

**FRANCISCO TERASAWA JUNIOR**

**IMPLICAÇÕES DA INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE NO  
MELHORAMENTO DO MILHO NO ESTADO DO PARANÁ**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia.**

**Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler.**

**CURITIBA**

**2006**

**FRANCISCO TERASAWA JUNIOR**

**IMPLICAÇÕES DA INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE NO  
MELHORAMENTO DO MILHO NO ESTADO DO PARANÁ**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Agronomia.**

**Orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler.**

**CURITIBA**

**2006**

“O milho devido a sua produção, facilidade de cultivo, pelas suas variedades e maior adaptação a diferentes condições de clima e solo, será no futuro, ainda mais do que é no presente, a planta de maior valor na América”.

Henrique Lobbe, 1928

Este trabalho é dedicado à minha família, sempre presente em todos os importantes momentos da minha vida.

Aos meus pais, Francisco e Ana Cirte, referências constantes, pela grande dedicação e pelos sólidos valores.

À Lygia, minha maior fã, pelo verdadeiro amor, parceria e contínua motivação.

À Giulia e Luiza, pela oportunidade de renovação, crescimento e felicidade.

Ao Maurício e à Daniela pela genuína e sincera amizade.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e pelas constantes oportunidades.

Ao Prof. Dr. Henrique Soares Koehler pela valiosa orientação, disponibilidade e amizade.

À COODETEC, FT Pesquisa e Sementes, Instituto Agrônômico do Paraná, Milenia Genética e Biotecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pelo apoio e custeio da experimentação local.

Ao Centro Internacional de Maiz y Trigo (CIMMYT), ao Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) e à Sementes Boa Safra, pela cessão de híbridos para avaliação.

Ao Prof. Dr. Roland Vencovsky, pela co-orientação, pronta colaboração e imprescindíveis sugestões.

Ao Prof. Dr. Pedro Ronzelli Júnior pela acolhida inicial, ensinamentos e amizade.

A programa de pós-graduação do Curso de Produção Vegetal, na pessoa do Prof. Dr. Luiz Antônio Biasi, pela oportunidade de aprendizagem e efetivo apoio.

Aos pesquisadores Dra. Andréa Ornellas, Dr. Antônio Carlos Gerage, Dr. Celso Gonçalves Aguiar, Dra. Juliana Zanetti Ribeiro e Dr. Luiz Kozłowski, pelo empenho na condução experimental e coleta de dados.

Aos técnicos Ademir Lima, Antonio Alves Ferreira e Aparecido Sales de Carvalho, pelo apoio na experimentação

A Prof. Dra. Lygia Terasawa pelas criteriosas sugestões, correção e colaboração na elaboração da redação final.

A Dra. Juliana Zanetti Ribeiro pelo empenho e colaboração na formatação final do trabalho.

Aos professores do curso, em especial ao Prof. Dr. Henrique Koehler, Prof. Dr. Luis Doni Filho, Prof. Dr. José Luis Camargo Zambon, Profa. Dra. Maria Lúcia Rosa Zaksevskas da Costa Lima (*in memoriam*), Profa. Dra. Marina Izabel Mateus de Almeida e Prof. Dr. Vismar da Costa Lima Neto, pelos valiosos ensinamentos e companheirismo.

Aos colegas e funcionários do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo pelo saudável convívio e companheirismo, em especial à Lucimara Antunes, pelo suporte prestado.

## HOMENAGEM ESPECIAL

À Profa. Dra. Maria Lúcia Rosa Zaksevskas da Costa Lima (*in memoriam*), brilhante cientista e grandiosa figura humana.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	xiv
<b>RESUMO</b> .....	xvi
<b>ABSTRACT</b> .....	xvii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	01
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	03
2.1 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA CULTURA DO MILHO .....	03
2.1.1 Fatores Ambientais que Afetam a Cultura .....	04
2.1.1.1 Efeito da temperatura .....	04
2.1.1.2 Efeito do fotoperíodo .....	06
2.1.1.3 Efeito da disponibilidade de água .....	07
2.1.1.4. Efeito da disponibilidade de nitrogênio .....	08
2.1.1.5 Efeitos bióticos – doenças .....	09
2.1.2 Variações Ambientais .....	10
2.1.2.1 Latitude .....	10
2.1.2.2 Altitude .....	12
2.1.2.3 Época da semeadura .....	13
2.1.2.4 Densidade populacional .....	14
2.2 INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS E AMBIENTES .....	15
2.3 CLASSIFICAÇÃO DE AMBIENTES .....	17
2.4 AMBIENTES DIVERGENTES E SELEÇÃO INDIRETA .....	22
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
3.1 MATERIAL .....	28
3.2 CARACTERIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DE AMBIENTES .....	28
3.3 EXPERIMENTAÇÃO .....	31
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	32
3.5 DISSIMILARIDADE ENTRE AMBIENTES .....	35
3.6 EFEITOS DA SELEÇÃO INDIRETA DE LOCAIS .....	35
<b>4 RESULTADOS</b> .....	37
4.1 LOCAIS INDIVIDUAIS .....	37
4.1.1 Campo Largo .....	37

4.1.2 Ponta Grossa.....	39
4.1.3 Fazenda Rio Grande.....	40
4.1.4 Londrina.....	40
4.1.5 Centenário do Sul.....	42
4.1.6 Palotina.....	43
4.1.7 Componentes de Variação.....	44
4.2 MÉDIAS DE LOCAIS.....	45
4.2.1 Produtividade.....	45
4.2.2 Altura da Planta.....	53
4.2.3 Altura da Espiga.....	53
4.2.4 Precocidade.....	54
4.2.5 Índice de Espigas.....	57
4.3 CORRELAÇÃO ENTRE AMBIENTES.....	60
4.4 DISSIMILARIDADE ENTRE AMBIENTES ( $D_{ij}$ ).....	60
4.5 RESPOSTAS À SELEÇÃO INDIRETA.....	61
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>65</b>
5.1 CAMPO LARGO.....	65
5.2 PONTA GROSSA.....	68
5.3 FAZENDA RIO GRANDE.....	70
5.4 LONDRINA.....	71
5.5 CENTENÁRIO DO SUL.....	72
5.6 PALOTINA.....	74
5.7 ANÁLISE CONJUNTA DE AMBIENTES.....	75
5.7.1 Produtividade.....	75
5.7.2 Demais Caracteres.....	76
5.8 INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS E AMBIENTES.....	78
5.8.1 Produtividade.....	78
5.8.2 Demais Caracteres.....	79
5.9 DISSIMILARIDADE AMBIENTAL.....	80
5.10 SELEÇÃO INDIRETA.....	82
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>85</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>88</b>



<b>APÊNDICES</b> .....	99
<b>ANEXOS</b> .....	120
ANEXO 1 – MILHO 1ª SAFRA – PARANÁ – COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE – 04/05 – 05/06 .....	121
ANEXO 2 – MILHO 2ª SAFRA – PARANÁ – COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE – 04/05 – 05/06 .....	122
ANEXO 3 – TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DIÁRIAS EM PG, LD E PL, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2003 A MARÇO DE 2004 .....	123
ANEXO 4 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR DECÊNIO EM PG, LD E PL DURANTE A SAFRA 2003/2004, NOS MESES DE SETEMBRO (S), OUTUBRO (O), NOVEMBRO (N), DEZEMBRO (D), JANEIRO (J), FEVEREIRO (F) E MARÇO (M) .....	124
ANEXO 5 – ZONEAMENTO DA CULTURA DO MILHO SAFRA NORMAL .....	125

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	CARACTERÍSTICAS GERAIS DE NOVE DOENÇAS QUE AFETAM A CULTURA DO MILHO NO ESTADO DO PARANÁ.....	11
TABELA 2 –	RELAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS SEIS AMBIENTES DE AVALIAÇÃO .....	29
TABELA 3 –	RELAÇÃO DE CARACTERES AVALIADOS DENTRO DOS SEIS AMBIENTES EM ESTUDO: CL, PG, FZ, LD, CS E PL, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	31
TABELA 4 –	ESQUEMA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA OS EFEITOS DE HÍBRIDOS (H) E LOCAIS (L) E DA INTERAÇÃO H x L .....	33
TABELA 5 –	ESQUEMA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA ENTRE OS EFEITOS DE HÍBRIDOS (H), LOCAIS (L), MACRO-AMBIENTES (MA), HÍBRIDOS DENTRO DE MACRO-AMBIENTES (DMA), AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (GH) E HÍBRIDOS DENTRO DE AGRUPAMENTOS (DGH) E PARA AS RESPECTIVAS INTERAÇÕES ENTRE ELES (H x L; MA x GH; MA x DGH; DMA x GH; DMA x DGH)....	34
TABELA 6 –	RELAÇÃO DE DISTÂNCIAS AMBIENTAIS OBTIDAS ENTRE PARES DE LOCAIS PARA CL, PG, FZ, LD, PA E CS, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	35
TABELA 7 –	VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM CL, EM C1 E C2, PARA OS CARACTERES: PD, U%, IE, FL, AE, AP, AE/AP, AC%, CD% E SEVERIDADE DAS MANCHAS FOLIARES POR TUR, CER E FER, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	38
TABELA 8 –	VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM PG, EM C1 E C2, PARA OS CARACTERES: PD, IE, AC%, CD% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	39
TABELA 9 –	VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM FZ, EM C1, PARA PD, AC%, U%, SEVERIDADE DE MANCHA POR <i>Phaeosphaeria</i> , EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	40
TABELA 10 –	VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM LD, EM C1 E C2, PARA PD; IE; FL; AE; AP; AE/AP; AC% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	41
TABELA 11 –	VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM CS PARA PD, IE, AE, AP, AE/AP, AC% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	43
TABELA 12 –	VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM PL PARA PD, IE, FL, AE, AP, AE/AP, AC% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	44

TABELA 13 – ESTIMATIVAS DA VARIAÇÃO DOS EFEITOS FIXOS DE HÍBRIDOS (V <sub>H</sub> ), DA VARIÂNCIA RESIDUAL ( $\hat{\sigma}^2$ ) E DA RELAÇÃO (CV <sub>H</sub> /CV) EM C1 E C2, NOS SEIS AMBIENTES, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	45
TABELA 14 – VALORES MÉDIOS DE PRODUTIVIDADE (t/ha), DESVIOS ENTRE AS MÉDIAS DOS CONJUNTOS [C1 – C2] E DESVIOS PERCENTUAIS EM RELAÇÃO AO CONJUNTO INFERIOR [100 (C1 – C2)/C1] EM PG, FZ, LD, CS, PL E CL, EM C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	47
TABELA 15 – VALORES ESTIMADOS PARA VARIÂNCIA ENTRE LOCAIS ( $\hat{\sigma}_L^2$ ), VARIÂNCIA DA INTERAÇÃO ENTRE LOCAIS E HÍBRIDOS ( $\hat{\sigma}_{HL}^2$ ), VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\hat{\sigma}^2$ ) E PARA A VARIAÇÃO ENTRE OS EFEITOS FIXOS DE GENÓTIPOS (V <sub>H</sub> ) PARA PRODUTIVIDADE (t/ha) <sup>2</sup> , EM C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	53
TABELA 16 – VALORES MÉDIOS DE AP, AE, FL E IE NOS C1 E C2 EM CL, LD, PL, CS E PG, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	54
TABELA 17 – ESTIMATIVAS MÉDIAS DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO (r <sub>ij</sub> ) E DE DISTÂNCIA (D <sub>ij</sub> ) ENTRE PARES DE AMBIENTES PERTENCENTES A MACRO-AMBIENTE 1 (MA1, MA1), A MACRO-AMBIENTE 2 (MA2, MA2) E ENTRE LOCAIS DENTRO DE MACRO-AMBIENTES DIFERENTES (MA1, MA2), EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	60
TABELA 18 – RELAÇÃO DE TRATAMENTOS SEGUNDO SUA CLASSIFICAÇÃO POR DESEMPENHO DECRESCENTE EM CL, PG, FZ, LD, CS, PL E NA MÉDIA DE LOCAIS ( $\bar{x}$ ), NO C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	63
TABELA 19 – ESTIMATIVAS MÉDIAS DE COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO (r <sub>ij</sub> ) E DISTÂNCIA AMBIENTAL (D <sub>ij</sub> ) ENTRE LOCAIS PERTENCENTES A MA1, MA2 E ENTRE OS DOIS MA, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	81
TABELA 20 – MÉDIAS DE C1 EM CL PARA OS CARACTERES IE, FL, AE, AP, AE/AP, TUR, FER, CER, %AC, %CD E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	100
TABELA 21 – MÉDIAS DE C2 EM CL PARA OS CARACTERES IE, FL, AE, AP, AE/AP, TUR, FER, CER, %AC, %CD E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	101
TABELA 22 – MÉDIAS DE C1 EM PG PARA OS CARACTERES IE, %AC, %CD, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	102
TABELA 23 – MÉDIAS DE C2 EM PG PARA OS CARACTERES IE, %AC, %CD, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	103
TABELA 24 – MÉDIAS DE C1 EM FZ PARA OS CARACTERES %AC, PH, U% E PD, EM MILHO NA SAFRA 2003/2004.....	104
TABELA 25 – MÉDIAS DE C1 EM LD PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004 .....	105

TABELA 26 – MÉDIAS DE C2 EM LD PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	106
TABELA 27 – MÉDIAS DE C1 EM CS PARA OS CARACTERES IE, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	107
TABELA 28 – MÉDIAS DE C2 EM CS PARA OS CARACTERES IE, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	108
TABELA 29 – MÉDIAS DE C1 EM PL PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	109
TABELA 30 – MÉDIAS DE C2 EM PL PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	110
TABELA 31 – ESTIMATIVAS DE QUADRADOS MÉDIOS (QM), COEFICIENTES DE VARIAÇÃO EXPERIMENTAL (CV%) PARA OS CARACTERES PD, AP, AE E FL, DOS HÍBRIDOS DE C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	111
TABELA 32 – MÉDIA DE PRODUTIVIDADE (t/ha) DE C1 EM CL, PG, FZ, LD, CS E PL, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	112
TABELA 33 – MÉDIA DE PRODUTIVIDADE (t/ha) DE C2 EM CL, PG, LD, CS E PL, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	113
TABELA 34 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DE LOCAIS PARA C1, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	114
TABELA 35 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DE LOCAIS PARA C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	115
TABELA 36 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CONJUNTO DE LOCAIS, EM C1 E C2, PARA AS VARIÁVEIS AP, AE, FL E IE, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	116
TABELA 37 – ESTIMATIVAS DE COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO GENÉTICA ( $r_{jj'}$ ) ENTRE OS AMBIENTES CL, PG, FZ, LD, CS E PL, NOS CONJUNTOS DE HÍBRIDOS C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	117
TABELA 38 – ESTIMATIVAS DE DISTÂNCIA ( $D_{jj'}$ ) ENTRE OS AMBIENTES CL, PG, FZ, LD, CS E PL, NOS CONJUNTOS DE HÍBRIDOS C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	118
TABELA 39 – EFEITOS DA SELEÇÃO INDIRETA ( $\Delta$ ), ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE (Y) E GANHOS GENÉTICOS (G) OBTIDOS NO AMBIENTE j, COM SELEÇÃO NO PRÓPRIO LOCAL (j/j) E SELEÇÃO INDIRETA EM j' (j/j'), EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004.....	119

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	SEQÜÊNCIA DAS ATIVIDADES E INVESTIGAÇÕES REALIZADAS <sup>27</sup>	
FIGURA 2 –	PRODUTIVIDADE DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) PERTENCENTES A C1, NOS MACRO-AMBIENTES MA1 E MA2 .....	48
FIGURA 3 –	PRODUTIVIDADE DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) PERTENCENTES A C2, NOS MACRO-AMBIENTES MA1 E MA2 .....	48
FIGURA 4 –	DESEMPENHO (t/ha) DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C1 EM SEIS AMBIENTES .....	49
FIGURA 5 –	DESEMPENHO (t/ha) DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C2 EM CINCO AMBIENTES .....	49
FIGURA 6 –	DESEMPENHO ESTIMADO DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C1 EM SEIS LOCAIS .....	50
FIGURA 7 –	DESEMPENHO ESTIMADO DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C2 EM CINCO LOCAIS .....	50
FIGURA 8 –	DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G1 (C1).....	51
FIGURA 9 –	DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G2 (C1).....	51
FIGURA 10 –	DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G3 (C1).....	51
FIGURA 11 –	DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G4 (C1).....	51
FIGURA 12 –	DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G5 (C1).....	51
FIGURA 13 –	DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G1 (C2).....	52
FIGURA 14 –	DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G2 (C2).....	52
FIGURA 15 –	DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G3 (C2).....	52
FIGURA 16 –	DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G4 (C2).....	52
FIGURA 17 –	DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G5 (C2).....	52
FIGURA 18 –	DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AP (cm) EM C1, EMLD, CS, CL E PL .....	55

FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AP (cm) EM C2, EMLD, CS, CL E PL .....	55
FIGURA 20 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AE (cm) EM C1, EM CL, LD, PL E CS .....	56
FIGURA 21 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AE (cm) EM C2, EM CL, LD, PL E CS .....	56
FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS EM C1 PARA FL (DIAS) EM CL, LD E PL .....	58
FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS EM C2 PARA FL (DIAS) EM CL, LD E PL .....	58
FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA IE EM C1, EM PG, LD, CL, PL E CS .....	59
FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA IE EM C2, EM PG, LD, CL, PL E CS .....	59
FIGURA 26 – DENDROGRAMA DAS DISTÂNCIAS ( $D_{ij}$ ) MÉDIAS DE C1 E C2 ENTRE OS AMBIENTES CL, FZ, PG, CS, LD E PL .....	62
FIGURA 27 – ENSAIOS CONDUZIDOS EM ÁREA DE PRODUTOR RURAL EM CAMPO LARGO .....	66
FIGURA 28 – INCIDÊNCIA DA PODRIDÃO DE COLMO POR <i>Fusarium moniliforme</i> EM CAMPO LARGO .....	67

## LISTA DE ABREVIATURAS

a.n.m.	– acima do nível do mar
AC	– acamamento e quebramento
AC%	– percentual de acamamento
AE	– altura da espiga
AES	– ambientes estressantes
ANE	– ambientes não estressantes
AP	– altura da planta
C1	– conjunto 1
C2	– conjunto 2
CD	– podridão de colmo
CD%	– percentual de colmos doentes
CER	– <i>Cercospora zeae-maydis</i>
CL	– Campo Largo
CP	– interação do tipo complexa
CS	– Centenário do Sul
CV	– Coeficiente de variação experimental
CV <sub>H</sub>	– Coeficiente de variação de híbridos
d.a.e.	– dias após a emergência
DGH	– híbridos dentro de agrupamentos
D <sub>jj</sub>	– distância ambiental
DMA	– locais dentro de macro-ambientes
E	– ambientes
e/pl	– espigas por planta
FER	– ferrugem comum
FL	– florescimento feminino
FZ	– Fazenda Rio Grande
G	– genótipos
G x E	– interação entre genótipos e ambientes
G1	– grupo 1
G2	– grupo 2
G3	– grupo 3
G4	– grupo 4

G5	– grupo 5
GH	– agrupamentos de híbridos
H	– híbridos
H x DMA	– interação entre híbridos e locais, dentro de macro-ambientes
H x L	– interação entre híbridos e locais
H x MA	– interação entre híbridos e macro-ambientes
IE	– índice de espigas por planta
$IE_{\bar{x}g}$	– média geral entre locais para índice de espigas
L	– locais
LD	– Londrina
MA	– macro-ambiente
MA1	– macro-ambiente MA1
MA2	– macro-ambiente MA2
MAX	– limite superior
MIN	– limite inferior
PD	– produtividade
$PD_{\bar{x}}$	– média de produtividade
PG	– Ponta Grossa
PL	– Palotina
r	– coeficiente de correlação
SF	– estande final
SHO	– sub-grupos homogêneos
SM	– interação do tipo simples
TUR	– <i>E. turcicum</i>
U%	– percentual de umidade
$\bar{x}$	– média geral



## RESUMO

Dois macro-ambientes têm sido descritos para a recomendação de cultivares de milho pelas empresas melhoradoras no Estado do Paraná, aqui denominados macro-ambiente 1 (MA1) e macro-ambiente 2 (MA2). MA1 abrange regiões de altas altitudes e climas amenos; MA2 inclui locais com temperaturas mais elevadas situados em altitudes inferiores a 700 m acima do nível do mar (a.n.m.). O objetivo deste trabalho foi quantificar e caracterizar a diversidade ambiental e os efeitos da interação entre genótipos e ambientes na primeira safra da cultura do milho do Estado, estabelecendo as suas conseqüências para o melhoramento genético. Na safra 2003/2004 foram avaliados dois conjuntos de vinte e cinco híbridos nos seguintes ambientes de MA1 e MA2: Campo Largo (CL), Ponta Grossa (PG), Fazenda Rio Grande (FZ) (MA1); Londrina (LD), Centenário do Sul (CS) e Palotina (PL) (MA2). As altitudes variaram de 350 m a.n.m. a 900 m a.n.m. As variações na época de semeadura, densidade populacional e na tecnologia empregada representaram as condições locais. Ponta Grossa caracterizou-se como ambiente ótimo, com produtividades médias de 14,28 t/ha; Campo Largo e Palotina como ambientes mais estressantes, com médias de 9,14 t/ha e 9,25 t/ha, respectivamente. Caracteres complementares foram avaliados: altura da planta; altura da espiga; precocidade; tolerância a doenças foliares e podridão do colmo; acamamento e quebramento. A média de produtividade de MA1 superou MA2 em 1,9 t/ha. Os híbridos foram classificados por ordem decrescente de desempenho em cinco agrupamentos (GH) de cinco genótipos (DGH). Obteve-se significância a 0,1% de probabilidade para: locais (L), macro-ambientes (MA), locais dentro de macro-ambientes (DMA), híbridos (H), agrupamentos de híbridos (GH) e para as interações (H x L), (H x MA), (H x DMA), (GH x MA), (GH x DMA), (DGH x MA), (DGH x DMA). Variações não significativas foram obtidas para DGH. Os coeficientes de variação experimental para produtividade variaram de 4,6% a 8,9%. Interações do tipo simples foram observadas para (GH x MA), (GH x DMA), (GH x L); interações complexas para (DGH x L), (DGH x MA), (DGH x DMA). Foi efetuado estudo de dissimilaridade ambiental pelos desempenhos genotípicos. Os agrupamentos de locais diferiram da classificação por macro-ambientes. Obtiveram-se dois agrupamentos com maior similaridade: (CL, FZ) e (PG, CS, LD). PL foi excluído de ambos. Quando avaliados os efeitos da seleção indireta (SI) em um ambiente sobre os demais, destacaram-se positivamente PG e FZ. CL e PL foram os locais menos adequados. Concluiu-se que: a variação entre MA não representou a totalidade da variação ambiental do Estado; o zoneamento por macro-ambientes não foi eficiente em prever os efeitos de (G x E), não sendo suficientemente adequado para fins de recomendação de cultivares. Duas estratégias são evidenciadas para o melhoramento nestas condições: avaliação do conjunto total de híbridos em apenas um ambiente favorável, na etapa inicial das avaliações; avaliação em ampla gama de ambientes ao final do processo, para a identificação e recomendação do melhor genótipo. Ambientes com aptidão a altas produtividades foram mais adequados à seleção inicial do que ambientes estressantes.

Palavras-chave: interação genótipo-ambiente; seleção; similaridade ambiental.

## ABSTRACT

Two macro-environments have been described to maize cultivar's recommendations by maize breeding companies in Paraná State, here denominated MA1 and MA2. MA1 included high altitude regions and MA2 included locations with higher temperatures situated in lower altitudes, above 700 m of the sea level (a.s.l.). The main objective of the present was to quantify and characterize the environmental diversity and genotype-environments interaction, in the first season crop of the State, establishing their consequences for a breeding program. Two sets of twenty-five hybrids were evaluated, in 2003/2004 crop, at MA1 and MA2 environments, which were Campo Largo, Ponta Grossa, Fazenda Rio Grande (MA1) and Londrina, Centenário do Sul and Palotina (MA2). The altitudes varied from 350 m a.s.l. to 900m a.s.l. The variations at that planting time, population density and employed technology represented the local conditions. Ponta Grossa was characterized as an optimal environment, with average yields of 14.28 t/ha and Campo Largo and Palotina as the most stressing environments, with averages of 9.14 t/ha and 9.25t/ha, respectively. Complementary traits were evaluated, such as, plant height, ear height, earliness and tolerance to leaf and stalk diseases. Yield average of MA1 overcame MA2 in 1.9 t/ha. The hybrids were classified by their performance into five groups (GH) of five genotypes (DGH). Significance of 0.1% of probability was obtained for the effects locals (L), macro-environments (MA), local within macro-environments (DMA), hybrids (H), hybrid groups (GH) and for the interactions (H x L), (H x MA), (H x DMA), (GH x MA), (GH x DMA), DGH x MA), (DGH x DMA). Absence of significant variation was obtained for DGH. The experimental coefficient of variation (CV%) varied from 4.6% to 8.9% for yield. Simple interaction was observed for (GH x MA), (GH x DMA), (GH x L) and crossing-over interactions for (DGH x L), (DGH x MA), (DGH x DMA). Environmental dissimilarity studies by means of genotype performances and cluster analysis were performed. Two clusters with larger similarity were obtained, (CL, FZ) and (PG, CS, LD) and PL was excluded from both of them. PG and FZ stood out positively when the effects of the indirect selection in each environment were evaluated. CL and PL were the less adequate locations. It was concluded from the study that variation among MA did not represent the total environmental variability of the State, the traditional zoning by macro-environments was not efficient for predicting the effects of G x E. Two strategies were evidenced in a breeding program, which are, the evaluation of the full set of hybrids only in a high yield environment at the initial stage and evaluations in a wide range of locations at the final stage of the selection, to select and identify the best genotype for each condition. High yield environments were more adequate to the initial selection than stressing environments.

Key words: genotype-environment interaction; selection; environmental similarity.

## 1 INTRODUÇÃO

Situado em uma área sub-tropical de transição e com uma grande diversidade edafo-climática, o Estado do Paraná é o principal produtor de milho do país. Estima-se na safra 2005/2006 o plantio de 2,5 milhões de hectares com produção prevista de 12,4 milhões de toneladas de grãos (SEAB–DERAL, 2005). A grande heterogeneidade de manejo presente é constatada por meio dos diversos níveis tecnológicos e de investimento empregados, bem como de épocas de semeadura que se estendem ao longo de dez meses no ano. Somam-se a estes fatores, a recente instabilidade climática e financeira dos produtores rurais. Problemas técnicos crescentes em lavouras comerciais têm sido verificados e associados a esta realidade. Isto se contrapõe a alta demanda por acréscimos em produtividade e estabilidade nos novos híbridos comerciais.

Os investimentos no melhoramento de cultivares são intensificados com a ampliação da base genética disponível e a intensificação das avaliações experimentais em diferentes locais e anos. Os elevados custos da pesquisa requerem a racionalização de todos os processos envolvidos, entre eles a escolha do gemoplasma, a metodologia utilizada e os ambientes destinados às avaliações. Neste último caso, busca-se agregar a diversidade ambiental à sua representatividade em relação às áreas de cultivo.

As empresas produtoras de sementes consideram dois ou três macro-ambientes (MA) para a recomendação de plantio de seus híbridos no Estado. Estas regiões apresentam características geo-dimáticas distintas relacionadas a fatores ambientais relevantes à cultura. A grande heterogeneidade de manejo, entretanto, sugere que apenas as variações entre MA não respondem de modo satisfatório por toda a diversidade ambiental do Estado. A presença de significativa interação entre genótipos e ambientes indica a necessidade de recomendações mais específicas entre e dentro das referidas regiões. Para tal, a necessidade de avaliações extensivas em grande número de locais e anos é consenso nas instituições melhoradoras.

Já na etapa inicial do melhoramento, a definição do(s) ambiente(s) para seleção assume caráter estratégico, influenciando nos progressos obtidos a curto, médio e longo prazos. Relaciona-se também à eficácia da aplicação dos recursos

financeiros no programa. São avaliados nesta fase milhares de híbridos a fim de se obter um percentual de genótipos superior. Não há consenso sobre a melhor estratégia a ser seguida. Alguns programas optam pelo plantio em grande número de locais já no primeiro ano; outros concentram estes *screenings* em apenas um ou em poucos ambientes, os quais podem representar tanto condições ótimas quanto estressantes à cultura. A opção pela seleção sob estresses é embasada na busca pela maior rusticidade frente às crescentes adversidades ambientais. Já a seleção em condições ótimas é justificada por permitir a plena expressão da variabilidade genética promovendo máximos ganhos na produtividade. A literatura tampouco é conclusiva nesta questão. A escolha da melhor opção depende dos objetivos do programa, do direcionamento a ser dado aos cultivares e dos recursos disponíveis ao melhoramento.

Os objetivos deste trabalho foram: *i)* quantificar e caracterizar os efeitos da diversidade ambiental e das interações entre genótipos e ambientes, em dois macro-ambientes do Estado do Paraná, no plantio da primeira safra da cultura do milho; *ii)* fornecer subsídios para a apropriada escolha dos locais de avaliação, em um programa de melhoramento voltado ao Estado. Espera-se significativa ocorrência de variabilidade ambiental e de interações (G x E) entre e dentro dos macro-ambientes, afetando de maneira diferenciada as diversas etapas do melhoramentos de híbridos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA CULTURA DO MILHO

A ampla diversidade ambiental observada no Estado do Paraná deve-se a grandes variações em uma gama de fatores, incluindo-se: altitude; relevo; regime pluviométrico; tipos de solos; épocas de semeadura; técnicas de manejo; sistemas de rotação de culturas entre outros. O atual zoneamento agrícola da safra de verão estabeleceu doze diferentes regiões de cultivo de milho no Estado, com períodos recomendados de semeadura que variaram de 21 de agosto a 10 de novembro (CARAMORI, 2003; GONÇALVES, 2006). São consideradas uma ampla gama de informações meteorológicas relevantes à cultura, como riscos de geada na fase inicial, de estiagem nos períodos críticos e do potencial produtivo nas diferentes situações.

Para fins de recomendação de cultivares, dois macro-ambientes são geralmente identificados por empresas produtoras de sementes (SEMENTES PIONEER, 2005; SEMENTES AGROCERES, 2005; SEMENTES DEKALB, 2005). O primeiro macro-ambiente (MA1) inclui uma região de clima mais ameno em uma faixa de localidades com altitudes mais elevadas, acima de 700 m em relação ao nível do mar (a.n.m). Este ambiente abrange predominantemente as regiões sul, sudoeste e centro do Estado, a principal zona produtora de milho na safra de verão (SEAB-DERAL 2005, Anexo 1).

Uma segunda macro-região (MA2), de clima mais quente, incorpora ambientes com altitudes inferiores a 700 m acima do nível do mar (a.n.m.). Localiza-se principalmente nas regiões norte, noroeste e oeste do Estado e é com frequência sub-dividida em uma zona de transição, com altitudes entre 500 m a.n.m. a 700 m a.n.m. e uma área de baixas altitudes, inferiores a 500 m a.n.m. Esta classificação apresenta razoável coincidência com os mega-ambientes definidos na América do Sul pelo programa GIS (*Geographic Information System*) para a cultura do milho (CIMMYT, 2005). Neste mapeamento são consideradas informações edafo-climáticas (temperatura, regime pluviométrico, umidade relativa, tipos de solo) e alguns fatores relacionados à cultura, como evapo-transpiração, demanda hídrica e temperaturas-base das diferentes fases fenológicas.

Predominam no macro-ambiente 1 (MA1) as semeaduras nos meses de setembro a outubro, definidas como as condições mais adequadas à obtenção de altas produtividades (CARAMORI, 2003). Os plantios tardios, efetuados em novembro e dezembro, caracterizam-se pela menor produtividade e maior exposição da cultura a estresses diversos.

No macro-ambiente 2, em altitudes intermediárias (500 m a 700 m a.n.m.), encontram-se os plantios na época convencional e em sucessão à cultura da soja, denominado “safrinha”. Já em locais com altitudes inferiores a 500 m a.n.m. é predominante a “safrinha” (SEAB-DERL, 2005, Anexo 2). Aqui prevalecem condições desfavoráveis a altos rendimentos, incluindo-se: riscos de estiagem na fase crítica e de geadas ao final do ciclo; menor luminosidade; e maior incidência de pragas e doenças (ANDRADE et al., 1996; DUARTE, 2004; GONÇALVES, 2006).

### 2.1.1 Fatores Ambientais que Afetam a Cultura

Em se tratando de uma gramínea com metabolismo de fixação de carbono por via C4, alguns fatores ambientais são considerados especialmente importantes para o milho. Destacam-se, entre outros: temperatura (BROWN, 1976; ALLISON e DAYNARD, 1979; TOLLENAAR et al., 1979; SHAW, 1988; HESKETH e WARRINGTON, 1989; ELLIS et al. 1992); fotoperíodo (ROOD e MAJOR, 1980; TOLLENAAR e HUNTER, 1983; ELLIS et al., 1992) e disponibilidade de água e de nutrientes (ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). Estresses bióticos, como ocorrência de pragas e doenças, apresentam grande relevância nas condições tropicais e sub-tropicais brasileiras (BALMER e PEREIRA, 1987; PEREIRA, 1997; OLIVEIRA et al. 2004).

#### 2.1.1.1 Efeito da temperatura

A temperatura influi diretamente no desenvolvimento da planta de milho pela somatória de unidades térmicas diárias ( $ST$ ), denominada graus-dia. É obtida pela expressão:  $ST = \sum^n (T_m - T_b)$ , onde:  $T_b$  é temperatura basal de crescimento;  $T_m$  a temperatura média diária e  $n$  é o número de dias compreendidos no período (ANDRADE et al., 1996). Os modelos de desenvolvimento mais amplamente

difundidos supõem temperatura basal variando de 8°C a 10°C para a maioria das fases (DERIEUX e BONHOMME, 1982; JONES e KINIRY, 1986; KINIRY e BONHOMME, 1991). Observa-se ali reduzida taxa de crescimento incluindo-se comprometimento da eficiência do sistema radicular em absorver diversos nutrientes importantes (DIDONET et al., 1999). No outro extremo, são obtidas temperaturas máximas entre 40°C e 44°C, onde também se paralisa o crescimento da planta, comprometendo a atividade enzimática e diversos processos fisiológicos fundamentais (BLACKLOW, 1972; KINIRY e BONHOMME, 1991).

O acúmulo de unidades calóricas influi assim em importantes processos fisiológicos em todos os estádios fenológicos da planta, sendo responsável por alterações diversas: no tempo para germinação e emergência; na velocidade de diferenciação de meristemas; na determinação do número final de folhas da planta adulta; na taxa de fotossíntese; na velocidade do aparecimento, abertura e crescimento das folhas; no tempo necessário para o florescimento e para a maturação fisiológica, entre outros (BROWN, 1976; ALLISON e DAYNARD, 1979; TOLLENAAR et al., 1979; ANDRADE et al., 1996).

Com relação ao ciclo da planta, o período compreendido entre a diferenciação floral e o pendoamento é função do número total de folhas e de seu tempo de liberação. Os genótipos de ciclo mais longo tendem a apresentar maior número de folhas e (ou) liberação foliar mais lenta. No primeiro caso, maior demanda térmica é requerida até a mudança de estado dos meristemas apicais. Amplia-se o período de produção de primórdios foliares e, por conseguinte, o número final de folhas. Após a floração, o tempo para um genótipo atingir a maturação fisiológica também depende da temperatura (KINIRY e BONHOMME, 1991; SHAW, 1988).

Pressupõe-se que altas temperaturas promovam sucessivas reações na planta: aceleração no desenvolvimento; redução no total de radiação interceptada devido ao encurtamento do ciclo; redução na taxa de fertilização e diminuição na produção de foto-assimilados e de biomassa (FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). Temperaturas médias diárias superiores a 26°C podem promover antecipação das fases de florescimento e maturação, já temperaturas inferiores a 15,5 °C podem retardá-las. Alguns resultados demonstram a aceleração do ciclo em dois a três dias no tempo necessário para o florescimento, a cada grau de

temperatura média diária superior a 21°C (FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). Temperaturas acima de 32°C reduzem a germinação do grão de pólen durante a fecundação e superiores a 35°C acarretam em reduções de rendimento e na composição protéica dos grãos.

A temperatura do ar ao redor de 25°C é descrita como ideal ao crescimento e desenvolvimento das plantas (FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). Ainda, altas produtividades são esperadas sob maiores amplitudes térmicas diárias ( $T_{\max} - T_{\min}$ ), acarretando em elevadas taxas fotossintéticas de dia e reduzida demanda de energia para a respiração à noite. Nestas condições prolonga-se o ciclo de crescimento, expondo a planta a mais dias de fotossíntese (ANDRADE et al., 1996; SHAW, 1988; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999).

#### 2.1.1.2 Efeito do fotoperíodo

O milho responde ao fotoperíodo como uma planta de dias curtos (KIESSELBACH, 1950; ROOD e MAJOR, 1980). O tempo demandado até a floração é incrementado com aumento no comprimento dos dias. Em geral, o fotoperíodo afeta diretamente o início da diferenciação da panícula sem influir sobre outras etapas de desenvolvimento do ciclo (ALLISON e DAYNARD, 1979). O meristema apical é insensível ao fotoperíodo durante o início da fase juvenil do ciclo vegetativo (CALDER, 1964), diferenciando primórdios foliares a uma taxa regulada apenas pela temperatura. Na etapa seguinte, indutiva, o meristema continua diferenciando folhas, mas torna-se sensível ao estímulo fotoperiódico e é capaz de iniciar a diferenciação de estruturas reprodutivas (ANDRADE et al., 1996). Esta fase apresenta sua menor duração sob condições de fotoperíodos curtos.

Warrington e Kanemasu (1983) observaram que fotoperíodos longos, na fase indutiva, resultaram na produção de mais primórdios foliares e mais folhas, atrasando a floração e aumentando a soma térmica até a antese. Os efeitos da temperatura, entretanto, podem mascarar as reações ao fotoperíodo mesmo em genótipos foto-sensíveis. O número total de folhas pode ser alterado sob diferentes temperaturas de indução floral, considerando-se um determinado cultivar semeado na mesma data e no mesmo local. Nos cultivos de milho em altas latitudes, o atraso da semeadura expõe a cultura a temperaturas mais elevadas e a foto-períodos mais



longos na fase indutiva, aumentando significativamente a soma térmica até a floração (ANDRADE et al., 1996).

Grande variabilidade genotípica é observada para o valor do fotoperíodo crítico e para a sensibilidade de resposta fotoperiódica (ROOD e MAJOR, 1980; ELLIS et al. 1992; BONHOMME et al., 1994). Cultivares tropicais tardios apresentam maior sensibilidade ao fotoperíodo do que cultivares temperados (KINIRY et al., 1983; BONHOMME et al., 1991).

### 2.1.1.3 Efeito da disponibilidade de água

Andrade et al. (1996) afirmaram que a disponibilidade de água é geralmente o principal fator que limita o crescimento e o rendimento do milho em plantios extensivos. Fancelli e Dourado-Neto (1999) consideraram uma exigência de precipitação da cultura de cerca de 400 mm a 600 mm durante o decorrer do ciclo. Segundo os autores, o milho manifesta uma sensibilidade diferencial à seca em função da etapa do ciclo considerada. O consumo pode variar de 3,5 mm/dia a 4,5 mm/dia até a sétima ou oitava folha e de 5 mm/dia a 7 mm/dia durante o florescimento. Demandas em torno de 10 mm/dia podem ser observadas em condições especiais (FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999).

A floração é o período de maior sensibilidade e o mais crítico na determinação do rendimento. Estresses hídricos nesta fase resultam em maior abortamento de estruturas reprodutivas e na redução da produção final de grãos. Observa-se intensificação da protandria. A falta de sincronismo na polinização das plantas promove redução no número de grãos por espiga. A deficiência hídrica durante a fase de enchimento de grãos ocasiona redução na massa de mil grãos (ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999).

Glifford et al. (1984) afirmaram que grande parte dos efeitos de estiagens sobre o desenvolvimento de plantas deve-se à diminuição da expansão foliar e (ou) à antecipação da sua senescência. Ao nível celular, Hsiao e Acevedo (1974) consideraram que as primeiras conseqüências das deficiências hídricas sobre um vegetal ocorrem na perda de turgescência, afetando a taxa de expansão celular e, por fim, o crescimento. Acarretam redução na altura da planta e na área foliar. Estes efeitos variam com a intensidade, duração e momento de ocorrência do “déficit”

hídrico. Ao nível fisiológico, o estresse hídrico acarreta diminuição da atividade fotossintética, reduzindo a eficiência de conversão da radiação interceptada em biomassa. Comparado a outras espécies, como a soja e o girassol, o milho apresenta maior sensibilidade estomática ao estresse hídrico (BENNETT et al. 1987; ANDRADE e GARDIOL, 1995), reduzindo a atividade fotossintética sob condições de estresse.

Há observações de que o melhoramento para tolerância a seca, em populações tropicais, altera a partição de foto-assimilados, privilegiando o desenvolvimento da espiga (MUGO et al., 2003). Observa-se, também, mais rápido crescimento das espigas e dos estilo-estigmas, e maior sincronismo entre florescimento masculino e feminino. Resultados de populações tropicais de milho tolerantes a seca demonstram incremento na sua adaptabilidade à baixa disponibilidade de nitrogênio no solo (BÄNZIGER et al., 1999).

