Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Responsividade e estabilidade da produção de grãos de milho: relações com
caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e heranças

Otávio Luiz Gomes Carneiro

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Genética e
Melhoramento de Plantas

Piracicaba
2018

Otávio Luiz Gomes Carneiro
Engenheiro Agrônomo

Responsividade e estabilidade da produção de grãos de milho: relações com caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e heranças

Orientador:
Prof. Dr. **CLAUDIO LOPES DE SOUZA JUNIOR**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Genética e Melhoramento de Plantas

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Carneiro, Otávio Luiz Gomes

Responsividade e estabilidade da produção de grãos de milho: relações com caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e heranças / Otávio Luiz Gomes Carneiro. - - Piracicaba, 2018.

165 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Estresse hídrico 2. Interação genótipos x ambientes 3. Controle genético 4. Análise dialética 5. Melhoramento de milho I. Título

DEDICATÓRIA

À minha querida esposa, Stephanie, e aos meus estimados pais, avó, irmã e cunhado
Dedico.

Ao Antônio Jucelino Desidérico (*in memoriam*), pela enorme contribuição nos
experimentos

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

Essa tese, assim como minha jornada durante todo o doutorado, é apenas uma consequência do meu convívio com pessoas e em ambientes extremamente produtivos e harmoniosos. Esse trabalho não pertence apenas a mim, mas a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e, assim, agradecer a todos se torna uma tarefa difícil (e, porque não, praticamente impossível). Primeiramente agradeço a Deus por sempre estar ao meu lado, ouvir minhas preces nas horas que mais precisei e dar-me forças para sempre continuar lutando.

Na academia tive a honra e o privilégio de conhecer pessoas inesquecíveis e que tanto contribuíram para o fortalecimento do meu lado profissional. Agradeço em especial ao Prof. Cláudio Lopes pela orientação dedicada e exemplar, sempre presente no dia a dia e disposto a sanar qualquer tipo de dúvida. Nunca poderei retribuir toda a confiança depositada em mim. Aos demais professores dos Departamentos de Genética, particularmente ao Prof. Isaias, Prof. Antonio Coelho e Prof. Roberto; de Ciências Exatas e Biológicas da USP/ESALQ e ao Prof. Fernando Piotto, pelos ensinamentos e contribuições relevantes. Ao Pesq. Oliveira Guerreiro Filho do IAC por toda atenção, ajuda e apoio. Aos membros da banca examinadora que prontamente aceitaram o convite em participar dessa etapa tão importante e memorável em minha vida.

Sou grato ainda aos funcionários do Departamento de Genética, Sr. Ariberto, Antonio Jucelino (*in memoriam*), Guilherme e Roberto Segatelli, pelas contribuições com as instalações, desenvolvimentos e avaliações dos experimentos de campo, estando sempre atentos e prestativos. As conversas no Laboratório de Milho, sejam relacionadas ao trabalho ou mesmo a assuntos diversos, também deixarão saudades. Agradeço a todos os “colegas” que me incentivaram e ajudaram a chegar onde estou hoje, como a Luciana, Marcela, Melina, Paolo, Sueme e Thiaguinho. Não poderia deixar de agradecer ainda aos demais amigos e colegas da pós-graduação que fiz durante meu doutorado, Mateus Vicente, Kaio, Filipe, Filipinho, Giovanni, Leandro, Elesandro e Pedro.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de estudo, fundamentais para minha dedicação exclusiva a esse trabalho.

As pessoas envolvidas em minha vida pessoal também fizeram toda a diferença para a conclusão dessa tese. São pessoas mais que especiais e que nenhuma palavra será o bastante para explicar o quão são significativas em minha vida. Agradeço à minha querida e doce avó, Dirce Maria, pelo carinho e atenção. À minha mãe, Solange, que, sempre alegre e disposta, foi meu

apoio e proteção. Ao meu amado pai, Jorge Luiz, pelo exemplo de caráter, sendo meu porto seguro em todos os momentos. À minha estimada irmã e cunhado, Maria Tereza e Guilherme, pelos momentos de alegria, compaixão e de força. Aos meus sogros e cunhado, José Sindi, Vera Lúcia e Felipe Kandi, pelo grande apoio, ajuda e exemplos de competência. Aos meus amigos e seus familiares, presentes desde minha infância e que sempre me trazem alegrias e boas recordações, Fernandinho, Ricardo e Bobra. Ao Daniel, amigo sempre presente e com quem posso contar em todos os momentos. Sou grato em especial à minha linda esposa, Stephanie Harumi, uma pessoa que não meço palavras em dizer tudo que sinto. Obrigado por toda simplicidade, companheirismo, incentivo e, acima de tudo, amor.

Sou grato, de coração e alma, a todos os envolvidos e presentes nessa minha caminhada, tornando-a muito mais prazerosa e menos árdua. Muito obrigado!

EPÍGRAFE

“Às vezes, eu acredito em seis coisas impossíveis antes do café da manhã”

Lewis Carrol - Alice no país das maravilhas

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
REFERÊNCIAS	14
2. RELAÇÃO ENTRE A ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE GRÃOS E CARACTERES RELACIONADOS À TOLERÂNCIA A ESTRESSES ABIÓTICOS EM MILHO.....	17
RESUMO	17
ABSTRACT	18
2.1. INTRODUÇÃO	19
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.2.1. <i>Materiais Genéticos</i>	21
2.2.2. <i>Condução dos experimentos</i>	22
2.2.3. <i>Caracteres avaliados</i>	25
2.2.4. <i>Análises de variâncias e estimativas de parâmetros genéticos</i>	26
2.2.5. <i>Estimativas de covariâncias e coeficientes de correlação</i>	30
2.2.6. <i>Análise de responsividade e estabilidade dos híbridos</i>	32
2.2.7. <i>Correlações entre os parâmetros de estabilidade para produção de grãos e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos</i>	34
2.2.8. <i>Análise de componentes principais</i>	35
2.2.9. <i>Relações entre híbridos selecionados e caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos</i> 36	
2.2.10. <i>Análise dialética</i>	37
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
2.3.1. <i>Análises de variâncias, precisões experimentais e médias</i>	39
2.3.2. <i>Componentes de variâncias</i>	44
2.3.3. <i>Coeficientes de correlação</i>	47
2.3.4. <i>Análise de responsividade e estabilidade</i>	55
2.3.5. <i>Correlação entre a estabilidade da produção de grãos e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos</i>	62
2.3.6. <i>Relações entre híbridos experimentais selecionados e caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos</i>	68
2.3.7. <i>Análise dialética</i>	72
2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
REFERÊNCIAS	83
3. ANÁLISE DIALÉLICA DA RESPONSABILIDADE E ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE MILHO.....	89
RESUMO	89
ABSTRACT	90
3.1. INTRODUÇÃO	91
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	93
3.2.1. <i>Materiais Genéticos</i>	93
3.2.2. <i>Condução dos experimentos e caráter avaliado</i>	94
3.2.3. <i>Análise de responsividade e estabilidade</i>	95
3.2.4. <i>Análise dialética dos parâmetros responsividade ($\hat{\beta}_1$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_{\hat{\epsilon}}$) da produção de grãos</i> 96	
3.2.5. <i>Estimativas de correlação entre os parâmetros responsividade e estabilidade com o caráter produção de grãos</i>	99
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	100
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	111

REFERÊNCIAS.....	115
-------------------------	------------

RESUMO

Responsividade e estabilidade da produção de grãos de milho: relações com caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e heranças

Os principais caracteres a serem considerados em programas de melhoramento de milho visando tolerância a estresses abióticos são: prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP) e *stay green* (SG). Diversos autores sugeriram que esses caracteres podem estar relacionados à estabilidade da produção de grãos. Ademais, apesar da importância da responsividade e estabilidade da produção de grãos para a seleção de cultivares, há poucos relatos sobre a herança desses parâmetros, com resultados controversos. Os objetivos desse estudo foram investigar a relação entre a estabilidade e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e a herança dos parâmetros responsividade e estabilidade da produção de grãos de milho. Foram avaliados dois Grupos de híbridos simples de milho: Grupo I (GI) constituído por 100 híbridos e o Grupo II (GII) por 48 híbridos, os quais foram avaliados respectivamente em 12 e 28 ambientes. Esses híbridos foram avaliados seguindo delineamento látice 10 x 10 e 7 x 7, compreendendo os 100 e 49 híbridos simples, respectivamente, com duas repetições por ambiente. Para completar o delineamento látice no GII, um híbrido simples comercial foi adicionado aos demais híbridos. Utilizando técnicas uni e multivariadas, as correlações entre os caracteres envolvendo tolerância a estresses abióticos, isto é, PRO, IF, NRP e SG, e os parâmetros de estabilidade apresentaram baixas magnitudes e, de forma geral, não diferiram de zero. Esses resultados indicaram que a estabilidade da produção de grãos e os caracteres relacionados a estresses abióticos são provavelmente independentes. Os resultados das análises dialélicas da responsividade e estabilidade mostraram que a contribuição da capacidade específica de combinação foi superior à capacidade geral de combinação para ambos os parâmetros nos dois Grupos de híbridos. Desta forma, os efeitos gênicos não aditivos (dominância e epistasia) foram mais importantes que os efeitos aditivos para a responsividade e estabilidade da produção de grãos. Apesar de os híbridos selecionados apresentarem os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos de forma desejada e, assim, possivelmente reduzirem as flutuações da produção de grãos devido principalmente às instabilidades de precipitação, esses não possuem relação direta com os parâmetros de estabilidade. De qualquer forma, é importante que esses caracteres estejam inseridos nos programas de melhoramento de milho visando obter cultivares tolerantes a esses tipos de estresses. Também, a maior importância dos efeitos não aditivos em relação aos efeitos aditivos no controle da responsividade e estabilidade possui uma série de implicações para os programas de melhoramento de milho, uma vez que a seleção deverá ser realizada em cruzamentos de linhagens e não nas performances das linhagens per se.

Palavras-chave: Estresse hídrico; Interação genótipos x ambientes; Controle genético; Análise dialélica; Melhoramento de milho

ABSTRACT

Maize grain yield responsiveness and stability: relationships with traits related to abiotic stresses tolerance and inheritance

The main traits considered in maize breeding programs aiming tolerance to abiotic stresses are: prolificacy (PRO), anthesis-silking interval (ASI), number of tassel branches (TB) and stay green (SG). Several authors have suggested that these traits would be related to maize grain yield stability. In addition, despite the importance of grain yield responsiveness and stability for the cultivars selection, there are few reports about the inheritance of these parameters, and they usually have controversial results. The objectives of this study were to investigate the relationship between stability and traits related to tolerance to abiotic stresses and the inheritance of maize grain yield responsiveness and stability parameters. Two groups of maize single-crosses were evaluated: Group I (GI) consisted of 100 single-crosses and Group II (GII) of 48 single-crosses, respectively evaluated in 12 and 28 environments. These hybrids were evaluated following a 10 x 10 and a 7 x 7 lattice designs comprising the 100 and 49 single-crosses, respectively, with two replications per environment. To complete the lattice design in GII a commercial single-cross was added to entries. Using univariate and multivariate techniques, the correlations between the traits involving abiotic stress tolerance, i.e., PRO, ASI, TB and SG, and stability parameters presented low magnitudes and, in general, did not differ from zero. These results indicated that grain yield stability and traits related to abiotic stresses tolerance are likely independent. The diallel analyses results of responsiveness and stability showed that the contribution of the specific combining ability was higher than the general combining ability for both parameters in the two Groups of single-crosses. Therefore, the non-additive genetic effects (dominance and epistasis) were more important than the additive effects for the grain yield responsiveness and stability. Although the selected single-crosses have the traits related to abiotic stresses tolerance in a desired way and possibly reduce grain yield fluctuations due mainly to precipitation instabilities, they are not directly related to the stability parameters. However, it is important that these traits be included in maize breeding programs in order to develop cultivars that are tolerant to these types of stresses. Additionally, the greater importance of non-additive effects than additive effects on responsiveness and stability control have several implications for maize breeding programs, since selection should be assessed in crosses of inbred lines and not in lines per se performance.

Keywords: Water stress; Genotypes x environments interaction; Genetic control; Diallel analysis; Maize breeding

1. INTRODUÇÃO

Flutuações na produtividade de milho são comuns em áreas tropicais, uma vez que nessas regiões geralmente ocorrem grandes variações de temperatura, precipitações hídricas e tipos de solo. No Brasil, além do plantio de milho ser realizado em duas épocas, sendo a primeira entre os meses de setembro e dezembro e a segunda entre os meses de fevereiro e abril, intensificando a ocorrência de estresses hídricos, os agricultores frequentemente adotam diferentes níveis de tecnologia (Bänziger e Lafitte 1997; Vilela e Büll 1999; Silva et al. 2005).

Assim, em geral os programas de melhoramento de milho visam desenvolver cultivares com alta produtividade em condições ótimas de cultivo e, com isso, torna-se primordial obter híbridos tolerantes principalmente a estresses hídricos e de nutrientes. Apesar desse fato, muitos programas não têm tido sucesso no desenvolvimento de cultivares tolerantes a esse tipo de estresses, devendo-se em grande parte à seleção desses genótipos não ser realizada sob condições de estresses. Desta forma, faz-se necessário a seleção de caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e que possam ser manipulados em experimentos na ausência de déficits hídricos e de nutrientes.

Diversos autores relatam que os principais caracteres a serem considerados em programas de melhoramento visando tolerância à baixa concentração de nitrogênio no solo e principalmente ao déficit hídrico são prolificidade (número de espigas por planta), intervalo entre florescimentos feminino e masculino, número de ramificações do pendão e senescência retardada das folhas ou *stay green*. Esses caracteres geralmente apresentam magnitudes dos coeficientes de herdabilidade superiores aos da produção de grãos, são correlacionados com a produção de grãos e sua avaliação é mais simples à produção de grãos (Agrama e Moussa 1996; Bolaños e Edmeades 1996; Ribaut et al. 1996; Bänziger e Lafitte 1997; Bänziger et al. 2000; Betrán et al. 2003; Kamara et al. 2003; Câmara et al. 2007).

