruz (2006), comunalidades superiores a 0,64 têm sido aceitas como razoáveis, uma vez que equivalem a ter-se um coeficiente de correlação superior a 0,80. Para C1, o menor valor de comunalidade foi de 0,74 e para C2 de 0,73 (Tabela 20).

Em C1, analisando-se as cargas fatoriais finais na Tabela 20, pode-se verificar que PM ficou isolado no fator 1, o que pode estar relacionado ao maior erro experimental detectado nesse ambiente. No entanto, CL, PG e LEM com cargas 0,66, 0,68 e 0,54, respectivamente, não podem ser, garantidamente, incluídos ou excluídos desse agrupamento, uma vez que apresentaram valores intermediários entre 0,5 e 0,7. Por outro lado, PM mostrou similaridade a esses 3 ambientes pela estratificação tradicional (Tabela 13), pela ANOVA (Tabela 16) e pela estimativa de correlação de Pearson (Tabela 17), mas pelo método de agrupamento baseado nas distâncias essa similaridade ocorreu apenas com LEM (Figura 10).

O fator 2 agrupou CM e PA, par de ambientes que mostrou similaridade apenas pela estimativa de correlação de Pearson (Tabela 17). Com relação ao fator 3, o agrupamento LD e AND tem mostrado as maiores similaridades em todos os métodos testados.

Os fatores 4 e 5 novamente mantiveram somente um ambiente, PI e SH respectivamente. Vale destacar que apesar de PB apresentar valor intermediário para o fator 4, não poderia agrupar-se com PI, uma vez que as cargas apresentaram sinais contrários. SH não mostrou similaridade com nenhum outro ambiente, diferentemente do que ocorreu nas análises anteriores onde apresentou alta similaridade com grande número de locais (Tabelas 13, 16 e 17). Esse resultado, de forma semelhante ao que ocorreu com PM nessa análise, novamente pode estar relacionado ao maior erro experimental detectado nesses ambientes. PI e PB

continuaram não formando agrupamentos com nenhum outro ambiente, o que mais uma vez vem confirmar a importância da manutenção desses ambientes na rede experimental.

Já para C2 o fator 1 agrupou LD, AND e PA, mas novamente não se pode excluir nem incluir CM. O agrupamento LD, AND e PA mostrou similaridade pela estratificação tradicional (Tabela 13) e pela estimativa de correlação de Pearson (Tabela 18), enquanto que pela ANOVA (Tabela 16) apenas LD e PA e pelo método de agrupamento baseado na distância euclidiana, essa similaridade ocorreu apenas entre LD e AND (Figura 11). A possibilidade de associação de CM com os três ambientes só foi revelada pela significância da correlação de Pearson. Pelo método tradicional associou-se somente com LD e pela distância euclidiana com LD e AND.

CL e PI formaram agrupamento de acordo com o fator 2, par de ambientes que mostrou similaridade apenas pela estimativa de correlação de Pearson (Tabela 18). O fator 3 agrupou SH e LEM, com possibilidade de participação de CM e PI. A similaridade entre SH e LEM foi constatada na maioria das metodologias utilizadas, porém CM mostrou similaridade somente com ambos pela correlação de Pearson e pelo dendrograma (Tabela 18 e Figura 11), mas somente com SH pela estratificação tradicional e ANOVA (Tabelas 13 e 16). Já PI mostrou similaridade ao grupo apenas pela significância da correlação de Pearson (Tabela 18). PG ficou isolado no fator 4 (Tabela 20).

Comparando-se os resultados aqui obtidos, pode-se verificar que essa análise agrupou menor número de ambientes sendo, aparentemente, mais rigorosa nos critérios de agrupamento que as anteriores e também ponderando de maneira mais eficiente o erro experimental devido a não detecção de diferenças entre os genótipos em PM e SH. Objetiva-se na análise de fatores o estabelecimento de combinações lineares, as quais permitem a interpretação quanto aos grupos de ambientes com mesmo padrão de discriminação genotípica, capazes de reterem o máximo das associações originalmente disponíveis entre os ambientes estudados (CRUZ, 2006).

O comportamento dos genótipos pode ser verificado na Tabela 21 por meio da análise direta dos escores dos híbridos.

Pode-se verificar que em C1 o genótipo 12 e a testemunha comercial 30, em destaque maior na Tabela 21, apresentaram adaptabilidade ampla aos locais

inclusos nos fatores 1 a 5, com os valores de cada fator superando a média geral e ambos com produtividade média superior à média geral de produtividade. Destacam-se também os genótipos 7, 9 e 10 e a testemunha comercial 29, que mostram ampla adaptabilidade aos ambientes de 4 dos 5 fatores. Esses resultados apontam para o fato de que as testemunhas comerciais 29 e 30 mostraram-se adequadas para os ambientes avaliados.

TABELA 21 – ESCORES DOS FATORES PARA OS GENÓTIPOS DE MILHO DE C1 E C2 AVALIADOS EM ONZE E NOVE LOCAIS, RESPECTIVAMENTE, NA SAFRA 2006/2007

C1							C2					
G	P	ESCORES					G	P	ESCORES			
		F1	F2	F3	F4	F5			F1	F2	F3	F4
1	9.59	15.63	6.98	-10.10	-3.73	7.83	1	9.21	11.38	10.93	3.23	14.63
2	9.73	14.57	8.43	-9.32	-4.27	9.35	2	8.44	11.29	9.02	3.57	11.95
3	9.57	14.72	7.31	-10.59	-3.11	7.76	3	9.43	11.72	10.87	3.88	14.32
4	9.33	13.09	7.60	-11.72	-1.99	7.28	4	9.52	10.59	10.01	6.51	13.67
5	9.78	14.64	8.02	-10.29	-4.27	8.76	5	8.99	10.06	10.41	5.87	12.04
6	9.68	14.88	7.17	-10.72	-4.24	7.86	6	9.52	11.20	10.40	5.81	13.25
7	10.66	17.34	8.50	-11.15	-3.89	7.63	7	9.82	11.22	9.12	6.97	14.80
8	9.86	14.45	8.08	-10.18	-4.09	9.37	08	9.64	11.42	10.56	5.48	13.93
9	10.40	15.52	8.06	-11.22	-4.33	9.69	09	10.25	11.87	11.33	6.13	14.58
10	10.45	16.09	9.00	-10.75	-1.95	9.83	10	9.56	11.03	10.39	6.16	13.18
11	9.50	13.64	8.20	-9.84	-4.23	8.83	11	9.61	11.01	10.70	6.24	12.98
12	10.47	15.85	8.48	-10.81	-4.43	8.99	12	8.73	10.22	9.72	3.63	14.93
13	10.17	15.15	9.24	-10.26	-3.81	8.06	13	9.79	11.27	11.10	5.36	14.50
14	9.99	15.29	8.60	-9.82	-4.99	7.87	14	10.01	11.68	10.85	5.52	15.05
15	9.80	13.53	9.92	-9.41	-4.12	8.59	15	9.85	10.88	11.42	5.62	14.84
16	9.69	14.99	7.94	-10.82	-3.03	6.87	16	9.63	10.40	9.92	6.43	15.09
17	9.34	14.17	9.19	-9.44	-0.95	8.53	17	9.52	10.46	9.88	5.78	15.48
18	9.35	14.18	7.61	-9.52	-2.82	9.58	18	9.16	10.39	10.35	5.49	13.20
19	9.87	15.76	8.08	-10.74	-1.83	8.11	19	9.36	9.60	12.58	5.86	12.68
20	10.07	15.94	7.89	-10.30	-4.44	7.72	20	9.18	10.94	10.48	5.04	12.93
21	9.73	15.73	7.98	-8.82	-2.87	9.72	21	8.80	10.42	10.28	4.44	12.72
22	9.75	15.26	8.84	-9.49	-2.64	8.36	22	8.68	10.67	9.69	3.38	14.15
23	9.41	14.46	7.53	-10.22	-2.28	9.28	23	9.31	9.87	10.42	6.41	13.75
24	10.15	16.09	8.77	-10.66	-1.83	8.39	24	9.49	10.77	9.49	6.38	14.05
25	9.61	14.54	8.47	-10.40	-4.02	6.21	25	9.36	10.50	9.82	5.23	15.34
26	10.22	17.44	7.69	-9.44	-3.06	9.08	26	9.81	10.43	12.08	5.58	14.98
27	9.69	14.06	5.78	-11.42	-3.90	10.60	27	9.22	11.49	8.32	6.26	12.74
28	10.76	15.31	7.81	-13.75	-3.01	9.17	28	10.35	13.71	10.10	5.85	13.49
29	10.84	14.37	10.95	-12.31	-3.71	8.83	29	10.46	14.02	9.72	5.67	14.23
30	10.81	15.28	10.13	-11.16	-4.04	10.19	30	10.49	12.83	13.05	5.47	12.85
MÉDIA GERAL	9.94	15.07	8.28	-10.49	-3.40	8.61		9.51	11.11	10.43	5.44	13.88

NOTA: G = refere-se aos genótipos testados nos diversos ambientes; P = refere-se a média de produtividade em t/ha obtida na análise conjunta; F = refere-se aos fatores fixados para obtenção das cargas fatoriais finais para cada conjunto. Os números 1 a 30 referem-se aos genótipos (tratamentos). A marcação em amarelo faz referência aos genótipos que tiveram valores superiores à média geral de cada fator.

Já os híbridos superiores para um conjunto de fatores, que representam algum ambiente específico, foram considerados de adaptabilidade específica àquele ambiente. Nesse sentido, os genótipos 3, 4 e 16 possuem adaptabilidade específica aos ambientes do fator 3 (AND e LD), os genótipos 18 e 23 específicos ao fator 5 (SH) e o genótipo 17 específico ao fator 2 (CM e PA).

É possível identificar ainda adaptabilidade a características ambientais, como por exemplo altitude, pois os genótipos 1 e 20 apresentam superioridade de valores nos fatores 1 e 4, nos quais estão apenas ambientes com altitudes superiores a 700 m. Esses genótipos (1 e 20) não apresentaram valores superiores nos fatores 2, 3 e 5, que agrupam CM e PA, LD e AND, SH, respectivamente.

Com relação ao C2, os genótipos 8, 9 e 14, em destaque maior na Tabela 21, apresentaram adaptabilidade ampla aos locais envolvidos em todos os fatores (LD, AND, PA, CL, PI, SH, LEM e PG). Os genótipos 1, 7, 13 e 15 e as testemunhas comerciais 26, 29 e 30 também mostraram adaptabilidade a um grande número desses ambientes, os quais envolveram ambientes de 3 dos 4 fatores. Assim como para C1, as testemunhas comerciais 26, 29 e 30 mostraram-se adequadas para os ambientes avaliados.

Os genótipos 4, 5, 10, 18 e 23 mostraram adaptabilidade específica a SH e LEM (fator 3), enquanto os genótipos 12 e 22 e a testemunha comercial 25 foram específicos a PG (fator 4) e o genótipo 20 mostrou especificidade aos ambientes CL e PI (fator 2). O genótipo 21 não apresentou adaptabilidade a nenhum ambiente testado.

Os genótipos que apresentaram adaptabilidade específica a um número pequeno de ambientes são passíveis de descarte na recomendação de cultivares para os ambientes considerados na análise (GARBUGLIO *et al.*, 2007).

4.5 ASSOCIAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS ESTUDADOS

O número final de grupos e seus respectivos ambientes para cada um dos métodos testados são apresentados na Tabela 22 para C1 e C2.

Pode-se verificar, na Tabela 22, que para C1 há duas coincidências para todos os métodos, a associação dos ambientes LD e AND e a ausência de associação para o ambiente PB. Já para C2, apenas uma coincidência é observada,

SH e LEM, excluindo-se a porcentagem das partes simples e complexa (%PS-PC) que não encontrou nenhuma similaridade entre ambientes.

TABELA 22 – RESUMO GERAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS PELA ESTRATIFICAÇÃO TRADICIONAL OU DE LIN (1982), ANÁLISE DE VARIÂNCIA ENTRE PARES DE AMBIENTES DENTRO DOS GRUPOS DA ESTRATIFICAÇÃO (ANOVA), DISSIMILARIDADE AMBIENTAL (D_{ij}), PORCENTAGEM DA PARTE SIMPLES E COMPLEXA (%PS-PC) (CRUZ; CASTOLDI, 1991) E ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL BASEADA EM ANÁLISE DE FATORES PARA ONZE AMBIENTES DE C1 E NOVE AMBIENTES DE C2, NA SAFRA 2006/2007

C1					
	MÉTODO TRADICIONAL	ANOVA	DISSIMILARIDADE	%PS-PC	ANÁLISE DE FATORES
I	LD, AND, SH, LEM, PM, CM	LD, AND, SH, PM	LD, AND, LEM, SH, PM	PI, LEM	PM
II	LEM, CL, PG	CM, SH, PM, LEM	CL, CM	LD, AND	CM, PA
III	CL, CM	CL, LEM	PG	PG	LD, AND
IV	CL, SH	CL, CM	PB	CL	PI
V	PG, PM	CL, SH	PA	PB	SH
VI	CL, PM	CL, PM	PI	CM	PB
VII	PA	PG, PM		PA	LEM
VIII	PI	PA		SH	PG
IX	PB	PI		PM	CL
X		PB			
C2					
	MÉTODO TRADICIONAL	ANOVA	DISSIMILARIDADE	%PS-PC	ANÁLISE DE FATORES
I	AND, SH, LEM, PG	SH, LEM, PG	SH, LEM, LD, AND, CM	SH	LD, AND, PA
II	LD, AND, PA	SH, AND	CL, PG	LEM	CL, PI
III	CL, PG	LD, PA	PI	LD	SH, LEM
IV	LD, LEM	CL, PG	PA	AND	PG
V	CM, LD, SH	CM, SH		CM	CM
VI	PI	LD, SH		CL	
VII		PI		PG	
VIII				PI	
IX				PA	

NOTA: LD = Londrina, AND = Andirá, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas, CM = Campo Mourão, CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PA = Palotina, PI = Pitanga, PB = Pato Branco.

A associação de LD e AND em C1 para todos os métodos estudados e em C2 para três dos cinco métodos estudados aponta para a possibilidade de exclusão de um desses ambientes em análises futuras, já que apresentaram o menor valor para interação G x A. No entanto, é importante ressaltar que esses resultados foram obtidos em apenas uma safra. Para tomar uma decisão de exclusão de algum ambiente é indicado ter-se informações de maior número de safras, avaliando-se a interação genótipos x safras, genótipos x locais ou genótipos x locais x safras. No entanto, a formação desse agrupamento é esperada tanto do ponto de vista agroclimático, com altitudes semelhantes, mesma latitude e mesmo tipo de clima (Tabela 1) como por outras metodologias de estratificação. Destaca-se ainda que essa associação foi a única coincidente com o zoneamento agro-climático estabelecido para a cultura do milho (Anexo 1) (IAPAR, 2010).