#### 2.1.1.4. Efeito da disponibilidade de nitrogênio

O nitrogênio (N) é o macro-nutriente de maior demanda na cultura do milho, com estimativas da ordem de 48kg de N por tonelada de grãos produzida (MALAVOLTA e DANTAS, 1987). Estima-se que parte deste montante seja provida pela matéria orgânica do solo (CANTARELLA e DUARTE, 2004). Fontes nitrogenadas complementares na forma amoniacal são usualmente aplicadas, tais como a uréia e o sulfato de amônia. Quanto à dinâmica na planta, o nitrogênio é acumulado nas folhas até dez a quinze dias posteriores à floração, para depois ser re-mobilizado para os grãos em função das relações entre fonte e destino. Limitações de disponibilidade de nitrogênio implicam em maiores taxas de re-mobilização das partes vegetativas da planta até os grãos, antecipando a senescência foliar (ANDRADE et al., 1996).

Deficiências severas de nitrogênio promovem importantes reduções em caracteres morfológicos e fisiológicos, entre eles: no total de área foliar; no número de espigas por planta; na taxa de fertilização e na massa de mil grãos. Há relatos de atraso na fenologia de cultivo em até nove dias nas fases vegetativas. Também, a aparição dos estigmas pode ser atrasada em onze dias (UHART e ANDRADE, 1995). Observam-se maior percentual de abortamento e aumento na protandria em

até três dias (UHART e ANDRADE, 1995). São reportadas perdas de rendimento da ordem 14% a 80% sob tal estresse (ANDRADE et al., 1996).

Os efeitos das culturas antecessoras, quanto à disponibilização de nitrogênio no solo são há tempo conhecidos. Respostas benéficas do plantio de espécies leguminosas antecessoras são extensivamente reportadas (HUNNICUTT, 1924; LOBBE, 1928; VIÉGAS et al., 1960; MASCARENHAS et al., 1983; VIÉGAS e PEETEN, 1987; BICALHO et al., 2004; SUHRE et al., 2004). Do mesmo modo, são conhecidas as drásticas reduções de rendimento após sucessivos cultivos de milho na mesma área. A quantidade e a fonte do nitrogênio aplicada na fertilização em cobertura também estão relacionadas à maior incidência de doenças foliares e de colmo (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993).

#### 2.1.1.5 Efeitos bióticos - doenças

Balmer e Pereira (1987) e Pereira (1997) descreveram uma ampla gama de doenças afetando a cultura do milho no Brasil. Recentemente, Oliveira et al. (2004) apresentaram uma atual revisão sobre o tema. Estes autores consideraram o significativo aumento na ocorrência e na severidade das doenças nos plantios de milho no país. A este fato foi atribuída uma soma de fatores, entre eles: modificações no sistema de cultivo; amplitude de semeadura do milho, incluindo-se a “safrinha” e expansão da cultura à região centro-oeste. Isto pode ser confirmado também no Estado do Paraná, onde são encontradas grande diversidade climática e diferentes épocas de semeadura. Contribuíram o cultivo em sistema de plantio direto na palha, sem a destruição de restos culturais e expansão da “safrinha”.

A Tabela 1 reúne diversas características de algumas importantes doenças de ocorrência no Estado do Paraná. Reduções consideráveis em rendimento e qualidade de grãos são atribuídas a doenças foliares, de colmo e de espiga (NAZARENO, 1989). O grau de incidência e a severidade variam em função da sensibilidade dos genótipos e das condições ambientais favoráveis à infecção e desenvolvimento do patógeno, entre elas: temperatura diurna e noturna, umidade relativa do ar, regime pluviométrico, incidência de orvalho, etc. Estes fatores são altamente influenciados pelo local de plantio, época de semeadura e pelas variações entre anos (SAWAZAKI et al., 1997; MIGUEL-WRUCK et al., 2002). Dentre as

doenças relacionadas, a mancha por *Cercospora* tornou-se especialmente importante nos últimos oito anos, com recente disseminação nas principais regiões produtoras de milho do Brasil (ANTONIAZZI e PERIN, 2004).

Com relação a podridões de colmo por *Fusarium moniliforme*, sabe-se que o fungo possui fase saprofítica ativa, podendo sobreviver pelo espessamento das paredes da hifa e até multiplicar-se na matéria orgânica do solo e nos restos culturais (PINTO et al., 1997). Caracteriza-se por lento crescimento no interior da planta, sendo que o aumento na severidade da doença é função do tempo disponível para sua completa colonização (BORGES, 1999). Além da transmissão por sementes, o ataque de pragas e de fatores externos causadores de ferimentos são comumente responsáveis pela inoculação de esporos no colmo (MUNKVOLD e DEJARDINS, 1997). Diversos fatores complementares contribuem para a ocorrência da podridão por *F. moniliforme*, especialmente na presença de resistência horizontal de nível intermediário (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993), entre eles: utilização de nitrogênio na forma amoniacal; redução no pH e desequilíbrio da relação entre nitrogênio e potássio (N/K) (FOLEY e VERNHAM, 1957); alta incidência de manchas foliares e outros fatores que possam reduzir a taxa fotossintética por ocasião do enchimento de grãos (WYSONG e HOOKER, 1966).

## 2.1.2 Variações Ambientais

### 2.1.2.1 Latitude

São reportados cultivos de milho em latitudes variando de 58° N a 40°S. Os efeitos da latitude são evidenciados por meio da oferta radioativa e térmica, exercendo papel importante nas relações entre fonte e destino na planta (ANDRADE et al., 1996, FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). Estudos com cultivares tropicais no México e no Zimbábue (YAMAGUCHI, 1974; GOLDSWORTHY et al., 1974; ALLISON et al., 1975) indicaram as limitações locais de rendimento como sendo devidas à menor capacidade dos destinos reprodutivos. Sabe-se que os ambientes tropicais são caracterizados por radiações moderadas, baixa amplitude térmica e altas temperaturas. Estes são fatores desfavoráveis à fixação de elevado número de destinos reprodutivos no milho (ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-

NETO, 1999). As áreas de altas altitudes se constituem em exceções, já que aliam elevada radiação solar com grande amplitude térmica.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DE NOVE DOENÇAS QUE AFETAM A CULTURA DO MILHO NO ESTADO DO PARANÁ

Doença	Agente Causal	Órgãos	Condições Ambientais Favoráveis ao Desenvolvimento da Doença
Mancha por <i>Phaeosphaeria</i>	<i>Phaeosphaeria maydis</i>	Folhas	- temperaturas noturnas em torno de 14°C - altas precipitações pluviométricas - manutenção de inóculos no solo - sobrevivência em restos culturais
Mancha por Cercospora	<i>Cercospora Zeae- maydis</i>	Folhas	- dias nublados - alta umidade relativa - presença de orvalho por longos períodos - disseminação pelo vento - sobrevivência em restos culturais
Ferrugem polissora	<i>Puccinia polysora</i>	Folhas	- altas umidades relativas - temperaturas entre 23°C a 28°C - semeaduras tardias - altitudes abaixo de 800 m
Ferrugem comum	<i>Puccinia sorghi</i>	Folhas	- baixas temperaturas (entre 16° C e 23° C) - umidade relativa alta
Mancha por <i>Exserohilum turcicum</i>	<i>Exserohilum turcicum</i>	Folhas	- temperaturas amenas (18° C a 27° C) - temperatura ótima de 20° C - orvalho por mais de 5 horas - disseminação: pelo vento ou água de chuva
Podridão por <i>Fusarium</i>	<i>Fusarium moniliforme</i> <i>Fusarium graminearum</i> <i>Fusarium moniliforme</i> var. <i>subglutinans</i>	Colmo	- temperaturas entre 28° C e 30° C - elevada umidade - sobrevivência em restos culturais e na matéria orgânica - infecção favorecida por ferimentos - disseminação principalmente pelo vento
Podridão por <i>Diplodia</i>	<i>Diplodia maydis</i> <i>Diplodia macrospora</i>	Colmo	- temperaturas entre 28°C e 30°C - elevada umidade - altos níveis de N e baixos níveis de K - alta densidade populacional - sobrevivência em restos culturais - disseminação pelo vento, chuvas e sementes
Podridão Branca de Espiga	<i>Diplodia maydis</i> <i>Diplodia macrospora</i>	Espigas	- alta precipitação pluviométrica à partir da floração - cultivares mal empalhados; - espigas com ferimentos
Podridão Rosada	<i>Fusarium moniliforme</i>	Espigas	- temperaturas elevadas - baixa umidade - danos no pericarpo

Resultados similares aos trópicos foram encontrados na região do cinturão do milho dos EUA (HOYT e BRADFIELD, 1962; EARLY et al., 1966; JONES e SIMMONS, 1983; BARNETT e PEARCE, 1983). Conclusões opostas foram obtidas no Canadá onde o rendimento foi limitado pela capacidade da fonte (DAYNARD et al., 1969; HUME e CAMPBELL, 1972; TOLLENAAR e DAYNARD, 1978). Tais diferenças devem-se à estratégia empregada no direcionamento e na recomendação de cultivares em zonas temperadas, sob altas latitudes. As limitações climáticas locais impõem a necessidade de antecipação da colheita, a qual apresenta um rígido e estreito período para ser efetuada. Buscam-se genótipos com menor período de enchimento de grãos e com rápida perda de umidade, após a maturação fisiológica. É antecipada a senescência foliar limitando o processo de foto-assimilação (ANDRADE et al., 1996). Já as áreas de cultivo de milho no Estado do Paraná encontram-se em uma faixa intermediária de latitude, variando de 22,5°S a 26,5°S. Esta região é definida por Fancelli e Dourado-Neto (1997) como de potencial intermediário para o rendimento de grãos. A presença de elevadas altitudes (superiores a 700 m a.n.m.), em parte significativa do Estado, permite a expressão de altas produtividades sob condições normais de cultivo.

#### 2.1.2.2 Altitude

A influência da altitude na cultura do milho está diretamente relacionada aos efeitos das temperaturas diárias, em uma determinada época de plantio. Altas altitudes estão associadas a maiores amplitudes térmicas, favoráveis à produtividade. Fancelli e Dourado-Neto (1997) relacionaram a aptidão para o alto rendimento em função da altitude. Os locais com aptidões altas e muito altas encontram-se nos intervalos entre 500 m a 720 m a.n.m. e entre 720 m a 1100 m a.n.m., respectivamente. É característica a grande amplitude térmica diária, com temperaturas diurnas e noturnas dentro dos limites favoráveis à cultura (FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). Em contrapartida, as regiões com baixas altitudes, inferiores a 300 m a.n.m., são classificadas como inaptas a altas produtividades.

De fato, as maiores produtividades no Estado do Paraná encontram-se nos ambientes de clima mais ameno, concentradas nas regiões sul, centro e no sudoeste do Estado, com altitudes que variam de 800 m a 1100 m a.n.m. (SEAB-

DERAL, 2005) (Anexo 1). A área total de plantio, entretanto, estende-se desde os municípios litorâneos até localidades superiores a 1200 m a.n.m. A altitude local está diretamente relacionada à época da sementeira. Sob baixas altitudes, os estresses por déficits hídricos são acentuados pelas elevadas temperaturas, promovendo expressivas reduções na produtividade. O zoneamento agrícola procura evitar a coincidência do período crítico da cultura com a maior probabilidade de ocorrência destes eventos. Já sob altas altitudes, são críticos os riscos de geada e as baixas temperaturas no plantio (CARAMORI, 2003; GONÇALVES, 2006).

### 2.1.2.3 Época da sementeira

Significativos efeitos das épocas de sementeira são descritos no Estado do Paraná (GOMES, 1991). Experimentos de grande aplicabilidade são extensivamente conduzidos em cooperativas e associações de produtores rurais, a fim de obterem as melhores combinações entre híbridos e épocas de sementeira. Em geral, esperam-se melhores desempenhos nos plantios efetuados em setembro e outubro, em altas altitudes e em agosto e setembro, em altitudes inferiores (VIÉGAS, 1983; VIÉGAS e PEETEN, 1987; CARAMORI, 2003; ANTONIAZZI e PERIN, 2004; GONÇALVES, 2006). Neste período, a temperatura do solo é superior ao limite mínimo de 10°C (ANDRADE et al., 1996). Sabe-se que as sementeiras tardias expõem as plantas a condições ambientais menos favoráveis durante as fases reprodutivas. Observam-se reduções nas taxas de crescimento durante o período posterior à floração. Isto se deve a menor eficiência no uso da radiação e aos baixos níveis de radiação disponível (ANDRADE et al., 1996). São observados decréscimos em rendimento, no número de grãos por espiga e na massa de mil grãos (FORSTHOFER et al., 2002). Ainda são observados: aumento no número de folhas e na altura das plantas; elevação da posição relativa da espiga; alongamento do ciclo e maior incidência de doenças foliares e de podridões da espiga (PEREIRA, 1997; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999).

Andrade et al. (1996) reportaram aceleração no desenvolvimento e aumento na taxa crescimento da cultura até o florescimento, em sementeiras tardias na região de Balcarce, na Argentina. Confirmou-se o incremento no porte das plantas, atribuído a maiores temperaturas e mais longos fotoperíodos na fase vegetativa.

Como consequência, maior acúmulo de massa seca foi obtida antes da floração do que na etapa posterior à mesma. As condições sub-tropicais presentes no Estado do Paraná conduzem a respostas intermediárias entre ambientes localizados em grandes latitudes (ANDRADE et al., 1996) e em áreas tropicais, com menores alterações na temperatura diária e no comprimento do dia (FANCELLI e DOURADONETO, 1999).

#### 2.1.2.4 Densidade populacional

A determinação da adequada densidade populacional é função do cultivar, da época de semeadura e da disponibilidade de recursos hídricos e nutricionais (ANDRADE et al., 1996). Em sistemas voltados a altos desempenhos, utilizando-se cultivares adaptados e sem imposição de estresses, as maiores densidades populacionais estão associadas a ganhos em produtividades.

Sob condições estressantes, principalmente limitações hídricas e (ou) de nitrogênio, observam-se aumento no intervalo entre o florescimento da panícula e da espiga (EL-LAKANY e RUSSELL, 1971), aumento no número de plantas estéreis e redução no número de grãos por espiga (DAYNARD e MULDOON, 1983; MAGALHÃES e SILVA, 1987; TETIO-KAGHO e GARDNER, 1988). É consenso entre os autores, que nestas condições as baixas densidades populacionais são mais adequadas. Plantios mais densos associados a semeaduras tardias induzem ao aumento no acamamento, quebramento e maior incidência de doenças de colmo.

É conhecida a presença de variabilidade genética para tolerância a altas densidades populacionais (MUGO et al., 2003). Tem sido observado que genótipos mais prolíficos tendem a apresentar menor número de plantas sem espigas, e menor defasagem entre a antese e a emissão dos estilo-estigmas, sob altas populações (COLLINS et al., 1965; DUVICK, 1974). Os híbridos prolíficos também apresentaram maior estabilidade no número de grãos da espiga superior. Isto se deve a uma capacidade adicional de ajuste na eliminação da segunda espiga (ANDRADE et al., 1996). Observa-se que a densidade populacional é influenciada pelo genótipo, pela época de semeadura, pela altitude local, e pelo tipo manejo.

A utilização de altas densidades populacionais no melhoramento de milho é freqüente, tanto para se intensificar as condições de estresse, quanto para se avaliar



a máxima produtividade a ser obtida em um material. Sob estresse, são selecionados materiais com maior tolerância à seca, à baixa disponibilidade de N no solo e com resistência ao quebramento e ao acamamento (MUGO et. al, 2003). Acréscimos na produtividade sob estresse hídrico foram observados em duas populações de milho, melhoradas sob altas densidades populacionais.

## 2.2 INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS E AMBIENTES

A presença de interação entre genótipos e ambientes (G x E) é decorrente do comportamento diferenciado de materiais genéticos frente a condições ambientais distintas (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Caracteres quantitativos, especialmente afetados pelo ambiente, apresentam freqüente significância deste efeito (BERNARDO, 2002). São descritos dois tipos de interação (G x E) quanto a sua natureza: simples e complexa (ROBERTSON, 1959). Nas interações simples mantém-se a classificação de desempenho entre os materiais genéticos nas diversas condições. É ocasionada pela diferença de variabilidade dos genótipos nos ambientes considerados (MOLL et al., 1978), não representando problemas ao melhoramento (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Em contrapartida, interações complexas são decorrentes da ausência de correlação entre o desempenho dos genótipos nos diferentes ambientes (VENCOSKY e BARRIGA, 1992). Aqui é alterada a classificação de desempenho dos materiais variando-se o ambiente. Interações complexas apresentam real importância ao melhoramento, influenciando na eficiência da seleção e na precisão das recomendações de cultivo (BAKER, 1988; CROSSA e CORNELIUS, 1997).

A ocorrência de (G x E) de natureza complexa é esperada em programas comerciais voltados a obtenção novos cultivares. São demandados grandes esforços na avaliação de materiais em uma diversa gama de ambientes e em sucessivos anos (BERNARDO, 2002). O autor relata que os híbridos comerciais de milho nos EUA são testados em cerca de 120 a 2100 locais diferentes antes de sua comercialização. No Brasil, a ocorrência de interações complexas em milho é fato esperado entre e dentro das regiões de cultivo. Pode ser constatada analisando-se os resultados de ensaios de híbridos comerciais, conduzidos nas redes estaduais e

sob coordenação nacional (GERAGE et al., 2003, 2004; EMBRAPA MILHO E SORGO, 2005).

Sob a ótica da seleção em um programa de melhoramento, Bernardo (2002) relatou três posicionamentos a serem tomados diante da presença da interação entre genótipos e ambientes: ignorá-la, reduzi-la ou explorá-la. No primeiro caso, assume-se a presença de (G x E). Os cultivares são avaliados em diversos ambientes e recomendados com base na média geral de desempenho de genótipos, obtida nos ensaios de multi-localidades. A seleção é baseada no desempenho médio de locais. Os genótipos superiores não são, necessariamente, os melhores materiais disponíveis para cada ambiente específico.

Na segunda situação, os efeitos de (G x E) podem ser reduzidos dividindo-se o conjunto total de ambientes em sub-grupos homogêneos (SHO). Agregam-se geralmente condições ambientais similares, tais como: temperatura, precipitação, comprimento de dia, tipos de solo, entre outros; também respostas semelhantes quanto ao nível de estresse ambiental, bióticos e abióticos. Neste caso, os cultivares são recomendados e direcionados individualmente para cada sub-grupo. Análises por meio de agrupamentos hierárquicos (*clusters*) e de componentes principais são utilizadas nas determinações dos SHO (BERNARDO, 2002). Adotam-se medidas de dissimilaridade ambiental obtidas à partir de dados coletados em ensaios de avaliação de cultivares conduzidos em uma ampla gama de ambientes (LIN et al., 1986; De LACY e COOPER, 1990; OUYANG et al., 1995). Os autores enfatizam que a precisão, a acuidade experimental e a repetibilidade em anos, são fundamentais para a confiabilidade das conclusões estabelecidas.

Por fim, o melhoramento pode ser direcionado à máxima exploração da interação (G x E), permitindo a capitalização do componente  $V_{GE}$  na seleção. Seu objetivo é identificar cultivares com os melhores desempenhos em condições ambientais específicas. Indui-se a seleção para tolerância a estresses específicos, tais como: déficit hídrico, pH baixo, tolerância a doenças e pragas. Também, cultivares direcionados a uma região exclusiva (RUSSELL et al., 2003).

Estudos sobre a pré-disposição de genótipos à interação (G x E) confirmaram que este é um componente herdável, passível de seleção (VENCOVSKY, 1987). Vencovsky e Barriga (1992) investigaram a natureza da interação (G x E) à partir de um modelo de ação de um gene, com dois alelos.

Demonstraram que a interação entre genótipos e ambientes é determinada geneticamente pela variação dos efeitos dos locos em homozigose ( $\sigma_{aa}^2$ ), em heterozigose ( $\sigma_b^2$ ) e pela covariância ( $\sigma_{ab}$ ) dos efeitos gênicos destes dois locos. Torna-se possível assim a obtenção de genótipos menos submetidos a seus efeitos, com maior estabilidade (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A estimação do componente  $V_{GE}$  é feita por meio da análise de variância conjunta de ambientes. Entretanto, esta não possibilita quantificar a magnitude de (G x E) associada a cada genótipo (BERNARDO, 2002). De LACY et al. (1990) resumiu as estimativas de  $V_{GE}$  e  $V_G$  obtidas em vinte e três espécies de plantas. O componente  $V_G$  foi maior que  $V_{GE}$  em apenas dezessete dos noventa e nove diferentes estudos. A relação ( $V_{GE}/V_G$ ) foi menor que 0,8 em somente nove situações. O autor considerou que tais resultados demonstraram a importância da  $V_{GE}$  para o melhoramento de plantas, apesar destas estimativas variarem com os genótipos e com os ambientes estudados.

Algumas técnicas estatísticas são utilizadas para exploração e para a melhor compreensão dos efeitos de (G x E), incluindo-se: a análise de estabilidade de cultivares, por meio de técnicas de regressão (FINLAY e WILKINSON, 1963; EBERHART e RUSSELL, 1966; VERMA et al., 1978; SILVA e BARRETO, 1985; CRUZ et al., 1989); análise AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*); e análise de sítios de regressão, onde os efeitos principais ( $g_i$  e  $t_j$ ) são retidos como efeitos aditivos e o efeitos da interação (G x E) como multiplicativos (DUARTE e VENCOSKY, 1999). Modelos multiplicativos auxiliam na identificação de cultivares mais ajustados a condições ambientais específicas, ou sub-conjuntos de cultivares que não exibam interações complexas. Revisões mais completas destes métodos, fornecendo modelos estatísticos e exemplos aplicados, podem ser encontradas em Duarte e Vencovsky (1999), Chaves (2001), Bernardo (2002), Cruz e Carneiro (2003).

### 2.3 CLASSIFICAÇÃO DE AMBIENTES

A eficácia de um sistema de avaliações de cultivares de milho depende, em grande parte, da correlação genética ( $r_{ij}$ ) entre as performances nos experimentos de avaliação e em seus ambientes de destino (LÖFFLER et al., 2005). Os locais de

avaliação devem ser representativos das condições ambientais às quais se destina o cultivar (COMMSTOCK, 1977). Parte dos estudos sobre o agrupamento de ambientes em milho foi baseada em dados climáticos, de solo e em macro-variações ambientais que atingem uma região (RUNGE, 1968; POLLAK e CORBETT, 1993; HARTKAMP et al., 2000; SETIMELA et al., 2005; CARAMORI, 2003). Enquanto úteis em caracterizar as variáveis ambientais que afetam a cultura, os fatores ambientais por si só não permitem identificar os componentes que mais influenciam na expressão de (G x E) e de  $r_{ij}$  entre locais (LÖFFLER et al., 2005).

Diversos programas de melhoramento têm preferido classificar ambientes com base na similaridade de desempenho de seus cultivares, avaliados em ensaios em grande número de ambientes (BERNARDO, 2002). O autor considerou que o agrupamento hierárquico de ambientes em sub-conjuntos homogêneos (*clusters*) seria a abordagem mais usual na manipulação de (G x E) em programas de melhoramento. O pressuposto básico para a regionalização ambiental por meio de informações de (G x E) é o de que as diferenças entre ambientes não são completamente aleatórias, tampouco totalmente sistemáticas (CHAVES, 2001). Os primeiros estudos de dissimilaridade entre ambientes, por meio da interação provocada com os genótipos, foram propostos por Horner e Frey (1957). Para a dissimilaridade entre locais definiu-se o quadrado médio da interação de cultivares com ambientes, obtido da análise conjunta de variância dos locais, dois a dois. Diferentes medidas de dissimilaridade têm sido utilizadas no estabelecimento de agrupamentos de ambientes (LIN et al., 1986; De LACY e COOPER, 1990; OUYANG et al., 1995). Brasil (1990) obteve semelhantes classificações de locais, em estudo comparativo utilizando diferentes medidas de dissimilaridade ambiental em ensaios de milho.

Uma seqüência de ações é sugerida por Chaves (2001) para se proceder ao agrupamento de ambientes por meio da análise de (G x E). Incluem-se: a obtenção da matriz de distância entre os locais; a análise de agrupamento dos ambientes similares, de forma a se estabelecer sub-regiões homogêneas e o confronto destes resultados com fatores previsíveis de ambiente, tais como, região geográfica, tipo de solo, altitude, latitude, entre outros. A confirmação destas informações em sucessivos anos deveria proporcionar maior segurança na recomendação, com base na regionalização obtida.

Ouyang et al. (1995) agrupou noventa municípios do Estado de Iowa (EUA), com base no desempenho de sete híbridos comerciais de milho cultivados em dois mil e seis ambientes. Foi estabelecida uma medida de distância entre eles pressupondo o desbalanceamento de dados, nos diversos locais e anos. Para o caso em que todos os genótipos são cultivados em todos os locais, a distância ambiental ( $D_{jj'}$ ) foi definida como:

$$D_{jj'} = 2 \cdot (1 - 1/n) \cdot (1 - r_{jj'}), \text{ onde:}$$

$r_{jj'}$  é a correlação do desempenho dos genótipos nos ambientes  $j$  e  $j'$

$n$ : é o número de genótipos avaliados

Assim, determinaram-se os limites mínimo e máximo de distância como sendo iguais a zero e quatro, respectivamente. Obtém-se:

$D_{jj'} = 0$ , quando a correlação é absoluta ( $r_{jj'} = 1$ );

$D_{jj'} = 2$ , para ausência de correlação ( $r_{jj'} = 0$ );

$D_{jj'} = 4$ , na presença extrema de interações complexas ( $r_{jj'} = -1$ )

Esta análise dividiu inicialmente os municípios em um grupo ao norte e um ao sul do Estado de Iowa. Na seqüência foram obtidos quatro agrupamentos mais homogêneos, localizados em quatro regiões geograficamente distintas do Estado: sudeste; sudoeste; nordeste e centro. Apenas dois municípios situados no sudeste foram englobados no agrupamento do nordeste. Estas observações foram consistentes com as diferentes épocas de maturação entre as maiores e menores latitudes (OUYANG et al., 1995).

Um recente estudo de classificação ambiental, à partir do desempenho de genótipos, foi conduzido na região do sudeste da África. Foram englobados os países Angola, Botswana, Lesotho, Malawi, Moçambique, Tanzânia, Zâmbia e Zimbábue (SETIMELA et al., 2005). A análise foi baseada em ensaios regionais de milho conduzidos sob coordenação do Centro Internacional de Mejoramento de Maiz y Trigo (CIMMYT/México). Foram incluídas avaliações de três anos, em 94 ambientes, referentes a 163 materiais genéticos. Os efeitos de ambientes (E),

genótipos (G) e da interação (G x E) foram significativos a 0,1% de probabilidade, confirmando as expectativas. Sete mega-ambientes foram definidos pelo agrupamento de locais por meio de dendrogramas. Estes diferiram da classificação fornecida pelos dados climáticos e de solo, definidas no programa GIS (*Geographical Information Systems*). Os autores enfatizaram a importância destes resultados para uma eficiente utilização de recursos disponibilizados ao melhoramento na região.

Russell et al. (2003) ressaltaram que a classificação de ambientes pela análise de (G x E) só possui aplicabilidade no melhoramento na presença de repetibilidade ao longo do tempo. Para tanto, os principais fatores ambientais causadores destas interações deveriam ser localmente específicos, tais como pH do solo e fotoperíodo. Os autores enfatizaram que em áreas continentais, onde as condições ambientais flutuam acentuadamente de um ano para o outro, a identificação de interações complexas com repetibilidade deveria requerer informações obtidas no decorrer de diversos anos. Este posicionamento foi mantido por Löffler et al. (2005).

Isto poderia ser a causa da dificuldade em se obter regionalizações consistentes a partir de agrupamentos baseados em (G x E) (CHAVES, 2001). Esta observação é especialmente importante nas regiões tropicais (BRASIL, 1990), caracterizadas por grande diversidade ambiental devido a fatores bióticos e abióticos. É salientada a prevalência de fatores não previsíveis na determinação das diferenças entre locais, havendo o confundimento dos efeitos de locais e épocas de semeadura em muitos casos (PATERNIANI, 1986). Assim, os trabalhos baseados em dados empíricos usualmente falham no fornecimento de adequadas descrições de ambientes, durante um maior período temporal (LÖFFLER et al., 2005). Isto se deve aos altos custos e à impraticabilidade de coleta experimental de informações em um longo prazo.

Esforços recentes têm sido destinados à caracterização de ambientes em regiões aptas à produção de culturas, utilizando modelos específicos e dados gerados a partir de simulações e de experimentação (LÖFFLER, 2005). Os objetivos destes trabalhos foram permitir a integração de dados climáticos e de solo ao manejo cultural. Também, a caracterização de ambientes por meio dos níveis de estresse que impactam sobre a produtividade (CHAPMAN et al., 2000; WHITE et al.,

2002). Chapman et al. (2000) integraram informações de solo a dados climáticos coletados em períodos entre 80 anos e 105 anos para classificar ambientes de cultivo de sorgo em Queensland, na Austrália. Foi utilizado o modelo de simulação de crescimento *APSIM (Agriculture Production Systems Simulator)*. Para um conjunto de seis locais de teste, obteve-se que três tipos de ambientes apresentaram consistente relação com a produtividade simulada. Wei et al. (2002) reportaram que oitenta por cento da variação entre híbridos de milho, cultivados em vinte e oito ambientes, pode ser explicada por dados simulados.

Recentemente Löffler et al. (2005) utilizaram o modelo de simulação modificado de *CERES-Maize (Crop Environment Resource Synthesis)* em combinação com *GIS (Geographic Information System)* para caracterizar os ambientes de produção de milho e para testar sua viabilidade em explicar as interações (G x E), na região do meio-oeste dos EUA. Para a descrição dos locais, foram realizadas simulações no conjunto total de municípios no período de 1956 a 2002. Para a classificação das multi-localidades experimentais foram coletadas informações de dezoito híbridos cultivados em 266 experimentos, ao longo do período de 2000 a 2004. Seis macro-ambientes foram identificados com base nas condições ambientais que prevaleceram em estágios-chave e nas observações dos padrões de (G x E). Cinco deles foram devido a fatores abióticos e um pela alta infestação da praga *European Corn Borer*.

Cornelius et al. (1992), Crossa et al. (1993, 1995) e Crossa e Cornelius (1997) identificaram agrupamentos ambientais utilizando modelos multiplicativos nos quais a distância entre dois ambientes consistiu na soma de quadrados do resíduo, após ajuste pelas médias genotípicas de cada ambiente. A distância entre dois ambientes foi função da falta de ajuste das médias de genótipos a um modelo multiplicativo.

Outro critério para o zoneamento ambiental é o estabelecimento de grupos de ambientes que minimizem a presença de (G x E) complexas. Diferentes testes têm sido propostos para determinar a significância destas interações (AZZALINI e COX, 1984; GAIL e SIMON, 1985; CORNELIUS et al., 1992). Russell et al. (2003) propuseram uma metodologia para determinação das distâncias, considerando o sinal da diferença de cada contraste e a magnitude das interações. Foram analisados pares de cultivares em diversas combinações de dois ambientes,

perfazendo-se conjuntos de “*quadruplets*”, envolvendo  $i$  tratamentos em  $j$  locais. A metodologia possibilitou a redução do número de (G x E) complexas naquelas condições.

#### 2.4 AMBIENTES DIVERGENTES E SELEÇÃO INDIRETA

As estratégias envolvidas na seleção indireta em ambientes não estressantes (ANE) e ambientes estressantes (AES) são extensivamente abordadas na literatura, abrangendo estresses de natureza biótica e abiótica (FREY, 1964; ROSIELLE e HAMBLIN, 1981; LAMBERT, 1978; LAMBERT, 1984; BYRNE et al., 1995; ATLIN et al., 2000; HOHLS, 2001; BÄNZINGER e COOPER, 2001; GUILLEN-PORTAL et al. 2004). A eficiência da seleção indireta não é apenas condicionada pela representatividade dos ambientes de avaliação em relação aos ambientes-alvo (ALLEN et al., 1978). Interferem: a magnitude das estimativas dos componentes de variação genéticos e ambientais; os coeficientes de repetibilidade entre os genótipos em cada local e a correlação entre as performances genotípicas (FALCONER, 1987). Assim, a relação entre o progresso obtido com a seleção no próprio local ( $\Delta G_{Y/Y}$ ) e o progresso na seleção indireta de ambientes ( $\Delta G_{Y/X}$ ) foi definida por Falconer (1987) como:

$$\Delta G_{Y/X} \cdot (\Delta G_{Y/Y})^{-1} = r_{G(XY)} \cdot h_X \cdot (h_Y)^{-1}, \text{ onde:}$$

$r_{G(XY)}$ : correlação genética entre X e Y

$h_X$ : raiz quadrada do coeficiente de repetibilidade das médias em X

$h_Y$ : raiz quadrada do coeficiente de repetibilidade das médias em Y

Resultados experimentais indicam que em AES as relações entre as variâncias genéticas e não genéticas ( $V_G/V_E$ ) tenderam a ser inferiores às encontradas em ambientes de alta produtividade (QUISENBERRY et al., 1980; ROSIELLE e HAMBLIN, 1981; ATLIN e FREY, 1989; UD-DIN et al., 1992; BÄNZINGER et al., 1997). Como consequência, os experimentos conduzidos sob condições de baixa produtividade apresentaram uma maior frequência de resultados estatisticamente não significativos (BÄNZINGER e COOPER, 2001). Isto pode



ocorrer devido a variância do erro geralmente não ser reduzida na mesma proporção que a variância genética, quando se desloca de um ambiente de alta produtividade para um ambiente estressante (BÄNZIGER et al., 1997).

Trabalhos na literatura divergem quanto a validade e eficácia da seleção indireta, quando o ambiente de avaliação é não estressante (ANE) e os ambientes de destino apresentam alto nível de estresse (ES), (VAN OOSTEROM et al., 1993; BYRNE et al., 1995; BÄNZIGER e COOPER, 2001; HOHLS, 2001; GUILLEN–PORTAL et al., 2004). Guillen–Portal et al. (2004) enfatizaram que a discriminação de genótipos poderia ser inviabilizada sob produtividades muito baixas, limitando a eficiência da seleção. Os autores sugeriram que o melhoramento para a tolerância a estresses fosse realizado sob condições ótimas, desde que constatada resposta correlacionada positiva e de magnitude moderada a alta. Esta abordagem também foi apresentada por Byrne et al. (1995), Rajaram et al. (1996), Specht et al. (2001). Isto permitiria uma mais eficiente alocação dos recursos disponíveis (ALLEN et al., 1978; GLAZ et al., 1985).

Alguns autores obtiveram, entretanto, que as correlações genéticas entre ANE e AES tenderam a decrescer à medida que aumentou a intensidade do estresse em AES. Este fato foi reportado em diversas culturas: milho tropical (BÄNZIGER et al., 1997); trigo de primavera (COOPER et al., 1997) e arroz irrigado (FUKAI, et al, 1999). Tem-se sugerido que a seleção para situações de estresse seja realizada nos ambientes representativos do destino (VAN OOSTEROM et al., 1993; CECCARELLI et al., 1992). Hohls (2001) salientou que as diferenças genéticas e as herdabilidades encontradas em ANE poderiam não ser relevantes em condições de estresse, como consequência de (G x E). Assim, os desempenhos inconsistentes de genótipos ao longo de ambientes seriam causados, ou por respostas distintas dos mesmos genes, ou pela expressão de diferentes genes. Isto equivaleria à seleção de caracteres distintos (FALCONER, 1987). A seleção indireta impediria a avaliação de outros caracteres de importância agrônômica local, tais como tolerância a doenças de ocorrência exclusivamente local (HOHLS, 2001).

Bänziger e Cooper (2001) discutiram os efeitos negativos de se prorrogar a avaliação nos ambientes-destino à uma fase mais avançada do melhoramento. Afirmaram que a seleção inicial em um ambiente de alta produtividade poderia restringir a variância genética aproveitável ao final do processo. A variabilidade

remanescente disponível estaria limitada aos poucos genótipos selecionados no estágio inicial do melhoramento, sob condições ótimas. Isto deveria acarretar em progressos necessariamente baixos, sob condições de cultivo extensivas. Seguindo este raciocínio, Cooper et al. (1999) quantificaram esta situação em um programa de melhoramento de arroz irrigado, nas terras baixas do nordeste da Tailândia. Maior progresso genético foi obtido quando avaliado um grande número de linhas em uma ampla gama de ambientes, já no início do programa.

A utilização de ambientes com um monitorado nível de estresse tem sido empregada no melhoramento de milho voltado a AES e cultivos de baixos investimentos (BÄNZIGER e COOPER, 2001). Extensivos estudos são conduzidos no Centro Internacional de Mejoramento de Maiz y Trigo (CIMMYT). Efetivo progresso tem sido obtido por meio de simulações de estresse ambiental, tais como: estresse hídrico; baixo teor de nitrogênio no solo; baixo pH; presença de alumínio tóxico no solo; tolerância a doenças e pragas da cultura, entre outros. Segundo os autores, é fundamental o controle dos efeitos ambientais não envolvidos diretamente na seleção, a fim de não serem comprometidas a precisão e a acuidade experimental. Não foram constatadas limitações pela menor variabilidade genética. Concluiu-se que o melhoramento voltado a condições de estresse e de baixo investimento deveria abranger avaliações mais próximas das situações reais de cultivo.

Estudos teóricos e de simulação computacional têm sido conduzidos para elucidar a eficiência da seleção indireta em ambientes contrastantes. Foram considerados diferentes cenários de estimativas de  $h^2_{ANE}$ ,  $h^2_{AES}$ ,  $r_{(ANE,AES)}$ ,  $V_{G(AES)}$ ,  $V_{G(ANE)}$  (ROSIELLE e HAMBLIN, 1981; HOHLS, 2001). Rosielle e Hamblin (1981) desenvolveram equações para as correlações genéticas ( $r_G$ ) entre um ambiente estressante e um não estressante [ $Y_{AES}$ ;  $Y_{ANE}$ ;  $(Y_{ANE}-Y_{AES})$ ;  $(Y_{AES}+Y_{ANE})/2$ ]. Hohls (2001) constatou que a correlação entre a diferença ( $Y_{ANE} - Y_{AES}$ ) e  $Y_{AES}$  foi sempre altamente positiva, ainda que,  $[(Y_{AES} + Y_{ANE})/2]$  foi sempre positivamente correlacionada com  $Y_{AES}$ , independente das magnitudes de  $V_{G(AES)}$  e  $V_{G(ANE)}$ . Estes resultados se contrapuseram aos obtidos anteriormente por Rosielle e Hamblin (1981).

Uma outra abordagem sugerida por Hohls (2001) é a seleção em AES e ANE por meio dos parâmetros de estabilidade genética, definidos por Finlay e

Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966). Espera-se que genótipos com reduzida magnitude dos coeficientes de regressão ( $b$ ) apresentem adaptação específica a AES ou pequena variação ao ambiente; já genótipos com altas estimativas de  $b$  seriam mais responsáveis a melhoria no ambiente e mais adaptados a ANE. Ainda, a seleção para um alto coeficiente de estabilidade ( $b$ ) deveria acarretar em reduções nas produtividades dos genótipos em AES, na tolerância a estresses e na produtividade média, quando  $V_{G(AES)} \geq 0,5.V_{G(ANE)}$ . Seria obtido aumento na produtividade em AES quando  $V_{G(ANE)} > 2.V_{G(AES)}$  e  $r_{(AES, ANE)} > 0,75$  (HOLHS, 2001).

Recentemente Guillen–Portal et al. (2004) avaliaram o efeito da seleção direta a estresses hídricos (AES) *versus* a seleção indireta em ANE. Os ambientes-alvo localizaram-se nas planícies áridas da região oeste dos EUA. Irrigação complementar foi utilizada nos locais originalmente estressantes (AES), simulando a ausência de estresse (ANE). Foram observadas maiores estimativas de repetibilidade ( $h^2$ ) e máxima expressão da variabilidade genética entre híbridos ( $V_G$ ) em ANE, seguidos por locais com níveis de estresse intermediário (AIE). Menores estimativas foram obtidas em AES. A correlação entre ANE e AES foi alta ( $r = 0,72$ ), mas ainda inferior às encontradas entre os locais dentro do grupo de AES (variando de 0,78 a 1,0). Quando analisadas as interações complexas presentes em pares de locais, obtiveram-se respostas similares entre as comparações (ANE x AES) e (AES x AES). Foi sugerido que a identificação de híbridos superiores em áreas ótimas poderia ser uma alternativa à seleção direta naquele ambiente. Isto acarretaria na maior eficiência de alocação dos recursos destinados ao programa.