Alterações significativas foram observadas nesses caracteres em híbridos de milho comerciais dos Estados Unidos da América entre 1991 e 2011, as quais resultaram em melhorias na tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico, como redução no número de ramificações do pendão, menor intervalo de florescimento, maior prolificidade e redução da senescência das plantas (aumento do *stay green*) (Duvick et al. 2004). Ainda, estudos de Duvick et al. (2004) e Tollenaar e Lee (2002) sugeriram que a tolerância a estresses abióticos está relacionada à estabilidade da produção de grãos. Desta forma, uma vez que deficiência de nitrogênio e ausência periódica de precipitação causam flutuações na produção de grãos, é de se esperar que os caracteres envolvendo tolerância a esses tipos de estresses, isto é, prolificidade,

intervalo entre florescimentos feminino e masculino, número de ramificações do pendão e *stay green*, estejam relacionados à estabilidade da produção de grãos. Trabalhos de Zuber et al. (1960), Collins et al. (1965), Russell e Eberhart (1968), Russell e Prior (1975) e Cross (1977) reportaram que híbridos prolíficos (com mais de uma espiga por planta) tendem a apresentar performances mais estáveis quanto à produção de grãos em comparação aos híbridos não prolíficos.

Apesar desses resultados, não existem relatos na literatura que mensuram a associação entre tolerância a estresses abióticos e a estabilidade de híbridos, existindo a necessidade de estudar a relação entre esses caracteres que condicionam tolerância a estresses abióticos e a estabilidade quanto ao caráter produção de grãos. Ademais, alguns desses caracteres, como a prolificidade, influenciam de forma direta na expressão da produção de grãos (Jugenheimer 1976), denominados componentes de produção, sendo a seleção indireta dessas características possível de promover um aumento da produção de grãos.

Também, a presença comum da interação genótipos por ambientes do tipo complexa em países tropicais, como o Brasil, exige que programas de melhoramento de milho avaliem híbridos em muitos ambientes, visando selecionar cultivares produtivos e que apresentem responsividade regular e estabilidade frente às flutuações ambientais. Ressalte-se que responsividade regular se refere às alterações na produtividade compatíveis com as qualidades ambientais como tipos de tecnologias e presença/ausência de estresses abióticos. No entanto, embora alguns trabalhos tenham revelado que a responsividade e estabilidade da produção de grãos de milho estão sob controle genético, há poucos relatos na literatura sobre a herança desses parâmetros (Eberhart e Russell 1966, 1969; Torres 1988; Lee et al. 2003; Eyhéabide et al. 2016).

Dentre esses estudos, Lee et al. (2003) reportaram que a estabilidade é controlada principalmente pela ação gênica aditiva; Eberhart e Russell (1969) relataram que tanto efeitos aditivos quanto não aditivos (dominância e epistasia) estão envolvidos no controle da estabilidade da produção; Eyhéabide et al. (2016) reportaram que os efeitos não aditivos são mais importantes que os aditivos no controle da estabilidade e da responsividade; e Eberhart e Russell (1966) concluíram que os efeitos aditivos são os únicos responsáveis pelo controle da responsividade. Logo, observa-se que, além de existir um limitado número de trabalhos na literatura, há relatos controversos relacionados ao controle genéticos da responsividade e estabilidade, sendo necessário mais estudos para tentar elucidar a herança desses parâmetros.

Pesquisas envolvendo o controle genético da responsividade e estabilidade são na maioria para genótipos e locais de clima temperado (Eberhart e Russell 1966, 1969; Lee et al. 2003; Eyhéabide et al. 2016), sendo ainda incipientes trabalhos com avaliações em clima tropical. Regiões tropicais costumam apresentar grandes variações ambientais (Ribaut et al. 1997),

podendo induzir diferenças da responsividade e estabilidade da produção de grãos de híbridos entre essas regiões e as de clima temperado e, assim, existe a possibilidade de haver distinção quanto ao controle genético desses parâmetros.

Diversos procedimentos são utilizados para estudar a responsividade e a estabilidade de genótipos de milho. Dentre estes, as análises de regressão linear simples e múltipla (Yates e Cochran 1938; Finlay e Wilkinson 1963; Eberhart e Russell 1966) merecem destaque por ser um dos processos mais utilizados no meio científico (Betrán et al. 2003; Li et al. 2011; Haffke et al. 2015; Farid et al. 2016). O modelo de Eberhart e Russell (1966) é de fácil interpretação e, apesar de ser criticado principalmente pela não independência entre a variável que mede o índice ambiental e as produtividades dos genótipos, esse método é de grande relevância para os programas de melhoramento (Oliveira et al. 2006), sendo um dos mais empregados para esta finalidade (Chaves 2001; Ramalho et al. 2012; Fasahat et al. 2015). Nessa metodologia, as estimativas do coeficiente de regressão linear e da variância do desvio de regressão de cada genótipo são utilizadas como parâmetros da responsividade e estabilidade, respectivamente.

O delineamento denominado dialelo ou cruzamentos dialélicos são muito utilizados para pesquisas sobre a herança dos caracteres, uma vez que permitem realizar análises e obter estimativas da capacidade geral e específica de combinação, relacionadas respectivamente aos efeitos aditivos e aos efeitos não aditivos (dominância e epistasia) dos locos que controlam os caracteres (Comstock et al. 1949; Vencovsky 1987; Hallauer e Miranda Filho 1988). Assim, uma vez que os parâmetros responsividade e estabilidade, estimados respectivamente pelo coeficiente de regressão linear e desvio padrão do desvio da regressão, são estimados para cada híbrido simples, é possível obter a tabela dialélica com os valores dessas estimativas e, então, realizar a análise dialélica com os valores dessas estimativas. Desta forma, há possibilidade de pesquisar a herança desses parâmetros como um caráter qualquer dos genótipos avaliados.

Diante do exposto, os objetivos do presente estudo foram (i) investigar a relação entre a estabilidade e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e (ii) pesquisar a herança dos parâmetros responsividade e estabilidade da produção de grãos em milho.

REFERÊNCIAS

- Agrama HAS, Moussa ME (1996) Mapping QTLs in breeding for drought tolerance in maize (*Zea mays* L.). *Euphytica* 91:89–97
- Bänziger M, Edmeades GO, Beck D, Bellon M (2000) Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. CIMMYT, Mexico
- Bänziger M, Lafitte HR (1997) Efficiency of secondary traits for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Sci* 37:1110–1117
- Betrán FJ, Beck D, Bänziger M, Edmeades GO (2003) Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Sci* 43:807–817. doi: 10.2135/cropsci2003.0807
- Bolaños J, Edmeades GO (1996) The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *F Crop Res* 48:65–80
- Câmara TMM, Bento DAV, Alves GF, et al (2007) Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. *Bragantia* 66:595–603. doi: 10.1590/S0006-87052007000400009
- Chaves LJ (2001) Interação de genótipos com ambientes. In: Nass LL, Valois ACC, Melo IS, Valadares-Inglis MC (eds) Recursos genéticos e melhoramento - plantas. Fundação MT, Rondonópolis, pp 673–713
- Collins WK, Russell WA, Eberhart SA (1965) Performance of two-ear type of corn belt maize. *Crop Sci* 5:113–116
- Comstock RE, Robinson HF, Harvey PH (1949) A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron J* 41:360–367
- Cross HZ (1977) Interrelationships among yield stability and yield components in early maize. *Crop Sci* 17:741–745
- Duvick DN, Smith JSC, Cooper M (2004) Long-term selection in a commercial hybrid maize breeding program. In: Janick J (ed) Plant Breeding Reviews, Part 2: Long-term Selection: Crops, Animals, and Bacteria. John Wiley and Sons, pp 109–151
- Eberhart SA, Russell WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci* 6:36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x
- Eberhart SA, Russell WA (1969) Yield and stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. *Crop Sci* 9:357–361
- Eyhérabide G, Boca T, López C (2016) Gene action controlling stability and adaptability in maize. *Maydica* 61:1–9

- Farid M, Earl HJ, Navabi A (2016) Yield stability of dry bean genotypes across nitrogen-fixation-dependent and fertilizer-dependent management systems. *Crop Sci* 56:173–182. doi: 10.2135/cropsci2015.06.0343
- Fasahat P, Rajabi A, Mahmoudi SB, et al (2015) An overview on the use of stability parameters in plant breeding. *Biometrics Biostat Int J* 2:1–11. doi: 10.5897/SRE10.960
- Finlay KE, Wilkinson GN (1963) The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust J Agric Res* 14:742–754. doi: 10.1071/AR9630742
- Haffke S, Wilde P, Schmiedchen B, et al (2015) Toward a selection of broadly adapted germplasm for yield stability of hybrid rye under normal and managed drought stress conditions. *Crop Sci* 55:1026–1034. doi: 10.2135/cropsci2014.08.0532
- Hallauer AR, Miranda Filho JB (1988) Quantitative genetics in maize breeding, 2nd edn. Iowa States University Press, Ames
- Jugenheimer RW (1976) Corn improvement, seed production and uses. Wiley-interscience, New York
- Kamara AY, Menkir A, Badu-Apraku B, Ibikunle O (2003) Reproductive and stay-green trait responses of maize hybrids, improved open-pollinated varieties and farmers' local varieties to terminal drought stress. *Maydica* 48:29–37
- Lee EA, Doerksen TK, Kannenberg LW (2003) Genetic components of yield stability in maize breeding populations. *Crop Sci* 43:2018–2027. doi: 10.2135/cropsci2003.2018
- Li L, Wegenast T, Li H, et al (2011) Estimation of quantitative genetic and stability parameters in maize under high and low N levels. *Maydica* 56:25–34
- Oliveira GV, Carneiro PCS, Carneiro JE de S, Cruz CD (2006) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. *Pesqui Agropecu Bras* 41:257–265. doi: 10.1016/j.vetimm.2006.05.008
- Ramalho MAP, Abreu A de FB, Santos JB, Nunes JAR (2012) Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. UFLA, Lavras
- Ribaut J-M, Hoisington DA, Deutsch JA, et al (1996) Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. 1. Flowering parameters and the anthesis-silking interval. *Theor Appl Genet* 92:905–914
- Ribaut J-M, Jiang C, Gonzalez-de-Leon D, et al (1997) Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. 2. Yield components and marker-assisted selection strategies. *Theor Appl Genet* 94:887–896. doi: 10.1007/s001220050492
- Russell WA, Eberhart SA (1968) Testcrosses of one- and two-ear types of corn belt maize inbreds. II. stability of performance in different environments. *Crop Sci* 8:248–251

- Russell WA, Prior CL (1975) Stability of yield performance of prolific and nonprolific maize hybrids. *Iowa State J Res* 50:17–27
- Silva EC, Buzetti S, Lazarini E (2005) Aspectos econômicos da adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema de plantio direto. *Rev Bras Milho e Sorgo* 4:286–297
- Tollenaar M, Lee EA (2002) Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *F Crop Res* 75:161–169
- Torres RAA (1988) Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.). Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Vencovsky R (1987) Herança quantitativa. In: Paterniani E, Viegas GP (eds) *Melhoramento e produção do milho no Brasil*, 2nd edn. Fundação Cargil, Campinas, pp 122–201
- Vilela EF, Büll LT (1999) Avaliação do crescimento de plantas de milho em função de doses de potássio e estresse hídrico. *Rev Bras Ciência do Solo* 23:281–289
- Yates F, Cochran WC (1938) The analysis of groups of experiments. *J Agric Sci* 28:556–580
- Zuber MS, Grogan CO, Singleton O V. (1960) Rate-of-planting studies with prolific and single-ear corn hybrids. *Missouri Agric. Exp. Stn., Columbia*

2. RELAÇÃO ENTRE A ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE GRÃOS E CARACTERES RELACIONADOS À TOLERÂNCIA A ESTRESSES ABIÓTICOS EM MILHO

Resumo

Diversos trabalhos relatam que os principais caracteres a serem considerados em programas de melhoramento de milho visando tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico, são prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP) e *stay green* (SG), e sugerem também que essas características estariam relacionadas com a estabilidade da produção de grãos. Assim, os objetivos desse trabalho foram investigar se a estabilidade de híbridos simples de milho está relacionada a esses caracteres que condicionam tolerância a estresses abióticos e fornecer informações adicionais sobre a herança desses caracteres. Foram avaliados dois Grupos de híbridos simples de milho: Grupo I (GI) constituído por 100 híbridos e o Grupo II (GII) por 48 híbridos, os quais foram avaliados respectivamente em 12 e 28 ambientes. Esses híbridos foram avaliados seguindo delineamento látice 10 x 10 e 7 x 7, compreendendo os 100 e 49 híbridos simples, respectivamente, com duas repetições por ambiente e empregando-se no início de cada repetição dois híbridos simples comerciais como testemunhas. Para completar o delineamento látice no GII, um híbrido simples comercial foi adicionado aos demais híbridos. Os coeficientes de correlação de posição entre os caracteres envolvendo tolerância a estresses abióticos (PRO, IF, NRP e SG) e os parâmetros de estabilidade, estimados pelo desvio padrão do desvio da regressão e pelo desvio padrão de ambientes dentro de híbridos, apresentaram baixas magnitudes ($r < |0,30|$) e, de forma geral, não diferiram de zero. De forma similar, a análise multivariada por meio de componentes principais também mostrou a inexistência de correlação entre esses caracteres e os parâmetros de estabilidade, revelando que a estabilidade da produção de grãos e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos são independentes. A análise dialélica revelou que os efeitos aditivos foram mais importantes que os efeitos não aditivos (dominância e epistasia) para os caracteres ligados a estresses abióticos, o que possibilita realizar a seleção desses caracteres em nível de plantas e linhagens, uma vez que seus coeficientes de herdabilidade em nível de plantas são altos. Deste modo, apesar de os híbridos selecionados apresentarem esses caracteres de forma desejada e, assim, possivelmente reduzirem as flutuações da produção, esses não possuem relação direta com os parâmetros de estabilidade. De qualquer forma, é importante que esses caracteres estejam inseridos nos programas de melhoramento de milho visando obter cultivares tolerantes a estresses abióticos.