A associação de LEM e SH em C2 para quatro dos cinco métodos avaliados e em C1 para três dos cinco métodos avaliados também aponta para a possibilidade de exclusão de um desses ambientes em análises futuras. No entanto, deve-se ressaltar o fato de SH estar sujeito a uma baixa precisão experimental verificada pelos baixos coeficientes de repetibilidade e de determinação genotípica, o que leva a necessidade de análises em um maior número de safras. Do ponto de vista agroclimático, essa associação foi inesperada.

A possibilidade de redução no número de ambientes testados, baseada na ausência de interação G x A, proporciona redução nos custos de avaliação dos híbridos, além de permitir a realização de avaliações mais criteriosas nos locais restantes e, até, a inclusão de novos ambientes que otimizem a avaliação da interação G x A e maximizem a eficiência dos programas de melhoramento na recomendação de cultivares.

A não associação de PB com outros ambientes por nenhum dos métodos estudados, de PI em quatro de cinco métodos estudados tanto de C1 como de C2 e de PA em quatro de cinco métodos estudados de C1 e dois de cinco métodos estudados de C2 contribuem para constatação de que esses locais são essenciais na avaliação de híbridos finais para recomendação de cultivares.

A análise da Tabela 22 permite verificar que as metodologias de decomposição da interação G x A em partes simples e complexa (%PS-PC) e de Estratificação por Análise de Fatores agruparam menor número de ambientes sendo,

aparentemente, mais rigorosas nos critérios de agrupamento do que as outras metodologias. Também ponderaram de maneira mais eficiente o erro experimental devido a não detecção de diferenças entre os genótipos em PM e SH e a associação desses municípios a poucos ambientes. Isso ocorreu porque a primeira leva em consideração somente interação G x A do tipo simples ponderando a contribuição da correlação e da diferença de variabilidade genotípica nos ambientes. A segunda, de acordo com Garbuglio *et al.* (2007), baseia-se em coeficientes de correlação que permitem minimizar os efeitos da interação G x A e, no caso de sua existência, permite que a parte atuante seja de natureza simples. C1 apresentou 96% dos pares com interação complexa e correlação média de 0,34, enquanto o C2 apresentou 100% dos pares com interação complexa e correlação média de 0,42, comprovando-se que a maioria dos locais apresentaram, predominantemente, interação do tipo complexa, o que restringiu seu agrupamento.

Resultados semelhantes para o estudo da interação G x A na cultura do milho foram reportados por Garbuglio *et al.* (2007), que detectaram 87% dos pares de ambientes com predominância de interação complexa e 56% com baixa correlação nos Estados do Paraná e Santa Catarina e por Pacheco *et al.* (2008) que encontraram 100% dos pares com predominância de interação complexa e 87% de correlações baixas. Segundo Terasawa Junior, Vencovsky e Koehler (2008), no Brasil, a ocorrência de interações complexas em milho é fato esperado entre e dentro das regiões de cultivo. Dessa forma, grandes esforços são necessários na avaliação de materiais em uma diversa gama de ambientes e em sucessivos anos, além de metodologias que possam discriminar com segurança a magnitude da interação G x A, tanto para indicação de cultivares quanto para a avaliação dos locais da rede de ensaios.

A partir dos agrupamentos gerados, resumidos na Tabela 22, os métodos foram testados quanto a sua correlação em discriminar pares de ambientes similares e com interação G x A. Para essa comparação foi estimada a correlação de Spearman para a avaliação de presença de similaridade ou interação G x A entre cada par de ambientes. A Tabela 23 apresenta a relação de pares de ambientes e respectivas similaridades entre eles e a Tabela 24 apresenta os resultados para as correlações entre os métodos.

TABELA 23 – AVALIAÇÃO DA SIMILARIDADE OU DA INTERAÇÃO G X A ENTRE CADA PAR DE AMBIENTES DE C1 E C2 PARA OS MÉTODOS DE ESTRATIFICAÇÃO TRADICIONAL OU DE LIN (1982), ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA (ANOVA), DISSIMILARIDADE AMBIENTAL (D_{ij}), ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL BASEADA EM ANÁLISE DE FATORES E DECOMPOSIÇÃO DA INTERAÇÃO G X A EM PARTES SIMPLES E COMPLEXA (%PS-PC), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

PARES DE AMBIENTES	MÉTODO TRADICIONAL	ANOVA	D_{ij}	ANÁLISE DE FATORES	%PS-PC
CL1, PG1	S	G X A	G X A	G X A	G x A
CL1, PI1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL1, PB1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL1, CM1	S	S	S	G X A	G x A
CL1, LD1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL1, AND1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL1, PA1	G X A	S	G X A	G X A	G x A
CL1, SH1	S	S	G X A	G X A	G x A
CL1, LEM1	S	S	S	G X A	G x A
CL1, PM1	S	S	S	G X A	G x A
PG1, PI1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG1, PB1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG1, CM1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG1, LD1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG1, AND1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG1, PA1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG1, SH1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG1, LEM1	S	G X A	S	G X A	G x A
PG1, PM1	S	S	G X A	G X A	G x A
PI1, PB1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI1, CM1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI1, LD1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI1, AND1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI1, PA1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI1, SH1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI1, LEM1	G X A	G X A	G X A	G X A	S
PI1, PM1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PB1, CM1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PB1, LD1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PB1, AND1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PB1, PA1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PB1, SH1	G X A	S	G X A	G X A	G x A
PB1, LEM1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PB1, PM1	G X A	S	G X A	G X A	G x A
CM1, LD1	S	G X A	G X A	G X A	G x A
CM1, AND1	S	G X A	G X A	G X A	G x A
CM1, PA1	G X A	S	G X A	S	G x A
CM1, SH1	S	S	S	G X A	G x A
CM1, LEM1	S	S	S	G X A	G x A
CM1, PM1	S	S	G X A	G X A	G x A
LD1, AND1	S	S	S	S	S
LD1, PA1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
LD1, SH1	S	S	S	G X A	G x A
LD1, LEM1	S	G X A	S	G X A	G x A
LD1, PM1	S	S	G X A	G X A	G x A
AND1, PA1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A

continua

PARES DE AMBIENTES	MÉTODO TRADICIONAL	ANOVA	D _{ij}	continuação	
				ANÁLISE DE FATORES	%PS-PC
AND1, SH1	S	S	S	G X A	G x A
AND1, LEM1	S	G X A	S	G X A	G x A
AND1, PM1	S	S	G X A	G X A	G x A
PA1, SH1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PA1, LEM1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PA1, PM1	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
SH1, LEM1	S	S	S	G X A	G x A
SH1, PM1	S	S	S	G X A	G x A
LEM1, PM1	S	S	S	G X A	G x A
CL2, PG2	S	S	S	G X A	G x A
CL2, PI2	G X A	S	G X A	S	G x A
CL2, CM2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL2, LD2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL2, AND2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL2, PA2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL2, SH2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CL2, LEM2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG2, PI2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG2, CM2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG2, LD2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG2, AND2	S	G X A	G X A	G X A	G x A
PG2, PA2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PG2, SH2	S	S	S	G X A	G x A
PG2, LEM2	S	S	S	G X A	G x A
PI2, CM2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI2, LD2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI2, AND2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI2, PA2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
PI2, SH2	G X A	S	G X A	G X A	G x A
PI2, LEM2	G X A	S	G X A	G X A	G x A
CM2, LD2	S	G X A	S	G X A	G x A
CM2, AND2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CM2, PA2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
CM2, SH2	S	S	S	G X A	G x A
CM2, LEM2	G X A	G X A	G X A	G X A	G x A
LD2, AND2	S	G X A	S	S	G x A
LD2, PA2	S	S	S	S	G x A
LD2, SH2	S	S	S	G X A	G x A
LD2, LEM2	S	G X A	S	G X A	G x A
AND2, PA2	S	G X A	G X A	S	G x A
AND2, SH2	S	S	S	G X A	G x A
AND2, LEM2	S	G X A	G X A	G X A	G x A
PA2, SH2	G X A	S	G X A	G X A	G x A
PA2, LEM2	G X A	S	G X A	G X A	G x A
SH2, LEM2	S	S	S	S	G x A

NOTA: 1 = ambientes de C1, 2 = ambientes de C2, CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas. A letra S representa similaridade entre o par de ambientes e G x A representa interação entre o par de ambientes.

De acordo com a Tabela 23 pode-se verificar que 45 pares de ambientes não apresentaram similaridade por nenhum dos cinco métodos testados, enquanto 46 pares de ambientes apresentaram similaridade pelo menos por um dos cinco métodos testados. No entanto, dos 45 pares com similaridade, 21 pares (45,6%) envolveram os municípios de SH e PM, que apresentaram baixa precisão

experimental. Isso aponta para o fato de que a presença de interação G x A foi predominante entre os ambientes testados, evidenciando a necessidade de se realizar procedimentos de estratificação ambiental para melhor avaliação da rede experimental.

Adicionalmente, a classificação obtida em geral não foi coincidente com o zoneamento agro-climático estabelecido para a cultura do milho (Anexo 1) (IAPAR, 2010). Pela classificação tradicional esperava-se comportamentos semelhantes entre PA e SH e entre CL e PG, próximas geograficamente e na mesma faixa de altitude. Esses municípios apresentaram, na maioria dos métodos, G x A significativa. A não coincidência com o zoneamento agrícola obtido por meio do desempenho de genótipos é freqüente na literatura (CARVALHO *et al.*, 2002; SETIMELA *et al.*, 2005; TERASAWA JUNIOR; VENCOSKY; KOEHLER, 2008).

TABELA 24 – ESTIMATIVAS DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN (r_s) APLICADO À PRESENÇA DE SIMILARIDADE OU INTERAÇÃO G X A ENTRE CADA PAR DE AMBIENTES PARA AS CINCO METODOLOGIAS

VARIÁVEIS	% COINCIDÊNCIA	CORRELAÇÃO (r_s)	ASSOCIAÇÃO
Tradicional x ANOVA	79,12	0,7467	Moderada
Tradicional x Dissimilaridade	81,32	0,8545	Forte
Tradicional x Análise de Fatores	59,34	0,6183	Moderada
Tradicional x %PS-PC	59,34	0,6124	Moderada
ANOVA x Dissimilaridade	75,82	0,7463	Moderada
ANOVA x Análise de Fatores	63,74	0,6643	Moderada
ANOVA x %PS-PC	62,64	0,6135	Moderada
Dissimilaridade x Análise de Fatores	72,53	0,7230	Moderada
Dissimilaridade x %PS-PC	74,73	0,7174	Moderada
Análise de Fatores x %PS-PC	92,31	0,9376	Muito forte

De acordo com a Tabela 24, pode-se verificar que o coeficiente de correlação de Spearman variou de 0,6124, entre a metodologia tradicional de Lin e %PS-%PC, a 0,9376, entre estratificação de ambientes por análise de fatores e %PS-%PC. Em geral, pode-se considerar que a associação entre todas as metodologias abordadas variou de moderada a muito forte, indicando um bom grau de similaridade entre os resultados obtidos por qualquer um dos métodos.

No entanto, vale ressaltar que correlações consideradas forte e muito forte foram obtidas entre os métodos Tradicional x Dissimilaridade (D_{ij}) e entre Análise de

Fatores x Decomposição da Interação em Parte Simples e Complexa (%PS-PC), pois os primeiros baseiam-se na soma de quadrados e no quadrado médio da interação G x A, enquanto os segundos baseiam-se no coeficiente de correlação e na interação simples como parte atuante da interação. Já as correlações entre as combinações Tradicional com Análise de Fatores e com %PS-PC e entre Dissimilaridade com Análise de Fatores e %PS-PC foram de magnitude moderada, justamente pela diferença de suas bases matemáticas.

A partir desses resultados pode-se obter uma melhor estimativa da interação G x A para fins de decisão sobre a rede de ambientes de avaliação de híbridos para fins de recomendação de cultivares, a partir de associação de métodos baseados na soma de quadrados ou quadrado médio da interação (Tradicional, ANOVA, Dissimilaridade) com métodos baseados na análise da porção simples atuante (%PS-PC, Análise de Fatores). A metodologia de Estratificação Ambiental baseada em Análise de Fatores fornece, como vantagem sobre as demais, subsídios para a avaliação da adaptabilidade dos genótipos nos ambientes testados, contribuindo para uma eficaz recomendação de cultivares.

5 CONCLUSÕES

1. Existe diferença entre os métodos de estratificação utilizados.
2. Os métodos de Decomposição da Interação G x A em Parte Simples e Complexa (%PS-PC) e de Estratificação Ambiental Baseada em Análise de Fatores apresentaram forte associação entre si, mas moderada associação com os outros métodos, podendo ser recomendados para uso simultâneo com os Métodos de Estratificação Tradicional, ANOVA Conjunta ou Dissimilaridade Ambiental.
3. As técnicas de Estratificação Ambiental Baseada em Análise de Fatores e a de Decomposição da Interação G x A em Parte Simples e Complexa (%PS-PC) são mais rigorosas no processo de estratificação ambiental do que as do Método Tradicional de Lin, da ANOVA Conjunta e da Dissimilaridade Ambiental.
4. Existe interação G x A para os ambientes e genótipos estudados, sendo essa, em sua maior parte, do tipo complexa.
5. Londrina (LD) e Andirá (AND) poderiam ser reduzidos a somente um local de teste para os genótipos e ambientes aqui avaliados, de acordo com a similaridade observada pelos métodos.
6. Santa Helena (SH) e Luiz Eduardo Magalhães (LEM) também poderiam ser reduzidos a somente um local de teste para os genótipos e ambientes aqui avaliados, porém pelos baixos valores do coeficiente de correlação intraclasses e do coeficiente de determinação genotípico de SH, essa redução poderia ser precipitada.
7. Os municípios de Pato Branco (PB), Pitanga (PI) e Palotina (PA) mostraram pouca ou nenhuma similaridade com outros ambientes, tornando-se essenciais na avaliação de híbridos finais para fins de recomendação de cultivares, com a ressalva de que em PI o plantio foi tardio em relação aos outros municípios do Estado do Paraná, mas dentro do que é recomendado pelo zoneamento agroclimático.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ambientes Londrina (LD) e Andirá (AND) destacaram-se pela coincidência no agrupamento pela unanimidade das metodologias utilizadas levando a inferir o forte caráter de homogeneidade edafoclimática por causa da proximidade geográfica, altitudes semelhantes e mesma latitude. No entanto, como as condições ambientais variam ao longo dos anos, a eliminação de um local da rede de ensaios, pelo fato de ser identificado como similar a outro local em apenas uma safra, mesmo por metodologias diferentes, pode ser precipitada. Portanto, uma perspectiva de continuidade deste trabalho é a avaliação de experimentos de milho nestes ambientes em um maior número de anos/safras.