Vencovsky (2005) (informação pessoal) sugeriu um método eficiente e simplificado para avaliar os efeitos da seleção indireta, na presença de efeitos fixos de genótipos. Tal metodologia considera o desvio obtido com a seleção indireta de locais ( $Y_{jj'}$ ), quando comparada à seleção no próprio local ( $Y_{jj}$ ). A maior eficiência está relacionada às menores diferenças entre as duas estimativas ( $Y_{jj} - Y_{jj'}$ ). Tais contrastes podem ser testados pelo “teste  $t$ ” para avaliação de sua significância. Esta informação é de alto valor ao melhoramento, pela sua qualidade e a praticidade de determinação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

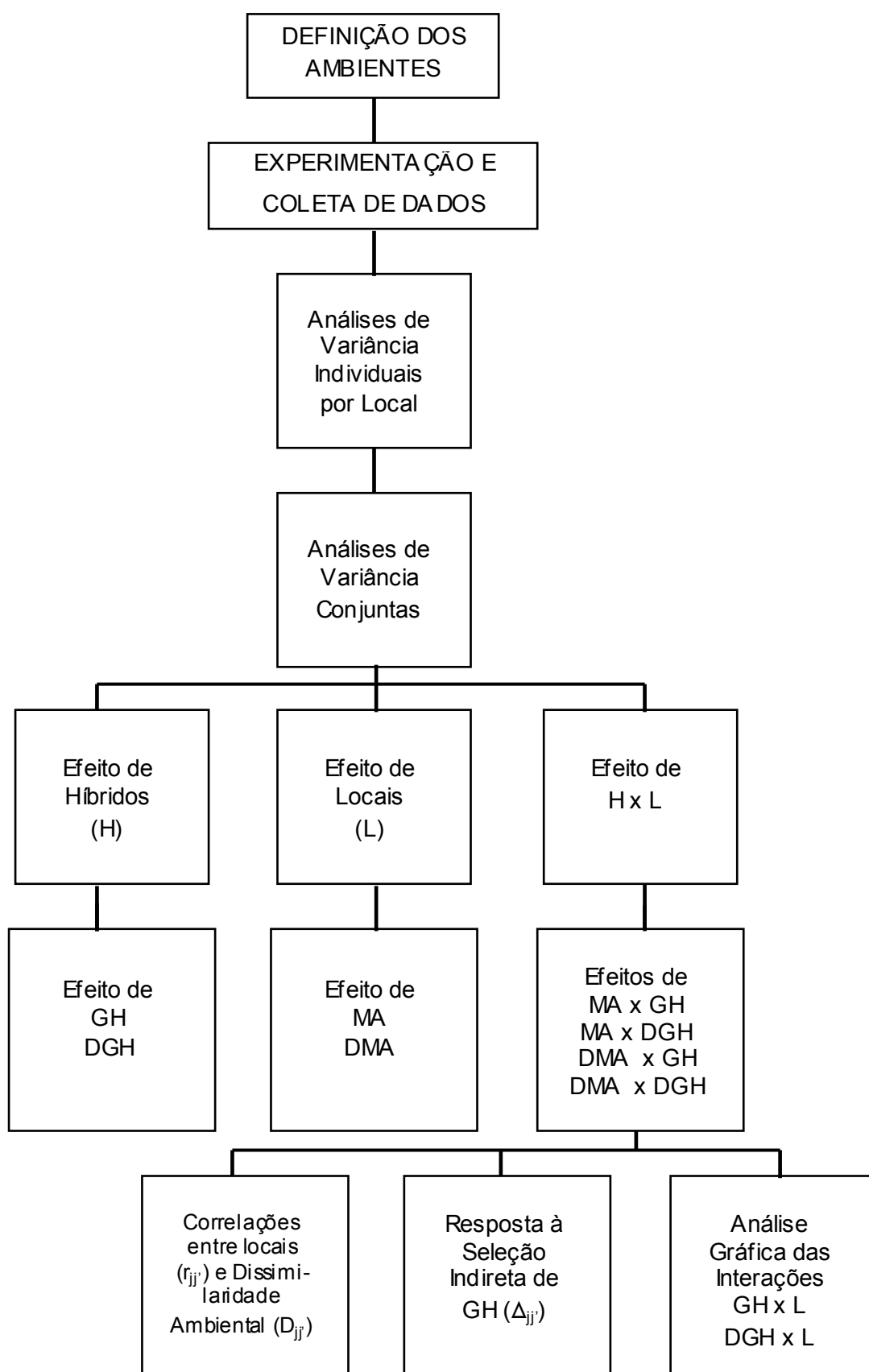
A Figura 1 resume as etapas envolvidas na condução deste trabalho, as quais consistiram:

1. Seleção e caracterização dos ambientes de avaliação, dentro de MA1 e MA2;
2. Experimentação e coleta de dados;
3. Análises de variância individuais por local;
4. Análises de variância conjuntas;
5. Desdobramentos dos efeitos de híbridos (H), locais (L), da interação (H x L), e representação gráfica;
6. Avaliação da dissimilaridade e agrupamento dos ambientes pelo desempenho genotípico;
7. Avaliações das respostas à seleção indireta de locais;

Os ambientes de avaliação foram escolhidos utilizando-se como critérios: a representatividade do local em relação à área de cultivo; a diversidade quanto a fatores climáticos, de solo e de manejo; a infra-estrutura local para a condução experimental; e a uniformidade das áreas experimentais propriamente ditas. Buscou-se amostrar parte significativa das variações ambientais presentes na primeira safra da cultura do milho no Estado. Na coleta de dados foram priorizadas as variáveis relacionadas à produtividade e à resistência ao acamamento e quebramento. Foram avaliados caracteres de ocorrência local, tais como severidade de doenças. Caracteres complementares de importância agrônômica foram avaliados em pelo menos um ambiente.

Nas análises conjuntas, os efeitos de locais (L), de híbridos (H) e da interação (H x L) foram desdobrados segundo os agrupamentos dos híbridos selecionados (GH) e os dois macro-ambientes (MA1 e MA2). Foram apresentados graficamente os desempenhos de genótipos nos diferentes locais, caracterizando dos tipos de interação (G x E) presentes nas duas regiões. No estudo da dissimilaridade ambiental, foram agrupados os locais com maior semelhança quanto ao desempenho genotípico. Na avaliação dos efeitos da seleção indireta foram determinadas as aptidões de cada ambiente à seleção inicial no melhoramento.

FIGURA 1 – SEQÜÊNCIA DAS ATIVIDADES E INVESTIGAÇÕES REALIZADAS



### 3.1 MATERIAL

Onze experimentos com híbridos de milho foram conduzidos na safra 2003/2004 no Estado do Paraná. Foram avaliados dois conjuntos de vinte e cinco híbridos de milho (C1 e C2), compostos individualmente por vinte e dois híbridos experimentais de linhagens de endogamia parcial e três cultivares comerciais, perfazendo ao todo quarenta e sete genótipos. As testemunhas foram os híbridos comerciais AG9020, P30K75, P30F33 (tratamentos 23, 24 e 25, respectivamente), comuns a C1 e C2 e recomendados para o Estado (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2005). Compuseram C1 os materiais experimentais com semente disponível para avaliação em 6 locais; e C2 os materiais com sementes para 5 locais.

Os ensaios foram conduzidos em ambientes distintos quanto à localização geográfica, às características agro-climáticas e aos históricos de manejo. Optou-se preferencialmente por plantios em estações experimentais de empresas e de instituições colaboradoras. Os locais escolhidos foram: Ponta Grossa (FT Pesquisa e Sementes), Fazenda Rio Grande (Fazenda Gralha Azul, PUC/PR), Campo Largo (produtor local), Londrina (IAPAR/ sede), Centenário do Sul (Milênia Genética e Biotecnologia) e Palotina (COODETEC).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DE AMBIENTES

Os locais encontraram-se inseridos nos dois mega-ambientes definidos pelo programa *GIS (Geographic Information System)*, assim denominados: macro-ambiente 1 (MA1) e macro-ambiente 2 (MA2). MA1 incorporou regiões de altitudes iguais ou superiores a 700 m acima do nível do mar e MA2 incluiu ambientes com altitudes abaixo daquele limite. Foram escolhidos ambientes que favorecessem a expressão de altas produtividades, bem como que permitissem a avaliação do desempenho de genótipos frente a diferentes estresses bióticos e abióticos (Tabela 2). A amplitude de época de semeadura estendeu-se de 28 de setembro (CL) a 20 de novembro (FZ). As áreas apresentaram diferenças quanto aos seus históricos de cultivo, seus níveis de fertilidade e às práticas de manejo empregadas na condução experimental (Tabela 2). As adubações de base, de cobertura nitrogenada e os

controles de pragas e plantas daninhas seguiram as recomendações técnicas para a cultura. O aumento na dose de adubo nitrogenado em aplicação de cobertura foi necessário em Campo Largo, devido à alta demanda local de N na fase inicial da cultura. Foi ampliada assim a amostra de ambientes entre e dentro de MA1 e MA2, abrangendo parte da heterogeneidade de cultivo presente no Estado. As diferentes épocas de semeadura coincidiram com os períodos utilizados em cada região (GONÇALVES, 2006). As densidades populacionais variaram entre 60.000 pl/ha a 75.000 pl/ha, (Tabela 2).

TABELA 2 – RELAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS SEIS AMBIENTES DE AVALIAÇÃO

<b>Ambiente</b>	<b>Macro-ambiente</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Época de semeadura</b>	<b>Densidade pl/ha</b>	<b>Cultura Anterior</b>
CAMPO LARGO <i>PRODUTOR LOCAL</i>	1	895	25/09	75.000	Milho
PONTA GROSSA <i>FT PESQ. E SEMENTES</i>	1	860	23/09	65.000	Nabo Forrageiro
FAZ. RIO GRANDE <i>PUC/PR</i>	1	900	20/11	62.500	Aveia
LONDRINA <i>IAPAR</i>	2	570	01/10	62.500	Aveia
CENTENÁRIO DO SUL <i>MILÊNIA GEN. BIOT.</i>	2	360	04/10	65.000	Aveia
PALOTINA <i>CODETEC</i>	2	350	24/09	60.000	Aveia

O ambiente Ponta Grossa (PG) foi escolhido por representar condições favoráveis à expressão de altas produtividades. Somaram-se: a alta fertilidade de solo, com elevados teores de matéria orgânica e percentagem de saturação de bases (V%) igual a 65%; a elevada altitude local; a regularidade no regime pluviométrico; a ocorrência de longos comprimentos de dia e o manejo apropriado a altas produtividades (ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999).

Estas condições correspondem a uma significativa gama de ambientes de cultivo presentes na região dos Campos Gerais (PR).

Os experimentos instalados de Campo Largo (CL) visavam representar algumas condições sub-ótimas de MA1 (Tabela 2), decorrentes da combinação de diversos fatores: histórico de sucessivos cultivos de milho sobre milho na mesma área; utilização de alta densidade populacional (75.000 pl/ha); níveis intermediários de fertilidade de solo e presença de grande concentração de inóculo de patógenos em restos da cultura anterior. Esta situação foi semelhante às encontradas em diversas propriedades da região, caracterizadas por rendimentos intermediários, alta percentagem de acamamento e quebramento, ocorrência de estresses fisiológicos, e alta infestação de doenças e pragas .

Em Fazenda Rio Grande (FZ) foi avaliado apenas um dos conjuntos de híbridos (C1), sob condições favoráveis a elevadas produtividades (PD), entre elas: a elevada altitude local, a alta fertilidade de solo, a adequada rotação de culturas e as equilibradas adubações na base e em cobertura. Eram previstas reduções na produtividade e ocorrência de doenças foliares, devido a semeadura tardia (PEREIRA, 1997; ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999; OLIVEIRA et al., 2004).

A área de Londrina (LD), apresentou bom nível de fertilidade de solo e a maior altitude dentro de MA2, em torno de 570 m a.n.m. (Tabela 2). Foram utilizadas densidades populacionais, épocas de semeadura, e níveis de adubação adequados à expressão de altos rendimentos. Históricos de períodos de estiagem haviam sido reportados em anos anteriores nos meses de dezembro e janeiro, coincidindo com o período crítico da cultura.

Os experimentos de Centenário do Sul (CS) foram implantados em uma área irrigada por “pivot” central, à altitude de 360 m a.n.m., sob condições de altas temperaturas diurnas e noturnas. O solo apresentou boa fertilidade e as práticas de manejo seguiram os padrões recomendados na região. Já Palotina (PL) foi o ambiente potencialmente mais estressante de MA2, localizada a 350 m a.n.m. (Tabela 2). Associavam-se à elevadas temperaturas o risco de freqüentes períodos de estiagem em dezembro, coincidindo com a fase crítica da cultura, quando semeada em outubro. Seu objetivo foi a seleção de híbridos com características de rusticidade, tolerantes a estresses hídricos e a altas temperaturas.



### 3.3 EXPERIMENTAÇÃO

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas experimentais consistiram de duas fileiras de quatro metros, com espaçamento entre elas variando de 0,80 m a 0,90 m. Foram semeadas covas intercaladas com uma ou duas sementes para posterior desbaste, a fim de se obterem as densidades populacionais esperadas. Dois grupos de caracteres foram avaliados. Um deles com coleta de dados obrigatória em todos os locais e o outro com avaliações em menos ambientes ou em condições específicas. No primeiro caso incluíram-se: produtividade (PD), umidade de colheita (U%), estande final (SF), acamamento e quebramento (AC%). O segundo grupo abrangeu: altura da planta (AP), altura da espiga (AE), precocidade (PF), prolificidade (IE); reação de resistência a doenças foliares e podridão de colmo (CD) (Tabela 3).

TABELA 3 – RELAÇÃO DE CARACTERES AVALIADOS NOS SEIS AMBIENTES: CL, PG, FZ, LD, CS E PL, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Caráter		CL	PG	FZ	LD	CS	PL
Produtividade / Rendimento	(PD)	X	X	X	X	X	X
Umidade dos grãos na colheita	(U%)	X	X	X	X	X	X
Estande final	(SF)	X	X	X	X	X	X
Acamamento e quebramento	(AC%)	X	X	X	X	X	X
Índice de espigas	(IE)	X	X		X	X	X
Severidade de podridão de colmo	(CD%)	X					
Altura da planta	(AP)	X			X	X	X
Altura da espiga	(AE)	X			X	X	X
Precocidade	(FL)	X			X		X*
Severidade de Ferrugem Comum	(FER)	X					
Severidade de Mancha por <i>E. turcicum</i>	(TUR)	X					
Severidade de Mancha por <i>Cercospora</i>	(CER)	X					
Severidade de Mancha por <i>Phaeosphaeria</i>	(PH)			X			

**NOTA:** \* avaliação em uma repetição

CL = Campo Largo; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; PL = Palotina

Para produtividade (PD) foi obtido o peso total de grãos da parcela, feita a correção para a umidade referência (13%) e posterior conversão para toneladas de

grãos por hectare. Para precocidade avaliou-se o número de dias entre a emergência e 50% do florescimento feminino (FL). Para prolificidade estimou-se a variável índice de espigas por planta (IE), calculado pela relação entre número de espigas e o estande final na colheita. As reações de tolerância ou suscetibilidade a doenças foliares foram observadas durante o período de enchimento de grãos por meio de avaliações visuais subjetivas, com escala de severidade variando de 1 a 9, onde: 1 é ausência de sintomas e 9 é a máxima severidade. Este método é freqüentemente utilizado na discriminação dos níveis de tolerância a doenças em programas de melhoramento. A sensibilidade a CD foi avaliada subjetivamente pelos aspectos visuais e de rigidez do colmo na colheita, estimando-se o percentual de colmos doentes na parcela (CD%). Para AC determinou-se o percentual de plantas acamadas e quebradas (AC%).

### 3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O modelo geral adotado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = m + b_k/l_j + h_i + l_j + (hl)_{ij} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

$m$ : média do conjunto de híbridos

$b_k/l_j$ : efeito de blocos dentro de locais

$h_i$ : efeito de híbridos (fixo)

$l_j$ : efeito de locais (aleatório)

$(hl)_{ij}$ : efeito da interação entre genótipos e ambientes

$e_{ijk}$ : erro experimental

Foram efetuadas as análises de variância individuais por local para produtividade (PD), altura da planta (AP), altura da espiga (AE) e precocidade (FL). A análise conjunta de locais foi realizada para PD (Tabela 4). Foi determinado o percentual de variação atribuído a cada fator da análise, considerando-se a magnitude de sua soma de quadrados em relação a soma de quadrados total (Tabela 4). As estimativas dos desvios genotípicos dos híbridos ( $V_H$ ), da variância entre locais ( $\hat{\sigma}_L^2$ ), e da interação ( $\hat{\sigma}_{HL}^2$ ) foram determinadas conforme o modelo misto

definido por Vencovsky e Barriga (1992), considerando-se o efeito fixo para híbridos e aleatório para locais (Tabela 4). As expressões foram assim definidas:

$$\hat{\sigma}_L^2 = (Q_2 - Q_1) / r.h$$

$$V_H = (Q_5 - Q_8) / r.l$$

$$\hat{\sigma}_{HL}^2 = (Q_8 - Q_{15}) (h-1) / r.h$$

Os coeficientes de correlação genética entre pares de ambientes ( $r_{jj'}$ ) foram estimados segundo Vencovsky e Barriga (1992), conforme expressão abaixo. Os autores enfatizaram que a correlação entre as médias ajustadas de locais é de origem exclusivamente genética.

$$r_{jj'} = \text{cov}_{jj'} / \sqrt{(V_{Hj} \cdot V_{Hj'})}$$

TABELA 4 – ESQUEMA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA PARA OS EFEITOS DE HÍBRIDOS (H) E LOCAIS (L) E DA INTERAÇÃO H x L

FV	GL	QM	E (QM)	F
Rep / L	(r-1).l	Q <sub>1</sub>	$\sigma^2 + h\sigma_{RL}^2$	Q <sub>1</sub>
L	l-1	Q <sub>2</sub>	$\sigma^2 + h\sigma_{RL}^2 + r\sigma_{HL}^2$	Q <sub>2</sub> / Q <sub>1</sub>
H	h-1	Q <sub>5</sub>	$\sigma^2 + r h / (h-1) \sigma_{HL}^2 + r l V_H$	Q <sub>5</sub> / Q <sub>8</sub>
H X L	(l-1).(h-1)	Q <sub>8</sub>	$\sigma^2 + r h / (h-1) \sigma_{HL}^2$	Q <sub>8</sub> / Q <sub>15</sub>
RESÍDUO		Q <sub>15</sub>	$\sigma^2$	
TOTAL	(r.h.l-1)			

O efeito de locais foi desdobrado nos efeitos de macro-ambientes (MA) e de locais dentro de macro-ambientes (DMA). Foram obtidas as interações: entre híbridos e macro-ambientes (H x MA); e entre híbridos e locais, dentro de macro-ambientes (H x DMA) (Tabela 5). Em cada conjunto de tratamentos foram estabelecidos cinco agrupamentos de cinco híbridos, com base nos desempenhos médios de locais, assim denominados: G1, G2, G3, G4, G5, em ordem decrescente de produtividade.

O efeito de híbridos (H) foi desdobrado nos efeitos de agrupamentos de híbridos (GH) e de híbridos dentro de agrupamentos (DGH). Com isso foram obtidos todos os desdobramentos dos componentes da interação entre genótipos x

ambientes: (GH x MA); (GH x DMA); (DGH x MA); e (DGH x DMA). Foi avaliada a influência da interação (G x E) considerando-se duas situações: a seleção do agrupamento dos genótipos superiores (G1) e a seleção dos melhores genótipos, dentro do agrupamento superior (Tabela 5). Para as análises individuais, conjuntas e para o teste de médias foi utilizado o programa estatístico GENES versão 2004 (UFV, 2005). Os desdobramentos foram calculados em planilha eletrônica *Excel*. O teste de Tukey foi utilizado para a comparação de médias a 5% de probabilidade. Determinaram-se curvas de regressão polinomial estimadas para os cinco agrupamentos nos locais de avaliação.

TABELA 5 – ESQUEMA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA ENTRE OS EFEITOS DE HÍBRIDOS (H), LOCAIS (L), MACRO-AMBIENTES (MA), HÍBRIDOS DENTRO DE MACRO-AMBIENTES (DMA), AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (GH) E HÍBRIDOS DENTRO DE AGRUPAMENTOS (DGH) E PARA AS RESPECTIVAS INTERAÇÕES ENTRE ELES (H x L; MA x GH; MA x DGH; DMA x GH; DMA x DGH)

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>QM</b>	<b>F</b>
Rep / L	(r-1).l	Q <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>
L	l-1	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub> / Q <sub>1</sub>
MA	m-1	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub> / Q <sub>1</sub>
DMA	m.(k-1)	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub> / Q <sub>1</sub>
H	h-1	Q <sub>5</sub>	Q <sub>5</sub> / Q <sub>8</sub>
GH	g-1	Q <sub>6</sub>	Q <sub>6</sub> / Q <sub>8</sub>
DGH	g.(n-1)	Q <sub>7</sub>	Q <sub>7</sub> / Q <sub>8</sub>
H X L	(l-1).(h-1)	Q <sub>8</sub>	Q <sub>8</sub> / Q <sub>15</sub>
MA x H	(m-1).(h-1)	Q <sub>9</sub>	Q <sub>9</sub> / Q <sub>15</sub>
MA x GH	(m-1).(g-1)	Q <sub>10</sub>	Q <sub>10</sub> / Q <sub>15</sub>
MA x DGH	g.(m-1).(n-1)	Q <sub>11</sub>	Q <sub>11</sub> / Q <sub>15</sub>
DMA x H	m.(k-1).(h-1)	Q <sub>12</sub>	Q <sub>12</sub> / Q <sub>15</sub>
DMA x GH	m.(k-1).(g-1)	Q <sub>13</sub>	Q <sub>13</sub> / Q <sub>15</sub>
DMA x DGH	g.m.(k-1).(n-1)	Q <sub>14</sub>	Q <sub>14</sub> / Q <sub>15</sub>
RESÍDUO		Q <sub>15</sub>	
TOTAL	(r.h.l-1)		

### 3.5 DISSIMILARIDADE ENTRE AMBIENTES

Foram determinadas as medidas de dissimilaridade para todas as combinações entre os seis ambientes (Tabela 6) segundo metodologia utilizada por Ouyang et al. (1995), obtida pela expressão:

$$D_{jj'} = 2(1 - 1/n)(1 - r_{jj'}), \text{ onde:}$$

$(D_{jj'})$ : distância entre os ambientes  $j$  e  $j'$

$(r_{jj'})$ : correlação entre os desempenhos dos genótipos nos ambientes  $j$  e  $j'$

$n$ : número de genótipos avaliados

Na seqüência, agruparam-se os valores da distância média de C1 e C2 para cada par de locais ( $D_{jj'(\bar{x})}$ ) em um dendrograma, pelo método de ligação simples, para constituição do agrupamentos hierárquicos de ambientes (OUYANG et al. 1995; SETIMELA et al., 2005).

TABELA 6 – RELAÇÃO DE DISTÂNCIAS AMBIENTAIS OBTIDAS ENTRE PARES DE LOCAIS PARA CL, PG, FZ, LD, PA E CS, EM MILHO, NA SAFRA DE 2003/2004

	CL (1)	PG (2)	FZ (3)	LD(4)	PA (5)	CS (6)
CL (1)	–	$D_{12}$	$D_{13}$	$D_{14}$	$D_{15}$	$D_{16}$
PG (2)		–	$D_{23}$	$D_{24}$	$D_{25}$	$D_{26}$
FZ (3)			–	$D_{34}$	$D_{35}$	$D_{36}$
LD (4)				–	$D_{45}$	$D_{46}$
PA (5)					–	$D_{56}$
CS (6)						–

**NOTA:** CL = Campo Largo; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; PL = Palotina; CS = Centenário do Sul

### 3.6 EFEITOS DA SELEÇÃO INDIRETA DE LOCAIS

Os efeitos da seleção indireta de locais foram obtidos para todas as combinações envolvendo duplas de ambientes. Estimaram-se os desvios  $\Delta$  (t/ha) para cada comparação, definidos pela expressão:

$\Delta_{jj'} = Y_{jj} - Y_{jj'}$ , onde:

$Y_{jj}$ : produtividade no local "j" do agrupamento selecionado no próprio local de avaliação (j)

$Y_{jj'}$ : produtividade no local j do agrupamento selecionado no local j'.

Os valores  $\Delta\%$  foram calculados pela relação  $(100 \cdot \Delta_{jj'} / Y_{jj})$ . Utilizou-se o Teste t para a determinação do nível de significância dos contrastes (STEEL e TORRIE, 1980). Os valores de t foram testados a 1% e a 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 LOCAIS INDIVIDUAIS

#### 4.1.1 Campo Largo

Os resultados médios dos genótipos em CL são apresentados nas Tabelas 20 e 21 para os conjuntos de híbridos C1 e C2, respectivamente. A média geral de cada conjunto ( $\bar{x}$ ) e as amplitudes observadas (MIN, MAX) são encontradas na Tabela 7.

A média de produtividade ( $PD_{\bar{x}}$ ) de C1 foi igual a 9,01 t/ha, variando entre os limites de 5,78 t/ha e 11,59 t/ha. Em C2 obteve-se  $PD_{\bar{x}}$  igual a 9,27 t/ha, com amplitude de valores variando de 11,79 t/ha, e 5,34 t/ha. Para a umidade dos grãos na colheita (U%), obtiveram-se médias da ordem de 21% em C1 e C2, com respectivas variações de 14,7% a 25,7% e 13,7% a 24,5%. Para índice de espigas (IE), foi encontrada média de 1,01 espigas por planta (e/pl) em C1, e 1,02 e/pl em C2. As estimativas variaram de 0,94 e/pl a 1,24 e/pl e de 0,91 e/pl a 1,39 e/pl em C1 e C2, respectivamente (Tabela 7).

A percentagem média de acamamento foi da ordem de 3% de plantas acamadas em C1, e 1% em C2. O limite inferior foi a ausência de acamamento; os superiores foram iguais a 26% e 13% nos respectivos conjuntos (Tabelas 20 e 21). Foi detectada incidência de podridão de colmo ao final do ciclo, com média igual a 37% de colmos doentes em C1, e 47% em C2. Os valores variaram de 2% a 79% e de 13% a 85% , em C1 e C2 respectivamente (Tabela 7).

O florescimento feminino médio ocorreu aos 78 dias após a emergência (d.a.e) em C1 e aos 80 d.a.e. em C2 (Tabela 7). Os respectivos limites superior e inferior foram: 72 d.a.e e 85 d.a.e; e 76 d.a.e e 90 d.a.e. As médias locais para altura da planta (AP) foram iguais a 209 cm em C1 e 206 cm em C2. Os valores variaram de 190 cm a 234 cm e de 183 cm a 223 cm, em C1 e C2 respectivamente. Para altura da espiga (AE) obtiveram-se médias iguais a 113 cm em C1 e 110 cm em C2. Os respectivos limites inferior e superior foram iguais a 128 cm e 92 cm, e 128 cm e 93 cm. Foram detectadas diferenças significativas a 0,1% de probabilidade nos dois conjuntos para PD, IE, FL, AP, AE (Tabela 31).

TABELA 7 – VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM CL, EM C1 E C2, PARA OS CARACTERES: PD, U%, IE, FL, AE, AP, AE/AP, AC%, CD% E SEVERIDADE DAS MANCHAS FOLIARES POR TUR, CER E FER, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

CL	C1			C2		
	MIN	X	MAX	MIN	X	MAX
PD (t/há)	5,78	9,01	11,59	5,34	9,27	11,79
IE	0,94	1,01	1,24	0,91	1,02	1,39
FL (d.a.e.)	72	78	85	76	80	90
AP (cm)	190	209	234	183	206	223
AE (cm)	92	113	128	93	110	128
AE/AP	0,48	0,54	0,61	0,45	0,54	0,59
AC (%)	0	3	26	0	1	13
CD (%)	2	37	79	13	47	85
TUR	1	2	8	1	3	5
CER	1	6	9	2	6	9
FER	2	3	7	1	4	7
U%	14,7	20,8	25,7	13,7	20,9	24,5

**NOTA:** CL = Campo Largo; C1 = conjunto 1; C2 = conjunto 2; PD = Produtividade; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AE = Altura da espiga; AP = Altura da Planta; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; CD% = Percentagem de Colmos Doentes; TUR = *E. Turcicum*, CER = *Cercospora*; FER = Ferrugem Comum

Foi detectada a ocorrência de três doenças foliares no decorrer do ciclo: ferrugem comum (FER), mancha por *E. turcicum* (TUR) e mancha por *Cercospora* (CER) (Tabelas 20 e 21). Os materiais mais suscetíveis e resistentes a FER obtiveram notas 7 e 1, respectivamente. As médias de severidade foram iguais a 3 em C1, e 4 em C2. Para TUR obteve-se severidade média igual a 2 em C1, e 3 em C2. Os valores variaram entre a ausência de lesões (1) à alta severidade (8). Para CER as médias de severidade foram iguais a 6 em C1 e C2. A amplitude de variação compreendeu desde materiais resistentes com ausência de lesões (1), até genótipos altamente suscetíveis (9).



## 4.1.2 Ponta Grossa

As Tabelas 22 e 23 reúnem os valores observados de PD, IE, AC%, CD%, e U%, para híbridos em C1 e C2 em Ponta Grossa. A média geral ( $\bar{x}$ ), os limites superior (MAX) e inferior (MIN) de cada variável são apresentados na Tabela 8.

Altas produtividades (PD) foram obtidas em PG, com médias da ordem de 14,3 t/ha. A amplitude de variação foi de 11,43 t/ha a 17,46 t/ha; e de 9,78 t/ha a 17,95 t/ha, em C1 e C2 respectivamente. O percentual de umidade dos grãos na colheita (U%) foi da ordem de 24%, variando de 21% a 28%. As médias observadas para índice de espigas (IE) foram iguais a 1,13 espigas por planta (e/pl) e 1,17 e/pl em C1 e C2, respectivamente. O híbrido mais prolífico foi a testemunha Ag 9020 (T 1.23 e T 2.23), com IE ao redor de 1,5 e/pl (Tabelas 8, 22 e 23). Ausência de prolificidade (IE = 1,0 e/pl) foi encontrada em dois híbridos (T1.1 e T2.14). As diferenças entre genótipos foram significativas ao nível de 0,1% de probabilidade para PD e IE (Tabela 31).

TABELA 8 – VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM PG, EM C1 E C2, PARA OS CARACTERES: PD, IE, AC%, CD% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

PG	C1			C2		
	MIN	$\bar{x}$	MAX	MIN	$\bar{x}$	MAX
PD (t/ha)	11,43	14,29	17,46	9,78	14,27	17,95
IE	1,00	1,13	1,45	1,00	1,17	1,52
AC (%)	0	3	20	0	1	17
CD (%)	0	6	22	0	4	25
U%	20,7	23,6	27,9	22,0	24,3	26,2

**NOTA:** PG = Ponta Grossa; C1 = conjunto 1; C2 = conjunto 2; PD = Produtividade; IE = Índice de Espigas; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; CD% = Percentagem de Colmos Doentes; U% = Umidade dos Grãos na Colheita

Os percentuais médios de acamamento e quebramento (AC%) foram iguais a 3% em C1 e 1% em C2. Quatro materiais apresentaram valores iguais ou superiores a 10% (T 1.3, T 1.23, T 1.15, T 2.1), (Tabelas 22 e 23). Não foi observado acamamento e quebramento na maior parte dos genótipos. Para o percentual de colmos doentes (CD%) foram observadas médias da ordem de 5% nos dois

conjuntos com limites máximos superiores a 20% em T 1.3 e T 1.23. Diversos tratamentos não apresentaram sintomas visuais de podridão de colmo.

#### 4.1.3 Fazenda Rio Grande

Os resultados obtidos em Fazenda Rio Grande (FZ) são apresentados nas Tabelas 9 e 24. A média de produtividade foi igual a 11,53 t/ha, variando de 6,76 t/ha a 14,17 t/ha. Diferenças altamente significativas foram encontradas ao nível de 0,1% de probabilidade (Tabela 31). O percentual médio de acamamento e quebramento foi igual a 6%, com valores entre zero e 27%. A colheita foi efetuada com elevada umidade nos grãos, com média de 30%. Os tratamentos variaram de 24% a 35,5%. Foi observada a ocorrência de mancha foliar por *Phaeosphaeria maydis* ao final do período de enchimento de grãos. Obteve-se média de severidade igual a 5, com amplitude de variação de 2 a 9.

TABELA 9 – VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM FZ, EM C1, PARA PD, AC%, U% E SEVERIDADE DE MANCHA POR *Phaeosphaeria*, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

FZ	C1		
	MIN	$\bar{x}$	MAX
PD (t/ha)	6,76	11,53	14,17
AC (%)	0	6	27
Ph	2	5	9
U%	24,0	29,4	35,5

**NOTA:** FZ = Fazenda Rio Grande; C1 = conjunto 1; PD = Produtividade; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita

#### 4.1.4 Londrina

Os resultados obtidos em Londrina são apresentados nas Tabelas 25 e 26 para C1 e C2, respectivamente. As médias e os limites inferior e superior de cada variável estão reunidos na Tabela 10. A produtividade média de C1 foi igual a 10,05 t/ha, variando de 7,70 t/ha a 12,24 t/ha; para C2 obteve-se média de 10,49 t/ha, com extremos de 7,95 t/ha e 12,70 t/ha. A umidade média dos grãos na colheita (U%) foi igual a 18%, variando entre 14% e 21% (Tabelas 10). As médias obtidas para o

índice de espigas (IE) foram 1,04 espigas por planta (e/pl) em C1 e 1,05 e/pl em C2. O material mais prolífico foi a testemunha Ag 9020 (T 1.23 e T 2.23) com IE em torno de 1,20 e/pl. Diversos genótipos não apresentaram prolificidade (IE < 1,0), (Tabelas 25 e 26). Os limites inferiores de IE foram 0,95 e 0,92 em C1 e C2, respectivamente.

Para precocidade, obteve-se média de FL aos 60 dias após a emergência (d.a.e). Os híbridos mais precoces floresceram aos 56 d.a.e em C1 e aos 58 d.a.e. em C2. Observaram-se médias de altura da planta (AP) em torno de 220 cm em ambos os casos. As distribuições variaram de 203 cm a 233 cm e de 193 cm a 235 cm, em C1 e C2 respectivamente. Para altura da espiga (AE) obtiveram-se médias da ordem de 110 cm. Os menores valores foram iguais a 97 cm e 93 cm e os limites superiores iguais a 122 cm e 130 cm, em C1 e C2 respectivamente. Diferenças altamente significativas a 0,1% de probabilidade foram constatadas para PD, AP, AE, FL e IE, em C1 e C2 (Tabela 31). A média da relação (AE/AP) foi da ordem de 0,50, variando de 0,45 a 0,54, em C1, e de 0,47 a 0,55, em C2. Ausente acamamento foi observado em quase a totalidade dos tratamentos.

TABELA 10 – VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM LD, EM C1 E C2, PARA PD, IE, FL, AE, AP, AE/AP, AC% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

LD	C1			C2		
	MIN	X	MAX	MIN	X	MAX
PD (t/ha)	7,70	10,05	12,24	7,95	10,49	12,70
IE (e/pl)	0,95	1,04	1,21	0,92	1,05	1,17
FL (dias)	56	60	64	58	61	63
AP (cm)	203	220	233	193	221	235
AE (cm)	97	109	122	93	113	130
AE/AP	0,45	0,49	0,54	0,47	0,51	0,55
AC (%)	0	1	3	0	0	0
U%	14,5	18,2	20,1	14,4	18,7	20,2

**NOTA:** LD = Londrina; C1 = conjunto 1; C2 = conjunto 2; PD = Produtividade; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AE = Altura da espiga; AP = Altura da Planta; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita

#### 4.1.5 Centenário do Sul

As Tabelas 27 e 28 reúnem os resultados obtidos em Centenário do Sul (CS) em C1 e C2, respectivamente. A Tabela 11 apresenta as médias dos conjuntos ( $\bar{x}$ ) e os valores extremos (MIN e MAX) de cada variável.

As produtividades médias foram iguais a 9,40 t/ha e 10,17 t/ha em C1 e C2, respectivamente. Os extremos das distribuições foram: 11,86 t/ha e 6,59 t/ha em C1; e 12,44 t/ha e 7,27 t/ha em C2. Reduzida umidade nos grãos (U%) foi observada por ocasião da colheita, com médias dos conjuntos da ordem de 12%. Os limites máximos foram iguais a 14,0% em C1 e 13,1% em C2. Limites inferiores foram em torno de 11,0%. As médias de índice de espigas (IE) foram iguais a 0,92 e/pl em C1 e 0,99 em C2. O híbrido mais prolífico foi a testemunha comercial Ag 9020, com IE igual a 1,14 e/pl e 1,26 e/pl, em C1 e C2 respectivamente. As estimativas inferiores foram da ordem de 0,84 e/pl.

As médias de altura de planta (AP) foram iguais a 211 cm em C1 e 217 cm em C2. As distribuições variaram entre os limites de 192 cm a 240 cm; e de 188 cm a 235 cm. As médias de AE foram da ordem de 80cm em ambos os conjuntos. Os extremos inferiores foram em torno de 60cm e os superiores iguais a 109 cm e 98 cm, em C1 e C2 respectivamente. Detectaram-se diferenças significativas a 0,1% de probabilidade para AP e AE nos dois casos (Tabela 31). Reduzida inserção da espiga (AE/AP) foi observada com média dos conjuntos igual a 0,37. As estimativas inferiores foram da ordem de 0,30; os valores mais elevados iguais a 0,45 em C1 e 0,42 em C2. Os percentuais médios de acamamento e quebramento foram iguais a 7% e 15%, em C1 e C2, respectivamente. Os maiores valores de AC% foram iguais a 24% em C1 e 46% em C2.

TABELA 11 – VALORES MÉDIOS ( $\bar{x}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM CS, EM C1 E C2, PARA PD, IE, AE, AP, AE/AP, AC% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

CS	C1			C2		
	MIN	X	MAX	MIN	X	MAX
PD (t/ha)	6,59	9,40	11,86	7,27	10,17	12,44
IE	0,83	0,92	1,14	0,84	0,99	1,26
AP (cm)	192	211	240	188	217	235
AE (cm)	61	79	109	62	80	98
AE/AP	0,31	0,37	0,45	0,30	0,37	0,42
AC (%)	2	7	24	3	15	46
U%	10,8	11,6	14,0	11,3	12,2	13,1

**NOTA:** CS = Centenário do Sul; C1 = conjunto 1; C2 = conjunto 2; PD = Produtividade; IE = Índice de Espigas; AE = Altura da espiga; AP = Altura da Planta; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita

#### 4.1.6 Palotina

Os resultados médios obtidos em Palotina são apresentados nas Tabelas 29 e 30. A Tabela 12 reúne as médias e os valores extremos observados em cada caráter.

A média produtividade de C1 foi igual a 9,59 t/ha, com limites observados de 6,60 t/ha e 12,72 t/ha. Em C2 obteve-se média de 8,93 t/ha, com valor mínimo igual a 5,89 t/ha e máximo igual a 11,67 t/ha. Reduzida umidade nos grãos (U%) foi constatada na colheita, com médias iguais a 9,4%. Os valores variaram de 7,7% a 10,6% e de 7,7% a 11,2%, em C1 e C2, respectivamente. A média de IE foi igual a 1,00 e/pl em C1 e 1,02 e/pl em C2. As menores estimativas foram 0,82 e/pl em C1 e 0,93 e/pl em C2; as mais altas foram 1,06 e/pl e 1,08 e/pl em C1 e C2, respectivamente. As percentagens médias de acamamento e quebramento foram da ordem de 5%. Os limites máximos de AC% foram de 15% em C1 e 46% em C2; o limite mínimo foi ausência de plantas acamadas e quebradas.

Os caracteres AP e AE apresentaram respectivas médias iguais a 175 cm e 79 cm em C1; e 170 cm e 82 cm em C2. Os limites superiores foram da ordem de 200 cm para AP. Para AE obteve-se 100 cm e 107 cm, em C1 e C2, respectivamente. Os limites inferiores de AP foram 155 cm em C1 e 140 cm em C2;

para AE foram 65 cm e 55 cm, respectivamente. O florescimento médio ocorreu por volta dos 60 dias após a emergência (d.a.e.), em C1 e C2. Os híbridos mais precoces floresceram por volta ao redor de 55 d.a.e. Os híbridos mais tardios floresceram aos 64 d.a.e. Foram detectadas diferenças significativas a 0,1% de probabilidade para PD (C1 e C2), AP (C1 e C2), AE (C1), IE (C2); à 5% de probabilidade para AP (C2). Não foram detectadas diferenças significativas para IE (C1) (Tabela 31).

TABELA 12 – VALORES MÉDIOS ( $\bar{X}$ ), LIMITES SUPERIOR (MAX) E INFERIOR (MIN) OBSERVADOS EM PL, EM C1 E C2, PARA PD, IE, FL, AE, AP, AE/AP, AC% E U%, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

PL	C1			C2		
	MIN	$\bar{X}$	MAX	MIN	$\bar{X}$	MAX
PD (t/ha)	6,60	9,59	12,72	5,89	8,93	11,67
IE	0,82	1,00	1,06	0,99	1,02	1,08
FL (dias)	55	59	64	56	60	64
AP (cm)	155	175	200	140	170	198
AE (cm)	65	79	100	55	82	107
AE/AP	0,40	0,45	0,52	0,37	0,48	0,53
AC (%)	0	5	15	0	6	46
U%	7,7	9,4	10,6	7,7	9,4	11,2

**NOTA:** PL = Palotina; C1 = conjunto 1; C2 = conjunto 2; PD = Produtividade; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AE = Altura da Espiga; AP = Altura da Planta; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita

#### 4.1.7 Componentes de Variação

A Tabela 13 reúne as estimativas dos parâmetros genéticos e ambientais obtidos das análises individuais. Foram observados valores aproximados da variação entre híbridos ( $V_H$ ) entre C1 e C2 em PG, CL, FZ e LD. Em CS e PL as estimativas de C2 superaram as de C1 em torno de 30%. As maiores estimativas de  $V_H$  foram obtidas em PG e FZ, acima de  $3,0 (t/ha)^2$ , com a relação entre o coeficiente de variação genético de híbrido ( $CV_H$ ) e o coeficiente de variação experimental (CV) maior que 2,5. As mais baixas observações de  $V_H$  foram encontradas em Londrina, da ordem de  $1,2 (t/ha)^2$ . A relação ( $CV_H/CV$ ) foi igual a 1,7 em C1 e 1,2 em C2. Em

CL, CS e PL as magnitudes de  $V_H$  foram da ordem de  $2,0 (t/ha)^2$  com relações ( $CV_H/CV$ ) variando de 1,8 a 2,4. As estimativas de coeficiente de variação experimental ( $CV\%$ ) obtidas nos onze experimentos em locais individuais foram de magnitude baixa a intermediária (Tabela 31). Para PD variaram de 4,6% a 8,9%; para FL de 1,1% a 2,4%; para AP de 2,3% a 6,8%; para AE de 5,3% a 15,7%; e para IE de 2,4% a 7,4%.