Palavras-chave: Estresse hídrico; Correlação; Interação genótipos x ambientes; Melhoramento de milho

Abstract

Several studies have been reported that the main traits considered in maize breeding programs aiming abiotic stresses tolerance, mainly drought, are prolificacy (PRO), anthesis-silking interval (ASI), number of tassel branches (TB) and stay green (SG), and also suggest that these characteristics would be related to grain yield stability. Thus, the objectives of this study were to investigate if the stability of maize single-crosses is related to the traits related to abiotic stresses tolerance and to provide additional information about the inheritance of these traits. Two groups of maize single-crosses were evaluated: Group I (GI) consisted of 100 single-crosses and Group II (GII) of 48 single-crosses, respectively evaluated in 12 and 28 environments. These hybrids were evaluated following a 10 x 10 and a 7 x 7 lattice designs comprising the 100 and 49 single-crosses, respectively, with two replications per environment and using at the beginning of each replication two commercial single-crosses as controls. To complete the lattice design in GII a commercial single-cross was added to entries. The position of correlation coefficients between the traits involving abiotic stresses tolerance (PRO, ASI, TB and SG) and stability parameters, estimated by the standard deviation of the regression deviation and by the standard deviation of environments within single-crosses, showed low magnitudes ($r < |0,30|$) and, in general, did not differ from zero. Similarly, the multivariate analysis by principal components also showed the inexistence of correlation between these traits and the stability parameters, revealing that maize grain yield stability and the traits related to abiotic stresses tolerance are independent. The diallel analysis revealed that the additive effects were more important than non-additive effects (dominance and epistasis) for the traits related to abiotic stresses, which makes it possible to select these traits at plant and line levels, since their coefficients of heritability on a plant-basis are high. Thus, although the selected single-crosses presented these traits in a desired way and possibly reduce grain yield fluctuations due mainly to precipitation instabilities, they are not directly related to the stability parameters. However, it is important that these traits are included in maize breeding programs in order to obtain cultivars tolerant to abiotic stresses.

Keywords: Water stress; Correlation; Genotypes x environments interaction; Maize breeding

2.1. Introdução

Em regiões tropicais onde se cultiva milho é muito comum grandes variações de temperatura, precipitação e tipos de solo, os quais geralmente acarretam flutuações substanciais na produtividade. No Brasil, o plantio do milho ocorre em duas épocas, sendo a primeira semeadura entre os meses de setembro e dezembro e a segunda entre os meses de fevereiro e abril de cada ano, logo após a colheita da soja. Além disso, a maioria das áreas cultivadas no país está sujeita a diferentes tecnologias adotadas por agricultores, acarretando muitas vezes em estresse de nutrientes, especialmente estresse ocasionado pela baixa disponibilidade de nitrogênio (Bänziger e Lafitte 1997; Silva et al. 2005), e estresse hídrico, uma vez que grande parte dos cultivos de milho no país é conduzido sem irrigação e, mesmo em anos que ocorre precipitação satisfatória, observam-se perdas na produção de grãos decorrentes de períodos de estiagem ou veranicos (Vilela e Büll 1999). Como a maioria dos cultivares comerciais têm sido desenvolvidos visando alta produção de grãos em condições ótimas de cultivos, as perdas em produtividade decorrentes de estresse hídrico (Frova et al. 1999) e de nutrientes são inevitáveis. Deste modo, em programas de melhoramento de milho é primordial o desenvolvimento de cultivares tolerantes principalmente a esses tipos de estresses abióticos.

Contudo, muitos programas de melhoramento não têm tido sucesso no desenvolvimento de cultivares tolerantes ao déficit de nitrogênio e hídrico, devendo-se em grande parte à seleção desses genótipos não ser realizada sob condições de estresses. Assim, o uso de caracteres secundários relacionados à tolerância a estresses abióticos pode aumentar a eficiência da seleção de genótipos tolerantes. Diversos autores relatam que os principais caracteres a serem considerados em programas de melhoramento visando tolerância ao déficit hídrico são prolificidade (número de espigas por planta), intervalo entre florescimentos feminino e masculino, número de ramificações do pendão e senescência retardada das folhas ou *stay green*. Esses caracteres possuem magnitudes dos coeficientes de herdabilidade superiores aos da produção de grãos, podendo ser utilizados para seleção de linhagens ou mesmo de genótipos nos estágios iniciais dos programas de melhoramento (Jugenheimer 1976; Hallauer e Miranda Filho 1988). Ademais, alguns desses caracteres são correlacionados com a produção de grãos e passíveis de serem avaliados fenotipicamente em larga escala, visto ser mais simples a avaliação dessas características quando comparada à produção de grãos (Agrama e Moussa 1996; Bolaños e Edmeades 1996; Ribaut et al. 1996; Bänziger e Lafitte 1997; Bänziger et al. 2000; Betrán et al. 2003; Kamara et al. 2003; Câmara et al. 2007).

Duvick et al. (2004) reportaram alterações significativas nesses caracteres de híbridos de milho nos Estados Unidos da América liberados comercialmente entre 1991 e 2001. Algumas dessas modificações, apesar de não terem sido selecionadas, resultaram em melhorias na tolerância ao estresse abiótico, principalmente quanto ao déficit hídrico, como redução no número de ramificações do pendão, menor intervalo de florescimento, maior prolificidade e redução da senescência das plantas (aumento do *stay green*). Ademais, Duvick et al. (2004) e Tollenaar e Lee (2002) sugeriram que a tolerância a estresses abióticos pode estar relacionada à estabilidade da produção de grãos. Logo, uma vez que estresses abióticos, como ausência periódica de precipitação, causam flutuações na produção de grãos, é de se esperar que os caracteres envolvendo tolerância a esses tipos de estresses, isto é, prolificidade, intervalo entre florescimentos feminino e masculino, número de ramificações do pendão e *stay green*, podem estar relacionados à estabilidade da produção de grãos. Zuber et al. (1960), Collins et al. (1965), Russell e Eberhart (1968), Russell e Prior (1975) e Cross (1977) reportaram que híbridos prolíficos (com mais de uma espiga por planta) tendem a apresentar performances mais estáveis quanto à produção de grãos quando comparados à híbridos não prolíficos, ou seja, com apenas uma espiga por planta.

No entanto, mesmo com esses resultados, não existem relatos na literatura que mensuram a associação entre os caracteres que condicionam tolerância a estresses abióticos e a estabilidade de híbridos. Como o déficit hídrico é uma das principais causas das flutuações da produção de grãos, existe a necessidade de estudar a relação entre os caracteres que condicionam tolerância a estresses abióticos (prolificidade, intervalo de florescimento, número de ramificações do pendão e *stay green*) e a estabilidade do caráter produção de grãos. Além disso, alguns caracteres, como a prolificidade, influenciam de forma direta na expressão da produção de grãos (Jugenheimer 1976), denominados componentes de produção, sendo que a seleção indireta para esses caracteres pode acarretar também em um aumento da produção de grãos.

Vários procedimentos são utilizados para estudar a responsividade e a estabilidade de genótipos de milho. Dentre estes, as análises de regressão linear simples e múltipla (Yates e Cochran 1938; Finlay e Wilkinson 1963; Eberhart e Russell 1966) merecem destaque por ser um dos processos mais utilizados no meio científico (Betrán et al. 2003; Li et al. 2011; Haffke et al. 2015; Farid et al. 2016). O modelo proposto por Eberhart e Russell (1966) para análise de estabilidade por meio da regressão linear é de fácil interpretação. Apesar de ser criticado principalmente pela não independência entre a variável que mede o índice ambiental e as produtividades dos genótipos, esse método é de grande relevância entre os melhoristas (Oliveira

et al. 2006), sendo o mais amplamente utilizado nesse tipo de estudo (Chaves 2001; Ramalho et al. 2012; Fasahat et al. 2015).

Diante do exposto, os objetivos do presente estudo foram (i) investigar se a estabilidade da produção de grãos de híbridos simples de milho está correlacionada com caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos e (ii) fornecer informações adicionais sobre a herança dos caracteres que condicionam tolerância a estresses abióticos.

2.2. Material e métodos

2.2.1. Materiais Genéticos

Os materiais genéticos utilizados foram compostos por dois Grupos de híbridos simples de milho, denominados Grupo I (GI) e Grupo II (GII). O GI foi composto por 100 híbridos simples, originados do cruzamento de 10 linhagens endogâmicas oriundas da população (IG-3 x L-08-05F) com 10 linhagens endogâmicas provenientes da população (IG-4 x L-38-05D), em que IG-3 e IG-4 são sintéticos e L-08-05F e L-38-05D são linhagens endogâmicas. O sintético IG-3 e a linhagem L-08-05F são do mesmo grupo heterótico e o sintético IG-4 e a linhagem L-38-05D pertencem a outro grupo heterótico, sendo que IG-3 e L-08-05F possuem grãos duros alaranjados e IG-4 e L-38-05D possuem grãos amarelos dentados. As linhagens L-08-05F e L-38-05D foram utilizadas devido ao seu híbrido simples apresentar elevada produtividade e estabilidade (Aguiar et al. 2003).

Para a obtenção das linhagens do GI, trezentas plantas da população (IG-3 x L-08-05F) foram autofecundadas, gerando 300 linhagens S_1 's, as quais foram cruzadas com a linhagem L-38-05D, obtendo-se 300 testecrosses. Da mesma forma, trezentas linhagens S_1 's provenientes da população (IG-4 x L-38-05D) foram cruzadas com a linhagem L-08-05F. Os 600 testecrosses foram avaliados em seis ambientes, sendo identificados os 10 testecrosses superiores de cada população para a seleção de 10 linhagens S_1 's de cada população. Estas linhagens foram autofecundadas por seis gerações, seguindo o método *single seed descent* (SSD), dando origem a 10 linhagens endogâmicas (S_7) de cada população que, ao serem cruzadas no esquema dialélico parcial, deram origem a 100 híbridos simples.

O GII, por sua vez, foi formado por 48 híbridos simples, originados a partir do cruzamento dialélico parcial entre oito linhagens endogâmicas do sintético IG-3 e seis linhagens endogâmicas obtidas do sintético IG-4. Os sintéticos IG-3 e IG-4 foram obtidos das populações BR-105 e BR-106 por meio de seleção recorrente recíproca, sendo essas populações caracterizadas por apresentar grãos duros alaranjados e amarelos dentados, respectivamente,

estando alocadas em grupos heteróticos distintos (Souza Jr. et al. 1993; Rezende e Souza Junior 2000). Os sintéticos, linhagens e híbridos simples dos Grupos I e II foram desenvolvidos no programa de melhoramento de milho do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

2.2.2. Condução dos experimentos

Os 100 híbridos simples do GI foram avaliados nos anos agrícolas 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, em duas épocas de semeadura, com e sem adubação de cobertura, nas Estações Experimentais Sertãozinho (E. E. Sertãozinho) e Departamento de Genética (E. E. LGN), ambas da ESALQ/USP e localizadas no município de Piracicaba/SP. Cada combinação ano agrícola x época de semeadura x local x adubação de cobertura foi considerada como um ambiente distinto, totalizando 12 ambientes (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos ambientes avaliados do Grupo I de acordo com o ano agrícola, época de semeadura, local e adubação de cobertura

Ambiente	Ano agrícola	Época de semeadura ¹	Local ²	Cobertura ³
1	2011/2012	1ª época	E. E. LGN	Presente
2	2011/2012	1ª época	E. E. Sertãozinho	Presente
3	2011/2012	2ª época	E. E. LGN	Presente
4	2011/2012	2ª época	E. E. Sertãozinho	Presente
5	2012/2013	1ª época	E. E. LGN	Presente
6	2012/2013	1ª época	E. E. Sertãozinho	Presente
7	2012/2013	2ª época	E. E. LGN	Presente
8	2012/2013	2ª época	E. E. Sertãozinho	Presente
9	2013/2014	1ª época	E. E. LGN	Presente
10	2013/2014	1ª época	E. E. LGN	Ausente
11	2013/2014	1ª época	E. E. Sertãozinho	Presente
12	2013/2014	1ª época	E. E. Sertãozinho	Ausente

¹1ª e 2ª época de semeadura corresponderam aos plantios realizados nos meses de novembro e fevereiro de cada ano, respectivamente. ²E. E. LGN corresponde à Estação Experimental do Departamento de Genética e E. E. Sertãozinho à Estação Experimental Sertãozinho. ³Adubação de cobertura nos ambientes 9 e 11 correspondeu a apenas uma aplicação de uréia aos 30 dias após o plantio.

Os 48 híbridos simples do Grupo II foram avaliados nos anos agrícolas 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015; em diferentes épocas de semeadura; com e sem adubação de cobertura; com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense*; na E. E. Sertãozinho, E. E. LGN, ambas da ESALQ/USP, e na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, localizada no município de Jaboticabal/SP. Cada combinação ano agrícola x época de semeadura x local x adubação de cobertura x inoculação de *A. brasilense* foi considerada como um ambiente distinto, totalizando 28 ambientes (Tabela 2).

As práticas culturais para ambos os Grupos de híbridos simples seguiram as recomendações técnicas de acordo com cada ambiente. Apenas a E. E. LGN contou com um sistema de irrigação, acionado apenas quando necessário. As adubações de cobertura corresponderam a duas aplicações de 100 Kg ha⁻¹ de uréia, aproximadamente aos 30 e 45 dias após o plantio, com exceção dos ambientes 9 e 11 do Grupo I, em que a aplicação ocorreu apenas aos 30 dias após o plantio. Por sua vez, a inoculação de *Azospirillum brasilense* correspondeu a uma aplicação de 625 L de solução de bactéria ha⁻¹, a uma concentração de 0,96 mL de bactéria (L de água)⁻¹, aproximadamente aos 30 dias após o plantio, sendo aplicada quando a adubação de cobertura não foi realizada, visto que esta bactéria promove a fixação biológica de nitrogênio no solo e, desta forma, torna-se uma alternativa quanto ao uso do fertilizante à base de uréia. Ressalte-se que os diferentes ambientes utilizados para o estudo simularam diferentes situações encontradas por agricultores em propriedades rurais.