Com relação às outras avaliações pode-se dizer que os caracteres prolificidade e porte de plantas mostraram uma relação positiva com o caráter produtividade.

Como informação adicional do Método de Estratificação Ambiental Baseada em Análise de Fatores, os genótipos 7, 9, 10 e 12 do conjunto de experimento 1 (C1) e os genótipos 1, 7, 8, 9, 13, 14 e 15 do conjunto de experimento 2 (C2) podem ser indicados para cultivo por apresentarem ampla adaptabilidade.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, n. 5, v. 4, p. 503-508, 1964.

ALMEIDA, C.C. de S. **Análises citogenética e molecular em milho (*Zea mays* subsp. *mays*), teosinto (*Zea mays* subsp. *mexicana*) e em seus híbridos**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRGS, Porto Alegre, 2003, 47 f.

ANDRADE, F.H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, v. 41, p.1-12, 1995.

ANDRADE, F.H., UHART, S.; ARGUISSAIN, G. **Rendimiento potencial de maiz en Balcarce: analisis de los factores que lo determinan**. Instituto Nacional de tecnologia agropecuária. Balcarce, Argentina. 11p., 1991. (boletín Técnico,101).

ANDRADE, F.H. **Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maiz**. Instituto Nacional de tecnologia agropecuária. Balcarce, Argentina, 34p, 1992 (Boletín Técnico, 106).

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, p. 1075-1074, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G; FORSTHOFER, E.L.; MANJABOSCO, E.A.; HEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.1, p. 71-78, 2001.

ARNASON, T.J. Cytogenetics of hybrids between *Zea mays* and *euchlaena mexicana*. **Genetics**, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, v. 21, 1936.

ARQUIVO DO AGRÔNOMO N° 15. Como a planta de milho se desenvolve. Potafos – Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. **Informações Agronômicas**, nº 103, setembro, 2003.

BARNI, N.A. **Modelos de crescimento, desenvolvimento e rendimento do girassol em função da radiação solar, temperatura e disponibilidade hídrica**. Porto Alegre, 1994, 249 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C.; LORENCETTI, C.; VIEIRA, E.A.; COIMBRA, J.L.M.; VALÉRIO, I.P.; FLOSS, E.L.; BERTAN, I.; SILVA, G.O. da. Adaptabilidade e estabilidade em aveia em ambientes estratificados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n 2, p. 295-302, 2005.

BENITES, F.R.G.; PEDROSA, M.B.; MORELLO, C.L. **Estudo da interação genótipos x ambientes em algodão no Estado da Bahia**. VII Congresso Brasileiro do Algodão, Foz do Iguaçu, 2009.

BENTO, D.A.V.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, J.C. Seleção massal para prolificidade em milho na época normal e na “safrinha”. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.78-87, 2003.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Milho. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, p. 237-260, 2009.

BLUM, A. **Plant breeding for stress environments**. Boca Raton: CRC Press, 1988, 223 p.

BONDARI, K. **Statistical analysis of genotype x environment interaction in agricultural research**. Experimental Statistics, Coastal Plain Experiment Station, University of Georgia, 2003.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 2ª ed., Viçosa: UFV, 1998, 453 p.

CARAMORI, P.H. **Quanto vale a informação agrometeorológica?** Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, Campinas, 2005. Disponível em: http://www.sbagro.org.br/index.php?pagina=espaco_aberto1. Acesso em: 16/10/2009.

CARBONELL, S.A.; POMPEU, A.S. Estratificação de ambientes em experimentos de feijoeiro no Estado de São Paulo. Campinas, **Bragantia**, n. 1, v. 56, p. 207-218, 1997.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; GUADAGNIN, J.P. Número de repetições para a comparação de cultivares de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n. 5, p. 1023-1030, 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.111-117, 2009.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N.D.; REIS, R.C.P. dos; SOUZA, J.R. de; JOST, E. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p. 2138-2145, 2008.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.17-24, 2007.

CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S.; OLIVEIRA, M.F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da

soja no Paraná. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 7, v. 37, p. 989-1000, 2002.

CASA, R.T.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; BLUM, M.M.C. Quantificação de danos causados por doenças em milho. p 1-15, 2004.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; SEVERO, R.; DENTI, E.; TRENTO, S.; BLUM, M.M.C. **Prevenção e controle de doenças na cultura do milho**. 131-146 p. *In*: Milho: Estratégias de Manejo para a Região Sul. (Ed.) I.E.Sandini e A.L. Fancelli. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2000. 209 p.

CHANG, J. H. **Climate and agriculture**: an ecological survey. Chicago, Aldine. 1968, 304 p.

COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; CARVALHO, F.I.F.; COIMBRA, S.M.M.; HEMP, S. Reflexos da interação genótipo x ambiente e suas implicações nos ganhos de seleção em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Santa Maria, **Ciência Rural**, n. 3, v. 29, p. 433-439, 1999.

COIMBRA, R.R.; MIRANDA, G.V.; NAOE, L.K.; TEIXEIRA, F.F.; DEITOS, A.; SOUZA, L.V.; MELO, A.V., DE MELO, M.P. Análise de representatividade ambiental para discriminação genotípica de cultivares de milho. **Revista Ciência Agroambiental**, n.1, v. 1, p. 35-41, 2006.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, Terceiro Levantamento, dezembro 2010 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2010 Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em jan de 2011.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Milho em grãos**. Número de safras das principais unidade federativas produtoras nos últimos 19 anos. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 16/10/2009.

COSTA, J.G.; MARINHO, J.T.S.; PEREIRA, R.C.A.; LEDO, F.J.S.; MORAES, R.N.S. Adaptabilidade e estabilidade da produção de cultivares de milho recomendadas para o Estado do Acre. Lavras, **Ciência e Agrotecnologia**, n. 1, v. 23, p. 7-11, 1999.

CRUZ, C.D. **Genes v.2009.7.0**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, 2009. Disponível em: <http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>. Acesso em: jan. 2009.

CRUZ, C.D. **Programa Genes – Biometria**. Viçosa: UFV, 2006, 382p.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005, 394 p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Ed. UFV, 585 p., Viçosa, 2003.

CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexas. Viçosa, **R. Ceres**, v. 38, p. 422-430, 1991.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3ª ed., v. 1, Viçosa: UFV, 2004.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ª ed., Viçosa: UFV, 1997, 390 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO; I.A.; ALVARENGA, R.C.; GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, J.H.M.; OLIVEIRA, M.F.; SANTANA, D.P. **Manejo da cultura do milho**. Circular Técnica, n. 87, Sete Lagoas-MG, 2006.

DAYNARD, T.B.; MULDOON, J.F. Plant to plant variability of maize plants grown at different densities. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 63, p. 45-59, 1983.

De LACY, I.J.; COOPER, M. Pattern analysis for the analysis of regional variety trial. p. 301-334. In: M.S. KANG (ed.) **Genotype-by-environment interaction of plant breeding**. Louisiana, State Univ. Agr. Cent., Baton Rouge, 1990.

DIDONET, A.D.; RODRIGUEZ, O.; MARIO, J.L.; IDE, F.; TISOT, D. **Efeito da temperatura no desenvolvimento do milho**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 1999.

DOEBLEY, J.F. Molecular evidence for gene flow among *Zea* species. **BioScience**, v. 40, p. 443-448, 1990.

DOEBLEY, J.F.; STEC, A. Inheritance of the morphological differences between maize-teosinte comparison of results for F2 populations. **Genetics**, Baltimore, v. 134, n. 2, p. 559-570, 1997.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield Response to Water, Irrigation and Drainage**, Paper 33. Food and Agricultural Organization of the United Nations: Rome, 1986. DOOREMBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage**, Paper 24. Food and Agricultural Organization of the United Nations: Rome, 1992

DOZZA, M. **Influência da densidade de semeadura na seleção e expressão dos caracteres prolificidade e produção de grãos na população de milho CMS 39**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997, 67 f.

DUARTE, J.O. **Cultivo do milho**: importância econômica do milho. Embrapa Milho e Sorgo. Informação tecnológica. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milhoimportancia.htm>. Acesso em: 16/10/2009, 2005.

DURÃES, F.O.M. **Limitações fisiológicas do milho nas condições de plantio nas regiões tropicais baixas**. 2007. Artigo em Hipertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/limitemilho/index.htm. Acesso em: 16/10/2009.

DURÃES, F.O.M.; SANTOS, M.X.dos; GAMA, E.E.G.; MAGALHÃES, P.C.; ALBUQUERQUE, P.E.P.; GUIMARÃES, C.T. **Fenotipagem associada a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores**. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 35). 2004. 20 p.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A.C.; SANTOS, M.X.dos; GAMA, E.E.G.; GUIMARÃES, C.T. Combining ability of tropical maize inbred lines under drought stress conditions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, n.2, p. 291-298, 2002.

ECOMONU, A. S.; READ, P. E. Light treatments to improve efficiency of *in vitro* propagation systems. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 751-754, Oct. 1987.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Milho**: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba. ESALQ/USP. 2003. 208p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO; D. **Produção de Milho**. Ed. Agropecuária, Guaíba. 2000, 360 p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO; D. **Tecnologia da produção de milho**. ESALQ/USP, Departamento de Agricultura, Piracicaba. 1997, 174p.

FEIJÓ, S. **Técnicas para execução de experimentos sob ambiente protegido para a cultura da abobrinha italiana**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005, 120f.

FELÍCIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; FERREIRA FILHO, A.W.P.; GALLO, P.B. Avaliação de genótipos de triticale e trigo em ambientes favoráveis e desfavoráveis no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 60, n. 2, Campinas, 2001.

FELIPE, C.R.; DUARTE, J.B.; CAMARANO, L.F. Estratificação ambiental para avaliação e recomendação de variedades de milho no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 186-199, abr./jun. 2010

FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. de. Principais doenças na cultura do milho. **Circular Técnica EMBRAPA CNPMS**, Sete Lagoas, n.26, 1997, 80p.

FIGUEIREDO, E.B.; MALHEIROS, E.B.; BRAZ, L.T. Interação genótipo x ambiente em cultivares de alface na região de Jaboticabal. **Hortic. Bras.**, n.1, v. 22, p. 66-71, 2004.

FINNEY, D. J. **Statistics for biologists**. London: Chapman and Hall, 1980, 165 p.

FISHER, K.S.; PALMER, A.F.E. **Maize**. In: Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environments, Los Baños, 1983. Proceedings ... Los Baños, IRRI, 1983. p. 155-80.

FLOSS, E.L.; FLOSS, L.G. Bases agronômicas e fisiológicas do rendimento das culturas. **Revista Plantio Direto**, edição 104, março/abril, 2008.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

FOX, P.N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I. Multi-environment testing and genotype-environment interaction. In: KEMPTON R.A.; FOX, P.N. (Eds). **Statistical methods for plant variety evaluation**. Nes York: Chapman & Hall, 1997, p. 117-138.

GALLAGHER, J.N.; BISCOE, P.V. Radiation absorption, growth and yield of cereal. **Journal Agricultural Science**, Cambridge, v. 91, p. 47-60, 1978.

GARBUGLIO, D.D.; GERAGE, A.C.; ARAÚJO, P.M.; FONSECA JUNIOR, N.S.; SHIOGA, P.S. Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.183-191, 2007.

GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Ipef, 1989. 12p. (Circular técnica, 171).

GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. **Physiology os crop plants**. Ames: Aowa States University, 1985, 327 p.

GIFFORD, R. M.; EVANS, L. T. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 32, p. 485-509, 1981.

GOLDSWORTHY, P.R.; COLEGROVE, M. Growth an yield mer, A.F.E.; Sperling, D.W. Growth and yield of lowland tropical maize in Mexico. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 82, p. 223-30, 1974.

GOODMAN, M.M.; SMITH, J.S.C. Botânica. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p. 32-70, 1987.

GRANT, R.F. Interaction between carbon dioxide and water *déficits* affecting canopy photosynthesis: simulation a testing. **Crop Science**, Madison, v.32, p. 1322-1328, 1992.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melborn, v. 9, p. 463-493, 1956.

HARGER, N. Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.1, p.39-44, jan-mar, 2007.

IAPAR. Instituto Agronômico do Paraná. **Agrometeorologia**. Disponível em: <http://www.iapar.br>. Acesso em jan de 2010.

INFELD, J.A.; SILVA, J.B. da. Somas térmicas da duração da fase vegetativa do arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETOROLOGIA, 5., Belém-PA, **Anais...** Belém: SBA, 1987, p. 160-161.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Mapas do Boletim Agroclimatológico**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/agro.php?Ink=BoletimAgroclimatológico>
Acesso em: dez de 2009.

JOHNSON, J.A.; HOVERSTAD, T.R.; GREENWALD, R.E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

JOHNSON, R.A.; WICHERNS, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. New Jersey- USA: Englewood Cliffs, 1992, 642p.

JOHNSON, R.R. Qual é o limite de produtividade das culturas. **Informações Agrônomicas**, POTAFOS, n. 20, 1982.

KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em uma população de *Eucalyptus grandis***. Tese (Doutorado), Piracicaba, ESALQ, 1980. 125p.

KASPEBAUER, M.J.; KARLEN, D.L. Planting space and reflected far-red light effects on phytochrome-regulated photosynthate allocation in corn seedlings. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 6, p. 1564-1569, 1994.

KIRINY, J.R., RITCHIE, J.T.; MUSSER, R.L.; FLINT, E.P.; IWIG, W.C.. The photoperiod sensitive interval in maize. **Agronomy Journal**, v. 75, p. 687-690, 1983.

KUNZ, J.H. **Distribuição da radiação solar na cultura do milho em função de manejo do solo, arranjo de plantas e condição hídrica**. 2006, 135 f. Dissertação (Mestrado) Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

LANDAU, E.C.; SANS, L.M.A; SANTANA, D.P. **Clima e Solo**. Sistema de Produção, Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

LIN, C.S. Grouping genotypes by cluster method directly related to genotype-environmental interaction mean square. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 62, p. 277-280, 1982.

LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVITCH, L.P. Stability analysis: Where do we stand? **Crop Science**, v. 26, p. 894-900, 1986.