TABELA 13 – ESTIMATIVAS DA VARIAÇÃO DOS EFEITOS FIXOS DE HÍBRIDOS (VH), DA VARIÂNCIA RESIDUAL ( $\hat{\sigma}^2$ ), E DA RELAÇÃO ( $CV_H/CV$ ) EM C1 E C2, NOS SEIS AMBIENTES, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	Local	C1	C2
$V_H (t/ha)^2$	CL	2,29	2,59
$\hat{\sigma}^2 (t/ha)^2$	CL	0,46	0,60
$CV_H/CV$	CL	2,23	2,08
$V_H (t/ha)^2$	PG	3,01	3,26
$\hat{\sigma}^2 (t/ha)^2$	PG	0,46	0,51
$CV_H/CV$	PG	2,56	2,53
$V_H (t/ha)^2$	FZ	3,35	-
$\hat{\sigma}^2 (t/ha)^2$	FZ	0,55	-
$CV_H/CV$	FZ	2,47	
$V_H (t/ha)^2$	LD	1,15	1,20
$\hat{\sigma}^2 (t/ha)^2$	LD	0,40	0,82
$CV_H/CV$	LD	1,70	1,21
$V_H (t/ha)^2$	CS	2,19	1,72
$\hat{\sigma}^2 (t/ha)^2$	CS	0,47	0,29
$CV_H/CV$	CS	2,16	2,44
$V_H (t/ha)^2$	PL	2,28	1,66
$\hat{\sigma}^2 (t/ha)^2$	PL	0,73	0,48
$CV_H/CV$	PL	1,77	1,86

## 4.2 MÉDIAS DE LOCAIS

### 4.2.1 Produtividade

As Tabelas 32 e 33 contem as produtividades (PD) dos híbridos de C1 e C2, respectivamente. A Tabela 14 resume as respectivas médias obtidas em cada local.

A média geral de PD em C1 foi igual a 10,85 t/ha, com valor máximo igual a 12,9 t/ha e mínimo de 8,2 t/ha. A média geral de C2 foi igual a 11,5 t/ha com o melhor tratamento produzindo 12,5 t/ha e o tratamento inferior 8,2 t/ha (Tabelas 32 e 33). As diferenças entre híbridos (H) foram significativas a 0,1% de probabilidade nos dois conjuntos (Tabelas 34 e 35). Observou-se tendência de superioridade de C2 sobre C1, comparando-se os locais comuns (b) (Tabela 14). Isto foi devido às diferenças de desempenho médio em LD, CS, CL (Tabela 14). Já em PG as produtividades dos conjuntos foram semelhantes. Obteve-se inversão de desempenho médio em PL, com C1 superando C2.

As maiores produtividades foram observadas em Ponta Grossa (14,28 t/ha), seguindo-se a FZ (11,53 t/ha), LD (10,27 t/ha) CS (9,79 t/ha); PL (9,26 t/ha) e CL (9,14 t/ha) (Tabela 14) (Tabelas 34 e 35). A produtividade média em MA1 superou a de MA2 nos dois conjuntos de genótipos (Figuras 2 e 3). As variações entre macro-ambientes e entre locais dentro de macro-ambientes (DMA) foram significativas a 0,1% de probabilidade (Tabelas 34 e 35).

A classificação de desempenho entre os agrupamentos de híbridos (GH) foi mantida em todos os locais de avaliação (Figuras 4 e 5), caracterizando a presença de interações do tipo simples para (GH x L). Os valores observados foram consistentes com as distribuições estimadas (Figuras 6 e 7). Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) demonstraram bom nível de ajuste dos dados às curvas, com estimativas variando de 0,92 a 1,00 em C1, e de 0,87 a 0,96 em C2.

Entretanto, a classificação de desempenho dentro dos cinco agrupamentos (DGH) foi alterada nos diferentes locais (Figuras 8 a 17), demonstrando a presença de interações do tipo complexa para os efeitos de (DGH x L). As diferenças entre os cinco agrupamentos de híbridos (GH) foram significativas a 0,1% de probabilidade em C1 e C2 (Tabelas 34 e 35); as variações entre os híbridos pertencentes aos mesmos agrupamentos (DGH) não foram estatisticamente significativas nos dois conjuntos (Tabelas 34 e 35).

Observou-se grande contribuição da soma de quadrados de locais ( $SQ_L$ ) na soma de quadrados total ( $SQ_T$ ), representando 54% da  $SQ_T$  em C1 e 59% em C2 (Tabelas 34 e 35). A porção relativa a  $SQ_{DMA}$  foi igual a 39% e 41% de  $SQ_T$ , em C1 e C2, respectivamente. Da mesma forma obteve-se: 31% e 23% em  $SQ_H$ ; 9% e 9,6% em  $SQ_{(H \times L)}$ ; 1,5% e 1,9% em  $SQ_{(GH \times L)}$ ; 7,5% e 7,7% em  $SQ_{(DGH \times L)}$ ; 0,7% e 0,9% em



$SQ_{(GH \times MA)}$ ; 0,8% e 0,9% em  $SQ_{(GH \times DMA)}$ ; 2,3% e 2,1% em  $SQ_{(DGH \times MA)}$ ; 5,3% e 5,6% em  $SQ_{RES}$ . Observou-se que variação dentro de macro-ambientes ( $SQ_{DMA}$ ) foi responsável por mais de 70% de  $SQ_L$ , restando 30% para  $SQ_{MA}$  (Tabelas 34 e 35). Obtiveram-se estimativas de coeficiente de variação experimental com baixas magnitudes em C1 e C2, ao redor de 7,5%.

TABELA 14 – VALORES MÉDIOS DE PRODUTIVIDADE (t/ha), DESVIOS ENTRE AS MÉDIAS DOS CONJUNTOS [C1 – C2] E DESVIOS PERCENTUAIS EM RELAÇÃO AO CONJUNTO INFERIOR [100 (C1 – C2)/C1] EM PG, FZ, LD, CS, PL E CL, EM C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

		PG	FZ	LD	CS	PL	CL	Média	Média
		(MA1)	(MA1)	(MA2)	(MA2)	(MA2)	(MA1)	de	de
								locais	locais
								(a)	(b)
C1	(t/ha)	14,29	11,53	10,05	9,40	9,59	9,01	10,64	10,47
C2	(t/ha)	14,27	-	10,49	10,17	8,93	9,27	10,62	10,62
[C1-C2]	(t/ha)	0,02	-	-0,44	-0,77	0,66	-0,26	0,02	-0,15
$[C_S - C_i]/C_i$	(%)	0,1%	-	4,4%	8,2%	7,0%	2,9%	0,2%	1,4%
MÉDIA	(t/ha)	14,28	11,53	10,27	9,79	9,26	9,14	10,63	10,55

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; PL = Palotina; CL = Campo Largo; MA1 = macro-ambiente 1; MA2 = macro-ambiente 2;  $C_S$ : média do agrupamento superior;  $C_i$ : média do agrupamento inferior; (a) média geral de todos os locais avaliados; (b) média geral de locais comuns a C1 e C2, não inclui FZ

As estimativas de variância entre híbridos e ambientes ( $\hat{\sigma}_{HL}^2$ ) foram da ordem de 30% e 40% dos valores observados para a variação entre híbridos ( $V_H$ ), em C1 e C2, respectivamente (Tabela 15). Elevada magnitude foi obtida para a variância entre locais ( $\hat{\sigma}_L^2$ ), superando a soma dos demais componentes do modelo [ $\hat{\sigma}_L^2 > (\hat{\sigma}_{HL}^2 + \hat{\sigma}^2 + V_H)$ ] em C1 e C2 (Tabela 15). Maior variação entre genótipos ( $V_H$ ) foi observada em C1, em relação a C2 [ $V_{H(C1)} = 1,86 (t/ha)^2$ ,  $V_{H(C2)} = 1,49 (t/ha)^2$ ]. O oposto foi obtido para o efeito de locais (L) e para a interação (H x L), onde:  $[\hat{\sigma}_{L(C1)}^2 = 3,95 (t/ha)^2$  e  $\hat{\sigma}_{L(C2)}^2 = 4,53 (t/ha)^2$ ];  $[\hat{\sigma}_{HL(C1)}^2 = 0,50 (t/ha)^2$  e  $\hat{\sigma}_{HL(C2)}^2 = 0,57 (t/ha)^2$ ].

FIGURA 2 – PRODUTIVIDADE DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) PERTENCENTES A C1, NOS MACRO-AMBIENTES MA1 E MA2

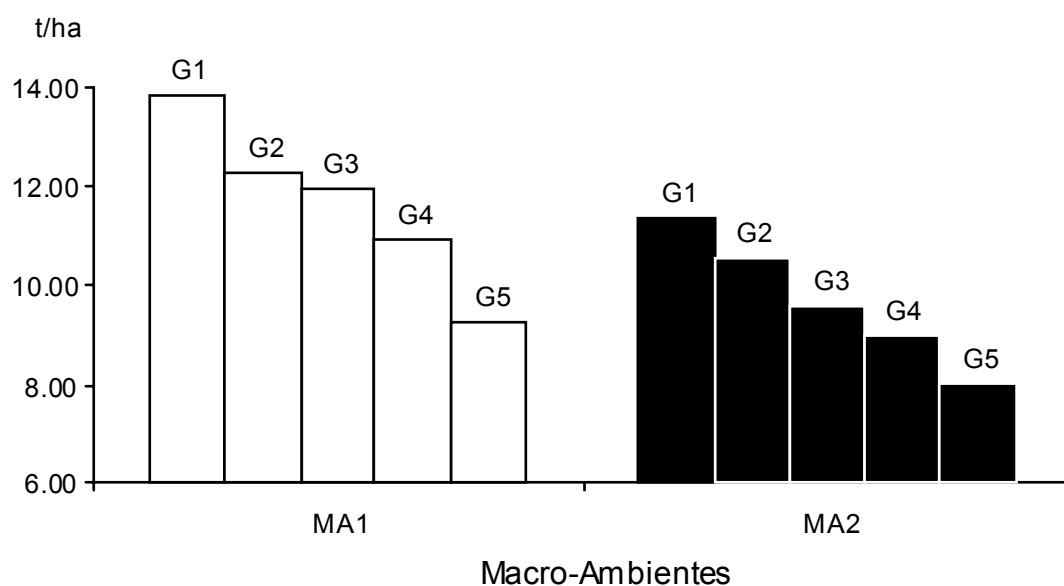


FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) PERTENCENTES A C2, NOS MACRO-AMBIENTES MA1 E MA2

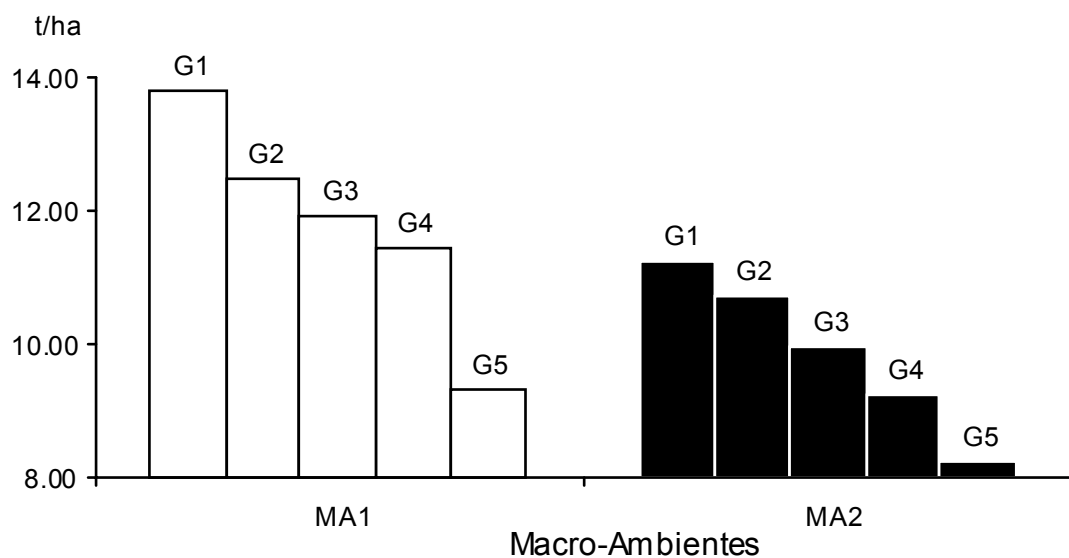


FIGURA 4 – DESEMPENHO (t/ha) DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C1 EM SEIS AMBIENTES

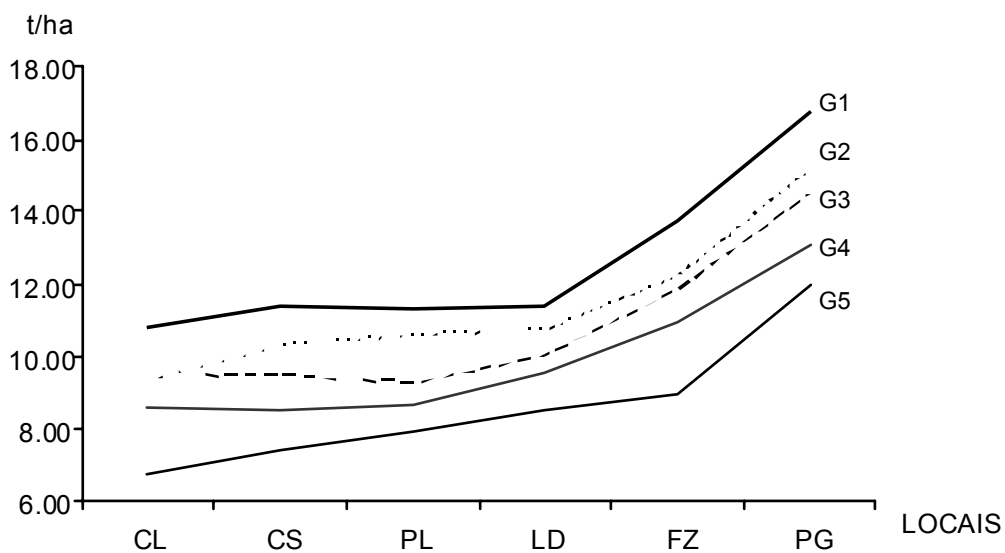


FIGURA 5 – DESEMPENHO (t/ha) DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C2 EM CINCO AMBIENTES

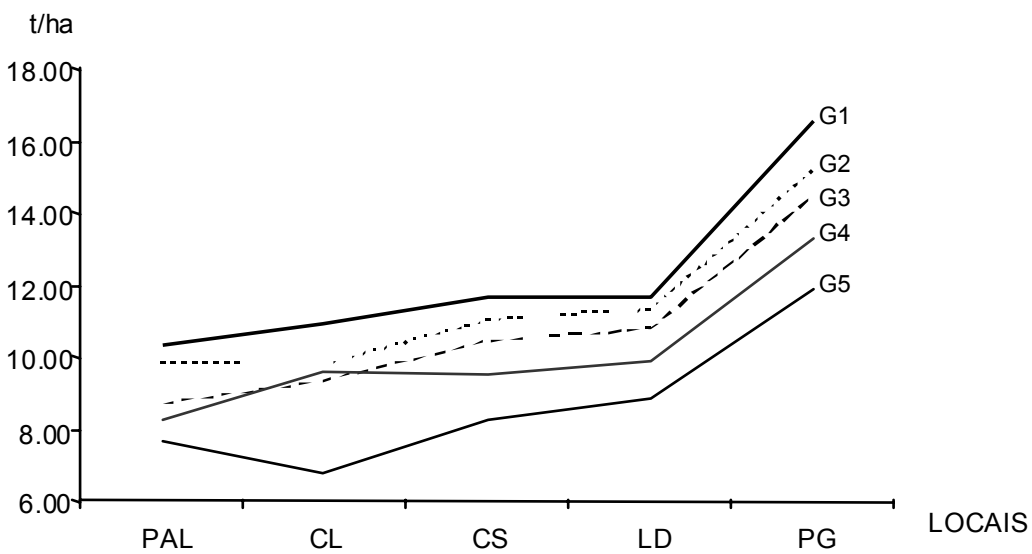


FIGURA 6 – DESEMPENHO ESTIMADO DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C1 EM SEIS LOCAIS

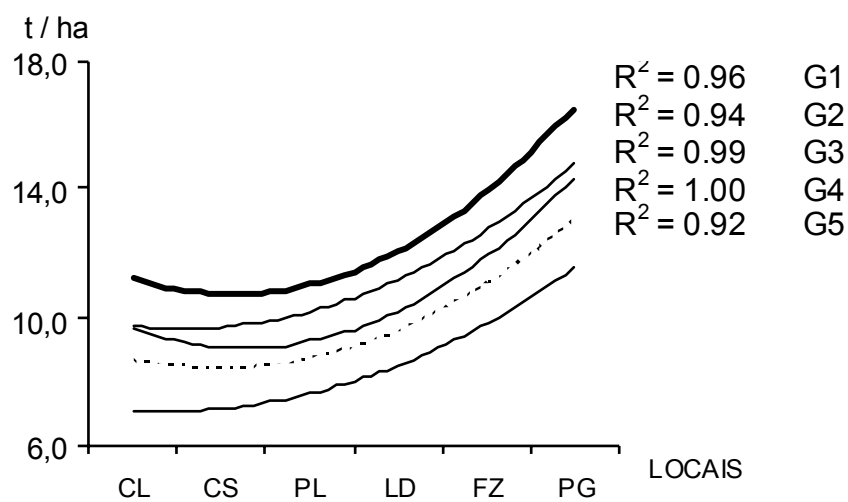


FIGURA 7 – DESEMPENHO ESTIMADO DE CINCO AGRUPAMENTOS DE HÍBRIDOS (G1 A G5) DE C2 EM CINCO LOCAIS

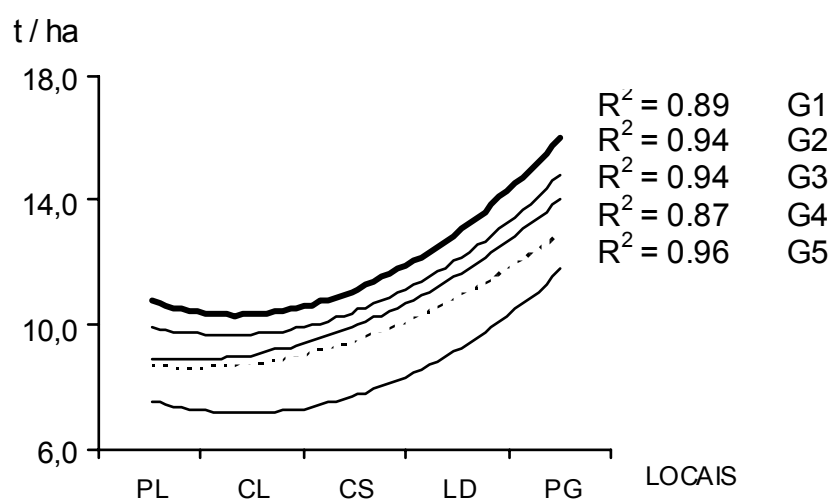


FIGURA 8 – DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G1 (C1)

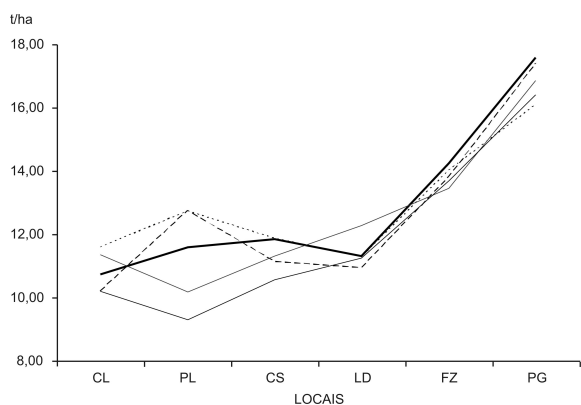


FIGURA 9 – DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G2 (C1)

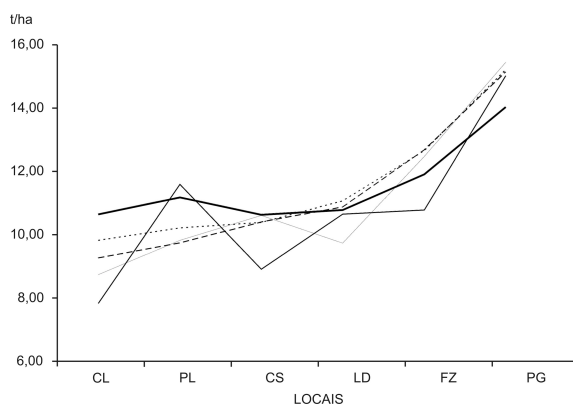


FIGURA 10 – DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G3 (C1)

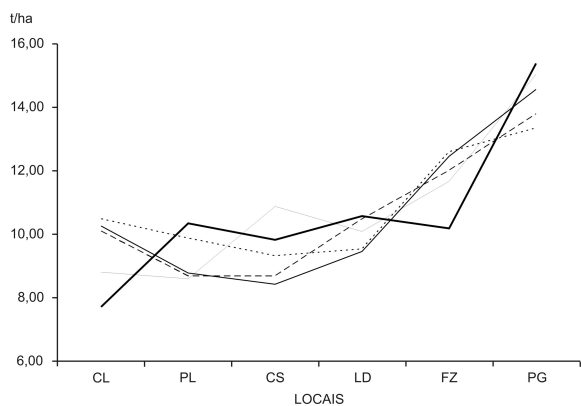


FIGURA 11 – DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G4 (C1)

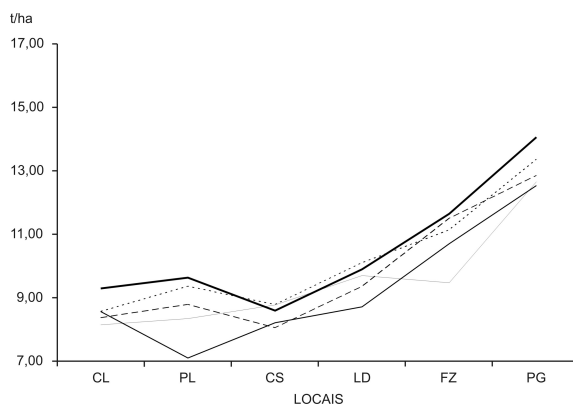


FIGURA 12 – DESEMPENHO EM 6 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G5 (C1)

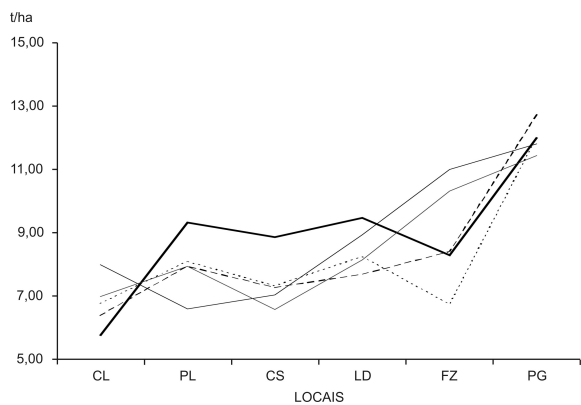


FIGURA 13 – DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G1 (C2)

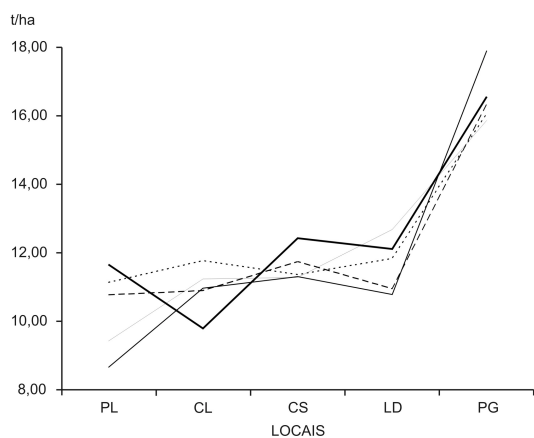


FIGURA 14 – DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G2 (C2)

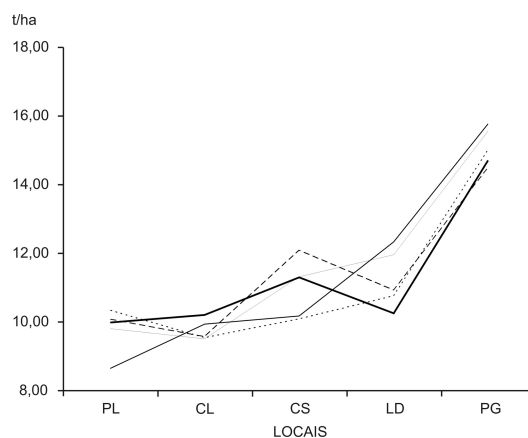


FIGURA 15 – DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G3 (C2)

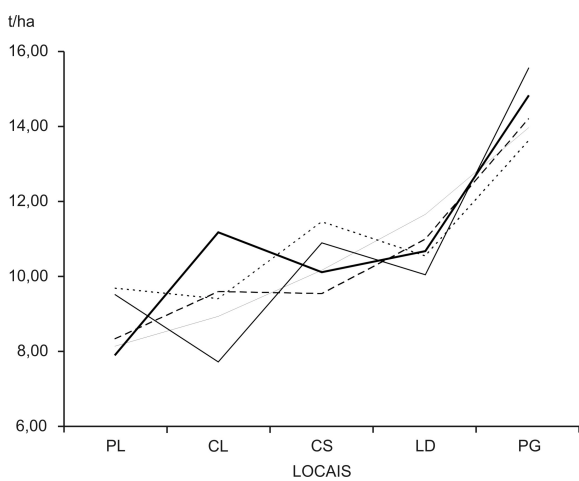


FIGURA 16 – DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G4 (C2)

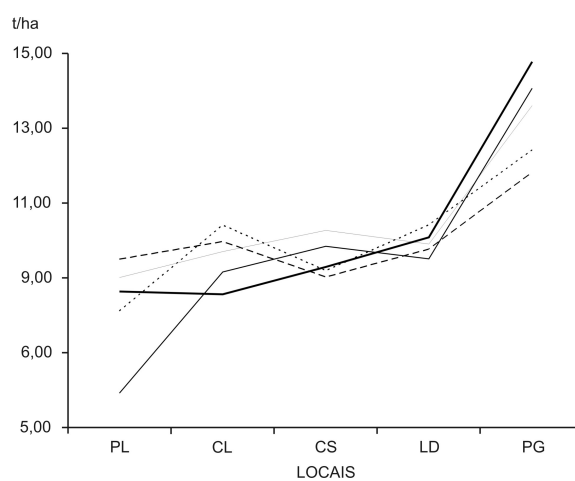


FIGURA 17 – DESEMPENHO EM 5 LOCAIS (t/ha) DE HÍBRIDOS DO AGRUPAMENTO G5 (C2)

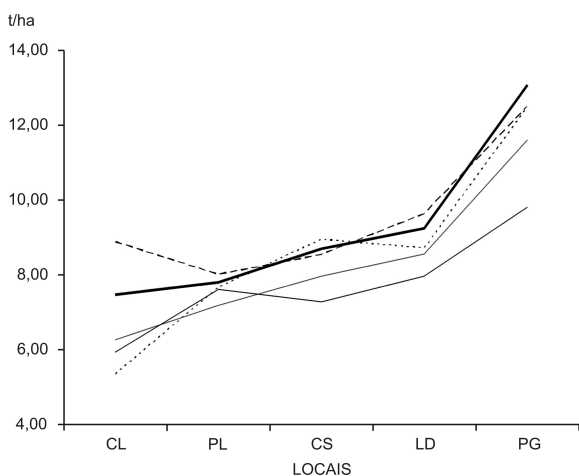


TABELA 15 – VALORES ESTIMADOS PARA VARIÂNCIA ENTRE LOCAIS ( $\hat{\sigma}_L^2$ ), VARIÂNCIA DA INTERAÇÃO ENTRE LOCAIS E HÍBRIDOS ( $\hat{\sigma}_{HL}^2$ ), VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\hat{\sigma}^2$ ), E PARA A VARIAÇÃO ENTRE OS EFEITOS FIXOS DE GENÓTIPOS ( $V_H$ ) PARA PRODUTIVIDADE (t/ha)<sup>2</sup>, EM C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	Local	C1 (t/ha) <sup>2</sup>	C2 (t/ha) <sup>2</sup>
$\hat{\sigma}_L^2$ (t/ha) <sup>2</sup>	CONJ	3,95	4,53
$V_H$ (t/ha) <sup>2</sup>	CONJ	1,86	1,49
$\hat{\sigma}_{HL}^2$ (t/ha) <sup>2</sup>	CONJ	0,50	0,57
$\hat{\sigma}^2$ (t/ha) <sup>2</sup>	CONJ	0,51	0,54

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2

#### 4.2.2 Altura da Planta

As distribuições de frequência observadas para altura de planta (AP) nos locais LD, CS, CL, PAL são apresentadas para C1 e C2 (Figuras 18 e 19). Obtiveram-se respectivas médias gerais ( $AP_{\bar{x}_g}$ ) iguais a 204 cm e 203 cm (Tabela 16). As amplitudes das classes foram semelhantes entre os dois conjuntos, com limites iguais a 155 cm (PL) e 240 cm (CS) em C1, e 160 cm (PL) e 235 cm (LD, CS) em C2. O ambiente com maiores valores de AP foi LD, apresentando concentração de genótipos ao redor de 235 cm. Seguiram-se CS, CL e PL. Reduzidos valores de AP foram obtidos em PL, comparando-se sua distribuição às demais localidades. A classe superior ( $AP_{SUP}$ ) foi inferior a  $AP_{\bar{x}_g}$ , acarretando na exclusão deste valor naquela distribuição. Foi observada aqui concentração de híbridos ao redor de 175 cm. Diferenças significativas a 0,1% de probabilidade foram detectadas na análise conjunta para a variação entre locais (L), híbridos (H), e para a interação entre eles (H x L), em C1 e C2 (Tabela 36).

#### 4.2.3 Altura da Espiga

As médias de altura da espiga nos quatro locais ( $AE_{\bar{x}_g}$ ) foram iguais a 95 cm e 96 cm em C1 e C2, respectivamente (Tabela 16). As distribuições de frequência observadas por local estão apresentadas nas Figuras 20 e 21. Valores AE mais elevados foram encontrados em CL, seguindo-se a LD, PL, e CS. Foram evidenciadas duas diferentes respostas, quanto às distribuições de AE: a) CL e LD

com extremos inferiores superando  $AE_{\bar{x}_g}$  em quase todos os tratamentos; b) CS e PL com comportamento oposto, em C1 e C2. As classes variaram de 60 cm (PL) a 130 cm (CL), em C1; e de 55cm (PL) a 130 cm (CL, LD), em C2. Todos os híbridos em LD apresentaram AE superiores a ( $AE_{\bar{x}_g}$ ), em C1. Em C2 apenas um material foi incluído nesta classe. Diferenças altamente significativas a 0,1% de probabilidade foram obtidas para os efeitos de híbridos (H) e locais (L). Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas para a interação (H x L), em C1 e C2 (Tabela 36).

TABELA 16 – VALORES MÉDIOS DE AP, AE, FL E IE NOS C1 E C2 EM CL, LD, PL, CS E PG, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	C1				C2			
	AP (cm)	AE (cm)	FL (dias)	IE (e/pl)	AP (cm)	AE (cm)	FL (dias)	IE (e/pl)
CL	209	113	78	1,01	206	110	80	1,02
LD	220	109	60	1,04	221	112	61	1,05
PL	175	79	59	1,00	170	82	60	1,02
CS	211	79		0,92	217	80		0,99
PG				1,13				1,17
$X_G$	204	95	66	1,02	203	96	67	1,05

**NOTA:** AP = Altura da Planta; AE = Altura da Espiga; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; IE = Índice de Espigas; C1 = conjunto 1; C2 = conjunto 2; CL = Campo Largo; LD = Londrina; PL = Palotina; CS = Centenário do Sul; PG = Ponta Grossa

#### 4.2.4 Precocidade

As distribuições de frequência observadas para precocidade (FL) nos locais CL, LD e PL são encontradas nas Figuras 22 e 23, para C1 e C2, respectivamente. A média geral de florescimento dos híbridos ( $FL_{\bar{x}_g}$ ) foi ao redor dos 66 d.a.e. em C1 e C2. Os maiores valores foram encontrados em CL, seguindo-se a LD e PL. Grandes diferenças foram detectadas entre as três distribuições. As classes variaram de 56 dias (PL) a 86 dias (CL) em C1; e de 56 dias (PL) a 90 dias (CL) em C2.



FIGURA 18 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AP (cm) EM C1, EM LD, CS, CL E PL

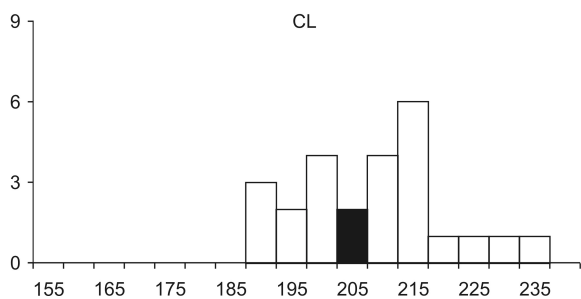
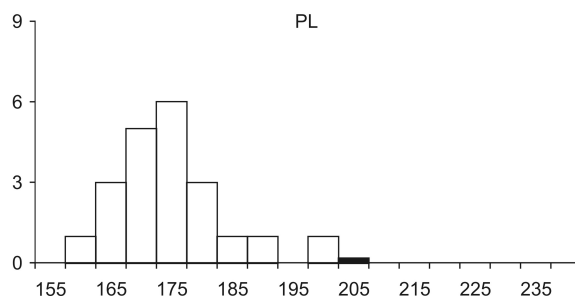
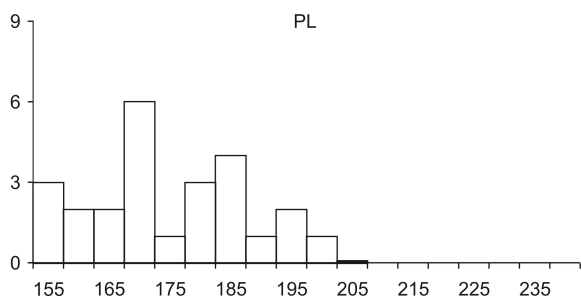
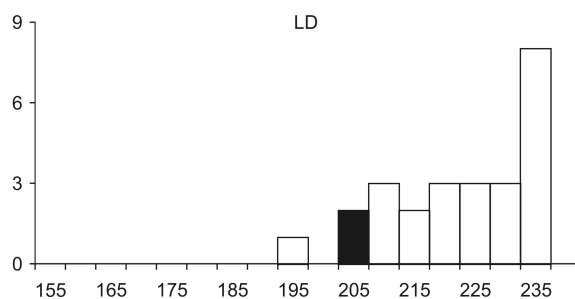
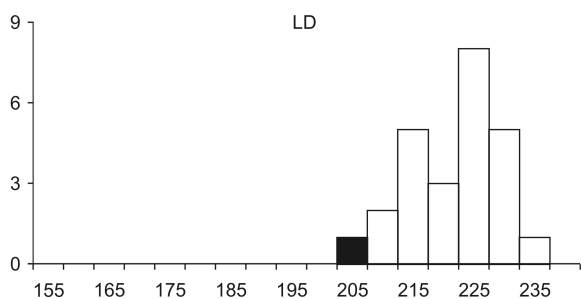
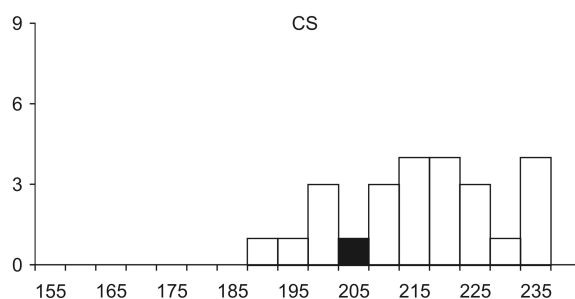
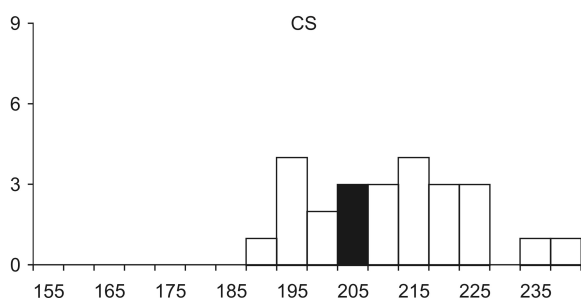
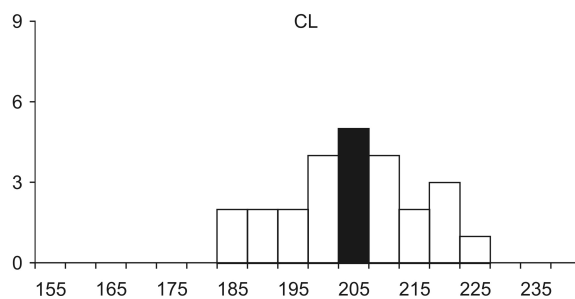


FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AP (cm) EM C2, EM LD, CS, CL E PL



**NOTA:** AP = Altura de Planta; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; CL = Campo Largo; PL = Palotina

FIGURA 20 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AE (cm) EM C1, EM CL, LD, PL E CS

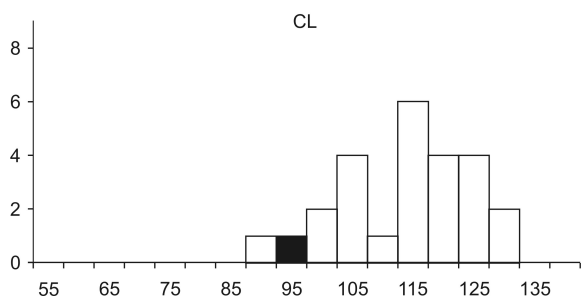
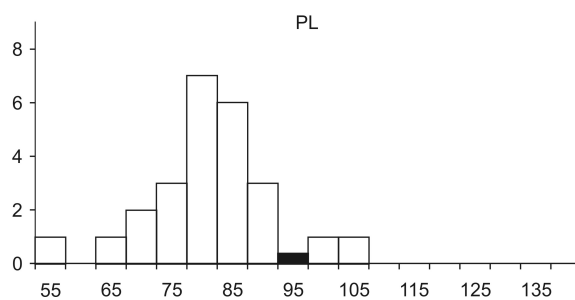
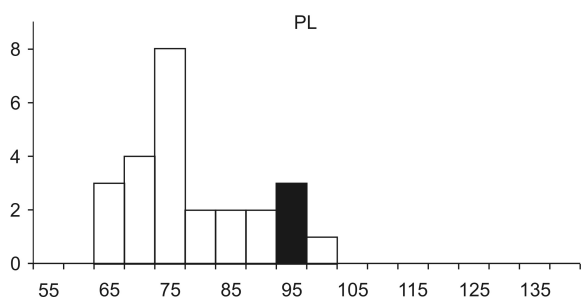
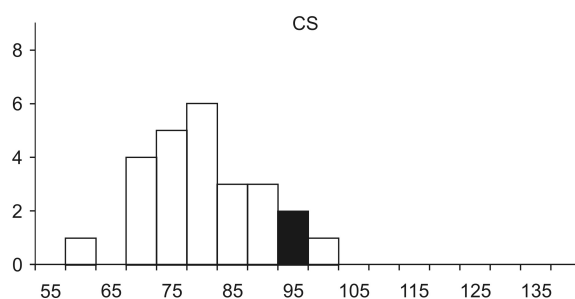
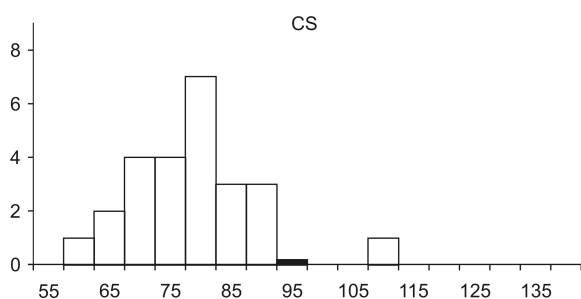
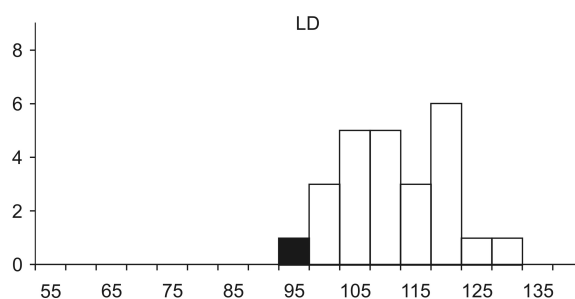
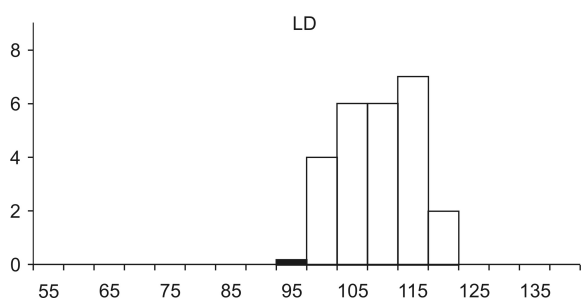
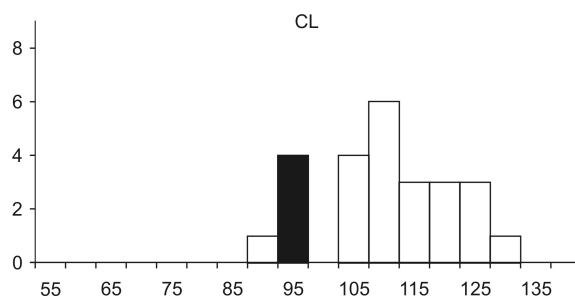


FIGURA 21 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA AE (cm) EM C2, EM CL, LD, PL E CS



**NOTA:** AE = Altura de Espiga; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2; CL = Campo Largo; LD = Londrina; PL = Palotina; CS = Centenário do Sul

A média geral de locais ( $FL_{\bar{x}_g}$ ) foi excluída da distribuição de CL sendo inferior ao limite mínimo ( $FL_{INF}$ ) no local, em C1 (Figura 22). De forma oposta  $FL_{\bar{x}_g}$  superou todas as observações de  $FL_{SUP}$  em PL; já em LD,  $FL_{\bar{x}_g}$  aproximou-se da média encontrada naquele local ( $FL_{INF}$ ). Observou-se a mesma tendência em C2 nos locais CL e PL. Maior deslocamento no sentido dos menores valores de FL foi observado em LD, aproximando-se mais de PL do que no conjunto anterior (Figura 23).