Tabela 2. Caracterização dos ambientes avaliados do Grupo II de acordo com o ano agrícola, época de semeadura, local, adubação de cobertura e inoculação de *Azospirillum brasilense*

Ambiente	Ano agrícola	Época de semeadura ¹	Local ²	Cobertura	<i>Azospirillum brasilense</i>
1	2011/2012	1ª época	E. E. LGN	Presente	Ausente
2	2011/2012	1ª época	E. E. Sertãozinho	Presente	Ausente
3	2011/2012	2ª época	E. E. LGN	Presente	Ausente
4	2011/2012	2ª época	E. E. Sertãozinho	Presente	Ausente
5	2012/2013	1ª época	E. E. LGN	Presente	Ausente
6	2012/2013	1ª época	E. E. Sertãozinho	Presente	Ausente
7	2012/2013	2ª época	E. E. LGN	Presente	Ausente
8	2012/2013	2ª época	E. E. Sertãozinho	Presente	Ausente
9	2013/2014	1ª época	E. E. LGN	Ausente	Presente
10	2013/2014	1ª época	E. E. LGN	Presente	Ausente
11	2013/2014	1ª época	E. E. LGN	Ausente	Ausente
12	2013/2014	1ª época	E. E. Sertãozinho	Ausente	Presente
13	2013/2014	1ª época	E. E. Sertãozinho	Presente	Ausente
14	2013/2014	1ª época	E. E. Sertãozinho	Ausente	Ausente
15	2013/2014	1ª época	FEPE	Ausente	Presente
16	2013/2014	1ª época	FEPE	Presente	Ausente
17	2013/2014	2ª época	FEPE	Ausente	Presente
18	2013/2014	2ª época	FEPE	Presente	Ausente
19	2013/2014	2ª época	FEPE	Ausente	Ausente
20	2014/2015	1ª época ¹	E. E. LGN	Ausente	Presente
21	2014/2015	1ª época ¹	E. E. LGN	Presente	Ausente
22	2014/2015	1ª época ¹	E. E. LGN	Ausente	Ausente
23	2014/2015	1ª época ¹	E. E. Sertãozinho	Ausente	Presente
24	2014/2015	1ª época ¹	E. E. Sertãozinho	Presente	Ausente
25	2014/2015	1ª época ¹	E. E. Sertãozinho	Ausente	Ausente
26	2014/2015	1ª época ¹	FEPE	Ausente	Presente
27	2014/2015	1ª época ¹	FEPE	Presente	Ausente
28	2014/2015	1ª época ¹	FEPE	Ausente	Ausente

¹1ª e 2ª época de semeadura corresponderam aos plantios realizados nos meses de novembro e fevereiro de cada ano, respectivamente, com exceção do ano 2014/2015, em que as épocas de semeadura corresponderam aos meses de dezembro. ²E. E. LGN corresponde à Estação Experimental do Departamento de Genética, E. E. Sertãozinho à Estação Experimental Sertãozinho, ambas da ESALQ/USP, e FEPE à Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Para os 100 híbridos simples experimentais do GI foi utilizado o delineamento experimental látice simples 10 x 10, com duas repetições por ambiente. No início de cada repetição foram empregados dois híbridos simples comerciais (DKB 390 e XB 70202 das empresas Dekalb e Semeali, respectivamente) como testemunhas fora do delineamento. Os 48 híbridos simples experimentais do GII e o híbrido simples comercial DKB 390 foram alocados em delineamento experimental látice simples 7 x 7, com duas repetições por ambiente. Foram dispostos dois híbridos simples comerciais como testemunhas no início de cada repetição e fora do delineamento em látice, utilizando-se diferentes híbridos comerciais para cada ambiente. Para ambos os Grupos de híbridos foram utilizadas parcelas de uma linha de 4,00 m, espaçadas 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, com estande de 20 plantas por parcela após o desbaste, correspondendo a aproximadamente 62.500 plantas ha⁻¹.

2.2.3. Caracteres avaliados

Foram coletados dados dos seguintes caracteres para os Grupos I e II de híbridos: peso de grãos, em g parcela⁻¹; umidade de grãos, em %, mensuradas de amostras retiradas de cada parcela; estande, correspondendo ao número de plantas da parcela no momento da colheita; número total de espigas da parcela, em que espigas pequenas, mal formadas, com poucos grãos e/ou fora dos padrões da parcela foram reunidas em grupos de duas ou mais e consideradas como uma única espiga; florescimento feminino e masculino, obtidos pelo número de dias transcorridos da data de plantio até o período em que 50% das plantas da parcela apresentassem estilo-estigmas visíveis e antese, respectivamente; número de ramificações do pendão, correspondendo ao número médio de ramificações do pendão de cinco plantas competitivas da parcela, avaliadas após o florescimento, em que as ramificações primárias foram contabilizadas individualmente e as secundárias reunidas em grupos de duas ou mais e contabilizadas como uma ramificação primária; peso de 300 grãos, número médio de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira nas espigas, obtidos de cinco espigas representativas de cada parcela; e *stay green*, correspondendo à avaliação de dez plantas da parcela por dois avaliadores quanto à senescência das folhas e colmos, sendo cada avaliador responsável por avaliar cinco plantas diferentes do início e final da parcela. O caráter *stay green* foi avaliado após a formação da camada negra dos grãos na maioria das plantas da bordadura (~ 90%), composta por uma mistura das progênies em avaliação, o que ocorreu aproximadamente aos 120 dias após o plantio. Foram atribuídas notas de 1 à 5 às plantas, em que a nota 1 foi atribuída às plantas com todas as folhas verdes acima da espiga e ao menos duas folhas verdes abaixo da espiga; nota 2 às plantas em que todas as folhas acima da espiga estivessem verdes; nota 3 às plantas com duas folhas secas acima

da espiga e as demais verdes; nota 4 às plantas em que duas folhas no ápice da planta estivessem verdes e as demais secas; e nota 5 às plantas que apresentaram todas as folhas secas (Câmara et al. 2007).

Ressalte-se que no Grupo I os caracteres número de ramificações do pendão e *stay green* foram avaliados em apenas oito ambientes (ambientes 5 a 12), enquanto no Grupo II os caracteres peso de 300 grãos, número médio de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira nas espigas foram avaliados em apenas 24 ambientes (ambientes 5 a 28) e os caracteres número de ramificações do pendão e *stay green* foram avaliados em apenas 16 ambientes (ambientes 5 a 14 e 20 a 25).

Os caracteres utilizados nas análises estatísticas em ambos os Grupos de híbridos simples foram: produção de grãos por parcela (PG, em t ha⁻¹), corrigido para 15,00% do teor de umidade nos grãos e pelo estande médio dos experimentos; prolificidade (PRO), obtido pela relação entre o número total de espigas da parcela e estande final (NE/ST) e corrigido para o estande médio; intervalo de florescimento (IF), correspondendo à diferença de dias entre o florescimento feminino (FF) e o florescimento masculino (FM), ou seja, IF = FF – FM; número de ramificações do pendão (NRP); *stay green* (SG), corrigido para o caráter florescimento feminino devido às diferenças de maturação dos híbridos; peso de 300 grãos (P300, em g); número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira nas espigas (NGF).

2.2.4. Análises de variâncias e estimativas de parâmetros genéticos

Foram realizadas análises de variâncias individuais para cada ambiente (Anexo A) para os Grupos I e II, considerando todos os efeitos como aleatórios, segundo o modelo matemático da eq. (1). Com o intuito de se estimar os componentes de variância e, também, pelo fato dos genótipos serem indicados como uma amostra aleatória de uma população hipotética (Piepho e Möhring 2006), os efeitos de híbridos simples foram considerados aleatórios.

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + r_j + b_{k(j)} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

em que, Y_{ijk} é o valor observado do híbrido experimental i , no bloco k da repetição j ; μ é a média geral do experimento; t_i é o efeito do híbrido experimental i ($i = 1, \dots, 100$ para o Grupo I; e $i = 1, \dots, 49$ para o Grupo II); r_j é o efeito da repetição j ($j = 1, 2$); $b_{k(j)}$ é o efeito do bloco k dentro da repetição j ($k = 1, \dots, 10$ para o Grupo I; e $k = 1, \dots, 7$ para o Grupo II); ε_{ijk} é o erro experimental associado à observação Y_{ijk} , com $\varepsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

Posteriormente, foram realizadas as análises de variâncias conjuntas (Anexo B) para cada Grupo, também considerando todos os efeitos aleatórios, com base no seguinte modelo matemático (eq. 2):

$$Y_{il} = \mu + t_i + e_l + (ta)_{il} + \bar{\varepsilon}_{il} \quad (2)$$

em que, Y_{il} é o valor observado do híbrido experimental i no ambiente l ; μ é a média geral do experimento; t_i é o efeito do híbrido experimental i ($i = 1, \dots, 100$ para o Grupo I; e $i = 1, \dots, 49$ para o Grupo II); e_l é o efeito do ambiente l ($l = 1, \dots, 12$ para o Grupo I; e $l = 1, \dots, 28$ para o Grupo II); $(ta)_{il}$ é o efeito da interação do híbrido experimental i com o ambiente l ; $\bar{\varepsilon}_{il}$ é o erro efetivo médio associado à observação Y_{il} , com $\bar{\varepsilon}_{il} \sim N(0, \sigma^2)$.

As análises conjuntas foram realizadas utilizando-se as médias ajustadas dos híbridos em cada ambiente para cada Grupo. O erro efetivo para cada análise de variância individual foi calculado conforme apresentado por Cochran e Cox (1966) (eq. 3):

$$QM_{EF} = QM_{EI} \{1 + [JK\mu/(K+1)]\} \quad (3)$$

em que, QM_{EF} é o quadrado médio do erro efetivo médio; QM_{EI} é o quadrado médio do erro intrabloco; J é o número de repetições; K é o número de blocos; $\mu = (QM_{B(R)} - QM_{EI})/[K(J-1)QM_{B(R)}]$, sendo $QM_{B(R)}$ o quadrado médio do bloco dentro de repetição.

A distribuição dos dados foi testada para normalidade dos resíduos utilizando o teste de Shapiro-Wilk (Shapiro e Wilk 1965) e foi verificada a homogeneidade das variâncias dos erros utilizando o teste de Hartley (Hartley 1950). Todas as análises de variâncias foram realizadas utilizando o procedimento estatístico PROC GLM do programa SAS versão 9.2 (SAS Institute 2009).

Com base nas esperanças dos quadrados médios das análises conjuntas, foram estimados os componentes de variâncias, utilizando-se as seguintes expressões:

Estimativas de variâncias genéticas dos caracteres de híbridos experimentais (eq. 4):

$$\hat{\sigma}_H^2 = (QM_H - QM_{HxE}) / JL \quad (4)$$

Estimativas de variâncias da interação híbridos x ambientes (eq. 5):

$$\hat{\sigma}_{HE}^2 = (QM_{HxE} - QM_{EF}) / J \quad (5)$$

Estimativas de variâncias fenotípicas em nível de médias de híbridos (eq. 6):

$$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 = QM_H / JL = \hat{\sigma}_H^2 + (\hat{\sigma}_{HE}^2 / L) + (\hat{\sigma}^2 / JL) \quad (6)$$

em que, QM_{EF} é o quadrado médio do erro efetivo médio; QM_{HxE} é o quadrado médio da interação híbridos x ambientes; QM_H é o quadrado médio de híbridos; QM_E é o quadrado médio de ambientes; $\hat{\sigma}^2$ é a estimativa da variância do erro; I, J e L são os números de híbridos simples, repetições e ambientes, respectivamente.

A seguir foram estimados os coeficientes de herdabilidade em nível de médias de híbridos mediante a eq. (7).

$$\hat{h}_X^2 = \hat{\sigma}_H^2 / \hat{\sigma}_{\bar{F}}^2 \quad (7)$$

Os intervalos de confiança para as estimativas dos componentes de variância foram calculados seguindo os procedimentos apresentados por Burdick e Graybill (1992), segundo a eq. (8):

$$IC_{(\hat{\sigma}^2)_{0,95}} = \left[(n_t \hat{\sigma}^2 / \chi_{n_t,0,975}^2) \leq \hat{\sigma}^2 \leq (n_t \hat{\sigma}^2 / \chi_{n_t,0,025}^2) \right] \quad (8)$$

em que, $IC_{(\hat{\sigma}^2)_{0,95}}$ é o intervalo de confiança dos parâmetros genéticos ao nível de 95% de probabilidade; $\hat{\sigma}^2$ é a estimativa do componente da variância para o parâmetro considerado ($\hat{\sigma}_H^2$, $\hat{\sigma}_E^2$, $\hat{\sigma}_{HE}^2$ ou $\hat{\sigma}_F^2$); n_t é o número de graus de liberdade associado à estimativa do componente de variância; $\chi_{n_t,0,975}^2$ e $\chi_{n_t,0,025}^2$ referem-se ao valor tabelado de χ^2 com n_t graus de liberdade e 97,5% e 2,5% de probabilidade, respectivamente.

Para as estimativas do coeficiente de herdabilidade, os intervalos de confiança foram obtidos de acordo com Knapp et al. (1985) (eq. 9).

$$IC_{(\hat{h}_X^2)_{0,95}} = \left\{ \left[1 - \frac{1}{(QM_H / QM_{HxE}) F_{0,975;GL_H;GL_{HxE}}} \right] \leq \hat{h}_X^2 \leq \left[1 - \frac{1}{(QM_H / QM_{HxE}) F_{0,025;GL_H;GL_{HxE}}} \right] \right\} \quad (9)$$

em que, $IC_{(\hat{h}_X^2)_{0,95}}$ é o intervalo de confiança para o coeficiente de herdabilidade em nível de médias de híbridos ao nível de 95% de probabilidade; $F_{0,975;GL_H;GL_{HxE}}$ e $F_{0,025;GL_H;GL_{HxE}}$ referem-se aos valores tabelados de F a 97,5% e 2,5% de probabilidade, respectivamente, com os graus de liberdade de híbridos (GL_H) e da interação híbridos x ambientes (GL_{HxE}); $\hat{h}_X^2$ é a estimativa do coeficiente de herdabilidade em nível de médias de híbridos.