MACHADO, C.T.T.; PATERNIANI, M.L.S. Origem, domesticação e difusão do milho. In: SOARES, A.C.; MACHADO, A.T.; SILVA, B. M.; WEID, J.M. VON DER eds., **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998, 185 p.

MAGALHÃES, W.J.; SILVA, W.J. Determinantes fisiológicos da produtividade do milho. p. 425-450. In: **Melhoramento e produção do milho**. V.II Fundação Cargill 795p., Campinas, 1987.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M. **Cultivo do milho adensado: alternativa para maximizar o rendimento de grãos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007, 35 p.

McCREE, K.J.; FERNÁNDEZ, C.J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v.29, p.353-360, 1989.

McGEE, D.C. **Maize Diseases: a reference source for seed technologists**. Saint Paul: The American Phytopathological Society, 1988, 150 p.

MENDONÇA, O.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GARBUGLIO, D.D.; FONSECA JUNIOR, N.S. Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1567-1575, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: jul. 2007.

MOLL, R.C.; COCKERHAM, C.C.; STUBER, C.W.; WILLIAMS, W.P. Selection responses, genetic- environments interaction, and heterosis with recurrent selection for yield in maize. **Crop Science**, v. 18, p. 641-645, 1978.

MONTALVÁN, R.; MONTAÑO-VELASCO, J.C. Interação genótipo x ambiente: aspectos básicos. In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: UEL, 1999, 818 p.

MORELLO, C.L. **Efeito da densidade de plantas na seleção massal com controle biparental para expressão da prolificidade em milho**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992. 76f.

MUNDSTOCK, C.M. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de seis cultivares de milho em quatro épocas de semeadura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO, 8., Porto Alegre, 1970. **Anais ...** p. 18-29, 1970.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005, 50p.

MURAKAMI, D.M. **Novas Metodologias De Análise De Interação Genótipos x Ambientes: Análise Combinada de Estratificação, Adaptabilidade e Estabilidade e Análise de Representatividade Ambiental.** (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, , 2001, 155f.

MURAKAMI, D.M.; CARDOSO, A.A.; CRUZ, C.D.; BIZÃO, N. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. *Santa Maria, Ciência Rural*, n. 1, v. 34, p. 71-78, 2004.

MURAKAMI, D.M.; CRUZ, C.D. Proposal of methodologies for environment stratification and analysis of genotype adaptability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, p.7-11, 2004.

MURAKAMI, D.M.; CRUZ, C.D. Proposta de metodologia para avaliação da representatividade de ambientes para discriminação genotípica. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. CD-ROM.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Estudo sequencia genoma do milho.** Publicado em 20/11/2009. Disponível em: <http://www.noticiasagricolas.com.br>. Acesso em 21/11/2009.

OLIVEIRA, G.V. **Interação cultivares por safras e suas implicações no melhoramento do feijão comum.** Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, 2004.

OLIVEIRA, J.S. ; SOBRINHO, F.S.; FERNANDES, S.B.V.; WÜNSCH, J.A.; LAJÚS, C.A.; DUFLOTH, J.H.; ZANATTA, J.C.; MOLETTA, J.L.; PEREIRA, A.V.; LEDO, F.J.S.; BOTREL, M.A.; AUAD, M.V. Estratificação de ambientes, adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho para silagem no sul do Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 997-1003, jul-ago, 2004.

OLIVEIRA, R.A.; RESENDE, M. D. V.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H.; KOEHLER, H. S. Genotypic evaluation and selection of sugarcane clones in three environments in the state of Paraná. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p. 426-434, 2005.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

OTTMAN, M.J.; WELCH, L.F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 2, p. 167-174, 1989.

OUYANG, Z.; MOWERS, R.P.; JENSEN, A.; WANG, S.; ZHENG, S. Cluster analysis for genotype x environment interaction with unbalanced data. **Crop Science**, v. 35, p. 1300-1305, 1995.

PACHECO, C.A.P.; SILVA, H.D.; SANTOS, M.X. dos; GUIMARÃES, P.E. de O.; PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G. e; SCAPIM, C.A.; MEIRELLES, W.F.; CARVALHO, H.W.L. de; VIEIRA JUNIOR, P.A. Environmental stratification based on a 28 x 28 diallel of open-pollinated maize varieties. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.8, p.259-264, 2008.

PATAKY, J.K. Relationships between yield of sweet corn and northern leaf blight caused by *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, v. 82, p. 370-375, 1992.

PATERNIANI, E. Phenotypic recurrent selection for prolificacy in maize (*Zea mays* L.). **Maydica**, Bergamo, v. 23, n. 1, p. 29-34, Jan./Mar. 1978.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do Milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 491-552.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. Melhoramento de milho. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999, 817 p.

PATIÑO-VALERA, F. **Variación genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua correlação com o espaçamento**. Tese (Doutorado), Piracicaba, ESALQ, 1986, 192p.

PATIÑO-VALERA, F.; KAGEYAMA, P.Y. Interação genótipo x espaçamento em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith. **IPEF**, n. 39, p. 5-16, 1988.

PENDLETON, J.W.; EGLI, D.B.; PETERS, D.B. Response of *Zea mays* L to a "light rich" field environmental. **Agronomy Journal**, Madison, v. 59, n. 4, p. 395-397, 1967.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.de; PELOSO, M.J.D.; WENDLAND, A. Indicação de cultivares de feijoeiro-comum baseada na avaliação conjunta de diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.6, p. 571-578, 2010.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.de; PELOSO, M.J.D.; WENDLAND, A. Estratificação ambiental na avaliação de genótipos de feijoeiro-comum tipo Carioca em Goiás e no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.6, p.554-562, 2010.

PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho (*Zea mays* L.). In Kimati, H., Amorim, L., bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. & Rezende, J.A.M. (Eds). **Manual de Fitopatologia**. Volume 2: Doenças de plantas cultivadas. 3ed. São Paulo: Agrônômica Ceres, 1997. p.538-555.

PERRY, T.W. Corn as a livestock feed. In: SPRAGUE, G.F.; DUDLEY, J.W. (eds.) **Corn and corn improvement**. 3rd ed., American Society of Agronomy, Madison, 1988, p.941-963.

PEZZOPANE, J.R.M **Meteorologia Agrícola**. UFES-CEUNES, sem ano. Disponível em: <http://www.ceunes.ufes.br/downloads/2/josepezzopane-topico15%202009.pdf>. Acesso em 16/10/2009.

PIEROZZI, N.I.; CRUZ, N.D. Um caso de translocação em um híbrido entre *Zea mays* l. e *Z. mexicana* (Schrad.) Kuntze. **Bragantia**: Campinas, v. 44, n. 2, p. 619-627, 1985.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 8ª. ed. São Paulo: Nobel, 1990.

PINTO, N.F.J.A., FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. Milho. In: Vale, F.X.R. & Zambolim, L. (Eds). **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa. UFV-MEC. 1997. pp.821-864.

PINTO JÚNIOR, J.E.; STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V.; RONZELLI JÚNIOR, P. Avaliação simultânea de produtividade, adaptabilidade e estabilidade genotípica de *Eucalyptus grandis* em distintos ambientes do Estado de São Paulo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 53, p. 79-108, 2006.

POMMEL, B.; MOURAUX, D.; CAPPELLEN, O.; LEDENT, J. F. Influence of delayed emergence and canopy skips on the growth and development of maize plants: a plant scale approach with CERES-Maize. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 16, n. 4, p. 263-277, 2002.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Conjuntura do milho no Brasil**. Embrapa Milho e Sorgo, 25/08/2008. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br>. Acesso em 16/10/2009.

PRELA, A.; RIBEIRO, A.M.A. Determinação de graus-dia acumulados e sua aplicação no planejamento do cultivo de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) para Londrina-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 83-86, 2002.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993, 271 p.

REEVES, R.G.; MANGELSDORF, P.C. A proposed taxonomic change in the tribe Maydeae (Family Gramineae). **American Journal of Botany**, v. 29, p. 815-817, 1942.

REIS, E.M.; CASA, R.T.; BRESOLIM, A.C.R. **Manual de diagnose e controle de doenças de milho**. Lages: Graphel, 2004, 144 p.

RESENDE, M.D.V.; SOUZA JUNIOR, C.L.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. Análise quantitativa da seleção envolvendo progênies de milho (*Zea mays* L.) em solos sob cerrado e fértil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 5, p. 495-507, 1997.

ROHLF, F.J. **NTSYSpc**: numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exeter Publishers, NY, 1989.

SACHULZE, E. D.; CALDWELL, M. M. **Ecophysiology of photosynthesis**. Berlin: Springer-Verlag, 1995, 576 p.

SAN PIETRO, A.; GREER, F. A.; ARMY, T. J. (Eds.). **Harvesting the sun**. New York: Academic Press, 1967, 342 p.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; VARGAS, V.P.; VIEIRA, J.; SIEGA, E.; PLETSCH, A.J.; GATTELLI, M.A.; SALDANHA, A.; FIORENTIN, C.F. **Perfilhamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho em diferentes populações de plantas**. 2008. Disponível em: http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/Atas_e_resumos/milho_e_sorgo/2008/Resumos_eco_fisio_pdf/R4.pdf. Acesso em: mar de 2010.

SANS, L.M.A.; GUIMARÃES, D.P. **Cultivo do milho: zoneamento agrícola**. Sistemas de Produção 2. Versão Eletrônica. Embrapa Milho e Sorgo, 5ª ed., 2009.

SANTOS, E.A. **Caracterização de dendezeiros subespontâneos com base na produção de frutos e cachos**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2010, 61f.

SCHMILDT, E.R.; KRAUSE, W.; CRUZ, C.D. Melhoria na eficiência dos experimentos de indicação de cultivares de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 72-80, jan./fev., 2006.

SENTELHAS, P.C.; ANGELOCCI, L.R. **Temperatura do ar como fator agrônomo**: conforto animal, número de horas de frio e graus-dia. ESALQ/USP, 2009.

SETIMELA, P.; CHITALU, Z.; JONAZI, J.; MAMBO, A.; HODSON, D.; BÄNZIGER, M. Environmental classification of maize-testing sites in the SADC region and its implication for collaborative maize breeding strategies in the subcontinent. **Euphytica**, v. 14, p. 123-132, 2005.

SHELBOURNE, C.J.A.; CAMPBELL, R.K. The impact of genotype-environmental interaction on tree improvement strategy. **Proceedings Joint Meeting of Genetics**, Bordeaux, p. 73-93, 1976.

SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVEIN, P.C.O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em latossolo vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.477-486, 2006.

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p. 23-30, 2006.

SLACK, D.C.; FOX, F.A.; MARTIN JR., E.C.; CLARK, L.J. Growing-degree-days based crop coefficients for irrigation management. In: CONGRESSO NACIONAL ASSOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA AGRICOLA, 4., Cuautitlán Izcali, Estado do México, México, 1994. **Anais...**, Cuautitlán Izcali, México: Associacion Mexicana de Ingenieria Agricola, 1994. p. 7-13.

SMITH, D.R; WHITE, D.G. **Corn and corn improvement**.3ª ed., Madison: American Society Agronomy, 1988, 986 p., Cap 12: Diseases of corn.

SNEATH, P.H.A.; SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**: the principles and practice of numerical classification. São Francisco: W. H. Freeman, 1973, 573p.

SOUZA, A.A.; FREIRE, E.C.; BRUNO, R.L.A.; CARVALHO, L.P.; SANTOS, J.W. **Estratificação de ambientes para a cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* HUTCH) no cerrado**. V Congresso Brasileiro de Algodão, Salvador-BA, 2005.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**: a biometrical approach. New York: McGraw-Hill, 1980, 633 p.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3. ed. [S.l.: s.n.], 1997, 666 p.

STEWART, D.W.; DWYER, L. M. Mathematical characterization of leaf shape and area of maize hybrids. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 422-427, 1999.

STEWART, D.W.; COSTA, C.; DWYER, L. M.; SMITH, D.L.; HAMILTON, R.I.; MA, B.L. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, p. 1465-1474, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER. **Plant Physiology**. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, 1991.

TERASAWA JUNIOR, F. **Implicações da interação genótipo-ambiente no melhoramento do milho no Estado do Paraná**. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná, 2006, 125 f.

TERASAWA JUNIOR, F.; VENCOVSKY, R.; KOEHLER, H.S. Environment and genotype-environment interactions in mayze breeding, in Paraná, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. n.1, v.8, p. 17-22, 2008.

TERRA, T.F. **Análises citogenéticas e moleculares em populações de milho (*Zea mays* L.), teosinto (*Zea mexicana* L.) e em híbridos entre as duas espécies**.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da PUC-RS, Porto Alegre, 2004, 76 p.

TOLLENAAR, M.; BRUULSEMA, T.W. Efficiency of maize dry matter production during periods of complete leaf area expansion. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 4, p. 580-585, 1988.

TOLLENAAR, M.; DAYNARD, T.B. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in a short season environment. **Agronomy Journal**, v. 70, p. 219-23, 1977.

VENCOVSKY, R.; Herança de quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Coord.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Fundação Cargill, Piracicaba, p. 122-201, 1978.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992, 496p.

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D. Comparação de métodos de correção de rendimento de parcelas experimentais com estandes variados. I. Dados simulados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 647-657, 1991.

VENCOVSKY, R.; CRUZ, C.D.; SILVA, A.C. Uma avaliação do potencial de diferentes locais para a discriminação genotípica entre cultivares de milho. **Revista Brasileira de Genética**, n. 2, v. 13, p. 323-334, 1990.

VIÉGAS, A. P. Alguns fungos do Brasil. **Boletim Sociedade Brasileira Agronomia** 8:160. 1945.

VIEIRA JÚNIOR, P.A.; DOURADO NETO, D.; CICERO, S.M.; JORGE, L.C.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN; T.N. Estimativa da área foliar em milho através de análise de imagens. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.58-66, 2006.

VIEIRA JÚNIOR, P.A.; CICERO, S. M.; JORGE, L. A. C.; SILVA, W. R.; DIAS, C. T. S.; DOURADO NETO, D.; MIRANDA, L. C. Emprego da técnica de análise de imagens para determinação do comprimento e da largura de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 1, p. 87-95, 1999.

VILARINHO, A.A. **A importância do melhoramento genético na cultura do milho**. EMBRAPA RORAIMA, 2005. Disponível em: <http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=8315>. Acesso em: nov/2009.

YAMAGUCHI, J. Varietal traits limiting the grain yield of tropical maize. IV. Plant traits and productivity of tropical varieties. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 20, p. 287-304, 1974.

YAMAMOTO, P.Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br.** Dissertação (Mestrado em

Agricultura Tropical e Subtropical – Melhoramento Genético Vegetal), Instituto Agrônomo, Campinas-SP, 2006, 78f.