Diferenças altamente significativas a 0,1% de probabilidade foram obtidas para os efeitos de locais (L) e híbridos (H). Diferença significativas a 5% de probabilidade foram obtidas para a interações (H x L) em C1 e C2 (Tabela 36).

#### 4.2.5 Índice de Espigas

As médias gerais entre locais para índice de espigas ( $IE_{\bar{x}_g}$ ) foram iguais a 1,02 em C1 e 1,05 em C2 (Tabela 16). A classificação de valores entre locais foi mantida nos dois conjuntos. As maiores estimativas foram encontradas em PG seguindo-se a LD, CL, PL e CS. Ampla variação foi observada entre os cinco ambientes, com distribuição entre os limites de [0,80;1,45] em C1 e [0,85;1,50] em C2. Observou-se grande amplitude em PG, nos dois conjuntos. A classe inferior incluiu  $IE_{\bar{x}_g}$ , enquanto os genótipos mais prolíficos superaram em 50%  $IE_{\bar{x}_g}$ . O local PL apresentou a maior concentração de genótipos em torno da média geral. Interações altamente significativas a 0,1% de probabilidade foram obtidas para os efeitos de híbridos (L), locais (L) e interação (H x L) (Tabela 36; Figuras 24 e 25).

FIGURA 22 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS EM C1 PARA FL (DIAS) EM CL, LD E PL

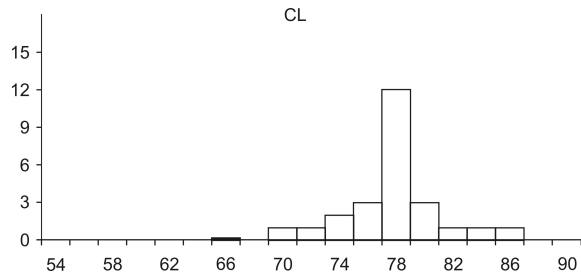
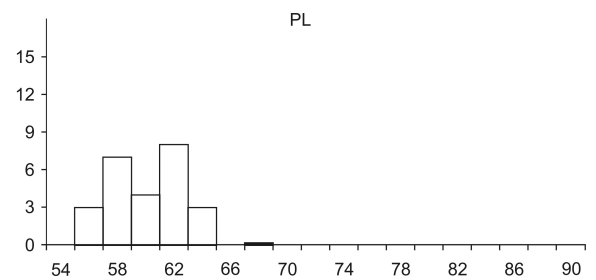
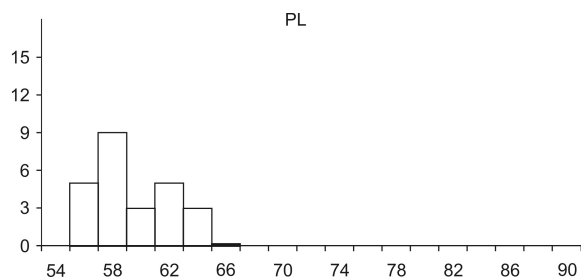
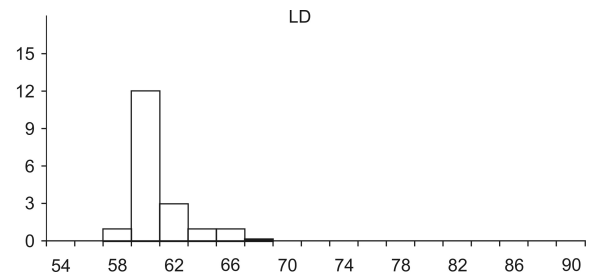
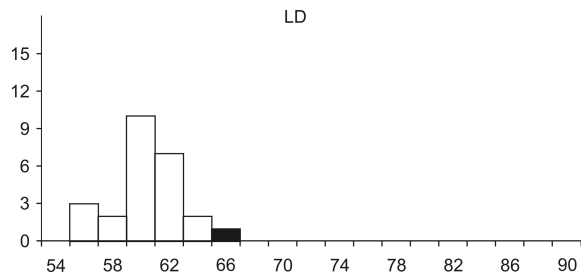
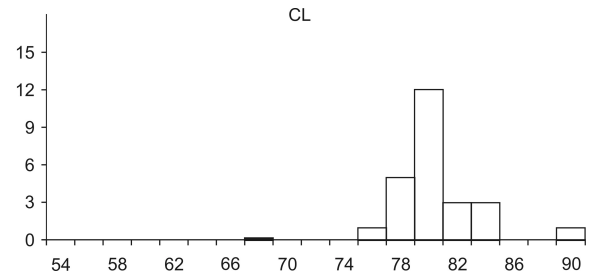


FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS EM C2 PARA FL (DIAS) EM CL, LD E PL



**NOTA:** FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2; CL = Campo Largo; LD = Londrina; PL = Palotina

FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA IE EM C1, EM PG, LD, CL, PL E CS

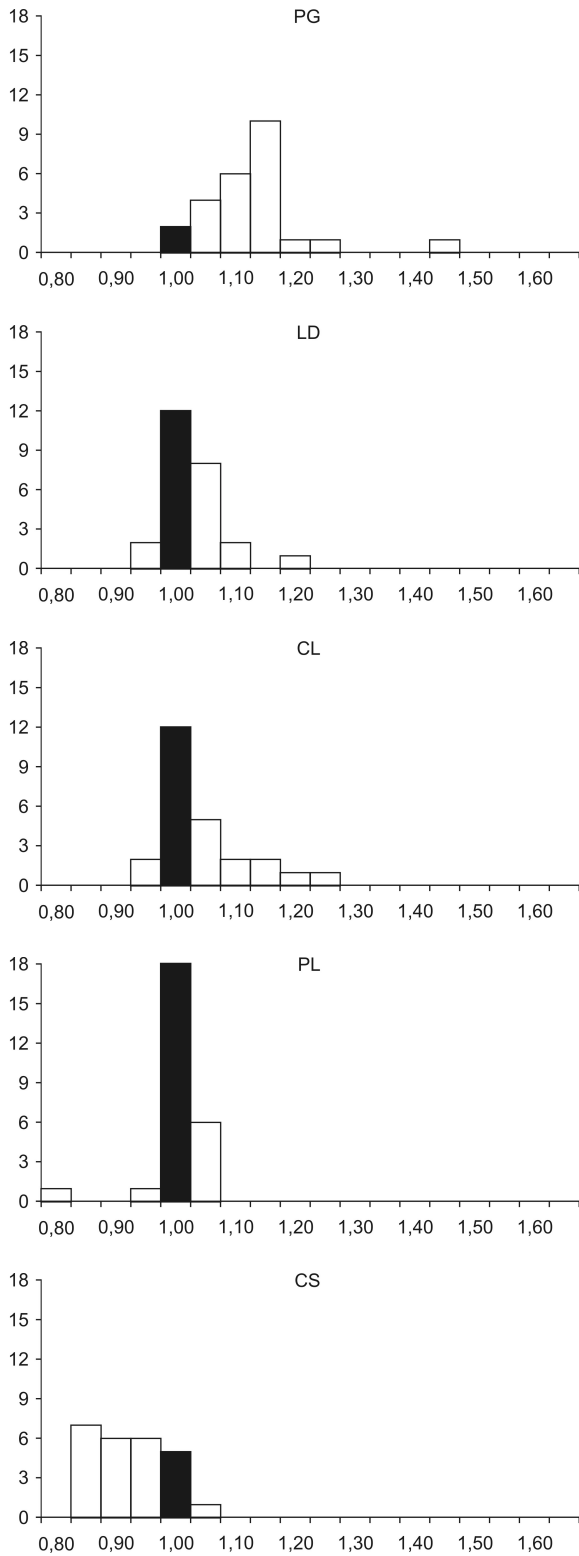
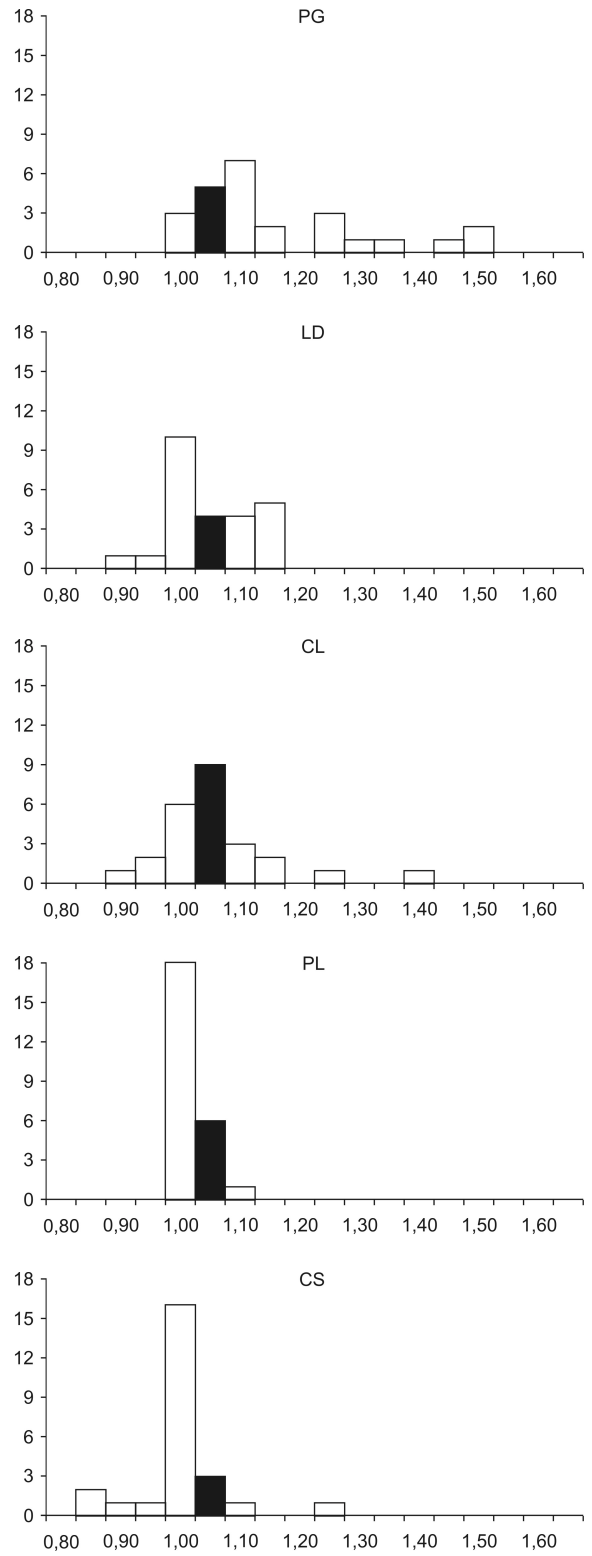


FIGURA 25 – DISTRIBUIÇÕES DAS FREQUÊNCIAS OBSERVADAS PARA IE EM C2, EM PG, LD, CL, PL E CS



NOTA: IE = Índice de Espiga; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2; PG = Ponta Grossa; LD = Londrina; CL = Campo Largo; PL = Palotina; CS = Centenário do Sul

### 4.3 CORRELAÇÃO ENTRE AMBIENTES

As estimativas de coeficientes de correlação genética dos híbridos entre pares de locais ( $r_{jj'}$ ) variaram de 0,89 ( $r_{(FZ,CL)}$ ) em C1 a 0,49 ( $r_{(PL,CL)}$ ) em C2, com média geral igual a 0,73 (Tabela 37). Na média dos conjuntos, os locais mais bem correlacionados foram os seguintes: CL e FZ ( $r_{(CL,FZ)} = 0,89$ ); PG e CS ( $r_{(PG,CS)} = 0,86$ ); LD e CS ( $r_{c1(LD,CS)} = 0,81$ ), e PG e LD ( $r_{c1(PG,LD)} = 0,80$ ). Os locais CS, PG, LD e FZ apresentaram maiores médias de correlação com os demais ambientes, com valores em torno de 0,76; já para PL e CL obtiveram-se as médias iguais a 0,65 e 0,70 respectivamente (Tabela 37). As estimativas  $r_{jj'}$  obtidas em C1 superaram as em C2 para todas os pares de locais (Tabela 37). Maiores estimativas foram encontradas entre locais dentro dos mesmos macro-ambientes [ $r_{L(DMA1)}$ ,  $r_{L(DMA2)}$ ], com médias em torno de 0,76 para MA1 e MA2 (Tabela 17). Para a combinação entre locais, entre MA1 e MA2, estimou-se o valor de 0,71.

TABELA 17 – ESTIMATIVAS MÉDIAS DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ( $r_{jj'}$ ) E DE DISTÂNCIA ( $D_{jj'}$ ) ENTRE PARES DE AMBIENTES PERTENCENTES A MACRO-AMBIENTE 1 (MA1, MA1), A MACRO-AMBIENTE 2 (MA2, MA2) E ENTRE LOCAIS DENTRO DE MACRO-AMBIENTES DIFERENTES (MA1, MA2), EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	$r_{jj'}$	$D_{jj'}$
L (MA1, MA1)	0,76	0,44
L (MA2, MA2)	0,75	0,45
L (MA1, MA2)	0,71	0,52

### 4.4 DISSIMILARIDADE ENTRE AMBIENTES ( $D_{jj'}$ )

As estimativas de distância entre os ambientes são apresentadas na Tabela 38. Os ambientes mais próximos foram CL e FZ ( $D_{CL,FZ} = 0,21$ ). Seguiram-se: PG e CS ( $D_{PG,CS} = 0,25$ ); LD e CS ( $D_{LD,CS} = 0,33$ ); PG e LD ( $D_{PG,LD} = 0,34$ ). As maiores distâncias foram encontradas entre os seguintes pares de locais: CL e PL ( $D_{CL,PL} = 0,81$ ); e FZ e PL ( $D_{FZ,PL} = 0,81$ ). Os ambientes CS, PG e LD apresentaram as menores médias de distância ( $D_M$ ), com estimativas da ordem de 0,4. A maior distância média foi obtida em Palotina ( $D_{M(PL,j)} = 0,65$ ), seguida por Campo Largo

( $D_{M(CLj)} = 0,52$ ). As médias de distância entre locais dentro de macro-ambientes ( $DM_{DMA}$ ) foram iguais a 0,44 e 0,45 para MA1 e MA2, respectivamente. A distância média entre locais, entre macro-ambientes ( $DM_{MA}$ ) foi superior às anteriores com valor igual a 0,52 (Tabela 17).

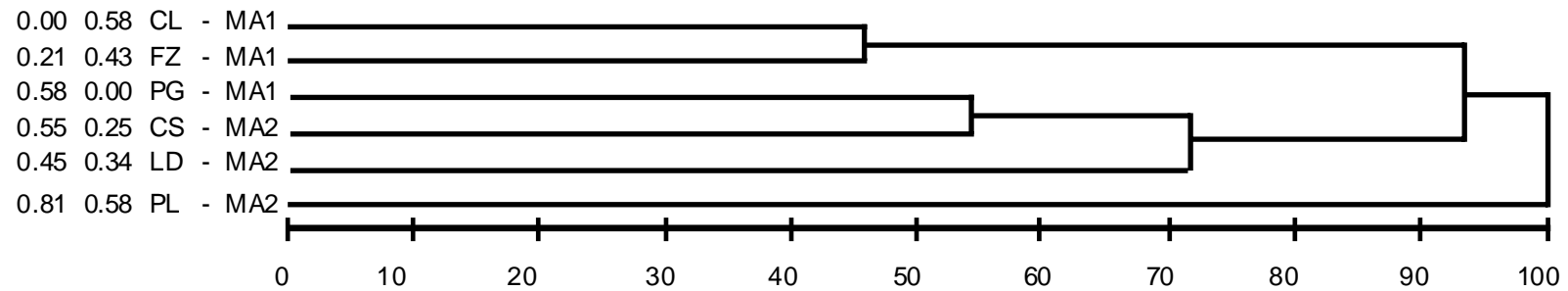
Observou-se que o par de ambientes mais próximo foi CL e FZ, seguido por PG e CS (Figura 26). Este segundo agrupamento associou-se a LD e por fim ao sub-grupo (CL+FZ). O local PL apresentou maior distanciamento dos demais.

#### 4.5 RESPOSTAS À SELEÇÃO INDIRETA

A maioria dos cinco híbridos selecionados pelo desempenho médio (G1) foi incluída no agrupamento superior de cada ambiente ( $G_{1j}$ ) (Tabela 18). Em PG e FZ a seleção local abrangeu os mesmos genótipos presentes em G1. Foram selecionados quatro híbridos comuns a G1, em CS(C1), LD(C1) e CL(C2); e três materiais em CL(C1), PL(C1), LD(C2), PL(C2), CS(C2). Alguns genótipos mostraram adaptabilidade exclusiva a um ou a poucos ambientes, como: T1.14, T1.19, T2.9 em CL; T1.17 e T1.24, em CS; T1.7 e T1.3 em PL; T1.12 em CS e PL. Outros apresentaram fraco desempenho em locais específicos, como: T1.9 em PL; T2.21 em LD e PL; T2.5 em CS (Tabela 18).

Os efeitos da seleção no próprio local ( $S_{LOCAL}$ ) e as respostas à seleção indireta ( $S_{IND}$ ) são apresentadas na Tabela 39. Observou-se que a seleção dos cinco melhores híbridos em cada local resultou em acréscimos médios locais ( $G_{jj}$ ) de 2 t/ha. Também, a seleção indireta refletiu em ganhos de produtividade ( $G_{jj'}$ ) em todas as situações, variando entre os pares de ambientes considerados (j e j') (Tabela 39). Comparada a  $S_{LOCAL}$ , a  $S_{IND}$  acarretou em menores ganhos de rendimento. Os desvios ( $\Delta S$ ) de produtividade entre  $S_{IND}$  e  $S_{LO}$  representaram na média reduções iguais a 0,41 t/ha ou 3,23% (Tabela 39). Foi encontrada variação quanto à magnitude de  $\Delta S$  para os diferentes ambientes. As menores estimativas de  $\Delta S\%$  foram obtidas para as  $S_{IND}$  conduzidas em PG e FZ, com respectivos desvios médios iguais a 0,22 t/ha e 0,16 t/ha. Estes representaram decréscimos médios de 1,9% e 1,3% em relação a  $S_{LOCAL}$ . Para  $S_{IND}$  em PG os valores extremos de  $\Delta S$  foram iguais a zero, em FZ, e - 5,1% em PL, significativo a 1% de probabilidade pelo "Teste t".

FIGURA 26 – DENDROGRAMA DAS DISTÂNCIAS ( $D_{ij}$ ) MÉDIAS DE C1 E C2 ENTRE OS AMBIENTES CL, FZ, PG, CS, LD E PL



**NOTA:** C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2; CL = Campo Largo; FZ = Fazenda Rio Grande; PG = Ponta Grossa; CS = Centenário do Sul; LD = Londrina; PL = Palotina; MA1 = macro-ambiente 1; MA2 = macro-ambiente 2.



TABELA 18 – RELAÇÃO DE TRATAMENTOS SEGUNDO SUA CLASSIFICAÇÃO POR DESEMPENHO DECRESCENTE EM CL, PG, FZ, LD, CS, PL E NA MÉDIA DE LOCAIS (X), NO C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

C1							C2						
CL	PG	FZ	LD	CS	PL	X		CL	PG	LD	PL	CS	X
<u>25</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>25</u>	<u>23</u>	<u>25</u>		<u>25</u>	<u>21</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>6</u>
<u>3</u>	<u>23</u>	<u>25</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>25</u>	<u>4</u>		<u>5</u>	<u>6</u>	7	<u>25</u>	12	<u>25</u>
<u>4</u>	<u>3</u>	<u>23</u>	<u>25</u>	<u>3</u>	7	<u>23</u>	G1	9	<u>23</u>	<u>6</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>
14	<u>9</u>	<u>9</u>	<u>9</u>	<u>23</u>	<u>4</u>	<u>3</u>		<u>21</u>	<u>25</u>	11	3	24	<u>5</u>
19	<u>25</u>	<u>3</u>	16	17	14	<u>9</u>		<u>23</u>	<u>5</u>	<u>25</u>	12	<u>25</u>	<u>21</u>
18	10	24	24	14	11	16		18	7	4	17	11	11
<u>9</u>	11	16	<u>23</u>	10	16	14		17	11	<u>23</u>	11	<u>21</u>	7
<u>23</u>	16	19	14	<u>9</u>	<u>3</u>	24	G2	14	15	2	24	17	12
1	24	10	7	24	10	10		7	3	12	15	<u>5</u>	17
16	7	18	11	16	19	7		6	9	<u>21</u>	14	15	3
24	17	1	1	11	24	19		13	10	3	<u>5</u>	13	9
6	18	14	20	19	6	17		12	17	9	13	7	15
17	14	17	17	7	20	1	G3	2	12	24	7	4	24
10	6	6	6	12	<u>9</u>	11		3	2	18	<u>21</u>	3	4
20	1	15	10	20	12	18		11	8	17	10	9	2
8	19	20	13	13	1	6		24	4	10	2	8	13
15	20	5	19	1	15	20		8	13	15	4	2	10
13	15	7	12	6	18	15	G4	4	24	13	18	10	18
5	21	8	18	18	17	13		19	1	14	19	18	14
7	13	2	15	8	13	8		10	19	19	9	14	8
11	8	11	5	15	22	12		15	20	8	1	20	19
2	22	13	8	22	2	5		1	18	1	20	1	1
22	12	21	22	21	21	2	G5	22	14	20	16	19	20
21	5	12	2	5	8	21		16	22	22	22	22	22
12	2	22	21	2	5	22		20	16	16	8	16	16

NOTA: CL = Campo Largo; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; PL = Palotina; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2

As maiores estimativas de  $\Delta S$  e  $\Delta S\%$  foram obtidas para  $S_{IND}$  efetuadas em CL e PL, com médias iguais a -0,59 t/ha (-4,7%) e -0,56 t/ha (-4,3%), respectivamente. Os maiores desvios devido a  $S_{IND}$  foram encontrados nas seguintes situações:  $\Delta_{PL/CL} = -1,05$  t/ha (-9,3%);  $\Delta_{PL/LD} = -0,92$  t/ha (-8,0%);  $\Delta_{FZ/PL} = -0,83$  t/ha (-6,0%);  $\Delta_{CL/PL} = -0,82$  t/ha (-7,4%);  $\Delta_{PG/PL} = 0,80$  t/ha (4,8%);  $\Delta_{PG/CS} = -0,78$

t/ha (-4,7%),  $\Delta_{CL/CS} = -0,68$  t/ha (-6,1%);  $\Delta_{LD/PL} = -0,64$  t/ha (-5,4%), com reduções significativas a 1% de probabilidade. Alguns contrastes foram significativos a 5% e se destacaram pela sua redução percentual  $\Delta(\%)$  mais expressiva que em valores absolutos, quais foram:  $\Delta_{PL/FZ} = -0,69$  t/ha (-5,7%);  $\Delta_{LD/CL} = 0,60$  t/ha (-5,1%);  $\Delta_{PG/PL} = -0,58$  t/ha (-5,1%);  $\Delta_{LD/CS} = -0,60$  t/ha (5,0%) (Tabela 39). As menores reduções com  $S_{IND}$  foram obtidas para as combinações:  $\Delta_{PG/FZ} = 0,0\%$ ;  $\Delta_{FZ/PG} = 0,0\%$ ;  $\Delta_{LD/FZ} = 0,04$  t/ha (-0,4%);  $\Delta_{CS/FZ} = -0,06$  t/ha (-0,5%);  $\Delta_{CL/PG} = -0,21$  t/ha (-1,9%);  $\Delta_{CS/PG} = -0,12$  t/ha (-1,1%);  $\Delta_{LD/PG} = -0,28$  t/ha (-2,3%).

Quando praticada a seleção pela média de locais em  $G1(S_{\bar{x}})$  obteve-se a redução percentual média de 2,2% comparada às seleções locais ( $S_{Local}$ ) (Tabela 39). Palotina foi o ambiente mais afetado negativamente por  $S_{\bar{x}}$ , apresentando decréscimo percentual médio ( $\Delta\%_{\bar{x}}$ ) de 5,1% ou 0,58 t/ha em relação a  $S_{Local}$ . Nos demais ambientes a redução devido a  $S_{\bar{x}}$  foi inferior a 2,5%.

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos onze experimentos confirmaram a presença da ampla variabilidade ambiental encontrada no Paraná, induzida por aspectos climáticos e de manejo da cultura. O bom nível de previsibilidade dos desempenhos médios demonstrou a possibilidade de zoneamentos climáticos eficazes. Também, a viabilidade de estabelecimento de modelos simulatórios e previsão da produção local. O grau de confiabilidade dos resultados refletiu a apropriada condução experimental bem como a ausência de intempéries durante a safra.

Já as análises complementares evidenciaram a importância da caracterização e quantificação das interações de genótipos com ambientes na seleção de cultivares para o Estado. Tais questões se constituem em contínuos desafios aos melhoristas de plantas.

### 5.1 CAMPO LARGO

Campo Largo foi o ambiente com as mais baixas produtividades (PD) dentro de MA1. A média local, da ordem de 9,0 t/ha, foi inferior aos resultados obtidos no Estado em altitudes semelhantes (GERAGE et al., 2004; GERAGE et al., 2005). Parte deste valor deve-se à natureza e heterogeneidade dos híbridos avaliados. Grande influência ambiental era esperada devido aos sucessivos cultivos de milho na área experimental. De fato, estresses foram promovidos pela maior ocorrência de doenças e pela alta demanda de nitrogênio associada à sua menor disponibilidade no início do desenvolvimento (NAZARENO, 1989; UHART e ANDRADE, 1995). Foi perceptível a senescência foliar antecipada em diversos genótipos.

Resíduos de colmo da cultura anterior foram encontrados sob o solo durante todo o ciclo da planta (Figuras 27 e 28). A elevada concentração de inóculo nos restos culturais foi capitalizada por condições ambientais favoráveis à sua disseminação (PEREIRA, 1997; OLIVEIRA et al., 2004). Ampla variação, quanto à severidade, foi encontrada para todas as doenças de ocorrência local, as quais foram: podridão de colmo (*Fusarium sp*), ferrugem comum, para as manchas foliares por *Cercospora* e por *E. turcicum* (Tabelas 7, 20 e 21). Em todos os casos foi possível a discriminação de grupos de genótipos com diferentes reações de

resistência, abrangendo materiais resistentes, com tolerância intermediária e altamente suscetíveis (Tabela 7).

FIGURA 27 – ENSAIOS CONDUZIDOS EM ÁREA DE PRODUTOR RURAL, EM CAMPO LARGO



Fatores ambientais complementares na condução experimental contribuíram para a elevada severidade da podridão de colmo por *Fusarium moniliforme* (Tabela 7) entre eles: alta densidade populacional, igual a 75.000 pl/ha (MUGO et al., 2003); alongamento do ciclo da planta devido às temperaturas amenas (BORGES, 1999; KINIRY e BONHOMME, 1991); utilização de grande concentração de nitrogênio amoniacal em cobertura (ZAMBOLIM e VENTURA, 1993); desequilíbrio da relação entre nitrogênio e potássio (N/K) na adubação (FOLEY e VERNHAM, 1957); e alta infestação de doenças foliares (WYSONG e HOOKER, 1966). Atribui-se também a eles a maior fragilidade física do colmo acarretando em quebraamento ao final do ciclo (Tabelas 7, 20 e 21).

FIGURA 28 – INCIDÊNCIA DA PODRIDÃO DE COLMO POR *Fusarium moniliforme* EM CAMPO LARGO



O florescimento médio aos 78 d.a.e. (Tabela 7) foi coerente com os valores reportados em altitudes semelhantes no Estado (GERAGE et al, 2004; GERAGE et al, 2005). O alongamento de ciclo proporcionou maior exposição das características intrínsecas de cada material, com amplitude de FL estendendo-se de 72 d.a.e até 90 d.a.e. As baixas estimativas de coeficiente de variação experimental para o caráter, da ordem de 2%, demonstraram a ótima acuidade destas avaliações e a natureza menos complexa deste caráter, em relação a produção de grãos (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1988). Os valores médios de altura da planta (AP) e altura da espiga (AE), da ordem de 210 cm e 110 cm, respectivamente, foram intermediários aos reportados em ensaios de avaliações de cultivares no Estado. As variações entre os limites superior e inferior, da ordem de 20% e 30%, eram esperadas.



A ampla variabilidade observada entre híbridos para todos os caracteres avaliados foi especialmente manifestada para PD. Neste caso os genótipos superiores apresentaram o dobro da produtividade dos piores materiais, em C1 e C2 (Tabela 7). Evidenciou-se que os estresses presentes em CL não foram suficientes para limitar a expressão da variabilidade entre genótipos (ATLIN e FREY, 1989; BÄNZINGER et al., 1997; BÄNZINGER e COOPER, 2001). Eficiente seleção pode ser conduzida no local, considerando-se: as diferenças altamente significativas ( $\alpha < 0,001$ ) entre híbridos para PD, AP, AE, FL e IE; a elevada magnitude da variação entre genótipos [ $V_{H(\bar{x})} = 2,45 (t/ha)^2$ ]; as baixas estimativas de coeficiente de variação experimental (CV%); e a estimativa superior a 2,0 para a relação ( $CV_H/CV$ ), (VENCOVSKI, 1987) (Tabelas 14 e 31). Concluiu-se que o propósito do plantio em CL foi plenamente alcançado. Tal condição ambiental é relevante e representativa de parte das propriedades das regiões sul, centro e sudoeste do Paraná, principal região produtora de milho na primeira safra no Estado (Anexo 1). A ocorrência de doenças de colmo e de manchas foliares foi altamente positiva, permitindo uma eficiente discriminação dos materiais genéticos testados.

## 5.2 PONTA GROSSA

O ambiente Ponta Grossa foi confirmado quanto a sua aptidão à seleção para alto potencial produtivo. As excepcionais produtividades ali obtidas, com média geral superior a 14,0 t/ha (Tabelas 8, 22 e 23) foram decorrentes de um conjunto de condições favoráveis entre elas: alta altitude local (880 m); temperaturas máximas variando ao redor de 25°C (Anexo 2); amplitude térmica diária variando de 10°C a 15°C; histórico de rotação de culturas em sistema de plantio direto por mais de 15 anos; alta fertilidade de solo; regular distribuição pluviométrica durante o ciclo, sem a ocorrência de déficits hídricos nas fases críticas da planta (Anexo 4) (VIÉGAS e PEETEN, 1987; ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1997,1999). Contribuíram ainda: as equilibradas adubações de base e de cobertura nitrogenada; a adequada época de semeadura, efetuada no início do mês de outubro (CARAMORI, 2003; ANTONIAZZI e PERIN, 2004); a alta densidade populacional, superior a 60.000 plantas por hectare (ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999).

De fato, produtividades da ordem de 18 t/ha, como a do híbrido T 2.21, raramente têm sido reportadas em avaliações de híbridos comerciais, (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2005; GERAGE et al., 2004; GERAGE et al., 2005). Grande similaridade de rendimento foi observada entre as médias dos dois conjuntos de híbridos, com discreta superioridade de C2 sobre C1 (Tabela 8). O padrão de prolificidade (IE) seguiu a mesma tendência de PD. Significativo aumento no número de espigas por planta foi observado em PG ( $IE_{\bar{x}} = 1,15$  e/pl), confirmando a influência positiva da adequada disponibilidade hídrica e de nitrogênio sobre o caráter (MAGALHÃES e SILVA, 1987; ANDRADE et al., 1996). Foi evidenciada a possibilidade de plena expressão da variação presente, com diferenças significativas a 0,1% de probabilidade, e amplitude de valores entre 1,00 e/pl a 1,52 e/pl (Tabela 8).

Observou-se que as altas produtividades de PG não acarretaram em elevada incidência de doenças de colmo, de acamamento e de quebramento (Tabelas 8, 22 e 23). Tal fato poderia ser esperado considerando-se a intensa exportação de foto-assimilados para a espiga nesta fase (DUVICK, 1974). De fato, a ausência de doenças foliares e o ótimo estado nutricional das plantas acarretaram na manutenção de área fotossinteticamente ativa até a maturação fisiológica, contribuindo de forma positiva para o equilíbrio das relações entre fonte e dreno na planta (WYSONG e HOOKER, 1966; ZAMBOLIN e VENTURA, 1993).

As baixas estimativas de coeficiente de variação experimental refletiram a ótima acuidade no local. Eficiente seleção é assim esperada em PG, em decorrência de vários fatores: significativas diferenças entre genótipos ( $\alpha < 0,001$ ); baixas estimativas de CV%; elevada magnitude da variação entre híbridos [ $V_H > 3,0$  (t/ha)<sup>2</sup>]; alta magnitude da relação ( $CV_H/CV$ ), igual a 2,5 (VENCOVSKY, 1987) (Tabelas 13 e 31). Foi confirmada a expectativa de grande expressão da variância genotípica e do aumento da relação  $V_H/\sigma^2$  em ambientes ótimos (LAMBERT, 1978; QUISENBERRY et al., 1980; ROSIELLE e HAMBLIN, 1981; ATLIN e FREY, 1989; BÄNZINGER et al., 1997; GUILLEN-PORTAL et al., 2004). Conclui-se que foi apropriada a escolha de PG como opção de ambiente ótimo a cultura. Esta condição é representativa das áreas de alta produtividade presentes em MA1 no Estado do Paraná.

### 5.3 FAZENDA RIO GRANDE

As altas produtividades observadas em Fazenda Rio Grande (Tabela 9) eram esperadas devido ao conjunto de fatores ambientais favoráveis no local, quais foram: altitude igual a 850m a.n.m.; alta fertilidade do solo; criteriosa fertilização na base e em cobertura; e ao histórico de altos rendimentos observados em anos anteriores (KOZSLOWSKI, informação pessoal). A média experimental 11,5 t/ha foi intermediária às obtidas nos outros dois locais de MA1 (PG e CL). Considera-se que o atraso na época de semeadura acarretou em um menor nível de estresse do que o imposto em CL. Foi suficiente, entretanto, para reduzir a produtividade em relação a um ambiente ótimo (PG) (FORSTHOFER et al., 2002; ANTONIAZZI e PERIN, 2004). Assim como em PG, foi observada grande amplitude de rendimento entre os genótipos. O melhor híbrido apresentou produtividade superior ao dobro da média obtida pelo pior material (Tabela 9).

Os percentuais de acamamento e quebramento foram inferiores a CL porém superiores a PG, mesmo efetuada a colheita com alta umidade nos grãos ( $U\%_{\bar{x}} = 30\%$ ). Contribuíram diversos fatores relacionados à semeadura tardia, entre eles: o aumento no porte da planta e na posição relativa da espiga; a ocorrência de mancha por *Phaeosphaeria* associada a podridões de colmo; a densidade populacional de 62.500 pl/ha, excessivamente elevada para esta época de plantio (WYSONG e HOOKER, 1966; WARRINGTON e KANEMASU 1983; ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). A incidência de mancha por *Phaeosphaeria* (PH) permitiu a discriminação de materiais com reações diversas de resistência, incluindo-se desde híbridos resistentes até genótipos altamente suscetíveis (Tabelas 9 e 24).

Muito boa acuidade experimental foi constatada, com estimativa de CV% igual a 6,5%. As estimativas de variabilidade entre híbridos ( $V_H$ ) e da variância residual ( $\sigma^2$ ) foram semelhantes às obtidas em PG, onde:  $V_H$  foi igual a  $3,4 (t/ha)^2$  e  $(CV_H/CV)$  foi igual a 2,5. Confirmou-se novamente a predominância de  $V_H$  sobre  $\sigma^2$  em condições de altas produtividades (LAMBERT, 1978; QUISENBERRY et al., 1980; ROSIELLE e HAMBLIN, 1981; ATLIN e FREY, 1989; BÄNZINGER et al., 1997; GUILLEN-PORTAL et al., 2004).



Espera-se eficiente seleção conduzida em FZ. A avaliação da sensibilidade de genótipos à mancha por *Phaeosphaeria* também agregou um diferencial a este ambiente. Esta possibilidade é destacada como uma das vantagens da seleção no próprio local de destino de um cultivar (HOHLS 2001; BÄNZINGER e COOPER, 2001).

#### 5.4 LONDRINA

O desenvolvimento da cultura em LD foi parcialmente prejudicado por períodos de estiagem na fase vegetativa (Anexo 4). Os sintomas de deficiência de nitrogênio e a antecipação da senescência foliar foram aparentes em diversos materiais. Supõe-se que a regularização das chuvas no período crítico da cultura, associada à alta fertilidade de solo e à adequada condução experimental, possibilitou a obtenção das elevadas produtividades. A média local, da ordem de 10 t/ha assemelhou-se às reportadas em experimentos de cultivares comerciais (GERAGE et al., 2004; GERAGE et al. 2005). A superioridade de C2 em relação a C1, da ordem de 0,44 t/ha (4,4%) seguiu a tendência observada em CL (Tabela 14). Observou-se que dois dentre os cinco híbridos selecionados em LD foram excluídos do agrupamento superior de C2 (Tabela 17). Tais tratamentos (T 2.11 e T 2.7) apresentaram boa adaptabilidade na maioria dos ambientes avaliados, estando inseridos no terço superior da classificação por desempenho médio. Esta constatação indica que o ambiente LD não conduziu necessariamente à seleção de genótipos com adaptação exclusiva.

Não foram constatadas doenças foliares tampouco podridão de colmo em um nível relevante. Este fato era esperado, considerando-se as diversas condições ambientais presentes: altas temperaturas diurnas, pouca ocorrência de orvalho; boa fertilidade do solo; e rápida perda de umidade dos grãos ao final do ciclo (BALMER e PEREIRA, 1987; PEREIRA, 1997; OLIVEIRA et al., 2004). Adequada discriminação entre os híbridos foi possível, detectando-se diferenças altamente significativas a 0,1% de probabilidade para todos os caracteres mensurados (Tabela 31). As reduzidas magnitudes de CV% contribuíram para a expressão da variabilidade genética ao nível satisfatório. Isto foi evidenciado mesmo diante da pequena amplitude de valores, observada para FL e AE (Tabela 10).

Para FL, a média local (60 d.a.e.) foi sensivelmente inferior à obtida em CL (80 d.a.e.), confirmando a grande influência da temperatura sobre a manifestação do caráter (ALLISON e DAYNARD, 1979; HESKETH e WARRINGTON, 1989). Fatores complementares podem ter contribuído para o atraso no florescimento feminino em CL, entre eles: os eventuais déficits hídricos e de nitrogênio, e a alta densidade populacional (EL-LAKANY e RUSSELL, 1971; MAGALHÃES e SILVA, 1987; MUGO et al., 2003).

Os valores observados de AP e AE foram coerentes com as observações reportadas nos experimentos regionais (GERAGE et al., 2003; 2004; 2005). As médias de prolificidade (IE) foram inferiores às observadas em PG e superiores a CL, confirmando a tendência observada para PD. Foi evidenciada a associação positiva entre os dois caracteres (DUVICK, 1974).

A menor expressão da variação genotípica para PD, da ordem de 1,20 (t/ha)<sup>2</sup>, acarretou nas mais baixas relações entre ( $CV_H/CV$ ) dentre os seis locais (~1,70). Espera-se que a variação genotípica seja suficiente para a discriminação de agrupamentos de genótipos superiores em LD. De fato, em um modelo aleatório Vencovsky (1987) considerou que relações ( $CV_H/CV$ ) iguais ou superiores a 1 são muito favoráveis a seleção. Conclui-se que eficiente seleção poderá ser conduzida em LD. Este ambiente representou adequadamente as condições de produtividades intermediárias das zonas de transição de MA2, localizadas ao norte, oeste e noroeste do Paraná.

## 5.5 CENTENÁRIO DO SUL

As médias de rendimento de Centenário do Sul (CS), cerca de 10 t/ha, (Tabelas 11, 27 e 28) indicaram que parte do estresse gerado pelas altas temperaturas noturna e diurna foi amenizada pela condição irrigada e (ou) pela ótima fertilidade de solo. Acentuada diferença de desempenho foi observada entre C1 e C2, da ordem de 0,8 t/ha, representando 8,2% de acréscimo de produtividade do melhor conjunto sobre o inferior (Tabela 14). Esta variação pode ser atribuída especialmente a diferenças ambientais entre os dois experimentos, e em menor grau à distinta adaptabilidade de seus híbridos. De fato, a superioridade de C2 sobre C1 foi confirmada quando comparadas as médias das testemunhas comuns aos dois

ensaios (Tabelas 27 e 28). Em contrapartida, há indícios da presença de adaptabilidade específica de alguns genótipos a este ambiente. Dois dentre os cinco melhores híbridos de C2 não foram induídos no seu respectivo agrupamento elite (G1). Os resultados indicam que a seleção direta neste local ( $Y_{ij}$ ) pode capitalizar os efeitos de (G x E) promovendo acréscimos extras em produtividade (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992; BERNARDO, 2002).