Os intervalos de confiança foram utilizados na comparação das estimativas dos componentes de variância e dos coeficientes de herdabilidade, sendo que duas estimativas foram consideradas diferentes entre si ($p \leq 0,05$) quando uma estimativa não estiver contida no intervalo de confiança da outra.

2.2.5. Estimativas de covariâncias e coeficientes de correlação

As análises de covariâncias foram realizadas segundo a metodologia descrita por Vencovsky e Barriga (1992). As somas de médias ajustadas de pares de caracteres ($\bar{z}$) foram submetidas às análises de variância para cada ambiente e a seguir foram realizadas as análises conjuntas. Os produtos médios (PM_{xy}) de cada fonte de covariação foram obtidos segundo a eq. (10):

$$PM_{xy} = (1/2)(QM_z - QM_x - QM_y) \quad (10)$$

em que, x e y referem-se aos caracteres considerados; $\bar{z}$ é a soma dos caracteres x e y ; QM_z , QM_x e QM_y são os quadrados médios das análises de variâncias conjuntas da soma e dos caracteres x e y , respectivamente.

Desta forma, foram calculados os produtos médios de ambientes ($PM_{E_{xy}}$), de híbridos experimentais ($PM_{H_{xy}}$), da interação dos híbridos com os ambientes ($PM_{HxE_{xy}}$) e do erro efetivo médio ($PM_{EF_{xy}}$), entre os caracteres x e y (Anexo C).

Com base nas esperanças dos produtos médios, foram calculadas as estimativas de covariância genética (eq. 11) e fenotípica em nível de médias de híbridos (eq. 12) entre os caracteres x e y :

$$C\hat{ov}_{H_{xy}} = (PM_{H_{xy}} - PM_{HE_{xy}}) / JL \quad (11)$$

$$C\hat{ov}_{\bar{F}_{xy}} = PM_{H_{xy}} / JL \quad (12)$$

A seguir foram calculadas as estimativas dos coeficientes de correlação genética (eq. 13) e fenotípica em nível de médias de híbridos experimentais (eq. 14), entre os caracteres x e y .

$$\hat{r}_{G_{xy}} = \text{C}\hat{ov}_{G_{xy}} / \sqrt{\hat{\sigma}_{H_x}^2 \hat{\sigma}_{H_y}^2} \quad (13)$$

$$\hat{r}_{\bar{F}_{xy}} = \text{C}\hat{ov}_{\bar{F}_{xy}} / \sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}_x}^2 \hat{\sigma}_{\bar{F}_y}^2} \quad (14)$$

em que, $\text{C}\hat{ov}_{G_{xy}}$ e $\text{C}\hat{ov}_{\bar{F}_{xy}}$ são as estimativas de covariâncias genéticas e fenotípicas em nível de médias de híbridos entre os caracteres x e y , respectivamente; $\hat{\sigma}_{H_x}^2$ e $\hat{\sigma}_{H_y}^2$ são as estimativas das variâncias genéticas dos híbridos para os caracteres x e y , respectivamente; $\hat{\sigma}_{\bar{F}_x}^2$ e $\hat{\sigma}_{\bar{F}_y}^2$ são as estimativas das variâncias fenotípicas em nível de médias de híbridos para os caracteres x e y , respectivamente.

O teste t foi utilizado para testar as significâncias das estimativas dos coeficientes de correlação genética e fenotípica em nível de médias de híbridos (Vencovsky e Barriga 1992), de acordo com a eq. (15):

$$t = \hat{r}_{xy} / \hat{\sigma}_{\hat{r}_{xy}} \quad (15)$$

em que, $\hat{r}_{xy}$ é a estimativa do coeficiente de correlação genética ou fenotípica em nível de médias de híbridos experimentais entre os caracteres x e y ; $\hat{\sigma}_{\hat{r}_{xy}}$ é a estimativa dos desvio padrão associado ao coeficiente de correlação $\hat{r}_{xy}$.

Para a $\hat{r}_{G_{xy}}$ os desvios padrões dos coeficientes de correlação ($\hat{\sigma}_{\hat{r}_{xy}}$) foram estimados pela metodologia descrita por Falconer e Mackay (1996).

Posteriormente, com as matrizes de correlações ($\hat{r}_{G_{xy}}$ e $\hat{r}_{\bar{F}_{xy}}$) foram obtidas redes ponderadas de correlação para ambos os Grupos de híbridos, utilizando o pacote “*qgraph*” (Epskamp et al. 2012) do programa R versão 3.2.3 (R Core Team 2015). Nos gráficos, correlações positivas apresentaram linhas na coloração verde, enquanto correlações negativas na coloração vermelha. Além disso, a espessura das linhas representou as magnitudes das correlações e as proximidades dos nós indicou a formação de agrupamentos.

2.2.6. Análise de responsividade e estabilidade dos híbridos

Foi realizada a análise de responsividade e estabilidade do caráter produção de grãos (PG) utilizando o método de Eberhart e Russell (1966), cujo modelo matemático é (eq. 16):

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij} \quad (16)$$

em que, Y_{ij} é a média do híbrido i no ambiente j ; β_{0i} é o intercepto ou a média geral do híbrido i ; β_{1i} é o coeficiente de regressão linear, que mede a performance do i -ésimo híbrido experimental à variação do ambiente; I_j é o índice ambiental; δ_{ij} é o desvio da regressão do híbrido experimental i ($i = 1, \dots, 100$ para o Grupo I; e $i = 1, \dots, 49$ para o Grupo II) no ambiente j ($j = 1, \dots, 12$ para o Grupo I; e $j = 1, \dots, 28$ para o Grupo II); $\bar{\varepsilon}_{ij}$ é o erro experimental médio.

O esquema da análise de variância, com a decomposição da soma de quadrados, foi realizado conforme o Anexo D. O índice ambiental foi estimado utilizando a eq. (17):

$$I_j = (Y_{.j}/I) - (Y_{..}/IL), \text{ tal que } \sum_j I_j = 0 \quad (17)$$

em que, $Y_{.j}$ e $Y_{..}$ é o total do ambiente j e o total geral, respectivamente; I e L são os números de híbridos e de ambientes, respectivamente.

O parâmetro de responsividade foi estimado pelo coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}_{1i}$), visto que o $\hat{\beta}_{1i}$ exprime quanto a performance do híbrido i se altera, em $t \text{ ha}^{-1}$, para cada incremento de uma unidade no I_j , também em $t \text{ ha}^{-1}$. O $\hat{\beta}_{1i}$ foi obtido de acordo com a eq. (18):

$$\hat{\beta}_{1i} = \sum_j \bar{Y}_{ij} I_j / \sum_j I_j^2 \quad (18)$$

em que, $\bar{Y}_{ij}$ é a média do híbrido i no ambiente j .

O teste t de Student foi utilizado para verificar se as estimativas dos β_{li} 's diferiram significativamente de 1,0 ($H_0 : \hat{\beta}_{li} = 1$) (eq. 19):

$$t = (\hat{\beta}_{li} - 1) / \sqrt{QM_{EF} / J \sum_j I_j^2} \quad (19)$$

em que, QM_{EF} é o quadrado médio do erro efetivo médio; J é o número de repetições.

Ressalte-se que os híbridos experimentais que apresentaram $\hat{\beta}_{li}$'s significativamente iguais à unidade ($\hat{\beta}_{li} \approx 1$) indicaram responsividade regular, enquanto $\hat{\beta}_{li}$'s significativamente superiores à unidade ($\hat{\beta}_{li} > 1$) e $\hat{\beta}_{li}$'s significativamente inferiores à unidade ($\hat{\beta}_{li} < 1$) revelaram híbridos mais e menos responsivos à melhoria ambiental, respectivamente (Eberhart e Russell 1966).

O parâmetro de estabilidade, estimado pela variância do desvio de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2$), foi obtido pela expressão (eq. 20):

$$\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2 = (QM_{Di} - QM_{EF}) / J \quad (20)$$

em que, QM_{Di} e QM_{EF} são os quadrados médios dos desvios de regressão do híbrido i , obtido conforme Ramalho et al. (2012), e do erro efetivo médio, respectivamente; J é o número de repetições.

A significância de $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2$ ($H_0 : \hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2 = 0$) foi verificada mediante aplicação do teste F associado à análise de variância, utilizando como denominador o QM_{EF} . Em seguida foi estimado o desvio padrão do desvio de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}} = \sqrt{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2}$), com intuito de expressá-lo na mesma unidade do caráter produção de grãos ($t \text{ ha}^{-1}$) e, assim, poder fazer inferências entre $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$ e PG.

Os híbridos foram classificados com alta estabilidade quando $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2$ não diferiu significativamente de zero ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2 \approx 0$) e o coeficiente de determinação (R_i^2) foi próximo de 100%; e com baixa estabilidade quando $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2$ diferiu significativamente de zero ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2 > 0$) e R_i^2 foi baixo (Eberhart e Russell 1966; Ramalho et al. 2012). O R_i^2 foi obtido de acordo com Ramalho et al. (2012).

Nesse trabalho, o critério adotado para classificar o híbrido como sendo ideal foi o mesmo estabelecido por Eberhart e Russell (1966). Deste modo, os híbridos experimentais cujas produtividades foram significativamente iguais ou superiores dos híbridos comerciais; suas estimativas do coeficiente de regressão linear não diferiram significativamente de 1,0 ($\hat{\beta}_{li} \approx 1,0$); e suas estimativas das variâncias do desvio da regressão foram a menor possível ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2 \approx 0$) e/ou coeficientes de determinação indicaram magnitudes altas, foram considerados como sendo os híbridos ideais.

As análises de variâncias, as estimativas dos coeficientes de regressão e das variâncias dos desvios da regressão e os coeficientes de determinação de cada híbrido experimental para ambos os Grupos foram obtidos utilizando o programa R versão 3.2.3 (R Core Team 2015).

2.2.7. Correlações entre os parâmetros de estabilidade para produção de grãos e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos

Devido ao parâmetro estabilidade ser uma estimativa do modelo de Eberhart e Russell (1966), isto é, não é um caráter, foram estimados os coeficientes de correlação de Spearman ou de posição (Kendall 1970) envolvendo os parâmetros de estabilidade, estimados pelo desvio padrão do desvio de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$) e pelo desvio padrão de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/Hi}$), e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos (PRO, IF, NRP e SG). A $\hat{\sigma}_{E/Hi}$ foi obtida pela raiz quadrada da estimativa da variância de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/Hi}^2$), ou seja, $\hat{\sigma}_{E/Hi} = \sqrt{\hat{\sigma}_{E/Hi}^2}$, sendo essa estimativa calculada pela variância das médias de cada híbrido experimental quanto ao caráter produção de grãos (t ha^{-1}) entre os ambientes avaliados. Ressalte-se que o desvio padrão de ambientes dentro de híbridos foi utilizado por ser um parâmetro de estabilidade da produção de grãos que não está vinculado ao modelo de Eberhart e Russell (1966), ou seja, à variância do desvio da regressão.

Para isso, realizou-se o ranqueamento dos 100 híbridos experimentais do Grupo I e dos 49 híbridos experimentais do Grupo II quanto à estimativa do $\sigma_{\hat{\alpha}}$ e em relação aos caracteres PRO, IF, NRP e SG. Logo após, as posições da classificação de cada híbrido para a $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$ foram correlacionadas com as posições dos híbridos para os caracteres PRO, IF, NRP e SG de forma individual. Ademais, as médias de posições para dois, três e quatro caracteres foram utilizadas para estimar os coeficientes de correlação com $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$.

O mesmo procedimento foi adotado para se obter os coeficientes de correlação de posição envolvendo os caracteres acima mencionados com os $\hat{\sigma}_{E/Hi}^2$'s. Os coeficientes de correlação de posição (r) foram obtidos utilizando a eq. 21:

$$r = (1 - 6 \sum d_i^2) / (n^3 - n) \quad (21)$$

em que, d_i é a diferença entre as duas posições das classificações para cada observação; n é o número de observações.

2.2.8. Análise de componentes principais

Foram realizadas análises de componentes principais (Pearson 1901) obtendo-se os primeiros componentes principais (Z_1) de três formatos: reunindo apenas os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos, ou seja, PRO, IF, NRP e SG (Z_1^A); os caracteres citados e $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$ (Z_1^B); e os quatro caracteres e $\hat{\sigma}_{E/Hi}$ (Z_1^C). Os Z_1 's foram calculados por meio da eq. (22):

$$Z_1 = a_{11}X_{1i} + a_{12}X_{2i} + \dots + a_{1p}X_{pi} \quad (22)$$

em que, a_{11} , a_{12} e a_{1p} são os autovetores do primeiro componente principal para os caracteres X_1 , X_2 e X_p respectivamente; X_{1i} , X_{2i} e X_{pi} são as médias ajustadas do híbrido experimental i para os caracteres PRO, IF, NRP e SG (Z_1^A), para os caracteres e $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$ (Z_1^B) e para os caracteres e $\hat{\sigma}_{E/Hi}$ (Z_1^C), respectivamente.

A seguir, foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre os Z_{li}^A 's com as estimativas de $\sigma_{\hat{\alpha}}$ e $\sigma_{E/Hi}$, entre os Z_{li}^B 's com $\hat{\sigma}_{E/Hi}$ e entre Z_{li}^C 's com $\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$. A escolha desse coeficiente de correlação se deu por não ser possível obter as posições dos híbridos para os primeiros componentes principais (Z_1^A , Z_1^B e Z_1^C), sendo impraticável obter o coeficiente de correlação de posição entre esses componentes e essas estimativas. Assim, os coeficientes de correlação (ρ) foram obtidos por meio da eq. (23):

$$\rho = \text{Cov}_{xy} / \sqrt{\hat{\sigma}_x^2 \hat{\sigma}_y^2} \quad (23)$$

em que, Cov_{xy} é a estimativa da covariância entre o primeiro componente principal (Z_{li}^A , Z_{li}^B ou Z_{li}^C) e as estimativas do desvio padrão do desvio de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}$) ou do desvio padrão de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/Hi}$); $\hat{\sigma}_x^2$ e $\hat{\sigma}_y^2$ são as estimativas das variâncias para o primeiro componente principal e para as estimativas de $\sigma_{\hat{\alpha}}$ ou $\sigma_{E/Hi}$, respectivamente.