YAN, W.; HUNT, L.A.; SHENG, Q.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and megaenvironment investigation based on the GGE biplot. **Crop Science**, v. 40, p. 597-605, 2000.

ZHAKOTE, A.G.; POLESSKAYA, L.M.; GAUGASH, M.V. Resistance to a combination of abiotic factors in maize genotypes differing in potential yield. Izvestiya Akademii Nauk Idavskoi SSR. **Biologicheskie I Khimi-cheskie Nauki**, Kishinev, v. 21-26, n. 2, p. 1124-1132, 1989.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – CAMPO LARGO (CL) – C1

MÉDIAS DE C1 EM CAMPO LARGO PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), PORCENTAGEM DE COLMOS DOENTES (CD%), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t \cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	CD%	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
30	0,0	24	0,97	138	243	0,57	24,3	11,61	a
12	1,7	77	1,00	157	260	0,60	25,0	11,38	ab
13	0,3	50	0,98	157	273	0,58	23,4	11,30	abc
26	0,0	68	0,98	153	267	0,57	23,4	11,20	abc
19	2,0	57	1,00	155	267	0,58	24,1	11,19	abc
7	1,0	73	0,99	167	272	0,61	25,0	11,08	abc
29	0,3	38	0,97	150	275	0,55	21,9	11,06	abc
24	0,0	82	0,98	147	257	0,57	23,0	10,96	abc
10	0,7	47	1,00	143	257	0,56	25,8	10,93	abc
14	0,7	57	1,00	157	272	0,58	25,2	10,83	abc
2	1,0	59	1,01	158	277	0,57	26,1	10,68	abc
8	0,0	24	0,97	157	260	0,60	27,1	10,68	abc
21	1,3	57	0,99	143	268	0,53	23,4	10,65	abc
20	0,0	41	0,97	150	258	0,58	26,7	10,58	abc
22	1,0	52	0,94	143	255	0,56	24,2	10,55	abc
9	0,0	17	0,97	155	265	0,58	30,2	10,52	abc
28	1,7	79	1,00	138	247	0,56	25,4	10,48	abc
5	0,0	44	0,98	148	257	0,58	27,1	10,44	abc
1	1,3	64	1,03	158	273	0,58	26,1	10,40	abc
6	0,0	62	1,01	153	262	0,58	26,0	10,39	abc
17	0,3	74	0,98	150	252	0,60	24,2	10,24	abc
11	1,0	36	1,00	143	253	0,57	24,6	10,19	abc
23	0,3	44	0,99	148	258	0,57	26,7	10,14	abc
3	0,3	65	1,02	168	172	0,98	24,2	9,80	abc
15	0,3	7	1,01	145	263	0,55	27,5	9,80	abc
18	0,0	43	0,96	157	267	0,59	24,8	9,66	abc
16	1,3	60	1,03	148	260	0,57	22,9	9,55	abc
27	0,3	3	0,98	122	240	0,51	32,5	9,20	abc
25	0,7	72	0,97	148	260	0,57	22,8	8,96	bc
4	0,3	65	1,01	145	255	0,57	24,7	8,81	c
MÉDIA	0,6	51	0,99	150	258	0,58	25,3	10,44	
CV									7,53%

NOTA: AC = acamamento; CD% = porcentagem de colmo doente; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t \cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 2 – PONTA GROSSA (PG) – C1

MÉDIAS DE C1 EM PONTA GROSSA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), PORCENTAGEM DE COLMOS DOENTES (CD%), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t \cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	CD%	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
7	0,3	29	1,00	190	310	0,61	15,9	12,63	a
29	0,3	8	1,05	177	295	0,60	14,2	12,48	ab
20	0,0	14	1,03	182	290	0,63	15,2	12,12	abc
24	0,0	66	1,10	175	287	0,61	14,6	11,62	abcd
25	0,0	21	1,12	163	287	0,57	14,7	11,62	abcd
12	0,0	77	1,01	178	290	0,62	15,1	11,42	abcde
26	0,0	21	1,01	172	288	0,60	14,8	11,38	abcde
10	0,0	10	1,05	165	280	0,59	15,0	11,33	abcdef
19	0,0	62	1,01	168	292	0,58	15,1	11,24	abcdef
28	0,0	81	0,99	165	275	0,60	14,9	11,24	abcdef
23	0,0	18	1,07	170	292	0,58	15,0	11,15	abcdef
16	0,0	38	1,05	172	290	0,59	14,7	11,14	abcdef
9	0,0	5	1,07	178	295	0,61	16,3	11,11	abcdef
14	0,0	47	1,01	177	290	0,61	15,3	11,06	abcdef
3	0,0	24	0,97	178	283	0,63	15,0	11,05	abcdef
21	0,0	23	1,06	163	283	0,58	14,6	11,05	abcdef
30	0,0	7	1,00	140	248	0,56	15,0	11,03	abcdef
22	0,0	15	1,05	158	265	0,60	14,8	10,89	abcdef
13	0,0	12	0,99	173	283	0,61	15,0	10,80	bcdef
1	0,0	55	1,03	178	297	0,60	15,3	10,76	bcdef
6	0,0	22	1,00	177	292	0,61	15,3	10,69	bcdef
8	0,0	9	1,01	167	277	0,60	15,8	10,56	cdef
5	0,0	18	0,99	168	285	0,59	15,5	10,37	cdef
17	0,0	46	0,99	162	267	0,60	15,1	10,37	cdef
15	0,0	14	1,04	177	283	0,62	15,2	10,32	cdef
27	0,0	3	0,95	140	257	0,55	16,7	10,13	def
2	0,0	42	0,99	178	293	0,61	15,0	10,02	def
4	0,0	64	0,99	163	275	0,60	14,8	9,84	def
18	0,3	27	1,02	172	297	0,58	15,4	9,71	ef
11	0,0	5	0,97	162	268	0,60	15,3	9,56	f
MÉDIA	0,0	29	1,02	170	284	0,60	15,2	10,96	
CV								5,14%	

NOTA: AC = acamamento; CD% = porcentagem de colmo doente; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t \cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 3 – PITANGA (PI) – C1

MÉDIAS DE C1 EM PITANGA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
12	0,0	1,00	138	250	0,53	17,3	12,39	a
20	0,0	0,98	143	250	0,55	17,7	11,98	ab
15	0,0	1,04	138	250	0,52	17,6	11,92	ab
14	0,0	0,97	133	250	0,57	17,5	11,77	abc
13	0,0	0,98	127	243	0,53	17,3	11,71	abc
8	0,0	0,99	143	255	0,56	20,5	11,64	abc
30	0,3	0,96	128	245	0,50	18,2	11,61	abc
29	0,0	0,98	125	252	0,55	16,7	11,41	abc
9	0,0	0,98	142	258	0,55	20,3	11,33	abc
27	0,0	0,98	120	243	0,51	21,3	11,24	abc
7	0,0	0,90	135	252	0,56	17,6	11,16	abc
28	0,3	0,96	128	245	0,54	17,6	11,11	abc
11	0,3	1,01	138	248	0,55	18,6	11,10	abc
25	0,0	1,01	122	247	0,54	16,6	11,09	abc
2	0,0	0,98	138	252	0,57	17,0	11,05	abcd
6	0,0	0,99	142	258	0,55	17,8	10,97	abcd
5	0,0	1,00	135	255	0,53	17,7	10,74	abcd
26	0,0	0,98	125	242	0,49	16,5	10,60	abcd
3	0,0	0,94	140	253	0,53	16,3	10,48	abcd
16	0,0	1,00	128	238	0,52	17,3	10,45	abcd
21	0,7	0,96	120	247	0,49	17,0	10,22	abcd
1	0,3	0,97	140	250	0,59	17,6	9,99	abcd
10	0,0	0,99	138	252	0,51	16,2	9,90	abcd
22	2,0	0,93	125	242	0,50	16,5	9,85	abcd
4	1,0	0,96	138	250	0,52	16,5	9,56	abcd
24	0,0	1,02	133	248	0,56	16,7	9,35	abcd
18	0,3	0,99	122	247	0,54	17,1	9,33	abcd
19	0,3	0,97	125	252	0,53	16,4	8,96	bcd
23	1,7	1,01	133	248	0,50	16,1	8,55	cd
17	8,0	0,96	120	243	0,54	17,0	7,81	d
MÉDIA	0,5	0,98	132	249	0,53	17,5	10,64	
CV							9,50%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 4 – PATO BRANCO (PB) – C1

MÉDIAS DE C1 EM PATO BRANCO PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t \cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	U%	Prod	Tukey*
28	2,67	0,95	19,9	12,71	a
10	0,67	1,07	18,9	12,49	ab
24	0,67	1,03	19,1	12,37	abc
26	2,00	1,02	18,8	12,07	abcd
19	0,33	1,03	19,2	11,84	abcd
30	2,67	1,06	19,0	11,69	abcd
16	0,33	1,02	18,9	11,55	abcde
12	5,33	0,97	19,2	11,51	abcde
7	0,67	0,99	21,1	11,49	abcde
22	2,67	0,99	19,5	11,31	abcde
4	1,00	0,96	21,3	11,23	abcde
21	0,33	0,99	18,0	11,17	abcde
29	3,67	0,95	18,1	11,01	abcde
13	3,33	1,06	18,9	10,96	abcde
9	3,00	0,98	21,9	10,90	abcde
17	3,33	1,00	19,9	10,84	abcde
8	1,33	0,99	21,5	10,82	abcde
20	2,67	1,02	19,5	10,69	abcde
27	0,00	0,97	21,9	10,54	abcde
3	1,67	0,96	19,3	10,49	abcde
23	1,67	0,98	19,1	10,28	bcde
15	1,00	0,98	19,3	10,27	bcde
18	2,00	1,00	19,4	10,26	bcde
5	0,33	1,04	21,8	10,23	bcde
11	1,33	0,95	20,4	10,21	bcde
2	2,33	0,96	19,6	10,07	cde
6	0,33	1,00	20,4	9,94	de
25	8,00	0,89	18,3	9,93	de
1	6,67	0,91	21,5	9,83	de
14	5,33	0,94	19,9	9,24	e
MÉDIA	2,24	0,99	19,79	10,93	
CV				6,78%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t \cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 5 – CAMPO MOURÃO (CM) – C1

MÉDIAS DE C1 EM CAMPO MOURÃO PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t \cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	U%	Prod	Tukey*
30	0,33	1,00	21,3	12,95	a
29	2,33	1,00	20,5	12,23	ab
9	0,33	1,00	21,8	11,38	abc
28	0,67	0,99	20,9	11,23	abc
15	0,00	1,02	20,4	10,97	abc
10	0,33	1,00	20,2	10,93	abc
12	1,33	1,00	20,1	10,88	abcd
25	0,00	0,98	19,7	10,86	abcd
7	0,33	1,00	22,0	10,86	abcd
22	0,00	0,99	20,3	10,80	bcd
20	3,33	1,02	20,6	10,74	bcd
24	1,33	1,01	20,9	10,73	bcd
17	1,33	1,00	20,3	10,72	bcd
11	0,33	1,00	21,6	10,72	bcd
21	0,33	1,00	19,6	10,72	bcd
14	0,00	1,00	19,3	10,67	bcd
16	1,00	1,00	19,9	10,62	bcd
5	1,33	0,99	21,3	10,55	bcd
2	0,33	0,99	20,3	10,54	bcd
13	0,00	0,99	19,6	10,51	bcd
8	0,33	0,99	21,2	10,51	bcd
19	0,67	1,00	20,2	10,48	bcd
18	1,00	0,97	19,9	10,41	bcd
23	0,00	0,99	20,2	10,35	bcd
26	0,67	1,00	19,5	10,34	bcd
1	1,00	0,99	21,3	10,17	bcd
6	3,00	1,00	20,0	10,00	cd
27	0,00	1,00	24,3	9,99	cd
3	1,33	0,99	19,7	9,98	cd
4	4,00	0,99	19,8	8,80	d
MÉDIA	0,90	1,00	20,6	10,69	
CV				6,14%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t \cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 6 – LONDRINA (LD) – C1

MÉDIAS DE C1 EM LONDRINA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
28	0,33	0,98	87	193	0,45	18,2	12,40	a
29	2,67	1,00	95	220	0,43	17,5	11,21	ab
30	0,00	0,99	82	197	0,42	18,3	11,10	abc
9	0,67	1,01	100	213	0,47	19,6	11,04	abc
7	2,33	0,97	102	222	0,46	19,5	10,81	abc
27	0,00	0,99	73	187	0,39	20,4	10,37	bcd
3	0,33	0,96	95	210	0,45	18,4	10,34	bcd
4	0,67	0,90	95	208	0,46	17,8	10,31	bcd
13	2,67	0,96	97	215	0,45	17,7	10,29	bcd
8	1,00	1,01	87	213	0,41	18,6	10,22	bcd
10	0,67	0,97	80	197	0,41	18,0	10,21	bcd
19	2,33	0,96	88	205	0,43	17,8	10,20	bcd
20	0,67	0,95	87	195	0,44	17,8	10,18	bcd
24	1,00	0,92	107	220	0,48	17,2	10,15	bcd
6	0,33	0,99	85	202	0,42	18,4	10,15	bcd
5	0,00	0,98	92	217	0,42	18,8	9,91	bcd
12	1,33	0,93	87	212	0,41	17,1	9,89	bcd
14	3,67	1,01	90	212	0,43	16,8	9,87	bcd
11	0,00	0,96	78	190	0,41	18,7	9,84	bcd
1	0,67	0,97	90	210	0,43	17,8	9,79	bcd
23	0,67	0,94	87	200	0,43	17,5	9,75	bcd
16	2,00	1,00	82	205	0,40	17,7	9,75	bcd
18	1,00	0,95	87	205	0,42	18,0	9,61	bcd
26	1,00	0,92	80	198	0,40	16,8	9,60	bcd
25	1,33	0,95	88	205	0,43	17,2	9,56	bcd
2	0,00	0,95	88	203	0,43	17,4	9,48	cd
21	0,00	0,98	87	198	0,44	17,2	9,45	cd
15	0,33	0,97	97	208	0,46	18,2	9,44	cd
17	1,67	0,95	83	197	0,42	18,5	9,43	cd
22	1,33	0,92	77	197	0,39	18,0	9,08	d
MÉDIA	1,02	0,96	88	205	0,43	18,0	10,11	
CV							5,15%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 7 – ANDIRÁ (AND) – C1