A presença de diversos híbridos com prolificidade (IE) inferior a 1,0 não era esperada, em se tratando de condição irrigada. Esta resposta pode ser devida à elevada densidade populacional utilizada; à aplicação de insuficientes doses de nitrogênio; ou à ocorrência de insuficiente disponibilidade hídrica em períodos fenológicos importantes (MAGALHÃES e SILVA, 1987; ANDRADE et al., 1996). Assim como para PD, foi observada superioridade de IE em C2, comparado a C1. Diferenças da mesma magnitude foram observadas para os dois caracteres, com acréscimos em C2 da ordem de 7,7% sobre a média de C1 (Tabela 14).

Com relação à altura da planta (AP) os valores obtidos nos dois conjuntos foram coerentes com os resultados de Gerage et al. (2003, 2004, 2005) em ambientes próximos. Para altura da espiga (AE), as médias observadas da ordem de 80 cm foram excepcionalmente baixas para plantios na primeira safra. Isto acarretou em particulares observações para o índice (AE/AP), com estimativas inferiores a 0,40 em C1 e C2 (Tabela 11). As causas não são absolutamente claras. Podem estar associados alguns estresses hídricos e de temperatura até a emissão da última folha (HSIAO e ACEVEDO, 1974; GLIFFORD et al., 1984; MAGALHÃES e SILVA, 1987). Não foi observada deficiência de nitrogênio tampouco antecipação da senescência foliar. A ocorrência de acamamento e quebramento, com média em torno de 15%, foi influenciada pela colheita tardia, com umidades percentuais nos grãos ao redor de 12%.

Foi verificada boa acuidade experimental com médias de CV% da ordem de 6%, 5%, 12%, 7% para os caracteres PD, AP, AE, e IE respectivamente. Eficiente seleção pode ser esperada em CS, devido ao conjunto de evidências: diferenças altamente significativas ( $\alpha < 0,001$ ) para PD e demais caracteres; elevadas magnitudes das estimativas de  $V_H$ ; relações ( $CV_H/CV$ ) superiores a 2,0 nos dois conjuntos. Conclui-se que o local CS atendeu às expectativas como ambiente de potencial produtivo intermediário nas baixas altitudes de MA2.

## 5.6 PALOTINA

Palotina foi o ambiente mais estressante comparado aos demais. Os padrões de produtividade foram similares a CL (Tabela 14), porém acentuada redução no porte de planta foi aqui constatada (Tabela 12). A pequena produção de biomassa foi causada pelas altas temperaturas diurnas no período de outubro a março (Anexo 3) reduzindo o ciclo e o desenvolvimento vegetativo da planta (KINIRY e BONHOMME, 1961; ANDRADE et al. 1996). Menor déficit hídrico durante a fase vegetativa foi verificado em relação a LD. À exemplo de Ponta Grossa, a redução na disponibilidade hídrica coincidiu com o período enchimento de grãos. Os efeitos deste estresse foram acentuados sob as elevadas temperaturas de PL. A colheita tardia, com percentual de umidade dos grãos em torno de 9%, contribuiu para a maior incidência de acamamento e quebramento ao final do ciclo.

A média e a distribuição de frequência da variável FL foram semelhantes às observadas em Londrina (Tabelas 10 e 12; Figuras 22 e 23). Em discordância com os demais ambientes, obteve-se superior produtividade do conjunto 1 em relação ao conjunto 2, da ordem de 0,66 t/ha ou 7,3% (Tabela 14). Tais diferenças parecem ser predominantemente de natureza ambiental, e em segundo plano devidas à adaptabilidade específica de determinados genótipos. Observou-se superior produtividade das testemunhas comuns em C1 sobre C2 da ordem de 11,5%. Dois dentre os cinco híbridos selecionados dentro destes conjuntos não estavam inseridos nos seus respectivos agrupamentos-elite (G1) (Tabela 18).

Boa acuidade experimental foi obtida para PD, AP, FL e IE, com estimativas de CV% inferiores a 9% (Tabela 31). Constataram-se valores excepcionalmente altos para AE ( $CV_{C1} = 11\%$ ;  $CV_{C2} = 16\%$ ). Diversas causas podem estar aqui relacionadas: problemas na coleta de dados; desuniformidade de natureza genética; e reduzidas médias desta variável. É sabido que maiores estimativas de CV% são esperadas sob estresse. Associa-se às menores médias, a ausência de redução na mesma proporção de  $\sigma^2$  e  $V_H$  (QUISENBERRY et al., 1980; ROSIELLE e HAMBLIM, 1981; ATLIN e FREY, 1989; BÄNZINGER et al., 1997). A superioridade das estimativas de CV% para AE foi consistente nos demais locais, indicando a presença de variabilidade genética dentro destes materiais. Este fato era esperado

em se tratando dos diferentes tipos de híbridos avaliados e do nível intermediário de endogamia de seus parentais ( $S_4$ ) (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1988).

As estimativas de  $V_H$  foram da mesma magnitude das obtidas em CS, superando LD. Isto se confirmou para a relação  $CV_H/CV$  (Tabela 13). Aqui os valores da ordem de 1,8 são considerados favoráveis a seleção local (VENCOVSKY, 1987). Conclui-se que o estresse observado em Palotina na safra 2003/2004 não foi suficientemente alto para impedir a expressão da variabilidade genotípica presente para produtividade (ATLIN e FREY, 1989; BÄNZINGER et al., 1997; BÄNZINGER e COOPER, 2001). Confirma-se a possibilidade de eficiente seleção em PL, capitalizando os efeitos de (G x E) na busca da máxima adaptabilidade local (VENCOVSKY, 1987; BERNARDO, 2002).

## 5.7 ANÁLISE CONJUNTA DE AMBIENTES

### 5.7.1 Produtividade

Grande variação entre híbridos e ambientes foi observada nas análises conjuntas de ambientes com diferenças significativas a 0,1% de probabilidade (Tabelas 34 e 35). Os genótipos mais produtivos apresentaram acréscimos de até 50% no rendimento sobre os tratamentos inferiores (Tabelas 32 e 33). Foi evidente a predominância do efeito de locais (L) na variação total do experimento. A soma de quadrados deste efeito ( $SQ_L$ ) respondeu por 54% de  $SQ_{TOTAL}$  em C1 e 60% em C2 (Tabelas 34 e 35), demonstrando a grande variação ambiental presente no Paraná (CARAMORI, 2003; GONÇALVES, 2006). Estimativas de CV% de baixa magnitude foram obtidas, da ordem de 7% e 8% em C1 e C2, respectivamente.

O “*ranking*” de produtividade entre ambientes aproximou-se da expectativa inicial, considerados os aspectos climáticos e as características fisiológicas da espécie (Tabela 14) (ANDRADE et al., 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). A superioridade de MA1 sobre MA2 foi detectada à 0,1% de probabilidade (Tabelas 34 e 35). Confirmou-se que a caracterização ambiental por meio de informações geo-climáticas, de fisiologia e de manejo é um eficiente instrumento para a previsão do desempenho médio da cultura. De fato, esta tem sido a base para o estabelecimento de zoneamentos agro-dimáticos (CARAMORI, 2003; GONÇALVES,

2006). A presença de significativa variação dentro de macro-ambientes (DMA), à 0,1% de probabilidade, indicou que a variabilidade entre MA não respondeu exclusivamente por toda a diversidade ambiental presente (Tabelas 34 e 35). Este fato também era esperado, dado à heterogeneidade de manejo da cultura dentro de cada região. As diferenças altamente significativas entre agrupamentos de híbridos (GH), detectadas a 0,1% de probabilidade (Tabelas 34 e 35), refletiram a ampla variabilidade presente entre os genótipos. (Tabelas 32 e 33). A ausência de significância para o efeito DGH evidenciou o comportamento médio similar entre híbridos dentro de cada agrupamento (Tabelas 34 e 35).

### 5.7.2 Demais Caracteres

A importância do efeito de locais (L) também foi confirmada para os caracteres AP, AE, FL, IE, (Figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25) com diferenças significativas a 0,1% de probabilidade em todos os casos (Tabela 36).

Para altura da planta (AP), a média geral conjunta ( $AP_{\bar{x}_g}$ ) superou toda a distribuição de PL e foi inferior à totalidade dos tratamentos de LD (Figuras 18 e 19). Os valores observados em CL, LD e CS não confirmaram as expectativas iniciais. Esperavam-se maiores portes de planta em CL devido às menores temperaturas locais (KINIRY e BONHOMME, 1991; ANDRADE et al., 1996). Os resultados demonstraram a importância de outros fatores ambientais complementares envolvidos na expressão do caráter, tais como o equilíbrio nutricional da planta (ANDRADE et al., 1996). Ampla exposição da variabilidade genotípica foi manifestada em todos os locais. Diferenças entre híbridos altamente significativas à 0,1% de probabilidade foram obtidas para todas as avaliações, com exceção de C1 em CS, com significância a 1% de probabilidade (Tabela 31).

As médias gerais de AE em C1 e C2 ( $AE_{\bar{x}_g}$ ) diferiram das médias locais situando-se em posições opostas nas distribuições, deslocadas ora à direita (CS e PL), ora à esquerda (CL, LD) (Figuras 20 e 21). Valores mais elevados foram obtidos nas maiores altitudes (CL, LD); reduzidas médias foram encontradas em CS e PL, nas altitudes inferiores. Estes resultados foram coerentes com as expectativas de maior porte de planta em MA1 sob altas temperaturas (KINIRY e BONHOMME, 1991; ANDRADE et al. 1996; FANCELLI e DOURADO-NETO, 1999). Ampla

variabilidade entre híbridos foi observada, com diferenças significativas a 0,1% de probabilidade em quase a totalidade das avaliações. O reduzido nível de significância obtido em PL em C1 ( $\alpha < 0,05$ ), pode ser devido a maior magnitude da variação residual no local (Tabela 36).

Como esperado, obtiveram-se maiores médias FL em MA1, evidenciando os efeitos da temperatura sobre o caráter (Figuras 22 e 23). A média geral de locais (67 d.a.e.) foi excluída das três distribuições observadas, posicionada à esquerda, em CL, e à direita em LD e PL. A menor média apresentada em PL esteve associada à reduzida variabilidade devido aos efeitos genotípicos. Grande concentração de valores foi observada ao redor da média, com amplitude da distribuição de apenas oito dias.

Este padrão de resposta representa a realidade observada em programas de melhoramento privados no Brasil. A condução da seleção em ambientes tipicamente tropicais, em baixas latitudes e sob altas temperaturas, têm restringido a adaptação destes materiais às zonas frias ao sul do país. Com frequência tais genótipos apresentam ciclo excessivamente longo nesta região mostrando-se inadequados ao cultivo local.

Obteve-se para índice de espigas (IE) um novo padrão para as distribuições de frequência, verificando-se três respostas distintas: a) valores superiores a média geral em PG; b) variações ao redor da média, em LD, CL e PL; c) concentração de valores abaixo da média em CS (Figuras 24 e 25). Quando analisadas as amplitudes das distribuições locais, observou-se plena exposição da variação genotípica em PG e reduzida variabilidade em PL. De fato, genótipos com níveis razoáveis de prolificidade não conseguiram demonstrar o seu potencial, acarretando na homogeneização de valores neste ambiente. Isto foi verificado pela ausência de significância para o feito de híbridos em C1, neste local. Diferenças entre genótipos altamente significativas à 0,1% de probabilidade foram detectadas nas demais avaliações (Tabela 31). É sabido que a expressão da prolificidade tem controle genético quantitativo e é altamente influenciada pelo ambiente. Maiores médias de prolificidade são esperadas sob alta fertilidade, abundante disponibilidade hídrica, elevada concentração de N, e menores densidades populacionais (ANDRADE et al., 1996; SHAW, 1988). Ao contrário de PL, os efeitos positivos do ambientes sobre IE foram plenamente evidenciados em PG (Figuras 24 e 25).

## 5.8 INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS E AMBIENTES

### 5.8.1 Produtividade

As diferenças altamente significativas ( $\alpha < 0,001$ ) encontradas para a interação (H x L) e para os seus desdobramentos, confirmaram as expectativas de resposta diferenciada dos materiais aos ambientes considerados (BERNARDO, 2002; CRUZ e CARNEIRO, 2003). Foi detectada a presença de interações dos tipos simples (SM) e complexas (CP), variando em função dos efeitos avaliados. Observam-se SM para (GH x L) com a manutenção da classificação dos agrupamentos de híbridos para produtividade em todos os ambientes (Figuras 4, 5, 6 e 7). Este padrão de resposta não é limitante à seleção, sendo atribuído à diferença de variação dos híbridos entre locais (VENCOVSKY e BARRIGA, 1982; CRUZ e CARNEIRO, 2003). Os dados observados apresentaram um bom nível de ajuste às curvas de regressão polinomial estimadas, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) variando de 0,92 a 1,00 (Figuras 6 e 7). Interações da mesma natureza também estão presentes nos componentes (GH x MA) e (GH x DMA). Estes resultados indicaram a possibilidade de seleção de agrupamentos de híbridos superiores em um ou em poucos locais, sem comprometimento de desempenho destes genótipos nos demais ambientes. Esta é a condição presente nas fases iniciais de um programa de melhoramento genético de híbridos.

A presença de interações (G x E) do tipo complexa dentro dos agrupamentos de híbridos (DGH), comprovou a necessidade de grandes esforços na avaliação e caracterização de novos cultivares (BERNARDO, 2002) (Figuras 8 a 17). Duas estratégias devem ser estabelecidas em um programa de melhoramento para o Estado, como consequência das interações entre (G x E): a) seleção concentrada em um ou em reduzido número de ambientes, durante a fase inicial do melhoramento; b) avaliação em um grande número de locais, nas fases avançadas do programa, dentre um conjunto de genótipos elites.



### 5.8.2 Demais Caracteres

Os efeitos da interação (H x L) para AP foram significativos a 0,1% de probabilidade em C1 e C2 (Tabela 36); já para AE, não foram detectadas diferenças significativas. Este resultado não era esperado, frente à grande variabilidade genotípica presente (Tabela 31). De fato, observa-se que os híbridos de C1 e C2 reagiram de maneira similar frente aos estresses e à melhoria no ambiente. Esta informação é importante no melhoramento da cultura. Genótipos de espiga mais baixa são desejados devido aos menores riscos de acamamento e a maior concentração de folhas na porção superior da planta, relacionada à melhor eficiência de absorção da luminosidade (MAGALHÃES e SILVA, 1987; ANDRADE et al., 1996). Os resultados indicam a viabilidade de concentração de *screenings* para reduzir AE em apenas um ambiente.

Para FL, obteve-se significância de (H x L) ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 35). Este efeito foi menos evidente que para os caracteres PD e AP. Contribuíram para isto as diferenças de variabilidade expressas entre híbridos nos ambientes CL, LD e PL (Figuras 22 e 23). Se confirmada a predominância de interações (G x E) do tipo simples, torna-se possível a avaliação de FL em um único ambiente. Ao que parece, a interação (H x L) têm importância secundária em relação aos efeitos de híbridos (H) e locais (L). Deve-se buscar, assim, as condições ambientais adequadas para a expressão da variabilidade genotípica. Neste caso são evidentes as vantagens do local CL sobre os demais.

À exemplo de PD, grande influência de (H x L) foi detectada para prolificidade, demonstrando a complexidade do controle genético deste caráter (Tabela 36). Acentuadas diferenças quanto à variabilidade genotípica para IE foram evidentes (Figuras 24 e 25). Este pode ser um indício da predominância de interações do tipo simples (VENCOVSKY, 1987). Esta parece ser a explicação mais plausível para as variações em IE nos diversos locais. De fato, interações complexas seriam esperadas na ausência de correlação entre genótipos nos diferentes ambientes (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Observa-se, entretanto, que os materiais prolíficos tenderam a manter esta característica em todos os locais, com bom nível de previsibilidade.

## 5.9 DISSIMILARIDADE AMBIENTAL

Os estudos de correlação, dissimilaridade e os desvios obtidos com a seleção indireta permitiram inferir sobre os ambientes mais adequados à seleção inicial. Coeficientes de correlação ( $r_{ij}$ ) de magnitudes intermediárias a altas foram encontrados em todos os pares de ambientes avaliados. Campo Largo e Fazenda Rio Grande foram os dois locais mais bem correlacionados entre si ( $r_{CL,FZ} = 0,89$ ), situados em MA1 e com grande proximidade geográfica. Já as menores estimativas de  $r_{ij}$  foram obtidas entre CL e PL ( $r_{CL,PL} = 0,53$ ). Além da distância geográfica em MA distintos, caracterizam-se por manifestar estresses de natureza distinta à cultura.

Algumas estratégias de adaptação específicas e não comuns a outros locais devem estar relacionadas a certos genótipos exclusivamente selecionados. Os diferenciais destes genótipos podem estar associados a sua vantagem competitiva nas condições do estresse imposto em cada local, tais como: maior resistência a podridões de colmo, à ferrugem comum e à mancha foliar por *Cercospora* em CL; e maior tolerância a altas temperaturas em PL (BÄNZINGER e COOPER, 2001). Obtiveram-se também em CL e PL as inferiores médias de  $r_{ij}$  com respectivos valores iguais a 0,65 e 0,70 (Tabela 37). Estimativas desta magnitude, entretanto, não caracterizam elevados níveis de estresse e de divergência entre os locais. De fato, o estresse ambiental ali gerado não foi suficientemente alto para suplantar as diferenças genéticas de produtividade. Não foi evidenciada assim a seleção de conjuntos de genes distintos, conforme sugeriu Hohls (2001). Esperam-se, naquelas condições, reduzidas estimativas de  $r_{ij}$  (BÄNZINGER et al. 1997; COOPER et al., 1997; FUKAI et al., 1999).

Os demais ambientes (PG, FZ, LD, CS) apresentaram elevadas estimativas de  $r_{ij}$ , da ordem de 0,75 (Tabela 37). Como esperado, a média dos coeficientes de correlação entre pares de locais, dentro dos mesmos macro-ambientes ( $r_{DMA}$ ), foi superior à encontrada entre locais pertencentes a macro-ambientes distintos ( $r_{MA}$ ), com estimativas iguais a 0,76 e 0,71, respectivamente (Tabela 19). Resultados de magnitudes semelhantes foram obtidos por Guillen-Portal et al. (2004), em ambientes estressantes e não estressantes das planícies áridas da região oeste dos EUA.

A grande proximidade de estimativas de  $r_{jj'}$  entre dois conjuntos de híbridos (C1 e C2) confirmou a boa precisão e confiabilidade destes resultados (Tabela 19).

TABELA 19 – ESTIMATIVAS MÉDIAS DE COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO ( $r_{jj'}$ ) E DISTÂNCIA AMBIENTAL ( $D_{jj'}$ ) ENTRE LOCAIS PERTENCENTES A MA1, MA2 E ENTRE OS DOIS MA, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	MA1		MA2	
	$r_{jj'}$	$D_{jj'}$	$r_{jj'}$	$D_{jj'}$
MA1	0,76	0,44	0,71	0,52
MA2	-	-	0,76	0,45

Os valores de dissimilaridade ambiental ( $D_{jj'}$ ), obtidos à partir de  $r_{jj'}$  (Tabela 38) permitiram a identificação de agrupamentos hierárquicos de ambientes com base na resposta adaptativa dos genótipos neles avaliados (Figura 26) (OUYANG et al., 1995). A grande proximidade observada entre FZ e CL era esperada, considerando-se os aspectos climáticos e geográficos. Já o grau de similaridade obtido entre PG e CS foi surpreendente, dada a sua distante localização física e à diferença de macro-ambientes envolvidos. Percebe-se que PG mostrou maior similaridade média com LD do que com os demais ambientes de MA1 (CL e FZ), (Figura 26). Esta observação tampouco era esperada. Palotina foi o local mais distante de todo o conjunto analisado. Estes resultados identificaram a presença de dois grandes grupos, quanto à similaridade ambiental: GA1, incluindo CL e FZ; e GA2, reunindo PG, CS e LD. Palotina encontrou-se isolado de GA1 e GA2.

Assim como reportado por Setimela et al. (2005), esta classificação não é coincidente com os macro-ambientes (MA1 e MA2) estabelecidos por meio de informações edafo-dimáticas. Confirma-se a importância dos efeitos das interações (G x E) na região.

Quando comparadas às médias de distância determinadas para cada ambiente ( $D_{MÉDIA(i)}$ ), observa-se a seguinte seqüência de dissimilaridade média, em ordem decrescente:  $D_{MÉDIA(PL)} > D_{MÉDIA(CL)} > D_{MÉDIA(FZ)} > [D_{MÉDIA(PG)}, D_{MÉDIA(LD)}, D_{MÉDIA(CS)}]$  (Tabela 38). Considerando-se que atual medida de dissimilaridade apresenta limites de zero a quatro, as maiores estimativas obtidas, da ordem de 0,8,

não caracterizaram a presença de ambientes altamente divergentes. (OUYANG et al., 1995).

Seguindo o padrão encontrado para  $r_{jj'}$ , a distância média entre locais pertencentes a macro-ambientes distintos ( $D_{\bar{x}(MA)}$ ) foi superior às médias dentro dos mesmos MA ( $D_{\bar{x}(DMA)}$ ) (Tabela 19). Tais resultados não têm utilidade prática no estabelecimento de zoneamento ambiental, devido a restrições no número de genótipos e de anos avaliados. Considera-se aqui que parte significativa da variação ambiental presente é classificada como não previsível (OUYANG et al., 1995; HOHLS, 2001; RUSSELL et al., 2003; LÖFFLER et al., 2005).

Salienta-se que nos estudos de  $r_{jj'}$  e  $D_{jj'}$  são estabelecidas comparações entre os conjuntos totais de genótipos. Não é especificada a importância de cada material nos efeitos de (G x E) (CROSSA et al., 1993, 1995; CROSSA e CORNELIUS, 1997), tampouco priorizada a redução das interações complexas presentes entre os melhores materiais (GAIL e SIMON, 1985; CORNELIUS et al., 1992; RUSSELL et al., 2003). Já as comparações das respostas individuais à seleção indireta de locais proporcionaram uma análise mais direcionada do conjunto de genótipos elites, principal foco do programa de melhoramento.

## 5.10 SELEÇÃO INDIRETA

Considerando-se a intensidade de seleção ( $i$ ) igual a 20%, observou-se alta coincidência entre o agrupamento de híbridos de melhor desempenho médio (G1) e a relação de tratamentos superiores em cada local (Tabela 38). Os cinco genótipos selecionados em G1 foram comuns PG e FZ; quatro deles se destacaram em LD(C1), CS(C1), CL(C2); e três nas demais situações CL(C1), LD(C2), CS(C2), PL(C1), e PL(C2), (Tabela 38). Mesmo neste último caso, foi confirmada a viabilidade da seleção do agrupamento de genótipos superiores em um número reduzido de ambientes. De fato, a seleção dos melhores híbridos de PG e FZ apresentou resposta indireta idêntica à seleção baseada na média geral de ambientes (Tabela 38).

Obtiveram-se ganhos com as seleções direta ( $G_{jj'}$ ) e indireta de ambientes ( $G_{jj'}$ ) em todos os pares de locais ( $Y_{jj'}$ ), com médias iguais a 2,0 t/ha e 1,6 t/ha, respectivamente (Tabela 39). Isto era previsto dadas às positivas estimativas de  $r_{jj'}$

entre estes ambientes e a presença de suficiente variação genotípica ( $V_H$ ) em todos os locais (Tabela 37), (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Comparada à seleção no próprio ambiente ( $Y_{jj}$ ), a seleção indireta ( $Y_{jj'}$ ) promoveu perdas médias ( $\Delta_{jj'}$ ) iguais a 0,4 t/ha. Isto equivaleu ao desvio percentual de -3,2% em relação a  $Y_{jj}$ . Máxima redução com a seleção indireta foi obtida para  $Y_{PL/CL}$  com desvios iguais a -1,24 t/ha em C2. Estes resultados confirmaram as observações anteriores nas quais CL e PL foram os ambientes mais distantes ( $D_{jj'}$ ) e pior correlacionados entre si (Tabelas 37 e 38). Em termos médios, os maiores desvios ( $\Delta_{jj'}$ ) foram observados em CL e em PL com respectivos valores iguais a -0,59 t/ha e -0,56 t/ha (Tabela 39). Já Palotina apresentou o maior número de desvios significativos demonstrando sua menor aptidão para as seleções iniciais (BÄNZINGER et al., 1997).

Além de expressar as maiores produtividades, FZ e PG foram os ambientes mais apropriados à seleção indireta. Obtiveram-se ali os menores desvios ( $\Delta_{jj'}$ ) médios, iguais a -0,16 t/ha e -0,22 t/ha, respectivamente. A seleção em PG acarretou em desvios estatisticamente significativos apenas nos locais mais estressantes, PL e CL (Tabela 39). As comparações envolvendo FZ foram limitadas pelo reduzido número de graus de liberdade de C1 (2 GL), ao passo que nas demais localidades este valor foi igual a 5. A ausência de desvios ( $\Delta_{jj'}$ ) estatisticamente significativos, evidenciou as similares respostas entre a seleção direta e a indireta naquelas situações (Tabela 39). Estes resultados estão em concordância com as expectativas de maior eficiência da seleção em ambientes ótimos do que em ambientes estressantes (ATLIN e FREY, 1989; BYRNE et al., 1995; RAJARAM et al., 1996; SPECHT et al., 2001; GUILLEN-PORTAL et al., 2004).

As elevadas magnitudes das estimativas de variação entre genótipos ( $V_H$ ) e da relação  $CV_H/CV$  demonstraram a possibilidade de utilização de tanto um ambiente como outro para a condução seleção (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Incluem-se entre os desvios  $\Delta_{jj'}$  não significativos:  $\Delta_{CL/FZ}$ ;  $\Delta_{LD/FZ}$ ;  $\Delta_{CS/FZ}$ ;  $\Delta_{LD/PG}$ ;  $\Delta_{CS/PG}$ ;  $\Delta_{FZ/CL}$  (Tabela 39).

Contra-pondo as suposições de Bänzinger e Cooper (2001), o melhoramento em ambientes de alta produtividade não restringiu a variabilidade disponível para a seleção sob estresse. Ao contrário, acréscimos expressivos de PD foram observados em todos os casos (Tabela 39). Demonstra-se, entretanto, que alguns ambientes foram mais apropriados aos *screenings* iniciais (SI). Com base nas

estimativas de  $Y_{jj'}$ ,  $\Delta_{jj'}$ ,  $r_{jj'}$  e  $D_{jj'}$  observaram-se três padrões de respostas quanto a aptidão à SI: a) mais aptos (PG e FZ); b) aptidão intermediária (LD e CS); c) menos aptos (PL e CL).

Estas informações são de grande importância aos programas de melhoramento direcionados ao Estado. Se repetidos estes resultados em sucessivos anos, será confirmada a viabilidade de centralização da seleção inicial em um único local de condições favoráveis, promovendo expressiva redução de custos de alta produtividade (ALLEN et al., 1978; ATLIN e FREY, 1989; BYRNE et al., 1995; RAJARAM et al., 1996; SPECHT et al., 2001; GUILLEN-PORTAL et al., 2004).

## 6 CONCLUSÕES

1. Grande diversidade ambiental foi encontrada no Estado do Paraná, entre e dentro dos macro-ambientes estudados.

2. A dissimilaridade ambiental, obtida pelas avaliações das performances genóticas, diferiu dos zoneamentos geo-climáticos definidos para a cultura.

3. Duas estratégias distintas, quanto à escolha de ambientes para avaliação, devem ser estabelecidas nas etapas inicial e avançada do programa de melhoramento: extensivas avaliações em uma gama diversa de ambientes devem ser conduzidas nas fases avançadas do melhoramento para a recomendação de cultivares no Estado; a seleção de agrupamentos de híbridos superiores, na etapa inicial do melhoramento, pode ser efetuada em apenas um ambiente maximizando os recursos financeiros e de tempo disponibilizados ao programa.

4. Ambientes aptos a elevadas produtividades, localizados em altas altitudes, foram mais adequados à seleção inicial do que ambientes estressantes, permitindo maior exposição da variabilidade genotípica, melhor correlação com os demais locais e resposta superior à seleção indireta.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de limitados a um ano de avaliação, os resultados deste estudo sugeriram algumas estratégias a serem implementadas em um programa de melhoramento de milho, voltado à primeira safra do Estado do Paraná. A ocorrência de interações (G x E) complexas, nas fases avançadas do melhoramento, determina a necessidade de um grande número de avaliações para a seleção e recomendação do melhor híbrido. Em contrapartida, a presença de interações do tipo simples, entre grupos de genótipos selecionados, indica a possibilidade de concentração das etapas iniciais da seleção em apenas um local. A combinação destas duas estratégias permite uma eficaz utilização dos recursos disponíveis no programa.

Observa-se que os ambientes aptos a altas produtividades são os mais adequados à condução de *screenings* iniciais. Associam-se a ampla variabilidade entre genótipos, menor média de dissimilaridade com os demais ambientes e melhor resposta indireta sobre os demais locais. Já os ambientes estressantes mostraram-se os menos apropriados a esta seleção, apresentando menor representatividade das demais regiões e os menores ganhos indiretos nos demais locais. Sugere-se que o melhoramento inicial seja conduzido em altitude superior a 800 m a.n.m., em condições ótimas de fertilidade e manejo cultural. Este ambiente também é favorável à seleção para demais caracteres de importância agrônômica, tais como: precocidade, prolificidade, porte de planta e reação às principais doenças de ocorrência no Estado.

Especialmente para precocidade, os ambientes localizados em baixas altitudes foram desfavoráveis à expressão da variabilidade entre genótipos, restringindo a eficiência da seleção. Ao que parece, a importância da interação entre genótipos e ambientes é secundária em relação à necessidade de manifestação da variação genotípica. Esta tendência também foi observada para o caráter altura da espiga. Para os caracteres altura de planta e prolificidade, espera-se que os significativos efeitos de (G x E) devam ser, em grande parte, devido a diferenças na variabilidade entre híbridos, ao invés de ausência de correlação entre eles nos diversos ambientes. Se confirmada esta expectativa, é caracterizada a presença de interações do tipo simples e a preferência por avaliações destes caracteres em condições não estressantes.



Uma perspectiva para a continuidade e ampliação deste trabalho é a avaliação de um maior número de ambientes e anos, incluindo-se os plantios de “safrinha”.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, F.I.; COMSTOCK, R.E.; RASMUSSEN, D.C. Optimal environments for yield testing. **Crop. Sci.**, v. 18, p. 747-751, 1978.
- ALLISON, J.C.S.; DAYNARD, T.B. Effect of change in time of flowering induced by altering photoperiod or temperature, on attributes related to yield in maize. **Crop. Sci.**, v. 19, p. 1-4, 1979.
- ALLISON, J.C.S.; WILSON J.H.H; WILLIAMS, J.H. Effect of defoliation after flowering on changes in stem and grain mass of closely and widely spaced maize. **Rhodesian Journal of Agricultural Research**, v. 13, p. 145-147, 1975.
- ANDRADE, F.; CIRILO, A.; UHART, S.; OTEGUI, M. **Ecofisiologia del cultivo de maiz**. Ed. La Barrosa, Buenos Aires, Argentina, 292 p., 1996.
- ANDRADE, F.; GARDIOL, J. Sequía e production de los cultivos de maíz, girassol y soja. **Boletín Técnico 132**. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA). Balcarce, Buenos Aires, Argentina, 1995.
- ANTONIAZZI, N.; PERIN, J.R. Reação de suscetibilidade de híbridos de milho à cercospora *Zea-Maydis*. **XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 29/08-02/09 Cuiabá, Livro de Resumos, p. 180, 2004.
- ATLIN, G.N.; BAKER, R.J.; MCRAE, B.K.C; LU, X. Selection response in subdivided target regions. **Crop. Sci.**, v. 40, p. 7-13, 2000.
- ATLIN, G.N.; FREY, K.J. Predicting the relative effectiveness of direct vs. indirect selection for oat yield in three types of stress environments. **Euphytica.**, v. 44, p. 137-142, 1989.
- AZZALINI, A.; COX D.R. Two new tests associated with analysis of variance. **J. Roy. Statist. Soc. B**, v. 46, p. 335-343, 1984.
- BAKER, R.J. Tests for crossover genotype-environmental interactions. **Can. J. Plant. Sci.**, v. 45, p. 405-410, 1988.
- BALMER, E.; PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, v.2, p. 595-634, 1987.
- BÄNZIGER, M.; BETRÁN, F.J.; LAFITTE, H.R. Efficiency of high-nitrogen selection environments for improving maize for low-nitrogen target environments. **Crop. Sci.**, v. 37, p. 1103-1109, 1997.
- BÄNZIGER, M.; EDMÉADES; LAFITTE, H.R. Selection for drought tolerance increases maize yield over a range of N levels. **Crop. Sci.**, v. 39, p. 1035-1040, 1999.

BÄNZIGER, M.; COOPER, M. Breeding for low input conditions and consequences for participatory plant breeding: examples from tropical maize and wheat. **Euphytica**, v. 122, p. 503-519, 2001.

BARNETT, K.H.; PEARCE, R.B. Source-sink ratio alteration and its effect on physiological parameters in maize. **Crop. Sci.**, v. 23, p. 294-299, 1983.

BENNETT, J.M.; SINCLAIR, T.R.; MUCHOW, R.C.; COSTELLO, S.R. Dependence of stomatal conductance on leaf water potential, turgor potential, and relative water content in field-grown soybean and maize. **Crop. Sci.**, v. 27, p. 984-990, 1987.

BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Stemma Press: Woodbury Minesota, 369 p., 2002.

BICALHO, D..B.; FANCELLI, A.L.; TSUMANUMA, G.M.; MARCONDES, L.P. Efeito de algumas espécies de adubos verdes sobre a produtividade de milho. **XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 29/08-02/09 Cuiabá, Livro de Resumos, p. 329, 2004.

BLACKLOW, W.M. Influence of temperature on germination and elongation of the radicle and shoot of corn (*Zea mays* L.). **Crop. Sci.** v. 12, p. 647-650, 1972.

BONHOMME, R.; DERIEUX, M.; EDMEADES, G.O. Flowering of diverse maize cultivars in relation to temperature and photoperiod in multilocation field trials. **Crop. Sci.**, v. 34, p. 156-164, 1994.

BONHOMME, R.; DERIEUX, M.; KINIRY, J.R.; EDMEADES, G.O.; OZIER-LAFONTAINE. Maize leaf number sensivity in relation to photoperiod in multilocation field trials. **Agron. J.**, v. 81, p. 153-157, 1991.

BORGES, M.F. **Inoculação artificial de colmos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes idades e concentrações de inoculo e sua relação com a expressão da resistência a *Fusarium moniliforme* Sheld.** Dissertação de Mestrado, Dept<sup>o</sup> de Fitopatologia, Lavras, 1999, 50 f.

BRASIL, E.M. **Comparação de métodos no estudo da interação de genótipos com ambientes em milho (*Zea mays* L.)** Goiânia: UFG, 181 p. Dissertação de mestrado, 1990.

BROWN, D.M. Response of maize of environmental temperatures: a review. In: Agrometereology of the maize crop. **Proc. Symp. Ames Iowa**. Publ. WMO-481. World Metereol. Organ., Geneva, p. 15-26, 1976.

BYRNE, P.F.; BOLAÑOS, J.; EDEMEADES, G.O.; EATON, D.L. Gains for selection under drought vs. multilocation testing in related tropical maize populations. **Crop. Sci.**, v. 35, p. 63-69, 1995.

CALDER, D.M. Inflorescence induction and initiation in the Gramineae. In: BARNARD C. (ed.). **Grasses and Grasslands**. Mac Millan, London. p. 59-87, 1964.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: **Tecnologias e produção do milho**. GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. eds., 366 p., Viçosa: UFV, 2004.

CARAMORI, P.H. **Zoneamento agrícola do estado do Paraná**. IAPAR, 76 p. 2003.

CECARELLI, S.; GRANDO, S.; HAMBLIN, J. Relationships between barley grain yield measured in low- and high-yielding environments. **Euphytica**, v. 64, p. 49-58, 1992.

CHAPMAN, S.C.; COOPER, M.; HAMMER, G.L.; BUTLER, D. Genotype by environments interactions affecting grain sorghum II. Frequencies of different seasonal patterns of are related stress are related to location effects on hybrid yields. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 50, p. 209-222, 2000.

CHAVES, L.J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. **Recursos genéticos e melhoramento – plantas**. Fundação MT, Rondonópolis MT, 1.183 p. 2001.

CIMMYT. **Cimmyt – International Maize and Wheat Improvement Center**. Disponível em: <http://www.cimmyt.org>. Acesso em: set. 2005.

COLLINS, W.K.; RUSSEL, S.A.; EBEEHART, S.A. Performance of two-ear types of corn belt maize. **Crop. Sci.**, v. 5, p. 113-116, 1965.

COMSTOCK, R.E. Quantitative genetic an the design of breeding programs. P. 705-718. In: OLLAK et al. (ed.) **Proc. Int. Conf. on Quant. Genet.** Ames, Iowa. 16-21 Aug. Iowa State University Press. Ames IA, 1977.

COOPER, M.; STUCKER, R.E.; De LACY, L.H.; HARCH, B.D. Wheat breeding nurseries, target environments, and indirect selection for grain yield. **Crop. Sci.**, v. 37, p. 1168-1176, 1997.

COOPER, M.; RAJATASEREKUL, S.; SOMRITH, B.; SRIWISUT, S.; IMMARM, S.; BOONVITE, C. SUWANWONGSE, A.; RUANGSOOK, S.; HANVIRIYAPANT, P.; ROMYEN, P.; PORN-URAIANIT, P.; SKULKHU, E.; FUKAI, S.; BASNAYAKE, J.; PODLICH, D.W. Rainfed lowland rice breeding strategies for Northeast Thaila. II. Comparison of intrastation and interstation selection. **Field. Crops. Res.** v. 64, p. 153-176, 1999.

CORNELIUS, P.L.; SEYEDSADR, M.S.; CROSSA, J. Using the shifted multiplicative model to search for “separability” in crop cultivar trials. **Theor. Appl. Genet.**, v. 84, p. 161-172, 1992.

CROSSA, J.; CORNELIUS, P.L. Sites regression and shifted multiplicative model clustering of cultivar trial sites under heterogeneity of errors variances. **Crop. Sci.**, v. 37, p. 406-415, 1997.

CROSSA, J.; CORNELIUS, P.L.; SAYRE, K.; ORTIZ-MONASTERIO R.A., J.I. Shifted multiplicative model fusion method for grouping environments without cultivar rank change. **Crop. Sci.**, v. 35, p. 54-62, 1995.

CROSSA, J.; CORNELIUS, P.L.; SEYEDSADR, M.S.; BYRNE, P. A shifted multiplicative model cluster analysis for grouping environments without genotypic rank change. **Theor. Appl. Genet.**, v. 85, p. 577-586, 1993.

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

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Rev. Bras. Genet.**, v.17, p. 69-73, 1989.

DAYNARD, T.B., TANNER, J.W; HUME, D.J. Contribution of stalk soluble carbohydrates to grain yield in corn ( *Zea mays* L.) **Crop. Sci.**, v. 9, p. 831-834, 1969.

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.

De LACY, I.J.; EISSEMAN, R.L.; COOPER, M. The importance of genotype-by-environment interaction in regional variety trials. p. 287-300. In: M.S. KANG (ed.) **Genotype-by—environment interaction of plant breeding**. Louisiana State Univ. Agr. Cent., Baton Rouge, 1990.

DERIEUX, M.; BONHOMME, R. Heat unit requirements of maize hybrids in Europe. Results of the European FAO sub-network. I. Sowing-silking period. **Maydica**. v. 27, p. 59-77, 1982.

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

DUARTE, A.P. Milho safrinha: características e sistemas de produção. p.109-138. In: GALVÃO, J.C.C. e MIRANDA, G.V. eds. **Tecnologias e produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004, 366 p.

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes**: uma introdução à análise AMMI. Sociedade Brasileira de Genética, 60p. (Série Monografias, 9), Ribeirão Preto, 1999.

DUVICK, D.N. Continuous backcrossing to transfer prolificacy to a single-eared inbred line of maize. **Crop. Sci.**, v. 14, p. 69-71, 1974.

EARLY, E.B.; MILLER, R.J.; REICHERT, G.L.; HAGEMAN, R.H.; SEIF, R.D. Effects of shade on maize production under field conditions. **Crop. Sci.**, v. 6, p. 1-7, 1966.

EBEHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop. Sci.**, v. 6, p. 36-40, 1966.

EL-LAKANY, M.A.; RUSSEL, W.A. Relationship of maize characters with yield in testcrosses of inbreds at different plant densities. **Crop. Sci.**, v. 11, p. 698-701, 1971.

ELLIS, R.H.; SUMMERFIELD, R.J.; EDMEADES, G.O.; ROBERTS, E.H. Photoperiod, temperature and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. **Crop. Sci.**, v. 32, p. 1255-1232, 1992.

EMBRAPA MILHO E SORGO. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: set. 2005.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. UFV Imprensa Universitária, 279 p., Viçosa, 1987.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Gerenciamento da cultura do milho**. Versão 2.0, ESALQ/BASF, 1999. CD-ROM.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. Ecofisiologia e rendimento. **Informações Agronômicas**. n. 78, POTAFOS, Piracicaba, 1997.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 14, p. 742-754, 1963.

FOLEY, D.C.; VERNHAM, C.C. The effect of fertilizers on stalk rot of corn in Pennsylvania. **Phytopatology**, v. 47, p. 11-12, 1957.