As análises de componentes principais foram realizadas utilizando o procedimento estatístico PROC PRINCOMP do programa SAS versão 9.2 (SAS Institute 2009).

2.2.9. Relações entre híbridos selecionados e caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos

Foram selecionados os dez híbridos simples experimentais (HE) de ambos os Grupos de híbridos (intensidade de seleção de 10,00% para o GI e de 20,41% para o GII) que apresentaram as maiores médias quanto à produção de grãos, responsividades regulares ($\hat{\beta}_{li}$ não diferiu significativamente da unidade) e estabilidades quanto à produção de grãos ($\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2$ não diferiu significativamente de zero), evidenciados como híbridos ideais (Eberhart e Russell 1966). Na sequência, verificou-se as posições das classificações desses híbridos selecionados e dos híbridos comerciais (HC) quanto aos parâmetros da estabilidade $\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ e os caracteres PRO, IF, NRP e SG, relacionados à tolerância a estresses abióticos, sendo no GI observadas as posições dos HE's juntamente com os dois HC's DKB 390 e XB 70202 (totalizando 102 posições) e, no GII, as posições dos HE's com a média dos HC's (totalizando 50 posições), visto que diferentes híbridos comerciais foram avaliados nesse Grupo de híbridos.

2.2.10. Análise dialélica

As médias ajustadas de cada uma das análises individuais dos híbridos simples experimentais foram utilizadas para a análise dialélica dos caracteres avaliados para os Grupos I e II de híbridos. Ressalte-se que para ambos os Grupos de híbridos alguns caracteres não foram avaliados em todos os ambientes. Assim, para esses caracteres foram utilizadas apenas as médias ajustadas das análises de variâncias individuais dos ambientes avaliados.

A análise dialélica foi realizada de acordo com o método 4 do modelo I de Griffing (1956), adaptado para dialelos parciais (Gerald e Miranda-Filho 1988) e ampliado para múltiplos ambientes (Ferreira et al. 1993). Para cada Grupo de híbridos, tem-se dois conjuntos de linhagens: conjunto A, formado pelas 10 linhagens endogâmicas oriundas da população (IG-3 x L-08-05F) para o GI e pelas 8 linhagens do sintético IG-3 para o GII; e conjunto B, constituído pelas 10 linhagens obtidas da população (IG-4 x L-38-05D) para o GI e pelas 6 linhagens do sintético IG-4 para o GII.

Para ambos os Grupos de híbridos, todos os efeitos do modelo matemático da análise dialélica foram considerados aleatórios, exceto a média, os efeitos das capacidades gerais de combinação (CGC) das linhagens e o efeito da capacidade específica de combinação (CEC), os quais foram considerados fixos (eq. 24). Os efeitos das CGC's e da CEC foram considerados de efeito fixo, pois as linhagens foram deliberadamente escolhidas e não podem ser consideradas como uma amostra ao acaso da população.

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_k + (ge)_{ik} + (ge)_{jk} + (se)_{ijk} + \bar{\epsilon}_{ijk} \quad (24)$$

em que, Y_{ijk} é o valor médio observado do híbrido simples do cruzamento entre a i -ésima linhagem com a j -ésima linhagem no ambiente k ; μ é a média geral do caráter; g_i é o efeito da capacidade geral de combinação da i -ésima linhagem do conjunto A ($i = 1, \dots, 10$ para o Grupo I; e $i = 1, \dots, 8$ para o Grupo II); g_j é o efeito da capacidade geral de combinação da j -ésima linhagem do conjunto B ($j = 1, \dots, 10$ para o Grupo I; e $j = 1, \dots, 6$ para o Grupo II); s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação entre a linhagem i e a linhagem j ; e_k é o efeito do ambiente k ($k = 1, \dots, 12$ para o Grupo I; e $k = 1, \dots, 28$ para o Grupo II); $(ge)_{ik}$ é o efeito da interação entre a capacidade geral de combinação da i -ésima linhagem do conjunto A e o efeito do k -ésimo ambiente; $(ge)_{jk}$ é o efeito da interação entre a capacidade geral de combinação da j -ésima linhagem do conjunto B e o efeito do k -ésimo ambiente; $(se)_{ijk}$ é o efeito da interação

entre a capacidade específica de combinação das linhagens i e as linhagens j e o efeito do k -ésimo ambiente; $\bar{\varepsilon}_{ijk}$ é o erro experimental médio.

O esquema da análise de variância dos cruzamentos dialélicos, com seus respectivos quadrados médios e testes F , está apresentado no Anexo E. Todas as análises foram realizadas utilizando o procedimento estatístico PROC GLM do programa SAS versão 9.2 (SAS Institute 2009).

Estimou-se também a contribuição relativa da capacidade geral de combinação e a contribuição relativa da capacidade específica de combinação para cada caráter (eq. 25 e 26):

$$CGC\% = [(SQ_{CGC(A)} + SQ_{CGC(B)}) / (SQ_{CGC(A)} + SQ_{CGC(B)} + SQ_{CEC})].100 \quad (25)$$

$$CEC\% = [SQ_{CEC} / (SQ_{CGC(A)} + SQ_{CGC(B)} + SQ_{CEC})].100 \quad (26)$$

em que, $SQ_{CGC(A)}$ e $SQ_{CGC(B)}$ são as somas de quadrados das capacidades gerais de combinação das linhagens dos conjuntos A e B, respectivamente; SQ_{CEC} é a soma de quadrados da capacidade específica de combinação.

As estimativas da capacidade geral de combinação das linhagens do conjunto A ($\hat{g}_i$), da capacidade de combinação das linhagens do conjunto B ($\hat{g}_j$) e da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) foram obtidas para todos os caracteres avaliados, de acordo com a eq. (27) (Vencovsky e Barriga 1992):

$$\hat{g}_i = (Y_{i.}/N_2) - (Y_{..}/N_1N_2); \hat{g}_j = (Y_{.j}/N_1) - (Y_{..}/N_1N_2); \hat{s}_{ij} = Y_{ij} - (Y_{i.}/N_2) - (Y_{.j}/N_1) + (Y_{..}/N_1N_2) \quad (27)$$

em que, Y_{ij} é o valor da combinação híbrida entre a i -ésima linhagem e a j -ésima linhagem; $Y_{..}$ é o somatório de todas as combinações híbridas envolvendo as linhagens i e as linhagens j ; $Y_{i.}$ é o somatório das combinações híbridas da i -ésima linhagem cruzada com as linhagens j ; $Y_{.j}$ é o somatório das combinações híbridas da j -ésima linhagem cruzada com as linhagens i ; N_1 e N_2 são os números das i e j linhagens, respectivamente.

As significâncias das estimativas das capacidades gerais de combinação dos conjuntos de linhagens A ($\hat{g}_i$) e B ($\hat{g}_j$) e da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) foram obtidas pelo teste t . As variâncias da $\hat{g}_i$, da $\hat{g}_j$ e da $\hat{s}_{ij}$ foram estimadas de acordo com as eq. (28), (29) e (30), respectivamente (Vencovsky e Barriga 1992).

$$\hat{\sigma}_{\hat{g}_i}^2 = [(N_1 - 1)/N_1 N_2] (QM_{CGC(A) \times E} / JL) \quad (28)$$

$$\hat{\sigma}_{\hat{g}_j}^2 = [(N_2 - 1)/N_1 N_2] (QM_{CGC(B) \times E} / JL) \quad (29)$$

$$\hat{\sigma}_{\hat{s}_{ij}}^2 = [(N_1 - 1)(N_2 - 1)/N_1 N_2] (QM_{CEC \times E} / JL) \quad (30)$$

em que, N_1 e N_2 são os números das i e j linhagens, respectivamente; J e L são os números de repetições e de ambientes, respectivamente; $QM_{CGC(A) \times E}$, $QM_{CGC(B) \times E}$ e $QM_{CEC \times E}$ são os quadrados médios das interações CGC (A) x Ambientes, CGC (B) x Ambientes e CEC x Ambientes, respectivamente.

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Análises de variâncias, precisões experimentais e médias

Nas análises de variâncias conjuntas do Grupo I (GI) e Grupo II (GII) foram detectadas significâncias ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$) para as fontes de variação ambientes, híbridos experimentais (HE) e interações HE's x ambientes para todos os caracteres avaliados, indicando, respectivamente, a presença de variação entre ambientes, entre híbridos experimentais e que os híbridos apresentaram performances diferenciais nos diferentes ambientes avaliados (Tabelas 3 e 4).

De forma geral, os valores dos coeficientes de variação (CV%) observados para a maioria dos caracteres em ambos os Grupos de híbridos apresentaram baixas magnitudes, sendo os altos valores observados para IF resultados da própria natureza do caráter cujas médias tendem a ser muito baixas (Tabelas 3 e 4). Os CV's (%) foram similares aos reportados na literatura (Mendes 2015; Aguiar et al. 2003; Zancanaro 2016; Andrade 2017; Aragão 2017), evidenciando boa precisão experimental.

No GI, a média dos HE's para o caráter produção de grãos (PG) foi 8,18 t ha⁻¹ variando de 7,01 t ha⁻¹ a 9,61 t ha⁻¹, e a média dos híbridos comerciais (HC) foi 9,51 t ha⁻¹ variando de 9,41 t ha⁻¹ a 9,61 t ha⁻¹. Para os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto à deficiência hídrica (Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007), isto é, prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP) e *stay green* (SG), as médias dos HE's foram 0,92 espigas planta⁻¹, 1,96 dias, 18,50 ramificações planta⁻¹ e nota de 3,22; enquanto as médias dos HC's foram 0,94 espigas planta⁻¹, 0,08 dias, 13,85 ramificações planta⁻¹ e nota de 2,61, respectivamente. Para os componentes da produção de grãos: peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF), as médias dos HE's foram 96,98 g, 13,95 fileiras espiga⁻¹ e 36,53 grãos fileira⁻¹; e as médias dos HC's foram 104,18 g, 14,88 fileiras espiga⁻¹ e 35,44 grãos fileira⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

No GII, a média dos HE's para o caráter PG foi 7,66 t ha⁻¹ variando de 6,37 t ha⁻¹ a 8,92 t ha⁻¹, e a média dos HC's foi 8,58 t ha⁻¹ variando de 7,23 t ha⁻¹ a 9,28 t ha⁻¹. Para os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos PRO, IF, NRP e SG, as médias dos HE's foram 0,93 espigas planta⁻¹, 1,66 dias, 15,62 ramificações planta⁻¹ e nota de 3,30; enquanto as médias dos HC's foram 0,96 espigas planta⁻¹, 1,74 dias, 15,75 ramificações planta⁻¹ e nota de 2,61, respectivamente. Para os componentes da produção de grãos P300, NF e NGF as médias dos HE's foram 95,23 g, 13,55 fileiras espiga⁻¹ e 33,88 grãos fileira⁻¹; e as médias dos HC's foram 94,11 g, 13,82 fileiras espiga⁻¹ e 35,42 grãos fileira⁻¹, respectivamente (Tabela 4).

Constatou-se que as médias dos HE's e dos HC's não diferiram significativamente para o caráter produção de grãos em ambos os Grupos de híbridos, evidenciando a elevada produtividade média dos híbridos experimentais. Em relação aos caracteres envolvendo tolerância à estresses abióticos, não houve diferenças significativas entre as médias dos HE's e dos HC's para PRO nos dois Grupos de híbridos. Para IF, as médias dos híbridos experimentais no GI e GII apresentaram performances protândricas característica da espécie, embora apenas dois HE's do Grupo II (4,08%) exibiram protoginia. Quanto ao caráter NRP, as médias dos HE's e dos HC's do GII não diferiram significativamente, enquanto no GI a média dos HC's foi inferior à média dos HE's, apesar de alguns híbridos experimentais apresentarem médias próximas às dos híbridos comerciais. Tanto no GI quanto no GII as médias dos HE's não diferiram das médias dos HC's para SG, mostrando período em que as plantas permaneceram com folhas e colmos verdes após o enchimento de grãos, ou seja, caracterizando período prolongado de *stay green*. O intervalo de variação foi maior para os HE's quando comparado aos HC's nos dois Grupos de híbridos em relação aos caracteres relacionados à estresses, exceto para

SG no GII em que a variação foi maior para os híbridos comerciais (Tabelas 3 e 4). Ressalte-se que para atenuar os efeitos dos déficits hídricos é importante os cultivares de milho apresentarem médias baixas para os caracteres IF, NRP e SG, e médias altas para o caráter PRO.

Tabela 3. Quadrados médios e respectivas significâncias das análises de variâncias conjuntas, coeficientes de variação (CV%), médias, intervalos de variação (IV) e diferenças mínimas significativas a 5% de probabilidade (DMS) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) para os caracteres avaliados do Grupo I de híbridos

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		PG	PRO ^(a)	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
Ambientes	11 ^(b)	769,15 ^{**}	139,00 ^{**}	37,39 ^{**}	205,07 ^{**}	98,02 ^{**}	27.794,33 ^{**}	9,95 ^{**}	513,53 ^{**}
Híbridos experimentais (HE)	99	6,51 ^{**}	3,49 ^{**}	5,95 ^{**}	46,18 ^{**}	1,23 ^{**}	415,73 ^{**}	9,06 ^{**}	45,73 ^{**}
HE x Ambientes	1.089 ^(c)	1,67 ^{**}	1,11 ^{**}	1,93 ^{**}	4,13 ^{**}	0,33 ^{**}	92,17 ^{**}	0,58 ^{**}	5,36 [*]
Erro efetivo médio	960 ^(d)	1,25	0,87	1,47	3,34	0,25	68,04	0,41	4,76
CV (%)		13,65	10,21	61,72	9,88	15,51	8,51	4,57	5,97
Média HE		8,18	0,92	1,96	18,50	3,22	96,98	13,95	36,53
IV HE		7,01; 9,61	0,85; 0,99	0,94; 3,21	14,56; 23,45	2,49; 3,80	86,48; 106,28	12,62; 15,51	33,26; 40,48
Média HC		9,51	0,94	0,08	13,85	2,61	104,18	14,88	35,44
IV HC		9,41; 9,61	0,91; 0,96	-0,67; 0,83	13,28; 14,43	2,35; 2,86	101,19; 107,18	13,20; 16,55	33,45; 37,43
DMS (5%)		1,60	0,13	1,72	3,09	0,88	11,91	0,94	2,87

* e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espiga planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga e NGF: número médio de grãos por fileira na espiga. ^(a)QM multiplicados por 10². ^(b)Graus de liberdade de ambientes para NRP e SG são 7. ^(c)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para NRP e SG são 693. ^(d)Graus de liberdade do erro efetivo médio para IF, P300, NF e NGF são 972 e para NRP e SG são 648 e 640, respectivamente.