MÉDIAS DE C1 EM ANDIRÁ PARA OS CARACTERES ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
28	1,03	105	212	0,50	28,8	11,51	a
29	1,03	115	223	0,51	26,5	11,15	ab
12	0,99	117	233	0,50	28,1	10,80	abc
30	0,99	102	207	0,49	26,1	10,53	abcd
27	0,99	85	185	0,46	29,4	10,52	abcd
10	1,04	105	210	0,50	27,1	10,33	abcd
6	1,01	112	213	0,52	28,1	10,16	abcde
19	1,01	107	212	0,50	26,5	10,13	abcde
9	1,04	115	223	0,51	29,1	10,11	abcde
7	1,01	112	220	0,51	31,3	10,09	abcde
1	0,99	110	218	0,50	25,9	9,98	abcde
14	1,03	118	225	0,53	25,4	9,95	abcde
13	1,02	115	223	0,51	26,6	9,88	abcde
24	1,02	110	213	0,52	25,9	9,84	abcde
4	0,99	102	210	0,48	27,2	9,83	abcde
5	1,02	112	218	0,51	29,7	9,71	bcde
23	1,04	112	218	0,51	25,2	9,63	bcde
16	1,05	103	208	0,50	27,0	9,60	bcde
3	0,98	108	212	0,51	25,9	9,47	bcde
20	1,04	105	210	0,50	26,8	9,46	cde
22	1,01	108	212	0,51	26,0	9,46	cde
26	0,98	112	217	0,52	25,3	9,42	cde
8	1,01	108	217	0,50	28,9	9,38	cde
25	1,04	108	212	0,51	26,0	9,37	cde
2	0,98	105	212	0,50	26,1	9,34	cde
17	1,01	102	205	0,50	27,5	9,26	cde
11	1,00	88	188	0,47	27,7	9,17	cde
18	1,00	105	210	0,50	25,4	9,07	de
15	0,99	105	210	0,50	28,8	8,91	de
21	0,99	97	198	0,49	25,5	8,64	e
MÉDIA	1,01	107	212	0,50	27,1	9,82	
CV						5,33%	

NOTA: IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 8 – PALOTINA (PA) – C1

MÉDIAS DE C1 EM PALOTINA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t\cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
29	6,3	1,00	105	207	0,51	17,9	11,00	a
15	6,0	1,00	115	210	0,55	18,5	10,69	ab
13	6,0	1,00	113	227	0,50	15,9	10,28	abc
10	5,7	1,01	122	218	0,56	18,6	10,22	abc
30	2,7	1,00	103	208	0,50	21,2	9,99	abc
14	5,3	1,01	118	202	0,59	16,2	9,86	abc
7	8,0	1,00	118	215	0,55	22,0	9,75	abc
17	9,3	1,00	118	220	0,54	19,2	9,64	abc
4	4,0	0,99	118	208	0,57	19,6	9,40	abc
24	4,3	1,00	107	207	0,52	18,6	9,31	abc
2	6,0	0,99	113	218	0,52	20,6	9,29	abc
22	5,0	1,00	118	220	0,54	19,3	9,21	abc
12	5,7	1,00	117	228	0,51	16,7	9,18	abc
25	8,0	1,00	110	202	0,55	17,6	9,15	abc
9	5,3	1,02	112	205	0,54	19,3	9,07	abc
26	6,3	1,00	113	222	0,51	16,8	9,04	abc
28	6,0	1,00	123	223	0,55	19,6	8,96	abc
5	4,7	1,02	115	227	0,51	19,7	8,72	abc
18	4,7	1,00	115	212	0,54	18,1	8,65	abc
8	4,7	1,01	125	228	0,55	18,6	8,61	abc
11	4,3	1,00	118	222	0,53	20,3	8,55	abc
21	4,7	1,00	110	202	0,55	16,3	8,53	abc
20	6,0	1,00	110	202	0,55	19,1	8,46	abc
19	2,3	1,00	112	212	0,53	17,0	8,45	abc
3	3,7	1,00	112	218	0,51	17,7	8,44	abc
16	6,0	1,01	107	207	0,52	18,8	8,35	abc
6	3,7	1,00	118	217	0,55	17,9	8,27	abc
1	4,3	1,00	113	222	0,51	18,4	8,19	abc
23	4,3	1,00	112	212	0,53	18,4	7,86	bc
27	3,7	1,00	98	198	0,50	22,6	7,42	c
MÉDIA	5,2	1,00	114	214	0,53	18,7	9,08	
CV							10,29%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t\cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 9 – SANTA HELENA (SH) – C1

MÉDIAS DE C1 EM SANTA HELENA PARA OS CARACTERES UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	U%	Prod	Tukey*
27	21,5	8,15	a
29	19,0	8,07	a
10	18,1	8,05	a
9	20,2	7,85	a
30	18,4	7,76	a
28	18,1	7,72	a
23	18,3	7,70	a
21	17,7	7,56	a
12	18,2	7,50	a
8	19,6	7,44	a
26	16,9	7,42	a
24	18,1	7,31	a
18	18,3	7,30	a
7	19,6	7,29	a
2	17,8	7,27	a
5	19,9	7,21	a
15	19,3	7,09	a
22	17,5	6,96	a
20	18,6	6,92	a
19	18,3	6,84	a
17	18,5	6,79	a
11	19,6	6,78	a
4	17,6	6,74	a
13	18,0	6,71	a
3	17,9	6,68	a
6	18,3	6,66	a
14	17,1	6,66	a
1	18,7	6,50	a
16	17,6	6,35	a
25	17,6	6,17	a
MÉDIA	18,5	7,18	
CV		11,60%	

NOTA: U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 10 – LUIZ EDUARDO MAGALHÃES (LEM) – C1

MÉDIAS DE C1 EM LUIZ EDUARDO MAGALHÃES PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), PORCENTAGEM DE COLMOS DOENTES (CD%), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t \cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	CD%	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
7	1,67	55	1,00	122	230	0,53	21,1	8,95	a
9	2,67	26	1,10	120	228	0,53	21,9	8,34	ab
30	2,67	58	1,09	113	220	0,52	18,0	8,23	ab
5	1,33	26	1,05	118	230	0,51	19,7	8,22	ab
29	1,33	49	1,09	120	230	0,52	17,7	8,19	ab
28	2,00	24	1,01	117	220	0,53	20,8	8,19	ab
12	1,33	70	0,98	112	222	0,50	18,5	8,09	abc
26	3,67	62	1,08	113	222	0,51	17,4	7,96	abc
24	4,00	76	1,06	128	233	0,55	19,1	7,76	abc
16	2,33	51	1,08	112	220	0,51	19,5	7,74	abc
2	2,33	53	1,04	117	218	0,53	18,9	7,62	abc
20	3,33	40	1,07	118	230	0,51	19,6	7,62	abc
14	2,00	73	1,10	122	220	0,55	17,3	7,59	abc
10	2,67	19	1,07	112	218	0,51	20,2	7,57	abc
6	1,67	48	1,04	115	217	0,53	19,7	7,50	abc
25	2,00	49	1,10	113	223	0,51	17,7	7,50	abc
11	0,67	12	1,08	112	223	0,50	19,5	7,40	abc
1	1,33	45	1,02	113	220	0,52	19,7	7,39	abc
22	2,67	26	1,08	112	218	0,51	18,8	7,39	abc
13	2,33	66	1,06	120	220	0,55	17,2	7,36	abc
8	2,00	38	1,05	115	222	0,52	22,7	7,29	abc
19	1,67	63	1,01	113	218	0,52	18,0	7,27	abc
15	1,67	25	1,05	115	223	0,51	19,3	7,13	abc
4	2,00	66	1,00	107	203	0,52	18,9	7,06	abc
23	1,33	45	1,01	113	215	0,53	17,9	6,86	abc
18	1,00	27	1,00	113	218	0,52	19,2	6,85	abc
21	2,00	51	1,03	115	215	0,53	17,6	6,80	bc
27	3,33	27	1,01	105	208	0,50	24,8	6,76	bc
3	4,67	66	1,02	110	207	0,53	18,9	6,58	bc
17	3,33	58	1,01	112	218	0,51	18,7	6,04	c
MÉDIA	2,67	46	1,05	115	220	0,52	19,3	7,51	
CV								8,83%	

NOTA: AC = acamamento; CD% = porcentagem de colmo doente; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t \cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 11 – PATOS DE MINAS (PM) – C1

MÉDIAS DE C1 EM PATOS DE MINAS PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	CD%	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
26	0,7	1,04	130	247	0,53	18,1	13,41	a
7	1,0	1,03	120	243	0,49	17,8	13,18	a
10	0,3	1,05	123	243	0,51	17,7	13,04	a
28	0,3	0,98	127	237	0,54	19,7	12,80	a
9	0,7	1,18	113	230	0,49	17,9	12,72	a
1	1,7	0,99	123	243	0,51	16,6	12,49	a
30	0,7	1,01	117	217	0,54	14,7	12,36	a
14	0,7	1,09	127	233	0,55	17,1	12,34	a
27	0,3	1,22	123	233	0,53	21,1	12,30	a
21	2,0	1,13	113	237	0,48	16,9	12,28	a
24	1,0	1,02	120	240	0,50	17,6	12,22	a
12	0,3	1,01	117	230	0,51	16,0	12,11	a
20	0,0	1,07	113	233	0,48	17,0	12,03	a
13	0,3	1,09	133	243	0,55	16,9	12,02	a
18	1,0	1,10	120	227	0,53	18,0	11,99	a
19	1,0	1,03	140	250	0,56	16,8	11,94	a
3	0,7	1,02	113	217	0,52	16,2	11,93	a
6	1,3	1,05	117	227	0,52	17,8	11,82	a
22	1,7	1,11	130	250	0,52	18,8	11,73	a
2	0,7	0,98	107	227	0,47	16,6	11,69	a
17	0,7	1,01	110	227	0,48	16,4	11,64	a
25	2,0	1,06	127	237	0,54	16,9	11,54	a
5	0,3	1,05	127	247	0,51	18,5	11,50	a
16	0,7	1,18	130	230	0,57	16,4	11,49	a
29	1,7	1,11	123	230	0,53	15,9	11,36	a
8	0,0	1,07	117	240	0,49	19,1	11,34	a
23	2,3	1,08	117	237	0,49	17,6	11,30	a
15	0,0	1,13	130	243	0,53	16,9	11,22	a
4	0,3	1,02	123	230	0,53	16,2	11,05	a
11	1,0	1,06	123	223	0,55	17,7	10,98	a
MÉDIA	0,8	1,07	122	235	0,52	17,4	11,99	
CV							8,54%	

NOTA: CD% = porcentagem de colmo doente; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 12 – CAMPO LARGO (CL) – C2

MÉDIAS DE C2 EM CAMPO LARGO PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), PORCENTAGEM DE COLMOS DOENTES (CD%), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t \cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	CD%	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
30	0,7	14	0,98	133	243	0,55	23,6	12,19	a
26	0,0	65	0,99	145	258	0,56	23,0	11,57	ab
15	2,3	48	1,01	158	265	0,60	24,5	11,15	abc
1	1,3	57	1,01	153	263	0,58	23,8	11,13	abc
19	1,0	40	1,02	162	268	0,60	24,3	11,08	abc
9	1,7	49	1,03	145	262	0,55	25,7	11,07	abc
3	1,3	64	1,01	162	265	0,61	23,3	10,92	abc
13	2,3	42	1,01	153	268	0,57	23,5	10,92	abc
14	1,3	66	1,00	162	273	0,59	24,2	10,83	abc
22	0,7	87	1,00	158	262	0,61	22,7	10,51	abc
8	0,3	20	0,97	157	260	0,60	29,5	10,45	abc
16	0,7	36	1,03	142	245	0,58	24,8	10,41	abc
6	0,0	35	1,03	158	272	0,58	26,8	10,38	abc
17	0,0	35	1,00	148	265	0,56	24,9	10,37	abc
20	0,0	63	1,00	143	247	0,58	23,9	10,34	abc
11	0,0	42	1,04	153	262	0,59	24,3	10,33	abc
25	1,3	53	1,02	135	245	0,55	23,9	10,27	abc
28	0,0	70	0,99	142	248	0,57	25,4	10,21	abc
29	2,7	39	1,00	150	258	0,58	22,6	10,16	abc
12	0,0	78	0,99	148	253	0,59	23,3	10,08	abc
5	0,3	29	1,01	162	262	0,62	25,9	9,96	abc
23	2,3	59	0,99	145	255	0,57	24,4	9,91	abc
18	0,0	39	1,07	143	252	0,57	24,1	9,90	abc
10	0,0	31	1,01	142	248	0,57	25,9	9,88	abc
21	0,0	54	1,03	165	270	0,61	20,4	9,83	bc
7	0,0	11	1,02	157	262	0,60	31,5	9,80	bc
4	0,0	14	0,98	160	263	0,61	29,1	9,76	bc
24	0,7	43	0,98	142	262	0,54	22,5	9,72	bc
2	1,7	72	0,99	152	255	0,59	23,5	9,51	bc
27	0,7	6	1,03	120	227	0,53	32,3	8,81	c
MÉDIA	0,8	45	1,01	150	258	0,58	24,9	10,38	
CV								7,02%	

NOTA: AC = acamamento; CD% = porcentagem de colmo doente; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t \cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 13 – PONTA GROSSA (PG) – C2

MÉDIAS DE C2 EM PONTA GROSSA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), PORCENTAGEM DE COLMOS DOENTES (CD%), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t \cdot ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	CD%	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
26	0,0	54	1,05	178	300	0,59	15,0	12,05	a
17	0,0	33	1,06	183	312	0,59	15,2	11,82	ab
9	0,3	32	1,09	187	288	0,65	15,1	11,61	ab
14	0,3	63	1,04	178	300	0,59	15,6	11,61	ab
16	0,0	47	1,05	168	295	0,57	15,1	11,59	ab
25	0,0	33	1,09	173	293	0,59	15,2	11,55	ab
13	0,0	40	0,99	200	297	0,68	15,5	11,52	ab
29	0,0	15	1,03	183	298	0,61	14,4	11,51	ab
7	0,0	20	1,07	170	302	0,56	16,5	11,43	ab
15	0,0	45	1,03	182	298	0,61	15,4	11,40	ab
1	0,0	65	1,03	177	297	0,60	15,6	11,36	ab
3	0,0	50	1,00	187	298	0,63	15,2	11,36	ab
23	0,0	25	1,06	173	287	0,61	15,3	11,35	ab
12	1,7	72	0,99	178	287	0,62	15,0	11,16	ab
8	0,0	40	1,01	180	300	0,60	16,2	11,11	ab
28	1,3	86	0,98	175	287	0,61	15,2	11,10	ab
4	0,0	5	1,05	205	308	0,67	15,8	10,97	ab
24	1,0	69	1,03	175	293	0,60	14,8	10,97	ab
10	0,0	45	1,00	172	288	0,60	15,7	10,86	ab
6	0,0	32	1,04	180	293	0,61	15,8	10,86	ab
22	0,0	92	1,01	168	285	0,59	15,3	10,84	ab
19	0,0	55	1,02	183	297	0,62	15,3	10,81	ab
30	0,0	5	0,99	153	265	0,58	15,4	10,81	ab
11	0,0	19	0,99	170	292	0,59	15,9	10,71	ab
18	0,0	36	1,04	192	295	0,65	15,3	10,61	ab
20	1,0	72	1,00	178	302	0,59	15,0	10,61	ab
27	0,0	5	0,98	148	258	0,57	16,7	10,41	ab
21	0,0	68	1,04	180	292	0,62	15,1	10,25	ab
5	0,0	15	1,04	173	297	0,58	15,9	9,76	ab
2	0,7	78	0,99	172	285	0,61	15,0	9,59	b
MÉDIA	0,2	44	1,03	177	293	0,61	15,4	11,05	
CV								6,49%	