FORSTHOFER, E.L.; SILVA, P.R.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; TEICHMANN, L.L.; SUHRE, E. Fenologia, crescimento e desenvolvimento de híbridos de milho em três épocas de semeadura. **XXIV Congresso de milho e sorgo**. 01 a 05 de setembro, Florianópolis, 2002.

FREY, K.J. Adaptation reaction of oat strains selected under stress and non-stress environmental conditions. **Crop Science**, v. 4, p. 55-58, 1964.

FUKAI, S.; PANTUWAN, G.; JONGDEE, B.; COOPER, M. Screening for drought resistance in rainfield lowland rice. **Field. Crops. Res.** v. 64, p. 61-74, 1999.

GAIL, M.; SIMON, R. Testing for qualitative interactions between treatment effects and patient subsets. **Biometrics**, v. 41, p. 361-372, 1985.

GERAGE, A.C.; SHIOGA, P.S.; ARAÚJO, P.M. Avaliação estadual de cultivares de milho safra 2002/2003. **Informe da Pesquisa IAPAR**, n. 143, Londrina, 2003.

GERAGE, A.C.; SHIOGA, P.S.; ARAÚJO, P.M. Avaliação estadual de cultivares de milho safra 2003/2004. **Informe da Pesquisa IAPAR**, n. 144, Londrina, 2004.

GERAGE, A.C.; SHIOGA, P.S.; ARAÚJO, P.M. Avaliação estadual de cultivares de milho safra 2004/2005. **Informe da Pesquisa IAPAR**, n. 146, Londrina, 2005.

GLAZ, B.; MILLER, J.D.; KANG, M.S. Evaluation of cultivar testing locations in sugarcane. **Theor. Appl. Genet.**; v. 71, p. 22-25, 1985.

GLIFFORD, R.M.; THORNE, J.H.; HITZ, W.D.; GIAQUINTA, R.T. Crop productivity and photoassimilate partitioning. **Science**, v. 225, p. 801-808, 1984.

GOLDSWORTHY, P.R.; PALMER, A.F.E.; SPERLING, D.W. Growth and yield of lowland tropical maize in Mexico. **Journal of Agricultural Science**. v. 83, p. 223-230, 1974.

GOMES, J.; KARASAWA, M. **Como a planta do milho se desenvolve**. In: O Milho no Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná, IAPAR, Circular 29, Londrina p.33-50, 1991.

GONÇALVES, S.L. Zoneamento do milho no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. 2006 (no prelo).

GUILLEN-PORTAL, F.R.; RUSSEL, W.K.; ESKRIDGE, K.M.; BALTENSBERGER, D.D.; NELSON, L.A.; D'CROZ-MASON, N.E.; JOHNSON, B.E. Selection environment for maize in the U.S. western high plains. **Crop. Sci.**, v. 44, p. 1519-1526, 2004.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2<sup>a</sup> ed., Iowa State University Press, 1988.

HARTKAMP, A.D.; WHITE, J.W.; RODRIGUEZ AGUILAR, M.; GRANADOS, G.; BÄNZIGER, G.; SRINIVASAN, G.; CROSSA, J. Maize production environments revisited: A GIS-based Approach [Online]. Available at <[http://www.cimmyt.org/Research/NRG/map/research\\_resulting\\_paper/GIS\\_maprod/MaProd\\_cont.htm](http://www.cimmyt.org/Research/NRG/map/research_resulting_paper/GIS_maprod/MaProd_cont.htm)>. (verified 15 April 2005), 2000.

HESKETH, J.D.; WARRINGTON, I.J. Corn growth response temperature: rate and duration of leaf emergence. **Agron. J.**, v. 81, p. 696-701, 1989.

HOHLS, T. Conditions under which selection for mean productivity, tolerance to environmental stress, or stability should be used to improve yield across a range of contrasting environments. **Euphytica**, v. 120, p. 235-245, 2001.

HORNER, T.W.; FREY, K.J. Methods of determining natural areas for oat varietal recommendations. **Agron. J.**, v. 49, p. 313-315, 1957.

HOYT, P.; BRADFIELD, R. Effect of varying leaf area partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. **Agron. J.**, v. 54, p. 523-525, 1962.

HSIAO, T.C.; ACEVEDO, E. Plant responses to water deficits, water use efficiency and drought resistance. **Agricultural Meteorology**, v. 14, p. 59-84, 1974.

HUME, D.J.; CAMPBELL, D.K. Accumulation and traslocation of soluble solids in corn stalks. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 52, p. 363-368, 1972.

HUNNICUTT, B.H. **O milho**. Rio de Janeiro: Leite Ribeiro, 237 p., 1924.

IAPAR. Agro Meteriologia, 2005.

JONES, C.A.; KINIRY, J.R. CERES-maize. A simulation model of maize growth and development. Texas A&M, **Univ. Press**, College Station, 1986.

JONES, C.A.; SIMMONS, S.R. Effect of altered source-sink ratio on growth of maize kernels. **Crop. Sci.**, v. 23, p. 129-134, 1983.

KIESSELBACH, T.A. Progressive development and seasonal variations of the corn crop. **Nebraska Agricultural Bulletin**, 166, 1950.

KINIRY, J.R.; BONHOMME, R. Predicting maize phenology. In: HODGES, T. (ed.), **Predicting crop phenology**. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor. Boston. p. 115-131, 1991.

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

KOZSLOWSKI, L. informação pessoal em nov/2003.

LAMBERT, R.J. Breeding corn in a non-limiting environment. Proceedings of 33rd Annual Corn & Sorghum Research. **Conference**, p. 24-33, December 9-11, 1978.

LAMBERT, R.J. Reciprocal securrent selection of maize in a high yield environment. **Maydica**, v. 29, p. 419-430, 1984.

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

LOBBE, H. **O milho**. Instituto Agronômico de Campinas, 256 p., 1928.

LÖFFLER, C.M.; WEIN, J.; FAST, T.; GOGERTY, J.; LANGTON, S.; BERGMAN, M.; MERRIL, B. COOPER, M. Classification of maize environments using crop simulation and geographic information systems. **Crop. Sci.**, v. 45, p. 1708-1716, 2005.

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.



MALAVOLTA, E.; DANTAS, J.P. Nutrição e adubação do milho. In: **Melhoramento e produção do milho**. p. 541-593 V.II, Fundação Cargill, 795p. Campinas, 1987.

MASCARENHAS, H.A.A.; HIROCE, R. BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C.; BULISANI, E.A.; POMMER, C.V.; SAWASAKI, E.; GALLO, P.B.; PEREIRA, J.C.V.N.A. Efeito do nitrogênio residual de soja na produção do milho. Campinas: Instituto Agrônômico, **Bol. Tec.**, v. 58, 24p. 1983.

MIGUEL-WRUCK, D.S.; PAES, J.M.V.; ZITO, R.K.; SOUZA, J.A. Avaliação da severidade de *Phaeosphaeria* sp. e *Cercospora* sp. em cultivares de milho no ano agrícola 2000/2001. **Anais do XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 01 a 05 de setembro, Florianópolis, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: out. 2005.

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. Sci.**, v. 18, p. 641-645, 1978.

MUGO, S.N.; EDMEADES, G.O.; KIRUBI, D.T. Genetic improvement for drought tolerance to high plant density in tropical maize under low input levels. **Book of Abstracts**: Arnel R. Hallauer International Symposium on Plant Breeding, 17-22, August 2003, CIMMYT, Mexico, 2003.

MUNKVOLD, G.P.; DEJARDINS, A.E. Fumonisin in maize. Can we reduce their occurrence? **Plant. Disease**, v. 6, p. 556-565, 1997.

NAZARENO, N.R.X. Avaliação de perdas por podridão de colmo de milho (*Zea mays*) no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 1, p. 82-84, 1989.

OLIVEIRA, E.; FERNANDES, F.T.; CASELA, C.A.; PINTO, N.F.J.A.; FERREIRA, A.S. Diagnóstico e controle de doenças na cultura do milho. p.227-267 In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. eds. **Tecnologias de produção do Milho**. Viçosa: UFV, 2004, 366 p.

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

PATERNIANI, E. Interação de genótipo x ambiente em climas tropicais e subtropicais. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 16. Belo Horizonte. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, p. 378-382, 1986.

PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. p. 538-555. In: **Manual de Fitopatologia**. KIMATI, H.; AMORIN; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. São Paulo: Agronômica Ceres, 774p., 1997.

PINTO, N..F.J.A.; FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays*) controle de doenças. In: VALE, F.C.R.; ZAMBOLIN, L. Ed. **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. UFV Viçosa. Dep de Fitopatologia Brasília Ministério da Agricultura e do Abastecimento. v. 2, 1997.

POLLAK, L.M.; CORBETT, J.D. Using GIS datasets to classify maize-growing regions in Mexico and Central America. **Agron. J.**, v. 85, p. 1133-1139, 1993.

QUISENBERRY, J.E.; ROARK, B.; FRYREAR, D.W.; KOHEL, R.J. Effectiveness of selection in upland cotton in stress environments. **Crop Sci.**, v.20, p. 450-453, 1980.

RAJARAM, S.; BRAUN, H.; GHINKEL, M. CIMMYT's approach to breed for drought tolerante. **Euphytica**, v. 92, p. 147-153, 1996.

ROBERTSON, A. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. **Biometrics.**, v. 15, p. 469-485, 1959.

ROOD, S.B.; MAJOR, D.J. Response of early corn inbreds to photoperiod. **Crop. Sci.**, v. 20, p. 679-682, 1980.

ROSIELLE, A.A; HAMBLIN, J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and no-stress environment. **Crop. Sci.**, v. 21, p. 943-946, 1981.

RUNGE, E.C.A. Effects of rainfall and temperature interactions during the growing season on corn yield. **Agron. J.**, v. 60, p. 503-507, 1968.

RUSSEL, W.K.; ESKRIDGE, D.A.; TRAVNICEK D.A.; GUILLEN-PORTAL, F.R. Clustering environments to minimize change in rank of cultivars. **Crop. Sci.**, v. 43, p. 858-864, 2003.

SAWAZAKI, E.; DUDIENAS, C.; PATERNIANI, M.E.; GALVÃO, J.C.C.; CASTRO, J.L.; PEREIRA, J. Reação de cultivares de milho à mancha de *Paeosphaeria* no estado de São Paulo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, p. 585-589, 1997.

SEAB-DERAL. **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/seab>. Acesso em: out. 2005.

SEMENTES AGROCERES. **Agrocere tecnologia e confiança**. Disponível em: <http://www.sementesagrocere.com.br>. Acesso em: set. 2005.

SEMENTES DEKALB. **Dekalb**. Disponível em: <http://www.dekalb.com.br>. Acesso em: out. 2005.

SEMENTES PIONNER. **Portal Pionner**. Disponível em: <http://pionnersementes.com.br>. Acesso em: out. 2005.

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.

SHAW, R.H. Climate requirement. In: SPRAGUE, G.F.; DUDLEY, J.W. **Corn and corn improvement third edition**. N. 18, Madison, Wisconsin, 1988

SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos de interação genótipo x ambiente. In: Simpósio de Experimentação Agrícola 1. **Anais**. Piracicaba, ESALQ/USP, p. 49-50, 1985.

SPECHT, J.E.; CHASE, K. MACRANDER, M.; GRAEF, G.L.; CHUNG, J.; MARKWELL, J.P.; GERMANN, M; ORF, J.H.; LARK, K.G. Soybean response to water: a QTL analysis of drought tolerance. **Crop. Sci.**, v. 41, p. 493-509, 2001.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill Book Company, vol.I, 1980, 309 p.

SUHRE, E.; SILVA, P.R.F., ARGENTA, G.; RAMBO, L.; STRIEDER, M.L.; FORSTHOFER, E.L.; SILVA, A.A. Milho em sucessão a diferentes sistemas de cultivo no inverno. **XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo**. 29/08-02/09 Cuiabá, Livro de Resumos, p. 353, 2004.

TETIO-KAGHO, E.; GARDNER, F.P. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield, and yield adjustments. **Agron. J.**, v. 80, p. 935-940, 1988.

TOLLENAAR, M.; DAYNARD, T.B. Relationship between assimilate source and reproductive sink in maize grown in a short season environmental. **Agron. J.**, v. 70, p. 219-223, 1978.

TOLLENAAR, M.; DAYNARD, T.B.; HUNTER, R.B. Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. **Crop. Sci.**, v. 19, p. 363-366, 1979.

TOLLENAAR, M.; HUNTER, R.B. A photoperiod and temperature sensitive period for leaf number of maize. **Crop. Sci.**, v. 23, p. 457-460, 1983.

UD-DIN, N.; CARVER, B.F.; CLUTTER, A.C. Genetic analysis and selection for wheat yield in drought-stressed and irrigated environments. **Euphytica**, v. 62, p. 89-96, 1992.

UFV. Universidade Federal de Viçosa. <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>. Acesso em abr 2005.

UHART, S.A.; ANDRADE, E.H. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source/sink ratios. **Crop. Sci.**, v. 35, p. 183-190, 1995.

VAN OOSTEROM, E.J.; KLEJIN, J.D.; CECCARELLI, S.; NACHIT, M.M. Genotype-by-environment interactions of barley in the Mediterranean region. **Crop. Sci.**, v. 33, p. 669-674, 1993.

VENCOVSKY, R.; Herança de quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, v.1, p. 135-214, 1987.

VENCOVSKY, R. informação pessoal em mar/2005.

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

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theor. Appl. Genet.**, v. 53, p. 89-91, 1978.

VIÉGAS, G.P. Implantação da cultura. In: Simpósio sobre produtividade do milho. **Anais**, p. 113-131, IAPAR: Londrina, 1983.

VIÉGAS, G.P.; FREIRE, E.S.; FRAGA JR., C.G. Adubação do milho. XIV- Ensaio com mucuna intercalada e adubos minerais. **Bragantia**, v. 19, p. 909-941, 1960.

VIÉGAS, G.P.; PEETEN, H. Sistemas de produção. In: **Melhoramento e produção do milho**. V.II Fundação Cargill, 795 p., Campinas, 1987.

WARRINGTON, I.J.; KANEMASU, E.T. Corn growth response to temperature and photoperiod. II. Leaf-initiation and leaf appearance rates. **Agron. J.**, v. 75, p. 755-761, 1983.

WEI, J.; LÖFFLER, C.M.; PETERSON, R.; DORMAM, P. **Validation of CERES-Maize simulation model for hybrid performance prediction using site specific observations**. In: annual meetings abstracts. ASA, CSSA e SSSA. Madison, WI, 2002. CD-ROOM.

WHITE, J.W.; CORBETT, J.D.; DOBERMANN. Insufficient geographic characterization and analysis in the planning, execution and dissemination of agronomic research. **Field. Crops.**, v. 76, p. 45-54, 2002.

WYSONG, D.S.; HOOKER, A.L. Relation of soluble solids content and pith condition to *Diplodia* stalk rot in com hybrids. **Phytopatology**, v. 56, p. 26-35, 1966.

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

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral. **Revisão anual de Patologia de Plantas**, vol.1, p. 275-318, 1993.

## **APÊNDICES**

TABELA 20 – MÉDIAS DE C1 EM CL PARA OS CARACTERES IE, FL, AE, AP, AE/AP, TUR, FER, CER, %AC, %CD, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	FL Dias	AE cm	AP cm	AE/AP	TUR	FER	CER	%AC	%CD	U%	PD t/ha	
25	1.00	79	124	217	0.57	1	3	3	0	41	22.8	11.59	a
3	1.01	77	123	225	0.55	3	3	7	10	49	20.8	11.34	a b
4	1.04	78	117	207	0.57	2	3	8	0	56	23.6	10.73	a b c
14	1.01	78	124	216	0.57	2	2	8	1	44	23.0	10.73	a b c
19	1.04	73	119	209	0.57	3	3	9	0	35	14.9	10.50	a b c d
18	1.15	75	119	206	0.58	1	3	7	0	10	21.7	10.27	a b c d e
9	1.21	77	126	234	0.54	6	4	8	0	44	14.6	10.22	a b c d e
23	1.24	78	106	209	0.50	1	1	9	0	23	20.1	10.22	a b c d e
1	1.01	78	118	210	0.56	1	3	5	5	32	25.3	10.10	a b c d e f
16	1.07	75	128	229	0.56	8	5	8	0	55	20.2	9.90	a b c d e f g
24	1.01	77	116	202	0.57	3	3	4	0	27	23.8	9.33	b c d e f g h
6	1.01	78	109	199	0.55	2	4	3	0	34	20.8	9.32	b c d e f g h
17	1.12	80	93	192	0.48	1	3	8	14	61	22.8	8.80	c d e f g h i
10	0.99	77	119	221	0.56	1	3	7	26	59	17.7	8.79	c d e f g h i
20	1.05	73	105	195	0.54	1	5	7	0	79	18.5	8.61	c d e f g h i
8	0.99	72	115	214	0.54	1	3	8	2	25	14.7	8.60	c d e f g h i
15	0.99	78	116	213	0.54	3	2	6	1	2	22.2	8.41	d e f g h i j
13	0.95	74	102	202	0.51	3	7	7	1	48	18.9	8.19	e f g h i j
5	1.03	78	103	191	0.54	3	5	6	1	33	20.3	8.01	f g h i j
7	1.01	79	116	217	0.54	1	2	5	6	31	22.0	7.86	g h i j k
11	0.99	85	115	198	0.58	1	6	2	0	33	25.7	7.71	h i j k
2	0.98	80	104	212	0.49	1	5	4	0	20	20.7	7.00	i j k
22	1.08	82	98	190	0.51	1	3	5	2	14	22.7	6.77	i j k
21	1.15	77	92	196	0.47	3	3	6	0	53	17.0	6.40	j k
12	0.94	85	129	214	0.61	1	3	1	1	17	25.3	5.78	k
Média	1.01	78	113	209	0.54	2	3	6	3	37	20.8	9.01	

**NOTA:** Data de semeadura: 23/09/2003; Densidade populacional: 75.000 pl/ha

C1 = Conjunto 1; CL = Campo Largo; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AE = Altura da espiga; AP = Altura da Planta; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; TUR = *E. Turicum*; CER = Cercospora; FER = Ferrugem Comum; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; CD% = Percentagem de Colmos Doentes; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 21 – MÉDIAS DE C2 EM CL PARA OS CARACTERES IE, FL, AE, AP, AE/AP, TUR, FER, CER, %AC, %CD, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	FL dias	AE Cm	AP cm	AE/AP	TUR	FER	CER	%AC	%CD	U%	PD t/ha	
25	1.08	78	124	220	0.57	3	3	5	0	56	22.4	11.79	a
5	1.07	79	117	206	0.56	5	6	6	0	46	21.5	11.25	a b
9	0.94	78	109	212	0.51	1	2	7	13	47	16.0	11.14	a b
21	1.16	79	122	208	0.58	3	2	9	1	23	21.7	10.98	a b c
23	1.39	79	111	210	0.53	3	1	9	0	35	15.9	10.91	a b c
18	1.17	76	115	204	0.56	4	3	6	4	55	13.7	10.39	a b c
17	1.01	80	118	210	0.56	5	6	7	0	67	22.6	10.22	a b c
14	1.00	82	103	194	0.53	1	3	5	0	46	23.0	9.95	a b c d
7	1.23	77	108	217	0.50	5	3	5	0	85	14.2	9.95	a b c d
6	1.08	79	123	222	0.56	4	6	9	0	83	18.8	9.80	a b c d e
13	1.11	79	104	197	0.53	1	4	6	0	48	20.0	9.68	a b c d e
12	1.01	77	128	223	0.58	5	6	8	0	62	23.3	9.59	a b c d e
2	1.03	79	105	204	0.55	5	4	9	0	21	22.1	9.56	a b c d e
3	1.07	83	109	192	0.53	1	7	6	0	59	21.2	9.56	a b c d e
11	1.01	79	125	222	0.56	3	6	7	1	39	23.0	9.53	a b c d e
24	0.99	79	96	186	0.52	1	4	5	0	32	23.1	9.37	a b c d e
8	1.01	80	90	201	0.45	2	3	6	3	38	23.6	9.13	b c d e
4	1.07	79	108	205	0.57	3	6	3	0	66	21.7	8.90	b c d e
19	1.03	80	118	201	0.59	1	4	3	0	13	22.0	8.87	b c d e
10	1.04	84	114	207	0.55	3	7	3	4	50	23.8	8.54	c d e f
15	1.03	81	110	213	0.52	5	4	3	0	69	20.6	7.69	d e f g
1	1.04	84	93	183	0.51	1	4	2	1	16	23.6	7.46	e f g
22	0.94	78	106	199	0.53	1	5	8	0	65	18.6	6.24	f g
16	1.03	81	97	190	0.51	3	3	6	0	34	21.7	5.91	g
20	0.91	90	96	199	0.48	4	4	3	1	21	24.5	5.34	g
Médias	1.02	80	110	206	0.54	3	4	6	1	47	20.9	9.27	

**NOTA:** Data de semeadura: 23/09/2003; Densidade populacional: 75.000 pl/ha

C2 = Conjunto 2; CL = Campo Largo; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AE = Altura da espiga; AP = Altura da Planta; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; TUR = *E. Turicum*; CER = Cercospora; FER = Ferrugem Comum; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; CD% = Percentagem de Colmos Doentes; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 22 – MÉDIAS DE C1 EM PG PARA OS CARACTERES IE, %AC, %CD, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	% AC	%CD	U%	PD	
					t/ha	
4	1.17	0	8	24.8	17.46	a
23	1.45	0	12	20.7	17.29	a b
3	1.14	15	22	23.9	16.74	a b c
9	1.17	0	13	21.7	16.30	a b c d
25	1.03	0	3	22.8	16.01	a b c d e
10	1.15	3	5	22.8	15.63	a b c d e f
11	1.05	0	1	25.5	15.41	a b c d e f g
16	1.20	0	3	21.8	15.38	a b c d e f g
24	1.10	0	1	23.6	15.32	b c d e f g
7	1.17	8	5	23.2	15.20	b c d e f g
17	1.11	0	2	23.7	15.07	c d e f g
18	1.26	0	0	22.6	14.59	d e f g h
14	1.16	4	1	24.1	14.18	d e f g h
6	1.05	3	6	22.8	14.04	e f g h i
1	1.00	10	10	22.0	13.81	f g h i j
19	1.06	0	1	23.6	13.37	g h i j k
20	1.13	0	7	27.9	13.35	g h i j k
15	1.09	20	9	23.3	12.85	h i j k
21	1.10	1	3	23.9	12.72	h i j k
13	1.09	0	15	27.9	12.65	h i j k
8	1.15	5	2	20.4	12.54	h i j k
22	1.10	0	0	24.9	12.03	i j k
12	1.00	4	0	23.9	11.99	i j k
5	1.14	0	5	24.1	11.79	j k
2	1.13	0	9	22.9	11.43	k
Médias	1.13	3	6	23.6	14.29	

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; PG = Ponta Grossa; IE = Índice de Espigas; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; CD% = Percentagem de Colmos Doentes; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade



TABELA 23 – MÉDIAS DE C2 EM PG PARA OS CARACTERES IE, %AC, %CD, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	%AC	CD%	U%	PD	
					t/ha	
21	1.47	4	1	24.4	17.95	a
6	1.25	0	11	24.5	16.60	a b
23	1.52	0	25	23.9	16.38	a b c
25	1.02	4	4	24.3	16.10	a b c d
5	1.11	0	4	23.4	15.90	a b c d
7	1.23	0	7	22.7	15.80	a b c d e
11	1.49	0	3	24.4	15.59	b c d e
15	1.13	0	0	24.7	15.54	b c d e
3	1.13	0	0	24.1	15.04	b c d e f
9	1.00	1	6	23.2	14.80	b c d e f
10	1.32	0	7	22.6	14.77	b c d e f
17	1.11	1	0	25.8	14.73	b c d e f g
12	1.09	0	0	26.2	14.52	b c d e f g h
2	1.09	0	0	24.7	14.17	c d e f g h
8	1.08	3	3	22.0	14.06	d e f g h i
4	1.38	0	8	24.4	13.94	d e f g h i
13	1.17	0	2	24.9	13.60	e f g h i j
24	1.07	0	2	25.6	13.59	e f g h i j
1	1.14	17	2	23.7	13.06	f g h i j
19	1.03	0	0	23.2	12.47	g h i j
20	1.05	1	0	24.7	12.46	h i j
18	1.23	0	2	25.4	12.41	h i j
14	1.00	0	0	24.0	11.81	i j k
22	1.05	0	11	24.7	11.59	j k
16	1.03	0	7	25.2	9.78	k
Médias	1.17	1	4	24.3	14.27	

**NOTA:** C2 = Conjunto 2; PG = Ponta Grossa; IE = Índice de Espigas; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; CD% = Percentagem de Colmos Doentes; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 24 – MÉDIAS DE C1 EM FZ PARA OS CARACTERES %AC, PH, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	%AC	PH	U%	PD t/ha	
4	8	7	32.8	14.17	a
25	9	3	26.4	13.97	a b
23	5	7	24.0	13.76	a b c
9	0	7	26.7	13.65	a b c
3	6	4	30.6	13.40	a b c d
24	4	3	28.5	12.80	a b c d e
16	2	2	26.8	12.78	a b c d e
19	0	6	28.8	12.62	a b c d e f
10	27	4	28.9	12.60	a b c d e f
18	0	5	29.3	12.47	a b c d e f g
1	16	6	31.8	12.02	a b c d e f g
14	4	7	30.5	12.02	a b c d e f g
17	6	3	29.5	11.68	b c d e f g h
6	0	3	29.0	11.65	b c d e f g h
15	2	2	31.2	11.51	c d e f g h
20	9	3	26.1	11.15	d e f g h
5	1	7	29.9	10.99	e f g h
7	1	5	31.7	10.87	e f g h
8	13	9	24.6	10.72	e f g h i
2	0	7	28.9	10.31	f g h i j
11	6	7	35.5	10.19	g h i j
13	13	8	28.7	9.50	h i j
21	0	2	29.5	8.41	i j k
12	2	6	31.9	8.29	j k
22	6	5	32.8	6.76	k
Médias	6	5	29.4	11.53	

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; FZ = Fazenda Rio Grande; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; PH = *Phaeosphaeria*; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 25 – MÉDIAS DE C1 EM LD PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	FL dias	AP cm	AE cm	AE/AP	%AC	U %	PD t/ha	
3	1.02	60	230	113	0.50	0	17.1	12.24	a
4	1.10	59	225	112	0.49	0	17.7	11.30	a b
25	1.07	61	216	110	0.51	0	18.0	11.30	a b
9	1.04	59	223	113	0.51	3	16.4	11.23	a b
16	1.07	59	225	115	0.50	0	16.7	11.17	a b
24	1.02	59	210	110	0.53	1	19.8	10.97	a b
23	1.21	60	223	112	0.50	0	14.5	10.95	a b
14	1.02	62	225	115	0.50	0	20.1	10.87	a b c
7	1.06	63	228	110	0.48	0	18.5	10.73	a b c d
11	1.01	62	223	120	0.53	0	19.7	10.58	a b c d
1	1.00	62	233	102	0.44	1	19.6	10.49	a b c d
20	1.02	57	215	103	0.48	1	17.8	10.13	b c d e
17	1.07	61	210	100	0.47	2	19.9	10.09	b c d e
6	1.02	61	223	107	0.48	0	18.6	9.92	b c d e
10	1.06	60	225	113	0.49	3	16.2	9.81	b c d e
13	1.02	56	218	97	0.45	0	16.8	9.72	b c d e
19	1.04	57	218	107	0.49	0	17.3	9.54	b c d e f
12	0.98	67	230	122	0.53	2	19.4	9.48	b c d e f
18	1.02	58	213	113	0.54	0	19.7	9.46	b c d e f
15	1.02	60	228	113	0.49	0	19.2	9.39	b c d e f
5	0.95	60	203	103	0.50	0	19.8	8.94	c d e f
8	1.03	57	228	108	0.48	1	15.4	8.75	d e f
22	1.10	64	213	103	0.49	0	19.5	8.25	e f
2	1.02	61	218	105	0.48	0	19.0	8.15	e f
21	0.96	62	215	102	0.48	0	18.7	7.70	f
Médias	1.04	60	220	109	0.49	1	18.2	10.05	

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; LD = Londrina; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 26 – MÉDIAS DE C2 EM LD PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	FL dias	AP cm	AE cm	AE/AP	U%	PD t/ha	
5	1.03	60	228	117	0.51	18.9	12.70	a
7	1.17	59	235	113	0.49	15.7	12.35	a b
6	1.14	61	233	130	0.55	18.5	12.13	a b
11	1.15	61	233	122	0.52	20.0	11.98	a b c
25	1.00	60	223	118	0.53	18.3	11.85	a b c
4	1.10	59	225	112	0.50	18.7	11.63	a b c
23	1.17	60	228	108	0.48	14.4	10.96	a b c d
2	1.02	59	233	122	0.52	17.0	10.96	a b c d
12	1.06	60	220	112	0.52	20.2	10.95	a b c d
21	1.13	59	235	118	0.51	19.7	10.79	a b c d e
3	1.08	62	208	103	0.49	19.8	10.78	a b c d e
9	0.98	60	228	108	0.47	17.4	10.65	a b c d e
24	1.02	60	205	107	0.52	20.2	10.51	a b c d e
18	1.10	58	218	110	0.51	15.1	10.40	a b c d e
17	1.03	61	223	115	0.53	20.7	10.27	a b c d e
10	1.02	63	235	122	0.52	19.9	10.07	a b c d e
15	1.00	60	233	123	0.53	19.5	10.01	a b c d e
13	1.06	60	203	98	0.48	19.5	9.88	a b c d e
14	1.02	63	215	105	0.48	20.2	9.75	b c d e
19	1.00	59	210	105	0.50	18.7	9.62	b c d e
8	0.99	61	218	102	0.47	18.5	9.49	b c d e
1	0.92	63	208	100	0.48	19.2	9.24	c d e
20	0.94	67	235	118	0.51	19.6	8.71	d e
22	1.09	61	213	107	0.51	17.9	8.54	d e
16	1.02	62	193	93	0.49	19.1	7.95	e
Médias	1.05	61	221	112	0.51	18.7	10.49	

**NOTA:** C2 = Conjunto 2; LD = Londrina; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 27 – MÉDIAS DE C1 EM CS PARA OS CARACTERES IE, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	AP cm	AE Cm	AE/AP	%AC	U%	PD t/ha	
25	0.99	223	89	0.40	2	11.3	11.86	a
4	1.00	212	77	0.36	6	11.4	11.83	a
3	0.91	215	82	0.38	10	11.5	11.31	a b
23	1.14	225	83	0.37	0	10.8	11.14	a b
17	0.96	215	71	0.33	24	11.4	10.88	a b c
14	0.95	240	109	0.45	2	12.2	10.72	a b c d
10	0.95	218	78	0.36	19	11.7	10.70	a b c d
9	0.98	205	81	0.40	13	12.1	10.58	a b c d e
24	0.92	192	80	0.42	3	11.7	10.48	a b c d e
16	1.00	233	88	0.37	3	11.7	10.47	a b c d e
11	0.84	193	71	0.37	10	14.0	9.83	a b c d e f
19	0.98	212	79	0.37	0	11.1	9.33	b c d e f g
7	0.83	222	86	0.39	3	11.3	8.96	c d e f g h
12	0.92	217	88	0.41	5	12.2	8.87	c d e f g h
20	0.84	195	73	0.37	4	10.8	8.82	c d e f g h
13	0.91	195	61	0.31	6	11.6	8.81	c d e f g h
1	0.84	207	66	0.32	10	11.5	8.69	d e f g h i
6	0.85	219	82	0.37	2	11.4	8.63	d e f g h i
18	0.93	198	73	0.37	2	11.3	8.42	e f g h i
8	0.90	217	84	0.39	12	11.1	8.25	f g h i
15	0.93	211	72	0.34	16	11.2	8.10	f g h i
22	0.85	224	81	0.36	9	13.3	7.34	g h i
21	0.94	205	71	0.35	2	11.4	7.29	g h i
5	0.91	195	76	0.39	3	11.2	7.05	h i
2	0.85	200	65	0.33	2	11.4	6.59	i
Médias	0.92	211	79	0.37	7	11.6	9.40	

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; CS = Centenário do Sul; IE = Índice de Espigas; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 28 – MÉDIAS DE C2 EM CS PARA OS CARACTERES IE, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	AP cm	AE cm	AE/AP	%AC	U%	PD t/ha	
6	1.02	235	97	0.41	4	12.3	12.44	a
12	1.02	217	83	0.39	4	13.1	12.11	a
23	1.26	223	73	0.33	31	12.0	11.76	a b
24	0.98	202	81	0.40	3	12.9	11.43	a b c
25	0.98	226	95	0.42	5	11.7	11.38	a b c
11	1.01	233	82	0.35	7	12.7	11.34	a b c
21	1.09	235	98	0.42	9	12.2	11.32	a b c
17	0.84	230	90	0.39	13	12.6	11.32	a b c
5	1.00	217	86	0.40	6	11.8	11.29	a b c
15	1.03	222	89	0.40	46	12.7	10.87	a b c d
13	0.84	217	80	0.37	19	12.9	10.25	b c d e
7	0.98	217	71	0.32	17	11.5	10.19	b c d e
4	1.00	200	73	0.37	15	12.0	10.13	b c d e
3	0.99	205	73	0.36	18	12.7	10.11	b c d e
9	1.00	227	69	0.30	16	11.3	10.08	b c d e
8	1.00	195	62	0.32	5	12.1	9.82	c d e
2	1.03	212	73	0.34	7	12.0	9.51	d e f
10	1.00	233	85	0.36	14	12.4	9.27	d e f
18	0.96	202	74	0.37	25	11.8	9.18	d e f
14	1.00	218	80	0.36	11	12.5	9.00	e f
20	1.00	221	80	0.36	12	11.6	8.94	e f g
1	1.01	210	72	0.34	17	12.1	8.69	e f g
19	1.03	210	89	0.42	37	11.8	8.53	e f g
22	0.88	218	82	0.37	13	12.3	7.94	f g
16	1.00	188	68	0.36	28	11.9	7.27	g
Médias	0.99	217	80	0.37	15	12.2	10.17	

**NOTA:** C2 = Conjunto 2; CS = Centenário do Sul; IE = Índice de Espigas; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 29 – MÉDIAS DE C1 EM PL PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	FL dias	AP cm	AE cm	AE/AP	%AC	U%	PD t/ha	
23	1.06	58	180	92	0.51	0	8.4	12.72	a
25	1.01	61	195	100	0.51	0	9.0	12.70	a
7	1.02	62	200	83	0.42	6	9.8	11.70	a b
4	0.98	57	160	63	0.40	9	8.5	11.57	a b c
14	1.00	62	192	93	0.49	0	10.2	11.28	a b c d
11	0.99	63	193	93	0.48	5	10.1	10.35	a b c d e
16	0.93	58	183	95	0.52	1	8.9	10.30	a b c d e
3	1.00	56	157	67	0.42	12	8.8	10.20	a b c d e
10	1.00	60	170	72	0.42	15	9.9	9.90	b c d e f
19	1.04	56	173	72	0.41	2	9.5	9.88	b c d e f
24	1.01	58	158	82	0.52	3	9.8	9.81	b c d e f
6	0.82	57	172	75	0.44	3	9.6	9.66	b c d e f
20	1.00	55	167	73	0.44	1	9.4	9.40	b c d e f
9	1.00	59	187	87	0.46	7	10.6	9.34	b c d e f g
12	1.03	63	185	90	0.48	5	10.4	9.33	b c d e f g
1	1.00	58	165	82	0.49	12	8.9	9.31	b c d e f g
15	1.00	56	180	73	0.41	7	9.6	8.82	c d e f g
18	1.03	58	172	77	0.45	3	8.0	8.77	d e f g
17	1.02	58	168	73	0.43	3	8.3	8.59	d e f g
13	1.01	55	157	65	0.41	8	8.9	8.38	e f g
22	1.04	64	178	77	0.43	4	10.3	8.10	e f g
2	1.03	61	185	75	0.41	3	10.2	7.95	e f g
21	1.01	62	170	72	0.42	0	9.8	7.95	e f g
8	0.99	57	155	68	0.44	4	7.7	7.15	f g
5	0.98	60	170	75	0.44	5	10.0	6.60	g
Médias	1.00	59	175	79	0.45	5	9.4	9.59	

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; PL = Palotina; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade

TABELA 30 – MÉDIAS DE C2 EM PL PARA OS CARACTERES IE, FL, AP, AE, AE/AP, %AC, U% E PD, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	IE	FL dias	AP Cm	AE cm	AE/AP	%AC	U%	PD t/ha	
6	1.03	61	180	83	0.46	2%	8.1	11.67	a
25	0.99	61	185	98	0.53	2%	8.6	11.15	a b
23	1.08	57	178	83	0.47	0%	7.7	10.79	a b c
3	1.00	61	172	80	0.47	3%	10.1	10.36	a b c d
12	1.03	59	175	90	0.51	4%	8.1	10.10	a b c d e
17	1.01	60	173	85	0.49	1%	9.8	10.00	a b c d e f
11	1.07	62	198	107	0.53	2%	11.1	9.82	a b c d e f g
24	1.00	58	177	82	0.47	3%	9.8	9.66	a b c d e f g h
15	1.00	60	192	92	0.48	16%	9.3	9.49	a b c d e f g h
14	1.00	64	173	77	0.44	0%	10.4	9.48	a b c d e f g h
5	1.01	58	178	90	0.50	3%	9.2	9.43	b c d e f g h
13	1.01	63	158	82	0.51	1%	10.2	8.98	b c d e f g h i
7	1.02	58	147	70	0.48	3%	9.1	8.66	c d e f g h i
21	1.02	62	168	80	0.48	11%	9.4	8.66	c d e f g h i
10	1.04	60	167	82	0.49	3%	10.3	8.61	c d e f g h i
2	1.01	56	170	85	0.50	5%	9.1	8.30	d e f g h i
4	1.01	58	165	80	0.49	3%	9.4	8.10	e f g h i
18	1.02	58	163	87	0.53	9%	7.9	8.09	e f g h i
19	1.00	58	152	72	0.48	4%	9.3	8.00	e f g h i j
9	1.00	56	148	55	0.37	46%	8.9	7.86	f g h i j
1	1.00	62	175	77	0.43	0%	10.4	7.79	g h i j
20	1.03	62	175	83	0.48	3%	11.2	7.65	g h i j
16	1.01	63	168	77	0.46	2%	7.9	7.59	h i j
22	1.00	62	170	78	0.46	3%	10.3	7.17	i j
8	1.03	56	140	67	0.48	14%	9.3	5.89	j
Médias	1.02	60	170	82	0.48	6%	9.4	8.93	

**NOTA:** C2 = Conjunto 2; PL = Palotina; IE = Índice de Espigas; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; AE/AP = Posição Relativa da Espiga; AC% = Percentagem de Acamamento e Quebramento; U% = Umidade dos Grãos na Colheita; PD = Produtividade



TABELA 31 – ESTIMATIVAS DE QUADRADOS MÉDIOS (QM), COEFICIENTES DE VARIAÇÃO EXPERIMENTAL (CV%) PARA OS CARACTERES PD, AP, AE E FL, DOS HÍBRIDOS DE C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	GL	QM																					
		CL (C1)		CL (C2)		PG(C1)		PG (C2)		FZ (C1)		LD (C1)		LD (C2)		CS (C1)		CS (C2)		PL (C1)		PL (C2)	
<b>PD</b>																							
BL	2	0.33	ns	1.43	ns	0.01	ns	0.37	ns	0.08	ns	3.63	***	1.90	ns	0.75	Ns	0.79	ns	1.52	ns	0.90	ns
TRAT	24	7.34	***	8.21	***	9.51	***	10.30	***	10.59	***	3.84	***	4.42	***	7.06	***	5.47	***	7.44	***	5.47	***
RES	48	0.46		0.60		0.46		0.51		0.55		0.40		0.82		0.47		0.29		0.73		0.48	
CV%		7.6%		8.3%		4.6%		5.0%		6.5%		6.3%		8.6%		7.3%		5.3%		8.9%		7.8%	
<b>AP</b>																							
BL	2	654.09	**	266.65	ns	-	-	-	-	147.00	*	36.00	ns	190.33	Ns	957.69	**	264.33	ns	441.33	*		
TRAT	24	422.22	***	509.55	***	-	-	-	-	186.47	***	429.78	***	502.11	**	491.31	***	499.25	***	544.08	***		
RES	48	126.57		184.80		-	-	-	-	42.10		25.24		141.74		122.87		119.54		135.08			
CV%		5.4%		6.6%						2.9%		2.3%		5.6%		5.1%		6.3%		6.8%			
<b>AE</b>																							
BL	2	267.88		111.21	ns	-	-	-	-	49.00	ns	6.33	ns	46.72	Ns	100.21	ns	170.33	ns	484.00	ns		
TRAT	24	334.31		337.56	***	-	-	-	-	116.75	***	240.92	***	285.54	**	263.42	***	313.11	***	307.97	*		
RES	48	129.69		116.59		-	-	-	-	30.25		34.46		95.58		79.09		74.15		163.51			
CV%		10,02%		9.8%						5.4%		5.3%		12.4%		11,1%		10.9%		15.7%			
<b>FL</b>																							
BL	2	14.45	**	0.34	ns	-	-	-	-	1.21	ns	1.01	ns	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAT	24	30.03	***	27.80	***	-	-	-	-	18.23	***	11.52	***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RES	48	2.90		3.75		-	-	-	-	0.87		0.47		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV%		2.2%		2.4%						1.5%		1.1%											
<b>IE</b>																							
BL	2	0.002		0.0045		0.0036		0.0068		-		0.0047		0.007		0.0044		0.0037		0.0007		0.0003	
TRAT	24	0.018	***	0.0295	***	0.0252	***	0.0728	***	-		0.0079	***	0.0139	***	0.0140	***	0.0185	***	0.0012	ns	0.0018	***
RES	48	0.002		0.0045		0.0048		0.0057		-		0.0018		0.022		0.0046		0.0055		0.0007		0.0006	
CV%		4.1%		6.3%		6.1%		6.4%				4.1%		4.5%		7.3%		7.4%		2.7%		2.4%	