Tabela 4. Quadrados médios e respectivas significâncias das análises de variâncias conjuntas, coeficientes de variação (CV%), médias, intervalos de variação (IV) e diferenças mínimas significativas a 5% de probabilidade (DMS) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) para os caracteres avaliados do Grupo II de híbridos

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		PG	PRO ^(a)	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
Ambientes	27 ^(b)	440,67 **	42,47 **	38,47 **	159,36 **	39,03 **	31.557,08 **	8,80 **	1.095,07 **
Híbridos experimentais (HE)	48	18,89 **	6,42 **	40,67 **	91,96 **	5,38 **	2.430,76 **	17,86 **	100,20 **
HE x Ambientes	1.296 ^(c)	1,95 **	1,37 **	2,58 **	2,72 **	0,48 **	89,33 **	0,47 **	9,96 **
Erro efetivo médio	980 ^(d)	1,20	0,92	1,55	1,65	0,28	61,92	0,33	6,23
CV (%)		14,31	10,35	74,99	8,23	15,93	8,26	4,21	7,37
Média HE		7,66	0,93	1,66	15,62	3,30	95,23	13,55	33,88
IV HE		6,37; 8,92	0,82; 1,01	-1,18; 3,34	11,62; 19,48	2,60; 4,21	81,81; 107,07	12,61; 16,60	31,28; 37,60
Média HC		8,58	0,96	1,74	15,75	2,61	94,11	13,82	35,42
IV HC		7,23; 9,28	0,88; 1,01	1,39; 2,69	13,32; 18,78	1,72; 3,39	79,27; 108,61	13,38; 14,10	32,41; 35,78
DMS (5%)		1,05	0,09	1,21	1,64	0,69	7,69	0,56	2,57

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste *F*. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espiga planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga; NGF: número médio de grãos por fileira na espiga; NRP: número de ramificações do pendão e SG: *stay green* (notas). ^(a)QM multiplicados por 10². ^(b)Graus de liberdade de ambientes para P300, NF e NGF são 23 e para NRP e SG são 15. ^(c)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para P300, NF e NGF são 1.104 e para NRP e SG são 720. ^(d)Grau de liberdade do erro efetivo médio para IF é 1.008, para P300, NF e NGF são 864 e para NRP e SG são 576 e 560, respectivamente.

2.3.2. Componentes de variâncias

As estimativas de variâncias genéticas de híbridos experimentais ($\hat{\sigma}_H^2$) e da interação híbridos experimentais por ambientes ($\hat{\sigma}_{HE}^2$) diferiram significativamente de zero ($p \leq 0,05$) para todos os caracteres avaliados em ambos os Grupos de híbridos. Para o caráter produção de grãos, a magnitude da $\hat{\sigma}_H^2$ não diferiu significativamente da $\hat{\sigma}_{HE}^2$ nos dois Grupos de híbridos. Quanto aos caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos, isto é, PRO, IF, NRP e SG, as magnitudes das $\hat{\sigma}_H^2$'s foram similares às magnitudes das $\hat{\sigma}_{HE}^2$'s em ambos os Grupos de híbridos, não existindo, portanto, diferença significativa entre essas estimativas. As exceções são em relação ao caráter PRO no GII, em que a magnitude da $\hat{\sigma}_{HE}^2$ foi significativamente superior à magnitude da $\hat{\sigma}_H^2$, e ao caráter NRP no GI e GII, cujas magnitudes das $\hat{\sigma}_H^2$'s foram significativamente superiores às magnitudes das $\hat{\sigma}_{HE}^2$'s. Trabalho de Câmara et al. (2007) também reportou baixa magnitude da variância da interação de híbridos por ambientes para NRP. Para os componentes da produção de grãos P300, NF e NGF, em geral as estimativas da σ_H^2 apresentaram magnitudes similares ou superiores às $\hat{\sigma}_{HE}^2$ tanto no GI quanto no GII (Tabelas 5 e 6).

As magnitudes das estimativas dos coeficientes de herdabilidade em nível de médias de híbridos ($\hat{h}_{\bar{x}}^2$) foram altas ($\hat{h}_{\bar{x}}^2 \geq 0,70$) para a maioria dos caracteres dos Grupos I e II de híbridos, exceto para os caracteres PRO (0,68) e IF (0,68) do GI, os quais mostraram magnitudes desses coeficientes moderadas ($0,40 \leq \hat{h}_{\bar{x}}^2 < 0,70$) (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Estimativas de variâncias genéticas de híbridos experimentais ($\hat{\sigma}_H^2$), da interação híbridos com ambientes ($\hat{\sigma}_{HE}^2$), fenotípicas em nível de médias de híbridos ($\hat{\sigma}_F^2$), coeficientes de herdabilidade em nível de médias de híbridos ($\hat{h}_X^2$) e seus respectivos intervalos de confiança para os caracteres avaliados do Grupo I de híbridos

Parâmetros	PG	PRO ^(a)	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
$\hat{\sigma}_H^2$	0,20 (0,14; 0,31)	0,99 (0,68; 1,56)	0,17 (0,12; 0,27)	2,63 (1,98; 3,66)	0,06 (0,04; 0,09)	13,48 (9,71; 19,98)	0,35 (0,27; 0,49)	1,68 (1,26; 2,37)
$\hat{\sigma}_{HE}^2$	0,21 (0,14; 0,34)	1,19 (0,75; 2,14)	0,23 (0,16; 0,39)	0,39 (0,22; 0,94)	0,04 (0,03; 0,08)	12,06 (8,33; 19,03)	0,09 (0,06; 0,13)	0,30 (0,13; 1,23)
$\hat{\sigma}_F^2$	0,27 (0,21; 0,37)	1,45 (1,12; 1,96)	0,25 (0,19; 0,33)	2,89 (2,22; 3,89)	0,08 (0,06; 0,10)	17,32 (13,35; 23,38)	0,38 (0,29; 0,51)	1,91 (1,47; 2,57)
$\hat{h}_X^2$	0,74 (0,65; 0,81)	0,68 (0,57; 0,76)	0,68 (0,56; 0,75)	0,91 (0,88; 0,93)	0,73 (0,63; 0,80)	0,78 (0,70; 0,83)	0,94 (0,91; 0,95)	0,88 (0,84; 0,91)

Intervalos de confiança a 0,95 de probabilidade entre parênteses. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga e NGF: número médio de grãos por fileira na espiga; ^(a)Variâncias e intervalos multiplicados por 10³.

Tabela 6. Estimativas de variâncias genéticas de híbridos experimentais ($\hat{\sigma}_H^2$), da interação híbridos com ambientes ($\hat{\sigma}_{HE}^2$), fenotípicas em nível de médias de híbridos ($\hat{\sigma}_F^2$), coeficientes de herdabilidade em nível de médias de híbridos ($\hat{h}_X^2$) e seus respectivos intervalos de confiança para os caracteres avaliados do Grupo II de híbridos

Parâmetros	PG	PRO ^(a)	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
$\hat{\sigma}_H^2$	0,30 (0,20; 0,50)	0,90 (0,58; 1,61)	0,68 (0,46; 1,10)	2,79 (1,92; 4,42)	0,15 (0,10; 0,25)	48,78 (33,56; 77,38)	0,36 (0,25; 0,57)	1,88 (1,26; 3,10)
$\hat{\sigma}_{HE}^2$	0,37 (0,30; 0,48)	2,26 (1,72; 3,11)	0,52 (0,41; 0,66)	0,53 (0,40; 0,76)	0,10 (0,08; 0,14)	13,70 (9,97; 20,03)	0,07 (0,05; 0,11)	1,87 (1,45; 2,50)
$\hat{\sigma}_F^2$	0,34 (0,23; 0,53)	1,15 (0,80; 1,79)	0,73 (0,51; 1,13)	2,87 (2,00; 4,49)	0,17 (0,12; 0,26)	50,64 (35,22; 79,04)	0,37 (0,26; 0,58)	2,09 (1,45; 3,26)
$\hat{h}_X^2$	0,90 (0,84; 0,93)	0,79 (0,66; 0,85)	0,94 (0,90; 0,96)	0,97 (0,95; 0,98)	0,91 (0,86; 0,94)	0,96 (0,94; 0,97)	0,97 (0,96; 0,98)	0,90 (0,84; 0,93)

Intervalos de confiança a 0,95 de probabilidade entre parênteses. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga; NGF: número médio de grãos por fileira na espiga; NRP: número de ramificações do pendão; SG: *stay green* (notas).

^(a)Variâncias e intervalos multiplicados por 10³.

Esses valores obtidos para os coeficientes de herdabilidade podem ser explicados pelo número de ambientes e repetições por ambiente utilizados, uma vez que na variância fenotípica ($\hat{\sigma}_F^2$) a variância da interação híbridos com ambientes ($\hat{\sigma}_{HE}^2$) e do erro ($\hat{\sigma}^2$) estão divididas pelo número de ambientes (12 no GI e 28 no GII) e pela multiplicação do número de repetições (2) e ambientes, totalizando 24 no GI e 56 no GII, respectivamente, ou seja, $\hat{\sigma}_F^2 = \hat{\sigma}_H^2 + [\hat{\sigma}_{HE}^2 / (12 \text{ ou } 28)] + [\hat{\sigma}^2 / (24 \text{ ou } 56)]$. Logo, as magnitudes similares de $\hat{\sigma}_F^2$ e $\hat{\sigma}_H^2$ para a maioria dos caracteres elevaram os valores de $\hat{h}_x^2$ nos dois Grupos de híbridos. Considerando ambos os Grupos de híbridos e o número de ambientes utilizados nas análises de variância conjuntas, os valores obtidos para as estimativas dos $\hat{h}_x^2$'s estão próximos aos reportados na literatura para todos os caracteres avaliados (Li et al. 2011; Mendes 2015; Faria et al. 2017).

2.3.3. Coeficientes de correlação

As magnitudes dos coeficientes de correlação genética ($\hat{r}_G$) entre caracteres são importantes para o melhoramento de plantas, devido principalmente às suas implicações para a seleção. Conforme destacou Vencovsky e Barriga (1992), a seleção em um caráter x pode alterar a média do caráter y , existindo a possibilidade de haver resposta correlacionada. Além disso, a seleção indireta para o caráter secundário y pode ser mais eficiente selecionando-se apenas o caráter primário x , caso a herdabilidade do caráter secundário seja maior que a herdabilidade do caráter primário e a magnitude da correlação genética entre esses caracteres seja elevada (Falconer e Mackay 1996; Hallauer et al. 2010). A $\hat{r}_G$ entre caracteres pode ocorrer devido à pleiotropia, caracterizada pelo controle genético de vários caracteres por um mesmo conjunto de locos, ou ao desequilíbrio de ligação, em que blocos gênicos tendem a ser transmitidos conjuntamente (Vencovsky 1987). De qualquer forma, nesse último caso a correlação genética é transitória, podendo ser dissipada pela meiose após alguns ciclos de cruzamentos aleatórios ou autofecundação (Bernardo 2010).

No trabalho, as $\hat{r}_G$'s foram significativas ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$) no Grupo I de híbridos para 15 combinações de caracteres (53,57%), observando-se magnitudes das $\hat{r}_G$'s variando de -0,68 entre os caracteres PRO e NF a 0,70 entre PG e PRO (Tabela 7). Em relação ao Grupo II, as estimativas dos r_G 's também foram significativas para 15

combinações de caracteres (53,57%), cujas magnitudes variaram de -0,83 entre os caracteres P300 e SG a 0,68 entre PG e P300 (Tabela 8).

Em geral, o caráter PG apresentou magnitudes de $\hat{r}_G$'s significativas com os caracteres envolvendo tolerância a estresses abióticos PRO, IF, NRP e SG (Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007) em ambos os Grupos de híbridos. No GI, detectou-se magnitude alta da $\hat{r}_G$ entre os pares de caracteres PG e PRO ($\hat{r}_G \geq |0,70|$), moderada entre PG e NRP ($|0,40| \leq \hat{r}_G < |0,70|$) e baixa entre PG e SG ($\hat{r}_G < |0,40|$), sendo essas duas últimas negativas (Tabela 7). Quanto ao GII, o caráter PG mostrou magnitude moderada da $\hat{r}_G$ com SG (-0,65) e baixa com IF (-0,35) (Tabela 8). Assim, esses resultados sugerem que a seleção para produção de grãos pode aumentar a prolificidade e reduzir o número de ramificações do pendão no Grupo I de híbridos, e que o aumento da produção no Grupo II pode aumentar a senescência tardia das plantas. No Grupo II de híbridos não foi detectada correlação significativa entre os caracteres PG e NRP (0,10), assim como apresentado por Câmara et al. (2007).

Entre os caracteres PRO, IF, NRP e SG, envolvidos com estresses abióticos, as $\hat{r}_G$'s foram significativas para duas combinações de caracteres no GI (33,33%) e para cinco combinações no GII (83,33%). No GI foi observada magnitude moderada da $\hat{r}_G$ entre os pares de caracteres PRO e NRP (-0,54) e baixa entre PRO e IF (-0,30) (Tabela 7). Quanto ao GII, as magnitudes das $\hat{r}_G$'s foram moderadas entre PRO e os caracteres IF (-0,54), NRP (-0,49) e SG (0,44) e entre o par de caracteres IF e NRP (0,57), verificando-se ainda magnitude baixa entre NRP e SG (-0,37) (Tabela 8). Logo, o aumento da prolificidade pode resultar em menor número de ramificações do pendão nos dois Grupos de híbridos, enquanto no GII esse aumento também poderá ocasionar menor intervalo de florescimento e senescência precoce das plantas, existindo ainda a possibilidade da redução do intervalo de florescimento promover a redução do número de ramificações do pendão.