NOTA: AC = acamamento; CD% = porcentagem de colmo doente; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t \cdot ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 14 – PITANGA (PI) – C2

MÉDIAS DE C2 EM PITANGA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
30	0,67	0,98	138	245	0,55	17,0	11,36	a
9	0,00	1,00	137	242	0,52	16,5	11,32	a
19	0,00	1,03	138	248	0,56	17,0	11,28	a
15	0,00	1,00	127	243	0,55	16,7	10,70	ab
26	0,00	1,00	133	237	0,50	15,8	10,69	ab
14	0,00	1,02	133	242	0,55	16,7	10,63	ab
13	0,33	1,02	133	242	0,56	16,3	10,41	ab
28	0,00	0,96	138	245	0,53	16,9	10,38	ab
11	1,67	0,95	137	243	0,54	16,7	10,34	ab
10	0,00	0,98	128	243	0,54	18,1	10,27	ab
4	0,00	1,00	127	243	0,56	17,2	10,18	ab
23	2,67	0,95	133	238	0,54	16,3	10,16	ab
5	0,00	1,01	138	248	0,52	17,9	9,95	ab
8	0,00	0,97	128	245	0,53	17,7	9,93	ab
29	0,00	1,02	133	237	0,56	16,6	9,74	ab
21	0,00	1,00	138	248	0,56	16,2	9,73	ab
16	0,00	0,97	127	247	0,48	16,4	9,60	ab
6	0,00	1,00	128	242	0,52	16,5	9,60	ab
24	0,00	0,98	142	253	0,54	16,8	9,58	ab
18	2,33	0,92	137	250	0,55	16,5	9,58	ab
7	0,00	1,02	128	243	0,57	17,6	9,41	ab
20	0,00	0,99	128	240	0,52	16,5	9,39	ab
3	0,00	0,92	128	242	0,55	16,5	9,34	ab
17	0,00	0,97	138	248	0,54	16,3	9,33	ab
25	0,00	0,95	127	243	0,52	16,2	9,31	ab
12	0,00	0,98	127	247	0,54	16,3	8,93	ab
27	0,00	0,98	118	240	0,49	19,7	8,88	ab
1	0,00	0,97	128	242	0,54	16,4	8,74	ab
2	0,33	0,97	133	245	0,53	16,6	8,03	b
22	0,33	0,98	128	242	0,52	15,8	7,91	b
MÉDIA	0,28	0,98	132	244	0,54	16,8	9,82	
CV							9.19%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 15 – PATO BRANCO (PB) – C2

MÉDIAS DE C2 EM PATO BRANCO PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	U%	Prod	Tukey*
3	1,67	0,99	19,6	12,26	a
29	1,67	0,88	18,4	11,89	a
9	3,33	1,06	20,4	11,74	a
7	0,33	1,03	21,9	11,68	a
15	1,67	1,02	19,8	11,67	a
24	3,00	1,05	17,7	11,59	a
26	1,67	0,98	17,9	11,58	a
16	1,00	1,03	19,2	11,50	a
22	4,67	0,89	20,1	11,45	a
13	5,33	0,98	18,7	11,44	a
30	1,00	0,93	19,3	11,39	a
17	2,00	0,98	19,8	11,38	a
14	2,67	0,99	20,6	11,27	a
18	4,33	0,93	19,5	11,24	a
10	0,67	1,01	20,7	11,18	a
23	1,00	0,96	19,6	11,18	a
8	0,67	0,97	21,9	11,13	a
12	2,67	1,02	19,1	11,13	a
19	2,67	0,95	20,5	11,12	a
20	4,67	0,91	19,6	10,77	a
2	3,00	0,93	20,3	10,72	a
4	1,67	1,03	21,3	10,48	a
28	1,33	0,94	20,3	10,41	a
1	2,00	0,94	20,5	10,30	a
27	0,33	0,93	22,4	10,14	a
25	3,33	0,91	18,1	10,12	a
6	2,00	1,00	20,8	10,11	a
21	6,33	0,97	20,1	9,96	a
11	2,33	0,94	20,4	9,67	a
5	1,00	0,96	20,9	9,25	a
MÉDIA	2,33	0,97	20,0	10,99	
CV				10,98%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 16 – CAMPO MOURÃO (CM) – C2

MÉDIAS DE C2 EM CAMPO MOURÃO PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	U%	Prod	Tukey*
29	1,67	1,01	20,1	12,25	a
30	0,33	0,99	21,4	12,09	ab
28	3,00	1,00	21,1	10,85	abc
10	1,33	1,00	21,2	10,66	abc
18	3,00	0,99	20,6	10,52	abcd
6	0,00	1,01	20,5	10,46	abcd
8	0,33	1,00	22,0	10,39	abcd
7	0,33	1,00	22,7	10,33	abcd
4	1,33	1,00	19,7	10,31	abcd
24	2,33	1,00	19,0	10,30	abcd
11	1,00	0,99	19,8	10,25	bcd
1	3,33	1,01	19,9	10,23	bcd
26	1,00	1,00	18,8	10,21	bcd
16	2,00	1,00	19,7	10,21	bcd
27	0,33	0,98	25,2	10,19	bcd
13	2,33	0,99	18,2	10,16	bcd
19	1,33	1,00	20,4	10,11	bcd
14	2,00	0,99	19,4	10,08	cde
17	0,67	1,01	19,6	10,08	cde
15	1,33	1,00	18,5	10,06	cde
23	1,33	0,99	20,0	10,05	cde
3	3,67	1,00	19,9	10,04	cde
9	1,67	1,00	19,4	9,96	cdef
25	1,33	1,00	19,1	9,79	cdef
20	1,67	0,99	19,9	9,76	cdef
5	0,67	1,00	20,2	9,46	cdef
21	2,00	1,00	19,5	8,90	cdef
22	3,00	1,00	19,8	8,62	def
2	2,67	1,00	18,7	8,10	ef
12	4,67	0,99	18,4	8,01	f
MÉDIA	1,72	1,00	20,1	10,08	
CV				6,14%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 17 – LONDRINA (LD) – C2

MÉDIAS DE C2 EM LONDRINA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
28	0,67	0,99	90	205	0,44	18,5	12,14	a
29	1,33	1,00	100	220	0,45	17,7	11,47	ab
30	0,00	0,99	80	195	0,41	18,5	11,22	abc
7	0,00	1,02	98	220	0,45	19,3	11,06	abcd
9	0,33	1,00	83	208	0,40	17,7	10,67	abcde
14	3,00	0,97	100	222	0,45	17,3	10,63	abcde
11	0,67	1,04	97	215	0,45	18,1	10,49	abcde
10	0,67	1,00	90	205	0,44	18,9	10,35	bcde
8	1,33	1,01	90	215	0,42	18,6	10,31	bcde
15	4,00	0,99	97	218	0,44	16,9	10,29	bcde
6	0,33	1,02	87	208	0,42	18,7	10,25	bcde
3	0,67	0,98	92	215	0,43	17,6	10,20	bcde
4	1,00	0,99	100	220	0,45	18,1	10,16	bcde
13	4,33	1,02	88	213	0,41	16,4	10,16	bcde
18	3,33	0,98	95	213	0,45	18,0	10,15	bcde
24	1,33	0,99	100	220	0,45	17,0	10,14	bcde
2	3,00	1,00	93	207	0,45	17,7	10,07	bcde
20	3,67	0,99	90	205	0,44	17,5	10,03	bcde
26	2,33	0,98	85	203	0,42	17,3	9,93	bcde
17	0,00	0,97	95	215	0,44	18,1	9,87	bcde
23	1,00	0,98	92	210	0,44	17,9	9,77	bcde
1	2,00	0,99	93	210	0,44	17,9	9,67	cde
19	0,33	1,01	85	207	0,41	17,8	9,62	cde
16	0,33	1,01	78	197	0,40	17,3	9,36	de
25	1,33	1,00	93	213	0,44	17,4	9,35	de
27	0,33	0,99	75	192	0,39	20,8	9,33	de
5	1,00	0,99	97	203	0,48	18,5	9,31	de
22	1,67	1,00	87	202	0,43	17,3	9,23	e
21	0,67	0,97	90	208	0,43	17,3	9,10	e
12	5,00	0,99	83	192	0,43	16,4	9,05	e
MÉDIA	1,52	1,00	91	209	0,4335	17,9	10,11	
CV							5,44%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 18 – ANDIRÁ (AND) – C2

MÉDIAS DE C2 EM ANDIRÁ PARA OS CARACTERES ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
29	1,03	110	220	0,50	26,9	11,40	a
28	1,01	103	202	0,51	28,2	11,28	ab
9	1,05	103	207	0,50	25,7	10,79	abc
27	1,00	92	192	0,48	29,4	10,77	abc
30	0,98	100	205	0,49	27,0	10,61	abcd
8	1,03	103	208	0,50	28,6	10,25	abcde
3	0,99	112	222	0,50	26,7	10,08	abcdef
26	1,03	118	218	0,54	23,9	10,05	bcdef
14	1,03	112	220	0,51	27,1	9,98	bcdef
6	1,00	112	217	0,52	27,8	9,86	cdef
1	1,00	117	222	0,53	25,0	9,81	cdef
13	1,02	117	227	0,51	25,8	9,76	cdef
20	1,02	117	223	0,52	24,2	9,74	cdef
7	1,00	117	228	0,51	30,2	9,70	cdef
16	1,00	108	217	0,50	24,1	9,68	cdef
10	1,03	107	213	0,50	27,5	9,67	cdef
15	1,01	113	220	0,52	27,3	9,65	cdef
25	1,04	113	223	0,51	24,3	9,38	def
11	1,04	110	215	0,51	28,9	9,38	def
21	1,00	110	217	0,51	24,0	9,34	def
19	0,99	103	208	0,50	25,8	9,33	def
12	1,01	108	210	0,52	24,9	9,30	def
24	1,02	105	205	0,51	24,2	9,26	ef
2	1,02	107	213	0,50	25,7	9,25	ef
23	1,01	107	210	0,51	25,4	9,22	ef
22	1,00	108	212	0,51	25,9	9,17	ef
17	1,02	113	220	0,52	25,6	9,16	ef
4	1,01	110	217	0,51	27,6	9,13	ef
5	1,02	103	207	0,50	27,7	9,10	ef
18	1,00	110	212	0,52	26,0	8,83	f
MÉDIA	1,01	109	214	0,51	26,4	9,76	
CV						4,23%	

NOTA: IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 19 – PALOTINA (PA) – C2

MÉDIAS DE C2 EM PALOTINA PARA OS CARACTERES ACAMAMENTO (AC), ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
29	4,7	1,00	120	210	0,57	21,2	11,59	a
28	4,3	1,00	120	210	0,53	21,1	11,10	ab
14	4,3	1,00	118	225	0,58	18,7	11,08	ab
30	6,3	1,00	118	217	0,53	18,0	10,77	ab
9	4,3	1,00	113	215	0,54	19,1	10,65	abc
15	6,0	1,01	120	208	0,57	17,8	10,30	abc
13	5,0	1,00	112	222	0,47	17,9	10,26	abc
25	5,3	1,00	120	210	0,59	18,8	9,97	abc
24	4,3	1,00	127	208	0,51	19,9	9,97	abc
7	4,7	1,00	107	212	0,52	23,6	9,93	abc
4	4,0	1,01	117	225	0,52	18,2	9,87	abc
17	6,0	1,01	128	230	0,55	18,7	9,79	abc
16	6,0	1,00	127	223	0,51	18,7	9,67	abc
11	5,7	1,00	120	208	0,50	19,9	9,67	abc
8	7,3	0,99	118	225	0,50	21,3	9,43	abc
10	4,0	1,00	120	208	0,50	19,7	9,42	abc
3	6,3	1,01	113	215	0,52	22,1	9,42	abc
12	3,3	1,00	130	225	0,58	19,2	9,22	abc
1	5,3	1,00	120	230	0,52	20,3	9,11	abc
21	5,7	1,00	118	202	0,57	18,2	9,06	abc
6	3,7	1,00	112	222	0,51	19,8	9,02	abc
18	5,3	1,00	120	210	0,57	18,4	8,97	abc
27	3,0	1,00	123	215	0,56	23,7	8,95	abc
5	3,3	1,00	112	220	0,56	21,5	8,94	abc
22	3,3	1,00	110	212	0,53	19,0	8,73	abc
2	4,3	1,00	108	215	0,55	19,2	8,68	bc
26	6,0	1,00	110	205	0,53	18,1	8,61	bc
20	5,7	1,00	108	215	0,54	19,8	8,48	bc
23	5,0	1,00	132	225	0,52	18,8	8,35	bc
19	5,3	1,00	108	215	0,61	19,3	7,80	c
MÉDIA	4,9	1,00	118	216	0,54	19,7	9,56	
CV							9,32%	

NOTA: AC = acamamento; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 20 – SANTA HELENA (SH) – C2

MÉDIAS DE C2 EM SANTA HELENA PARA OS CARACTERES UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE ($t.ha^{-1}$), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	U%	Prod	Tukey*
29	18,1	8,47	a
27	21,0	8,41	a
16	18,1	8,36	a
9	18,5	8,35	a
28	18,4	8,30	a
11	18,7	8,24	a
6	19,7	8,14	a
7	20,5	8,09	a
30	18,2	8,08	a
23	18,5	8,06	a
13	16,9	8,01	a
4	18,7	7,90	a
26	16,8	7,87	a
17	17,1	7,85	a
24	17,5	7,77	a
10	19,0	7,64	a
14	17,6	7,60	a
20	17,8	7,54	a
8	19,5	7,37	a
5	19,1	7,33	a
19	18,3	7,30	a
25	17,8	7,30	a
22	18,6	7,16	a
15	17,9	7,12	a
3	18,5	7,11	a
21	17,6	6,88	a
2	17,6	6,87	a
18	17,7	6,66	a
1	17,4	6,53	a
12	16,2	6,29	a
MÉDIA	18,3	7,62	
CV		11,23%	