**NOTA:** PD = Produtividade ; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; IE = Índice de Espigas; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2

TABELA 32 – MÉDIA DE PRODUTIVIDADE (t/ha) DE C1 EM CL, PG, FZ, LD, CS E PL, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	MA1			MA2			Média	
	CL	PG	FZ	LD	CS	PL		
25	11.59	16.01	13.97	11.30	11.86	12.70	12.91	a
4	10.73	17.46	14.17	11.30	11.83	11.57	12.84	a b
23	10.22	17.29	13.76	10.95	11.14	12.72	12.68	a b c
3	11.34	16.74	13.40	12.24	11.31	10.20	12.54	a b c d
9	10.22	16.30	13.65	11.23	10.58	9.34	11.89	a b c d e
16	9.90	15.38	12.78	11.17	10.47	10.30	11.66	a b c d e f
14	10.73	14.18	12.02	10.87	10.72	11.28	11.63	a b c d e f
24	9.33	15.32	12.80	10.97	10.48	9.81	11.45	a b c d e f g
10	8.79	15.63	12.60	9.81	10.70	9.90	11.24	a b c d e f g
7	7.86	15.20	10.87	10.73	8.96	11.70	10.89	a b c d e f g h
19	10.50	13.37	12.62	9.54	9.33	9.88	10.87	a b c d e f g h
17	8.80	15.07	11.68	10.09	10.88	8.59	10.85	a b c d e f g h
1	10.10	13.81	12.02	10.49	8.69	9.31	10.74	b c d e f g h
11	7.71	15.41	10.19	10.58	9.83	10.35	10.68	c d e f g h i
18	10.27	14.59	12.47	9.46	8.42	8.77	10.66	c d e f g h i
6	9.32	14.04	11.65	9.92	8.63	9.66	10.54	d e f g h i j
20	8.61	13.35	11.15	10.13	8.82	9.40	10.24	e f g h i j k
15	8.41	12.85	11.51	9.39	8.10	8.82	9.85	e f g h i j k
13	8.19	12.65	9.50	9.72	8.81	8.38	9.54	f g h i j k
8	8.60	12.54	10.72	8.75	8.25	7.15	9.33	g h i j k
12	5.78	11.99	8.29	9.48	8.87	9.33	8.96	h i j k
5	8.01	11.79	10.99	8.94	7.05	6.60	8.90	h i j k
2	7.00	11.43	10.31	8.15	6.59	7.95	8.57	i j k
21	6.40	12.72	8.41	7.70	7.29	7.95	8.41	j k
22	6.77	12.03	6.76	8.25	7.34	8.10	8.21	k
Média	9.01	14.29	11.53	10.05	9.40	9.59	10.85	
pl/há	75,000	62,500	68,750	65,000	62,500	58,000		

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; CL = Campo Largo; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; PL = Palotina; MA1 = Macro-ambiente 1; MA2 = Macro-ambiente 2

TABELA 33 – MÉDIA DE PRODUTIVIDADE (t/ha) DE C2 EM CL, PG, LD, CS E PL, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

Ti	MA1		MA2			MÉDIA	
	CL	PG	LD	CS	PL		
6	9,80	16,60	12,13	12,44	11,67	12,53	a
25	11,79	16,10	11,85	11,38	11,15	12,45	a b
23	10,91	16,38	10,96	11,76	10,79	12,16	a b c
5	11,25	15,90	12,70	11,29	9,43	12,11	a b c
21	10,98	17,95	10,79	11,32	8,66	11,94	a b c
11	9,53	15,59	11,98	11,34	9,82	11,65	a b c d
12	9,59	14,52	10,95	12,11	10,10	11,45	a b c d e
7	9,95	15,80	12,35	10,19	8,66	11,39	a b c d e
17	10,22	14,73	10,27	11,32	10,00	11,31	a b c d e
3	9,56	15,04	10,78	10,11	10,36	11,17	a b c d e
24	9,37	13,59	10,51	11,43	9,66	10,91	a b c d e
9	11,14	14,80	10,65	10,08	7,86	10,91	a b c d e
15	7,69	15,54	10,01	10,87	9,49	10,72	a b c d e f
4	8,90	13,94	11,63	10,13	8,10	10,54	a b c d e f
2	9,56	14,17	10,96	9,51	8,30	10,50	a b c d e f
13	9,68	13,60	9,88	10,25	8,98	10,48	a b c d e f g
10	8,54	14,77	10,07	9,27	8,61	10,25	b c d e f g
18	10,39	12,41	10,40	9,18	8,09	10,09	c d e f g
14	9,95	11,81	9,75	9,00	9,48	10,00	c d e f g
8	9,13	14,06	9,49	9,82	5,89	9,68	d e f g h
19	8,87	12,47	9,62	8,53	8,00	9,50	d e f g h
1	7,46	13,06	9,24	8,69	7,79	9,25	e f g h
20	5,34	12,46	8,71	8,94	7,65	8,62	f g h
22	6,24	11,59	8,54	7,94	7,17	8,30	g h
16	5,91	9,78	7,95	7,27	7,59	7,70	h
Média	9,27	14,27	10,49	10,17	8,93	10,62	
pl/há	75.000	62.500	65.000	65.000	62.500		

**NOTA:** C2 = Conjunto 2; CL = Campo Largo; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; PL = Palotina; MA1 = Macro-ambiente 1; MA2 = macro-ambiente 2

TABELA 34 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DE LOCAIS PARA C1, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	GL	SQ	%SQ <sub>T</sub>	QM	F	
B / L	12	12.66	0.5%	1.06		
L	5	1485.07	54.1%	297.01	281.52	***
MA	1	422.66	15.4%	422.66	400.62	***
DMA	4	1062.40	38.7%	265.60	251.75	***
H	24	850.93	31.0%	35.46	17.18	***
GH	4	805.74	29.4%	201.43	97.59	***
DGH	20	45.19	1.6%	2.26	1.09	ns
H x L	120	247.70	9.0%	2.06	4.06	***
GH x L	20	41.35	1.5%	2.07	4.07	***
GH X MA	4	20.45	0.7%	5.11	10.05	***
GH x DMA	16	20.90	0.8%	1.31	2.57	***
DGH x L	100	206.35	7.5%	2.06	4.06	***
DGHxMA	20	62.20	2.3%	3.11	6.12	***
DGHxDMA	80	144.15	5.3%	1.80	3.54	***
Resíduo	288	146.43	5.3%	0.51		
Total	449	2742.78	100%	CV:	6.70%	

NOTA: C1 = Conjunto 1

TABELA 35 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA DE LOCAIS PARA C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	FV	GL	SQ	%SQ <sub>T</sub>	QM	F	
B / L		10	10.77	0.5%	1.08		
L		4	1364.72	58.9%	341.18	316.87	***
MA		1	327.33	14.1%	327.33	304.0	***
DMA		3	1,037.39	44.8%	345.80	321.2	***
H		24	591.14	25.5%	24.63	10.67	***
GH		4	546.53	23.6%	136.63	59.18	***
DGH		20	44.61	1.9%	2.23	0.97	ns
H x L		96	221.65	9.6%	2.31	4.3	***
GH x L		16	43.22	1.9%	2.70	5.0	***
GH x MA		4	21.90	0.9%	5.47	10.1	***
GH x DMA		12	21.33	0.9%	1.78	3.3	***
DGH x L		80	178.43	7.7%	2.23	4.1	***
DGH x MA		20	49.03	2.1%	2.45	4.5	***
DGH x DMA		60	129.40	5.6%	2.16	4.0	***
Resíduo		240	129.77	5.6%	0.54		
Total		374	2318.05	100%			
Média		10.62				CV: 6.9%	

**NOTA:** C2 = Conjunto 2

TABELA 36 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O CONJUNTO DE LOCAIS, EM C1 E C2, PARA AS VARIÁVEIS AP, AE, FL E IE, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	AP (cm) <sup>2</sup>		AE (cm) <sup>2</sup>		FL (dias) <sup>2</sup>		IE (e/pl) <sup>2</sup>		
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	
<b>C1</b>									
B/L	8	313.94	8	133.48	4	7.83			0,003
L	24	30568.22 ***	24	26899.75 ***	1	11405.76 ***			0,430 ***
H	3	864.81 ***	3	670.35 ***	24	44.735 ***			0,060 ***
H x L	72	248.41 ***	72	126.45 ns	24	3.52 *			0,013
Resíduo	192	107.23	192	82.42	96	1.88			0,005
CV%	5.1%		9.5%		2.3%		6.3%		
<b>C2</b>									
B/L	8	425.42	8	175.44	4	0.77	10		0.004
L	3	39907.72 ***	3	22555.92 ***	1	13862.42 ***	4		0.329 ***
H	24	1149.24 ***	24	767.35 ***	24	34.84 ***	24		0.075 ***
H x L	72	275.16 ***	72	127.51 ns	24	3.79 *	96		0.016 ***
Resíduo	192	117.00	192	98.41	96	1.97	240		0.004
CV%	5.3%		10.3%		2.5%		5.7%		

**NOTA:** C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2; AP = Altura da Planta; AE = Altura da espiga; FL = Número de Dias entre a Emergência e o Florescimento; IE = Índice de Espigas.

TABELA 37 – ESTIMATIVAS DE COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO GENÉTICA ( $r_{jj'}$ ) ENTRE OS AMBIENTES CL, PG, FZ, LD, CS, E PL, NOS CONJUNTOS DE HÍBRIDOS C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

$r_{jj'}$	CL1	CL2	CL $\bar{x}$	PG1	PG2	PG $\bar{x}$	FZ	LD1	LD2	LD $\bar{x}$	Cs1	Cs2	CS $\bar{x}$	PL1	PL2	PL $\bar{x}$	Média
CL	-	-	-	0.69	0.66	<b>0.68</b>	<b>0.89</b>	0.74	0.75	<b>0.74</b>	0.71	0.63	<b>0.67</b>	0.56	0.49	<b>0.53</b>	<b>0.70</b>
PG	0.69	0.66	<b>0.68</b>	-	-	-	<b>0.78</b>	0.84	0.75	<b>0.80</b>	0.89	0.83	<b>0.86</b>	0.76	0.58	<b>0.67</b>	<b>0.76</b>
FZ	0.89	-	<b>0.89</b>	0.78	-	<b>0.78</b>	-	0.74	-	<b>0.74</b>	0.73	-	<b>0.73</b>	0.58	-	<b>0.58</b>	<b>0.75</b>
LD	0.74	0.75	<b>0.74</b>	0.84	0.75	<b>0.80</b>	<b>0.74</b>	-	-	-	0.87	0.75	<b>0.81</b>	0.75	0.63	<b>0.69</b>	<b>0.76</b>
CS	0.71	0.63	<b>0.67</b>	0.89	0.83	<b>0.86</b>	<b>0.73</b>	0.87	0.75	<b>0.81</b>	-	-	-	0.73	0.78	<b>0.76</b>	<b>0.77</b>
PL	0.56	0.49	<b>0.53</b>	0.76	0.58	<b>0.67</b>	<b>0.58</b>	0.75	0.63	<b>0.69</b>	0.73	0.78	<b>0.76</b>	-	-	-	<b>0.65</b>
Média	0.72	0.63	<b>0.70</b>	0.79	0.71	<b>0.75</b>	<b>0.75</b>			<b>0.76</b>			<b>0.77</b>			<b>0.65</b>	<b>0.73</b>

**NOTA:** CL = Campo Largo; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; PL = Palotina; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2

TABELA 38 – ESTIMATIVAS DE DISTÂNCIA ( $D_{ij}$ ) ENTRE OS AMBIENTES CL, PG, FZ, LD, CS E PL, NOS CONJUNTOS DE HÍBRIDOS C1 E C2, EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

$D_{ij}$	CL1	CL2	$CL_{\bar{x}}$	PG1	PG2	$PG_{\bar{x}}$	FZ	LD1	LD2	$LD_{\bar{x}}$	Cs1	Cs2	$CS_{\bar{x}}$	PL1	PL2	$PL_{\bar{x}}$	Média
CL	-	-	-	0.59	0.54	<b>0.56</b>	<b>0.21</b>	0.50	0.41	<b>0.45</b>	0.56	0.55	<b>0.55</b>	0.84	0.79	<b>0.81</b>	<b>0.52</b>
PG	0.59	0.54	<b>0.56</b>	-	-	-	<b>0.43</b>	0.30	0.37	<b>0.34</b>	0.22	0.27	<b>0.25</b>	0.45	0.71	<b>0.58</b>	<b>0.43</b>
FZ	0.21	-	<b>0.21</b>	0.43	-	<b>0.43</b>	-	0.49	-	<b>0.49</b>	0.51	-	<b>0.51</b>	0.81	-	<b>0.81</b>	<b>0.49</b>
LD	0.50	0.41	<b>0.45</b>	0.30	0.37	<b>0.34</b>	<b>0.49</b>	-	-	-	0.26	0.40	<b>0.33</b>	0.49	0.65	<b>0.57</b>	<b>0.44</b>
CS	0.56	0.55	<b>0.55</b>	0.22	0.27	<b>0.25</b>	<b>0.51</b>	0.26	0.40	<b>0.33</b>	-	-		0.51	0.41	<b>0.46</b>	<b>0.42</b>
PL	0.84	0.79	<b>0.81</b>	0.45	0.71	<b>0.58</b>	<b>0.81</b>	0.49	0.65	<b>0.57</b>	0.51	0.41	<b>0.46</b>	-	-	-	<b>0.65</b>
Média	0.54	0.57	<b>0.52</b>	0.40	0.47	<b>0.43</b>	<b>0.49</b>	0.41	0.46	<b>0.44</b>	0.41	0.41	<b>0.42</b>	0.62	0.64	<b>0.65</b>	<b>0.49</b>

**NOTA:** CL = Campo Largo; PG = Ponta Grossa; FZ = Fazenda Rio Grande; LD = Londrina; CS = Centenário do Sul; PL = Palotina; C1 = Conjunto 1; C2 = Conjunto 2



TABELA 39 – EFEITOS DA SELEÇÃO INDIRETA ( $\Delta$ ), ESTIMATIVAS DE PRODUTIVIDADE (Y) E GANHOS GENÉTICOS (G) OBTIDOS NO AMBIENTE j, COM SELEÇÃO NO PRÓPRIO LOCAL (j/j) E SELEÇÃO INDIRETA EM j' (j/j'), EM MILHO, NA SAFRA 2003/2004

	local j																					
	CL1	CL2	CL $\bar{x}$	PG1	PG2	PG $\bar{x}$	LD1	LD2	LD $\bar{x}$	PLT1	PLT2	PL $\bar{x}$	CS1	CS2	CS $\bar{x}$	FZ1	MÉDIA1					
Y <sub>média geral</sub>	9.01	9.27	9.14	14.29	14.27	14.28	10.05	10.49	10.27	9.59	8.93	9.26	9.40	10.17	9.78	11.53	10.63					
Y <sub>j/j</sub>	10.98	11.21	11.10	16.76	16.59	16.67	11.45	12.20	11.82	11.99	10.81	11.40	11.40	11.82	11.61	13.79	12.64					
G <sub>j/j</sub>	1.97	1.94	1.96	2.48	2.32	2.40	1.40	1.71	1.56	2.40	1.88	2.14	2.01	1.66	1.83	2.26	2.00					
Y <sub>j/j'(CL)</sub>	10.98	11.21	11.10	15.55	16.23	15.89	11.05	11.39	11.22	11.13	9.58	10.35	11.01	11.17	11.09	13.24	12.05					
G <sub>j/j'(CL)</sub>	1.97	1.94	1.96	1.27	1.96	1.61	1.00	0.90	0.95	1.54	0.64	1.09	1.61	1.00	1.31	1.70	1.41					
$\Delta_S$				-1.21	-0.36	-0.78	*	-0.40	-0.81	-0.60	*	-0.87	-1.24	-1.05	**	-0.39	-0.66	-0.53	*	-0.55	ns	-0.59
$\Delta_S\%$				-7.2%	-2.2%	-4.7%		-3.5%	-6.7%	-5.1%		-7.2%	-11.4%	-9.3%		-3.5%	-5.6%	-4.5%		-4.0%		-4.7%
Y <sub>j/j'(PG)</sub>	10.82	10.94	10.88	16.76	16.59	16.67	11.40	11.69	11.54	11.31	10.34	10.82	11.34	11.64	11.49	13.79	12.42					
G <sub>j/j'(PG)</sub>	1.82	1.67	1.74	2.48	2.32	2.40	1.36	1.20	1.28	1.72	1.41	1.56	1.95	1.47	1.71	2.26	1.79					
$\Delta_S$	-0.16	-0.27	-0.21	*			-0.04	-0.52	-0.28	ns	-0.69	-0.47	-0.58	*	-0.06	-0.19	-0.12	ns	0.00	ns	-0.22	
$\Delta_S\%$	-1.4%	-2.4%	-1.9%				-0.4%	-4.2%	-2.3%		-5.7%	-4.4%	-5.1%		-0.5%	-1.6%	-1.1%		0.0%		-1.9%	
Y <sub>j/j'(LD)</sub>	10.76	10.46	10.61	16.38	16.00	16.19	11.45	12.20	11.82	10.82	10.15	10.48	11.21	11.33	11.27	13.59	12.21					
G <sub>j/j'(LD)</sub>	1.75	1.19	1.47	2.09	1.73	1.91	1.40	1.71	1.56	1.23	1.22	1.22	1.81	1.16	1.49	2.06	1.58					
$\Delta_S$	-0.22	-0.75	-0.49	ns	-0.38	-0.59	-0.48	**		-1.17	-0.67	-0.92	**	-0.19	-0.50	-0.34	*	-0.20	*		-0.42	
$\Delta_S\%$	-2.0%	-6.7%	-4.4%		-2.3%	-3.5%	-2.9%			-9.8%	-6.2%	-8.0%		-1.7%	-4.2%	-2.9%		-1.4%			-3.4%	
Y <sub>j/j'(PL)</sub>	10.23	10.33	10.28	16.03	15.73	15.88	11.03	11.33	11.18	11.99	10.81	11.40	10.90	11.56	11.23	12.96	12.08					
G <sub>j/j'(PL)</sub>	1.22	1.06	1.14	1.74	1.46	1.60	0.98	0.85	0.92	2.40	1.88	2.14	1.50	1.39	1.45	1.43	1.45					
$\Delta_S$	-0.75	-0.88	-0.82	**	-0.73	-0.86	-0.80	**	-0.42	-0.87	-0.64	**	-0.50	-0.26	-0.38	*	-0.83	*		-0.56		
$\Delta_S\%$	-6.8%	-7.9%	-7.4%		-4.4%	-5.2%	-4.8%		-3.7%	-7.1%	-5.4%		-4.4%	-2.2%	-3.3%		-6.0%			-4.3%		
Y <sub>j/j'(CS)</sub>	10.54	10.29	10.41	16.51	15.44	15.98	11.18	11.28	11.23	11.16	10.67	10.92	11.40	11.82	11.61	13.40	12.15					
G <sub>j/j'(CS)</sub>	1.53	1.02	1.28	2.23	1.17	1.70	1.13	0.79	0.96	1.57	1.74	1.65	2.01	1.66	1.83	1.87	1.52					
$\Delta_S$	-0.44	-0.92	-0.68	**	-0.25	-1.15	-0.70	*	-0.27	-0.92	-0.60	*	-0.84	-0.14	-0.49	*		-0.39	ns		-0.48	
$\Delta_S\%$	-4.0%	-8.2%	-6.1%		-1.5%	-6.9%	-4.2%		-2.4%	-7.6%	-5.0%		-7.0%	-1.3%	-4.1%		-2.9%				-3.8%	
Y <sub>j/j'(FZ)</sub>	10.82		10.82	16.76		16.76	11.40		11.40	11.31		11.31	11.34		11.34	13.79	12.57					
G <sub>j/j'(FZ)</sub>	1.82		1.82	2.48		2.48	1.36		1.36	1.72		1.72	1.95		1.95	2.26	1.93					
$\Delta_S$	-0.16		-0.16	ns	0.00		0.00	ns	-0.04	ns	-0.69	*	-0.06		-0.06	ns		-0.16				
$\Delta_S\%$	-1.4%		-1.4%		0.0%		0.0%		-0.4%		-5.7%		-0.5%		-0.5%			-1.3%				

## **ANEXOS**

## ANEXO 1 – MILHO 1ª SAFRA – PARANÁ – COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE – 04/05 – 05/06

REGIÕES	ÁREA					PRODUÇÃO					PRODUTIVIDADE ( kg/ha)		
	04/05		05/06		VARIÇÃO (%)	04/05		05/06		VARIÇÃO (%)	04/05	05/06	VARIÇÃO (%)
	(em ha)	(em %)	(em ha)	(em %)		(em t)	(em %)	(em t)	(em %)				
APUCARANA (c)	26.050	2,03	32.500	2,16	24,76	183.861	2,83	230.750	2,61	25,50	7.058	7.100	0,60
CAMPO MOURÃO (a)	38.550	3,01	45.000	2,99	16,73	252.503	3,89	288.000	3,26	14,06	6.550	6.400	-2,29
CASCADEL (d)	59.750	4,66	100.860	6,70	68,80	439.955	6,77	756.450	8,57	71,94	7.363	7.500	1,86
CORNÉLIO PROCÓPIO (c)	37.000	2,89	65.000	4,32	75,68	168.313	2,59	341.250	3,86	102,75	4.549	5.250	15,41
CURITIBA (f)	155.980	12,17	151.110	10,04	-3,12	737.629	11,35	861.327	9,75	16,77	4.729	5.700	20,53
FRANCISCO BELTRÃO (e)	122.800	9,58	158.040	10,50	28,70	570.983	8,79	711.180	8,05	24,55	4.650	4.500	-3,22
GUARAPUAVA (f)	146.300	11,41	147.000	9,77	0,48	618.850	9,52	801.150	9,07	29,46	4.230	5.450	28,84
IRATI (f)	87.808	6,85	93.500	6,21	6,48	408.746	6,29	490.875	5,56	20,09	4.655	5.250	12,78
IVAIPORÃ (c)	83.380	6,50	85.000	5,65	1,94	283.492	4,36	437.750	4,96	54,41	3.400	5.150	51,47
JACAREZINHO (c)	56.700	4,42	65.200	4,33	14,99	204.160	3,14	273.840	3,10	34,13	3.601	4.200	16,64
LARANJEIRAS DO SUL (f)	76.200	5,94	92.850	6,17	21,85	329.000	5,06	580.313	6,57	76,39	4.318	6.250	44,76
LONDRINA (c)	22.342	1,74	30.714	2,04	37,47	126.831	1,95	180.783	2,05	42,54	5.677	5.886	3,69
MARINGÁ (c)	6.141	0,48	14.000	0,93	127,98	31.638	0,49	69.300	0,78	119,04	5.152	4.950	-3,92
PARANAGUÁ (f)	370	0,03	310	0,02	-16,22	740	0,01	651	0,01	-12,03	2.000	2.100	5,00
PARANAVÁ (b)	11.960	0,93	12.055	0,80	0,79	30.199	0,46	36.876	0,42	22,11	2.525	3.059	21,15
PATO BRANCO (e)	96.800	7,55	100.000	6,65	3,31	640.800	9,86	700.000	7,93	9,24	6.620	7.000	5,74
PONTA GROSSA (f)	167.630	13,08	196.000	13,03	16,92	1.066.127	16,41	1.396.402	15,81	30,98	6.360	7.125	12,02
TOLEDO (d)	16.550	1,29	37.300	2,48	125,38	125.902	1,94	264.830	3,00	110,35	7.607	7.100	-6,67
UMUARAMA (b)	11.820	0,92	20.400	1,36	72,59	47.126	0,73	89.760	1,02	90,47	3.987	4.400	10,36
UNIÃO DA VITÓRIA (f)	57.700	4,50	57.800	3,84	0,17	231.089	3,56	319.200	3,61	38,13	4.005	5.522	37,89
<b>CENTRO-OESTE (a)</b>	<b>38.550</b>	<b>3,01</b>	<b>45.000</b>	<b>2,99</b>	<b>16,73</b>	<b>252.503</b>	<b>3,89</b>	<b>288.000</b>	<b>3,26</b>	<b>14,06</b>	<b>6.550</b>	<b>6.400</b>	<b>-2,29</b>
<b>NOROESTE (b)</b>	<b>23.780</b>	<b>1,86</b>	<b>32.455</b>	<b>2,16</b>	<b>36,48</b>	<b>77.325</b>	<b>1,19</b>	<b>126.636</b>	<b>1,43</b>	<b>63,77</b>	<b>3.252</b>	<b>3.902</b>	<b>20,00</b>
<b>NORTE (c)</b>	<b>231.613</b>	<b>18,07</b>	<b>292.414</b>	<b>19,43</b>	<b>26,25</b>	<b>998.295</b>	<b>15,36</b>	<b>1.533.673</b>	<b>17,37</b>	<b>53,63</b>	<b>4.310</b>	<b>5.245</b>	<b>21,69</b>
<b>OESTE (d)</b>	<b>76.300</b>	<b>5,95</b>	<b>138.160</b>	<b>9,18</b>	<b>81,07</b>	<b>565.857</b>	<b>8,71</b>	<b>1.021.280</b>	<b>11,57</b>	<b>80,48</b>	<b>7.416</b>	<b>7.392</b>	<b>-0,33</b>
<b>SUDOESTE (e)</b>	<b>219.600</b>	<b>17,13</b>	<b>258.040</b>	<b>17,15</b>	<b>17,50</b>	<b>1.211.783</b>	<b>18,65</b>	<b>1.411.180</b>	<b>15,98</b>	<b>16,45</b>	<b>5.518</b>	<b>5.469</b>	<b>-0,89</b>
<b>SUL (f)</b>	<b>691.988</b>	<b>53,98</b>	<b>738.570</b>	<b>49,09</b>	<b>6,73</b>	<b>3.392.181</b>	<b>52,20</b>	<b>4.449.918</b>	<b>50,39</b>	<b>31,18</b>	<b>4.902</b>	<b>6.025</b>	<b>22,91</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.281.831</b>	<b>100,00</b>	<b>1.504.639</b>	<b>100,00</b>	<b>17,38</b>	<b>6.497.944</b>	<b>100,00</b>	<b>8.830.687</b>	<b>100,00</b>	<b>35,90</b>	<b>5.069</b>	<b>5.869</b>	<b>15,78</b>

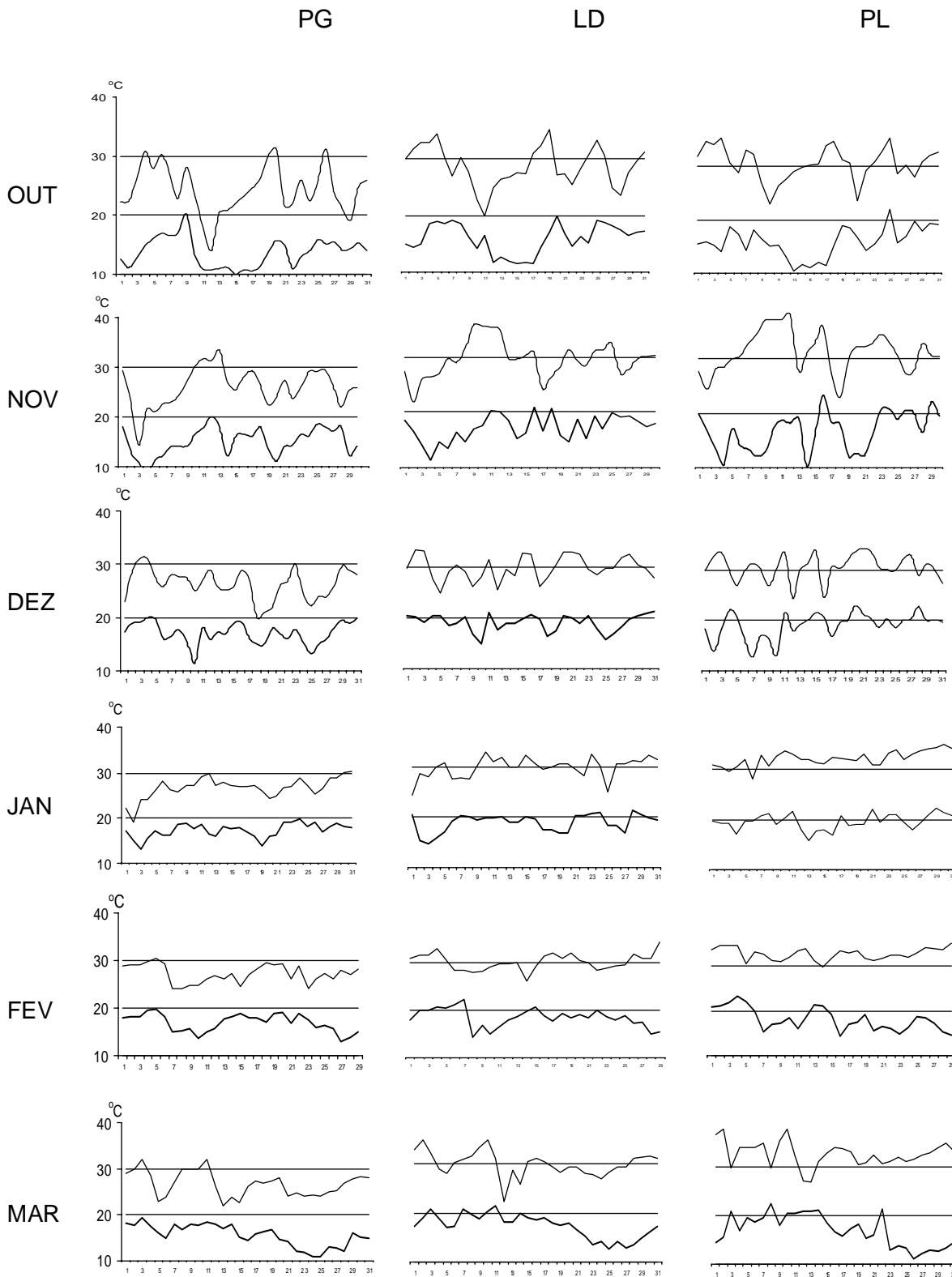
FONTE: SEAB/DERAL, 2005.

## ANEXO 2 – MILHO 2ª SAFRA – PARANÁ – COMPARATIVO DE ÁREA, PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE – 04/05 – 05/06

REGIÕES	ÁREA					PRODUÇÃO					PRODUTIVIDADE (kg/ha)		
	04/05		05/06		VARIACÃO (%)	04/05		05/06		VARIACÃO (%)	04/05	05/06	VARIACÃO (%)
	(em ha)	(em %)	(em ha)	(em %)		(em t)	(em %)	(em t)	(em %)				
APUCARANA (c)	3.920	0,54	4.000	0,41	2,04	11.439	0,57	16.000	0,45	39,87	2.918	4.000	37,07
CAMPO MOURÃO (a)	124.500	17,14	100.000	10,30	-19,68	385.950	19,09	310.000	8,77	-19,68	3.100	3.100	0,00
CASCAVEL (d)	74.450	10,25	100.000	10,30	34,32	268.080	13,26	362.500	10,25	35,22	3.601	3.625	0,67
CORNÉLIO PROCÓPIO (c)	53.000	7,30	80.000	8,24	50,94	98.050	4,85	288.000	8,14	193,73	1.850	3.600	94,59
CURITIBA (f)	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-
FRANCISCO BELTRÃO (e)	34.650	4,77	62.500	6,44	80,38	51.357	2,54	237.500	6,72	362,45	1.482	3.800	156,38
GUARAPUAVA (f)	1.900	0,26	2.500	0,26	31,58	3.610	0,18	5.250	0,15	45,43	1.900	2.100	10,53
IRATI (f)	16.740	2,30	18.100	1,86	8,12	60.264	2,98	65.160	1,84	8,12	3.600	3.600	0,00
IVAIPORÃ (c)	10.560	1,45	25.000	2,58	136,74	33.264	1,65	105.000	2,97	215,66	3.150	4.200	33,33
JACAREZINHO (c)	16.370	2,25	22.000	2,27	34,39	35.909	1,78	83.600	2,36	132,81	2.194	3.800	73,23
LARANJEIRAS DO SUL (f)	3.000	0,41	8.000	0,82	166,67	8.700	0,43	23.200	0,66	166,67	2.900	2.900	0,00
LONDRINA (c)	82.800	11,40	108.000	11,13	30,43	181.749	8,99	372.600	10,54	105,01	2.195	3.450	57,17
MARINGÁ (c)	128.960	17,76	130.000	13,39	0,81	412.672	20,41	487.500	13,79	18,13	3.200	3.750	17,19
PARANAGUÁ (f)	0	-	0	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-
PARANAVAI (b)	22.588	3,11	12.000	1,24	-46,87	62.975	3,12	33.840	0,96	-46,26	2.788	2.820	1,15
PATO BRANCO (e)	2.250	0,31	2.500	0,26	11,11	6.875	0,34	11.875	0,34	72,73	3.056	4.750	55,45
PONTA GROSSA (f)	15.550	2,14	12.000	1,24	-22,83	23.247	1,15	48.000	1,36	106,48	1.495	4.000	167,56
TOLEDO (d)	103.214	14,21	246.000	25,35	138,34	310.646	15,37	959.400	27,13	208,84	3.010	3.900	29,58
UMUARAMA (b)	27.335	3,76	35.000	3,61	28,04	60.192	2,98	119.000	3,37	97,70	2.202	3.400	54,40
UNIÃO DA VITÓRIA (f)	4.500	0,62	3.000	0,31	-33,33	6.651	0,33	7.800	0,22	17,28	1.478	2.600	75,91
<b>CENTRO-OESTE (a)</b>	<b>124.500</b>	<b>17,14</b>	<b>100.000</b>	<b>10,30</b>	<b>-19,68</b>	<b>385.950</b>	<b>19,09</b>	<b>310.000</b>	<b>8,77</b>	<b>-19,68</b>	<b>3.100</b>	<b>3.100</b>	<b>0,00</b>
<b>NOROESTE (b)</b>	<b>49.923</b>	<b>6,87</b>	<b>47.000</b>	<b>4,84</b>	<b>-5,86</b>	<b>123.167</b>	<b>6,09</b>	<b>152.840</b>	<b>4,32</b>	<b>24,09</b>	<b>2.467</b>	<b>3.252</b>	<b>31,81</b>
<b>NORTE (c)</b>	<b>295.610</b>	<b>40,70</b>	<b>369.000</b>	<b>38,02</b>	<b>24,83</b>	<b>773.083</b>	<b>38,24</b>	<b>1.352.700</b>	<b>38,25</b>	<b>74,97</b>	<b>2.615</b>	<b>3.666</b>	<b>40,17</b>
<b>OESTE (d)</b>	<b>177.664</b>	<b>24,46</b>	<b>346.000</b>	<b>35,65</b>	<b>94,75</b>	<b>578.726</b>	<b>28,63</b>	<b>1.321.900</b>	<b>37,38</b>	<b>128,42</b>	<b>3.257</b>	<b>3.821</b>	<b>17,29</b>
<b>SUDOESTE (e)</b>	<b>36.900</b>	<b>5,08</b>	<b>65.000</b>	<b>6,70</b>	<b>76,15</b>	<b>58.232</b>	<b>2,88</b>	<b>249.375</b>	<b>7,05</b>	<b>328,24</b>	<b>1.578</b>	<b>3.837</b>	<b>143,11</b>
<b>SUL (f)</b>	<b>41.690</b>	<b>5,74</b>	<b>43.600</b>	<b>4,49</b>	<b>4,58</b>	<b>102.472</b>	<b>5,07</b>	<b>149.410</b>	<b>4,23</b>	<b>45,81</b>	<b>2.458</b>	<b>3.427</b>	<b>39,42</b>
<b>TOTAL</b>	<b>726.287</b>	<b>100,00</b>	<b>970.600</b>	<b>100,00</b>	<b>33,64</b>	<b>2.021.630</b>	<b>100,00</b>	<b>3.536.225</b>	<b>100,00</b>	<b>74,92</b>	<b>2.784</b>	<b>3.643</b>	<b>30,89</b>

FONTE: SEAB/DERAL, 2005.

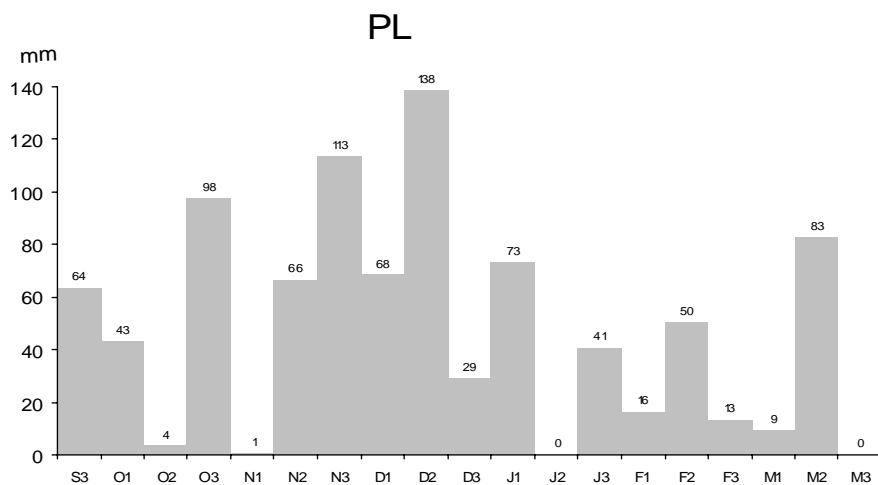
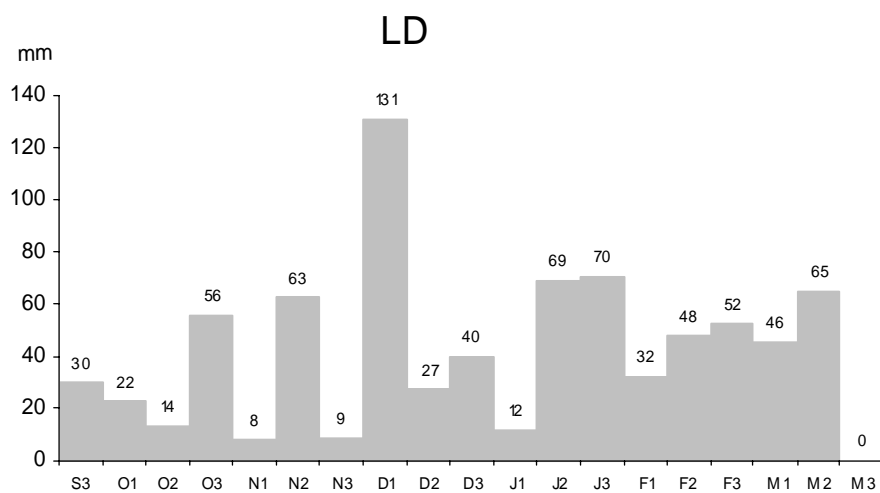
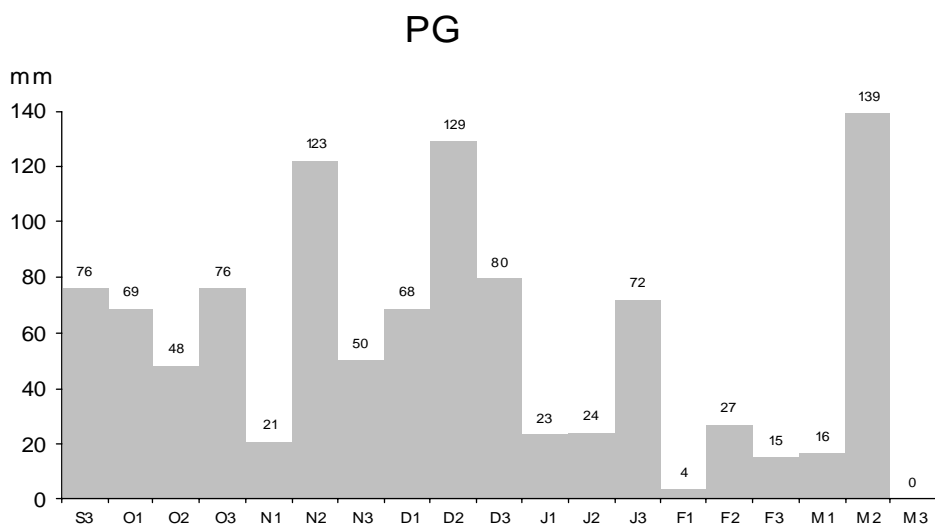
ANEXO 3 - TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DIÁRIAS EM PG, LD E PL, NO PERÍODO DE OUTUBRO DE 2003 A MARÇO DE 2004



FONTE: IAPAR, 2005

NOTA: PG = Ponta Grossa; LD = Londrina; PL = Palotina

ANEXO 4 – PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR DECÊNIO EM PG, LD E PL DURANTE A SAFRA 2003/2004, NOS MESES DE SETEMBRO (S), OUTUBRO (O), NOVEMBRO (N), DEZEMBRO (D), JANEIRO (J), FEVEREIRO (F) E MARÇO (M)



FONTE: IAPAR, 2005

NOTA: PG = Ponta Grossa; LD = Londrina; PL = Palotina

ANEXO 5 – ZONEAMENTO DA CULTURA DO MILHO SAFRA NORMAL



FONTE: CARAMORI, 2003.