NOTA: U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em $t.ha^{-1}$; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 21 – LUIZ EDUARDO MAGALHÃES (LEM) – C2

MÉDIAS DE C2 EM LUIZ EDUARDO MAGALHÃES PARA OS CARACTERES ÍNDICE DE ESPIGAS (IE), ALTURA DE ESPIGA (AE) EM cm, ALTURA DE PLANTA (AP) EM cm, POSIÇÃO RELATIVA DA ESPIGA (AE/AP), UMIDADE DOS GRÃOS NA COLHEITA (U%) E PRODUTIVIDADE (t.ha⁻¹), EM MILHO, NA SAFRA 2006/2007

GENÓTIPO	AC	CD%	IE	AE	AP	AE/AP	U%	Prod	Tukey*
7	1,67	27	1,05	115	227	0,51	21,0	8,59	a
15	1,33	45	1,01	122	215	0,57	18,3	7,95	ab
9	3,00	32	1,08	113	213	0,53	18,6	7,84	ab
28	3,33	34	1,02	120	230	0,52	19,5	7,77	ab
16	1,33	30	1,02	112	208	0,54	17,4	7,75	ab
24	1,67	65	1,05	122	222	0,55	17,4	7,70	ab
14	3,00	72	1,01	125	227	0,55	17,4	7,65	ab
8	2,00	55	1,06	113	213	0,53	21,5	7,56	ab
29	1,67	38	1,00	120	223	0,54	18,0	7,50	ab
17	2,67	43	1,01	120	220	0,55	17,9	7,42	ab
4	0,33	18	1,01	125	228	0,55	19,1	7,37	ab
25	3,33	43	1,04	122	228	0,53	17,4	7,32	ab
26	2,33	32	1,03	112	215	0,52	17,8	7,30	ab
30	1,67	40	1,01	113	218	0,52	17,5	7,29	ab
10	1,00	22	1,01	108	202	0,54	21,1	7,29	ab
27	0,33	19	1,01	100	197	0,51	22,9	7,24	ab
18	3,00	55	1,01	115	217	0,53	18,4	7,19	ab
5	1,67	26	1,00	113	220	0,52	20,2	7,11	ab
6	1,67	31	1,02	113	220	0,52	19,4	7,09	ab
11	2,67	28	1,03	115	217	0,53	19,9	7,08	ab
23	2,67	31	1,01	115	220	0,52	18,2	6,98	ab
19	2,33	41	1,02	118	220	0,54	17,6	6,91	ab
13	2,67	83	1,01	120	217	0,55	16,6	6,90	ab
20	3,33	40	1,01	122	225	0,54	18,3	6,72	ab
12	3,00	76	1,03	117	210	0,56	16,9	6,53	ab
3	5,00	55	1,05	110	210	0,52	17,4	6,45	ab
1	2,00	69	1,00	108	210	0,52	18,5	6,30	b
21	2,00	68	1,02	115	213	0,54	16,9	6,13	b
22	2,33	85	1,00	108	213	0,51	17,4	5,90	b
2	3,33	73	1,01	112	208	0,54	16,3	5,88	b
MÉDIA	2,28	46	1,02	115	217	0,53	18,5	7,16	
CV								9,75%	

NOTA: AC = acamamento; CD% = porcentagem de colmo doente; IE = prolificidade com base no índice de espiga; AE = altura de espigas; AP = altura de plantas; AE/AP = relação do porte de plantas; U% = umidade de colheita; Prod = produtividade em t.ha⁻¹; CV = coeficiente de variação.

* Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey de médias.

APÊNDICE 22 – COINCIDÊNCIA DE RANQUEAMENTO DOS GENÓTIPOS NOS
DIFERENTES AMBIENTES DE C1, NA SAFRA 2006/2007

15 GENÓTIPOS SUPERIORES															
CL	30	12	13	26	19	7	29	24	10	14	2	8	21	20	22
PG	7	29	20	24	25	12	26	10	19	28	23	16	9	14	3
PI	12	20	15	14	13	8	30	29	9	27	7	28	11	25	2
PB	28	10	24	26	19	30	16	12	7	22	4	21	29	13	9
CM	30	29	9	28	15	10	12	7	25	22	20	24	11	17	21
LD	28	29	30	9	7	27	3	4	13	8	10	19	20	6	24
AND	28	29	12	30	27	10	6	19	9	7	1	14	13	24	4
PA	29	15	13	10	30	14	7	17	4	24	2	22	12	25	9
SH	27	29	10	9	30	28	23	21	12	8	26	24	18	7	2
LEM	7	9	30	5	28	29	12	26	24	16	2	20	14	10	6
PM	26	7	10	28	9	1	30	14	27	21	24	12	20	13	18

15 GENÓTIPOS INFERIORES															
CL	9	28	5	1	6	17	11	23	15	3	18	16	27	25	4
PG	21	30	22	13	1	6	8	17	5	15	27	2	4	18	11
PI	6	5	26	3	16	21	1	10	22	4	24	18	19	23	17
PB	17	8	20	27	3	23	15	18	5	11	2	6	25	1	14
CM	14	16	5	2	13	8	19	18	23	26	1	6	27	3	4
LD	5	12	14	11	1	23	16	18	26	25	2	21	15	17	22
AND	5	23	16	3	22	20	26	8	25	2	17	11	18	15	21
PA	26	28	5	18	8	11	21	20	19	3	16	6	1	23	27
SH	5	15	22	20	19	17	11	4	13	3	14	6	1	16	25
LEM	25	11	22	1	13	8	19	15	4	23	18	21	27	3	17
PM	19	3	6	22	2	17	25	5	16	29	8	23	15	4	11

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas. Os números de 1 a 30 correspondem aos híbridos (tratamentos). Cada híbrido coincidente na mesma posição foi marcado com uma cor diferente.

APÊNDICE 23 – COINCIDÊNCIA DE RAQUEAMENTO DOS GENÓTIPOS NOS
DIFERENTES AMBIENTES DE C2, NA SAFRA 2006/2007

15 GENÓTIPOS SUPERIORES															
CL	30	26	15	1	19	9	3	13	14	22	8	16	6	17	20
PG	26	17	9	14	16	25	13	29	7	15	1	3	23	12	8
PI	30	9	19	15	26	14	13	28	11	10	4	23	5	8	29
PB	3	29	9	7	15	24	26	16	22	13	30	17	14	18	10
CM	29	30	28	10	18	6	8	7	4	24	11	1	16	26	27
LD	28	29	30	7	9	14	11	10	8	15	6	3	4	13	18
AND	29	28	9	27	30	8	3	26	14	6	1	13	20	7	16
PA	29	28	14	30	9	15	13	24	25	7	4	17	11	16	8
SH	29	27	16	9	28	11	6	7	30	23	13	4	26	17	24
LEM	7	15	9	28	16	24	14	8	29	17	4	25	26	10	30
15 GENÓTIPOS INFERIORES															
CL	11	25	28	29	12	5	23	18	10	21	7	4	24	2	27
PG	28	24	4	10	6	22	30	19	11	20	18	27	21	5	2
PI	21	16	6	24	18	7	20	3	17	25	12	27	1	2	22
PB	10	12	8	19	20	2	4	28	1	27	25	6	21	11	5
CM	13	19	17	14	15	23	3	9	25	20	5	21	22	2	12
LD	24	2	20	26	17	23	1	19	16	25	27	5	22	21	12
AND	10	15	25	11	21	19	12	24	2	23	22	17	4	5	18
PA	10	3	12	1	21	6	18	27	5	22	2	26	20	23	19
SH	10	14	20	8	5	25	19	22	15	3	21	2	18	1	12
LEM	27	18	5	6	11	23	19	13	20	12	3	1	21	22	2

NOTA: CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães. Os números de 1 a 30 correspondem aos híbridos (tratamentos). Cada híbrido coincidente na mesma posição foi marcado com uma cor diferente.

APÊNDICE 24 – RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA O CARÁTER ESTANDE FINAL EM MILHO, PARA OS AMBIENTES DE C1 E C2, NA SAFRA 2006-2007

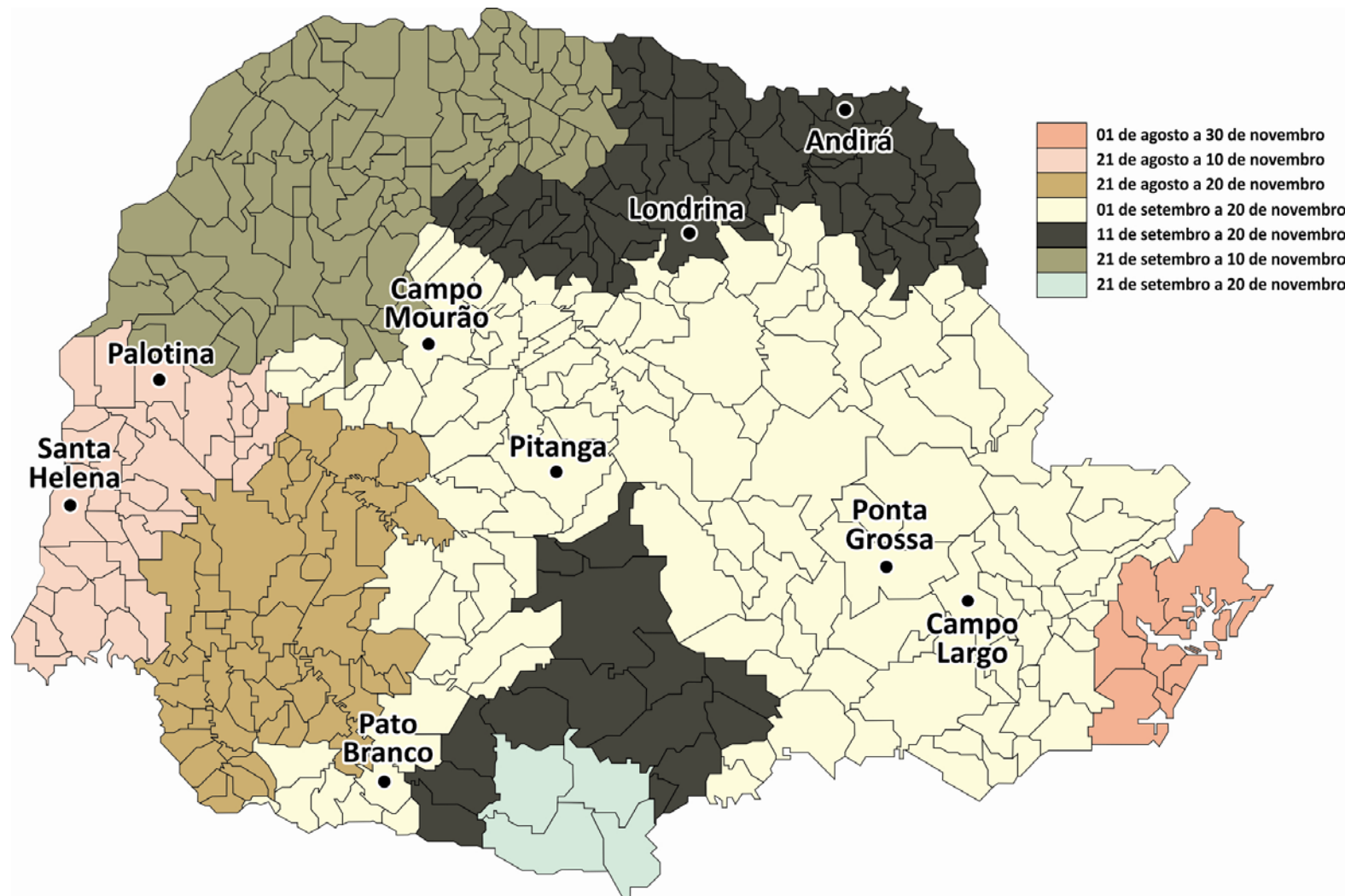
C1												
FV	GL	CL	PG	PI	PB	CM	LD	AND	PA	SH	LEM	PM
Blocos	2	4,01	2,80	4,21	10,03	0,70	1,01	1,63	7,01	2,48	6,74	2,54
Tratamento	29	4,07 ^{ns}	1,52 ^{ns}	2,66 ^{ns}	6,29 ^{ns}	1,56 ^{ns}	4,61 ^{**}	2,19 ^{ns}	18,45 ^{**}	2,96 ^{ns}	7,85 ^{ns}	2,19 ^{ns}
Resíduo	58	2,61	1,57	1,81	5,99	1,10	2,21	1,40	9,17	1,91	6,27	2,21
Média		39,69	38,97	36,92	40,00	39,50	40,12	40,13	37,18	40,16	37,82	38,99
CV		4,07%	3,22%	3,64%	6,12%	2,66%	3,70%	2,95%	8,15%	3,45%	6,62%	3,81%

C2											
FV	GL	CL	PG	PI	CM	LD	AND	PA	SH	LEM	
Blocos	2	2,03	1,34	1,11	1,30	6,34	4,23	2,88	3,81	16,23	
Tratamento	29	4,90 ^{ns}	1,42 ^{ns}	2,27 ^{**}	2,29 [*]	3,17 ^{ns}	2,86 ^{ns}	9,12 ^{ns}	1,69 ^{ns}	5,34 ^{ns}	
Resíduo	58	3,70	1,09	0,87	1,33	2,41	2,49	7,47	1,48	6,11	
Média		39,37	39,18	36,36	39,47	40,29	39,73	36,41	40,52	38,60	
CV		4,89%	2,67%	2,57%	2,93 [*]	3,86%	3,97%	7,51%	3,00%	6,40%	

NOTA: FV = Fonte de Variação, GL = Graus de Liberdade, CV = Coeficiente de Variação, CL = Campo Largo, PG = Ponta Grossa, PI = Pitanga, PB = Pato Branco, CM = Campo Mourão, LD = Londrina, AND = Andirá, PA = Palotina, SH = Santa Helena, LEM = Luiz Eduardo Magalhães, PM = Patos de Minas. ** e * = significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns = não-significativo pelo teste F.

ANEXOS

ANEXO 1 – ZONEAMENTO AGRO-CLIMÁTICO DA CULTURA DO MILHO PRECOCE, MÉDIO E SEMIPRECOCE



FONTE: IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná, 2010