Em relação aos componentes de produção P300, NF e NGF, magnitudes significativas e altas ou moderadas das $\hat{r}_G$'s foram observadas no GI entre os caracteres PG e NGF (0,57), PRO e os caracteres NF e NGF (-0,68 e 0,56, respectivamente), SG e P300 (-0,47) e P300 e NF (-0,45) (Tabela 7). No GII, $\hat{r}_G$'s altas ou moderadas foram verificadas entre PG e os caracteres P300 e NF (0,68 e 0,52, respectivamente), NRP e P300 (0,41), SG e P300 (-0,83) e P300 e NGF (-0,52) (Tabela 8). Assim, o aumento do peso médio de grãos pode resultar em senescência tardia nos dois Grupos de híbridos. Para o

GI, o aumento do número médio de grãos por fileira pode acarretar no aumento da produção de grãos e da prolificidade e, ainda, o aumento do número médio de fileiras por espiga pode ocasionar a diminuição da prolificidade e do peso médio de grãos. Quanto ao GII, o aumento do peso médio de grãos pode levar ao aumento da produção de grãos, do número de ramificações do pendão e à diminuição do número médio de grãos por fileira e, também, o aumento do número médio de fileiras por espiga pode resultar no aumento da produção de grãos.

Tanto no GI quanto no GII as estimativas dos coeficientes de correlação genética apresentaram magnitudes próximas às relatadas na literatura (Jiang et al. 1999; Mickelson et al. 2002; Câmara et al. 2007; Barrios 2010; Andrade 2017), exceto as combinações entre PG e os caracteres PRO e NGF no GII, as quais foram diferentes das verificadas por Câmara et al. (2007) e Andrade (2017). Em geral, as $\hat{r}_G$'s foram de magnitudes e significâncias discrepantes entre os Grupos de híbridos. Esse é o caso da $\hat{r}_G$ entre PG e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos PRO (0,70 no GI *vs.* 0,04 no GII), IF (-0,04 no GI *vs.* -0,35 no GII), NRP (-0,43 no GI *vs.* 0,10 no GII) e SG (-0,30 no GI *vs.* -0,65 no GII), bem como entre alguns caracteres envolvendo estresses. A diferença quanto à arquitetura genética presente nos Grupos de híbridos pode ter influenciado essas divergências das magnitudes das correlações, visto que o Grupo I de híbridos foi formado através do cruzamento de linhagens oriundas das populações (IG-3 x L-08-05F) e (IG-4 x L-38-05D), enquanto o Grupo II foi obtido por meio de linhagens procedentes dos sintéticos IG-3 e IG-4.

Os valores das estimativas dos coeficientes da correlação fenotípica em nível de médias de híbridos experimentais ($\hat{r}_F$) foram, em geral, muito próximos aos valores estimados para os coeficientes da correlação genética em ambos os Grupos de híbridos (Tabelas 7 e 8). Esse resultado é função do grande número de ambientes (12 no GI e 28 no GII) e repetições (2) utilizados, proporcionando estimativas de covariâncias fenotípicas ($\hat{Cov}_{\hat{F}_{xy}}$) semelhantes às covariâncias genéticas ($\hat{Cov}_{H_{xy}}$), visto que $\hat{Cov}_{\hat{F}_{xy}} = \hat{Cov}_{H_{xy}} + [\hat{Cov}_{HE_{xy}} / (12 \text{ ou } 28)] + [\hat{Cov}_{\epsilon_{xy}} / (24 \text{ ou } 56)]$, a exemplo do ocorrido com as estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas em nível de médias de híbridos experimentais (Tabelas 5 e 6). Logo, a similaridade entre essas covariâncias sugere que as covariâncias genética, da interação ($\hat{Cov}_{HE_{xy}}$) e do erro efetivo médio ($\hat{Cov}_{\epsilon_{xy}}$) apresentaram o mesmo sinal.

Além da análise de correlação genética e fenotípica em nível de médias de híbridos da forma convencional, também foi adotado no presente trabalho a análise dessas correlações utilizando redes ponderadas. Essa metodologia, de acordo com Silva et al. (2016) e Ursem et al. (2008), permite não só identificar com maior facilidade a formação de padrões e agrupamentos entre os caracteres, como também possibilita visualizar como os agrupamentos estão conectados, o que se torna um pouco mais difícil quando se trata de resultados numericamente representados em uma matriz. Assim, através das análises gráficas das redes ponderadas das estimativas de $\hat{r}_{\bar{F}}$ e $\hat{r}_G$ foi possível determinar a formação de agrupamentos relativamente estáveis para o caráter PG, para os caracteres envolvendo tolerância a estresses abióticos (PRO, IF, NRP e SG) e para os componentes da produção de grãos (P300, NF e NGF) nos Grupos I e II de híbridos. No GI, as redes das estimativas de $\hat{r}_G$ apresentaram a formação de agrupamentos entre os caracteres PG, NGF, NF, PRO e NRP e entre os caracteres SG, P300 e NF (Figura 1). Quanto às redes do Grupo II, foram observados agrupamentos para $\hat{r}_G$ entre os caracteres NF, PG, SG, P300 e NGF e também entre os caracteres relacionados à estresses abióticos, ou seja, PRO, IF, SG e NRP (Figura 2). Embora as redes das $\hat{r}_{\bar{F}}$ tenham apresentado agrupamentos similares aos reportados para $\hat{r}_G$ em ambos os Grupos de híbridos, as disposições dos caracteres (nós) foram distintas para os dois coeficientes de correlação e Grupos de híbridos, de forma semelhante ao relatado por Aragão (2017). Logo, as redes ponderadas das correlações permitiram observar com maior facilidade as diferenças das correlações genéticas e fenotípicas em nível de médias de híbridos entre os Grupos de híbridos, sendo a explicação mais plausível para a $\hat{r}_G$, como citado, as diferentes estruturas genéticas dos híbridos experimentais do GI e GII.

Tabela 7. Valores e significâncias das estimativas dos coeficientes de correlação genética ($\hat{r}_G$) acima da diagonal e das estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica em nível de médias de híbridos experimentais ($\hat{r}_{\bar{F}}$) abaixo da diagonal entre os caracteres avaliados do Grupo I de híbridos

	PG	PRO	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
PG	-	0,70 ^{**}	-0,04 ^{ns}	-0,43 ^{**}	-0,30 [*]	0,21 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,57 ^{**}
PRO	0,67 ^{**}	-	-0,30 [*]	-0,54 ^{**}	-0,05 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,68 ^{**}	0,56 ^{**}
IF	-0,06 ^{ns}	-0,24 [*]	-	0,15 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,25 [*]	-0,22 ^{ns}
NRP	-0,34 ^{**}	-0,40 ^{**}	0,13 ^{ns}	-	0,19 ^{ns}	-0,26 [*]	0,35 ^{**}	-0,18 ^{ns}
SG	-0,34 ^{**}	-0,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-	-0,47 ^{**}	0,16 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
P300	0,24 [*]	0,00 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,21 [*]	-0,44 ^{**}	-	-0,45 ^{**}	-0,28 [*]
NF	-0,15 ^{ns}	-0,54 ^{**}	0,18 ^{ns}	0,32 ^{**}	0,13 ^{ns}	-0,40 ^{**}	-	-0,37 ^{**}
NGF	0,51 ^{**}	0,46 ^{**}	-0,18 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,21 [*]	-0,33 ^{**}	-

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga e NGF: número médio de grãos por fileira na espiga.

Tabela 8. Valores e significâncias das estimativas dos coeficientes de correlação genética ($\hat{r}_G$) acima da diagonal e das estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica em nível de médias de híbridos experimentais ($\hat{r}_F$) abaixo da diagonal entre os caracteres avaliados do Grupo II de híbridos

	PG	PRO	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
PG	-	0,04 ^{ns}	-0,35 [*]	0,10 ^{ns}	-0,65 ^{**}	0,68 ^{**}	0,52 ^{**}	0,04 ^{ns}
PRO	0,11 ^{ns}	-	-0,54 ^{**}	-0,49 ^{**}	0,44 [*]	-0,24 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
IF	-0,34 [*]	-0,47 ^{**}	-	0,57 ^{**}	-0,20 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,36 [*]	-0,24 ^{ns}
NRP	0,09 ^{ns}	-0,41 ^{**}	0,53 ^{**}	-	-0,37 [*]	0,41 ^{**}	-0,18 ^{ns}	-0,08 ^{ns}
SG	-0,61 ^{**}	0,34 [*]	-0,17 ^{ns}	-0,35 [*]	-	-0,83 ^{**}	-0,37 [*]	0,38 [*]
P300	0,65 ^{**}	-0,19 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,40 ^{**}	-0,80 ^{**}	-	0,06 ^{ns}	-0,52 ^{**}
NF	0,49 ^{**}	-0,18 ^{ns}	-0,35 [*]	-0,18 ^{ns}	-0,35 [*]	0,06 ^{ns}	-	0,04 ^{ns}
NGF	0,08 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,33 [*]	-0,47 ^{**}	0,04 ^{ns}	-

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga e NGF: número médio de grãos por fileira na espiga.

Figura 1. Redes ponderadas dos coeficientes de correlação fenotípica em nível de médias de híbridos (A) e genética (B) entre os caracteres produção de grãos (PG), prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão por planta (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF) do Grupo I de híbridos.

Figura 2. Redes ponderadas dos coeficientes de correlação fenotípica em nível de médias de híbridos (A) e genética (B) entre os caracteres produção de grãos (PG), prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão por planta (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF) do Grupo II de híbridos.

2.3.4. Análise de responsividade e estabilidade

A análise de responsividade e estabilidade foi realizada apenas para a produção de grãos, visto esse ser o caráter mais complexo e de maior importância agrônômica e econômica. A interação entre híbridos simples experimentais (HE) e ambientes foi altamente significativa ($p \leq 0,01$) para esse caráter nos Grupos I (GI) e II (GII) de híbridos, indicando que os HE's apresentaram performances diferenciais nos ambientes avaliados (Tabelas 3 e 4), o que permitiu avaliá-los quanto à responsividade e estabilidade.

No GI, as produtividades médias dos doze ambientes variaram de 4,62 t ha⁻¹ a 10,60 t ha⁻¹ e os índices ambientais (I_j) de -3,56 t ha⁻¹ a 2,41 t ha⁻¹ (Tabela 9). Quanto ao GII, os 28 ambientes apresentaram produtividades médias variando de 3,31 t ha⁻¹ a 10,95 t ha⁻¹ e I_j 's de -4,35 t ha⁻¹ a 3,29 t ha⁻¹ (Tabela 10).

Tabela 9. Produtividade média (t ha⁻¹) e índices ambientais (t ha⁻¹) para os ambientes avaliados do Grupo I de híbridos

Ambientes	Produtividade média	Índice ambiental
1	10,60	2,41
2	10,21	2,03
3	7,72	-0,46
4	7,51	-0,67
5	10,28	2,09
6	10,25	2,07
7	4,62	-3,56
8	6,84	-1,34
9	8,63	0,45
10	9,06	0,88
11	6,37	-1,82
12	6,11	-2,08

Tabela 10. Produtividade média (t ha⁻¹) e índices ambientais (t ha⁻¹) para os ambientes avaliados do Grupo II de híbridos

Ambientes	Produtividade média	Índice ambiental
1	10,24	2,58
2	10,95	3,29
3	7,28	-0,38
4	8,45	0,79
5	10,38	2,72
6	10,39	2,73
7	6,23	-1,43
8	7,27	-0,39
9	8,68	1,02
10	9,60	1,94
11	7,81	0,15
12	6,56	-1,10
13	6,05	-1,61
14	7,29	-0,37
15	5,58	-2,08
16	6,83	-0,82
17	3,50	-4,16
18	3,36	-4,30
19	3,31	-4,35
20	7,61	-0,05
21	8,99	1,33
22	6,09	-1,57
23	6,54	-1,12
24	8,97	1,31
25	7,97	0,32
26	9,73	2,07
27	9,53	1,87
28	9,27	1,61

Para os dois Grupos de híbridos, os ambientes favoráveis, ou seja, aqueles que apresentaram índices ambientais positivos, deram-se em virtude dos experimentos terem sido instalados nos meses mais favoráveis de cada ano para o desenvolvimento e produção da cultura e, também, devido à irrigação praticada em alguns destes experimentos. Por sua vez, os ambientes desfavoráveis foram ocasionados provavelmente por déficits hídricos, principalmente nos locais em que a irrigação não estava disponível.

A análise indicou ainda que a maioria dos híbridos experimentais do Grupo I se ajustou à regressão linear, visto que a fonte de variação regressão linear foi altamente significativa ($p \leq 0,01$) para todos os casos e, em geral, os desvios foram não significativos (Anexo DD). Os valores das estimativas dos coeficientes de regressão linear ($\hat{\beta}_1$) dos HE's do GI variaram de 0,73 a 1,26, indicando aumento médio de 0,73 t ha⁻¹ a 1,26 t ha⁻¹ para cada aumento médio de 1,00 t ha⁻¹ das condições ambientais, respectivamente. A maior parte dos híbridos experimentais (90%) e os dois híbridos comerciais (HC), DKB 390 e XB 70202, apresentaram responsividade regular, visto que os valores dos $\hat{\beta}_1$'s não diferiram significativamente da unidade ($\hat{\beta}_1 \approx 1,0$), indicando respostas positivas e regulares desses híbridos frente às alterações das qualidades ambientais. Por outro lado, foram observados coeficientes de regressão significativamente inferiores a um ($\hat{\beta}_1 < 1,0$) em dez híbridos experimentais (10%) (Tabela 11).

Os valores das estimativas das variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}^2$) no GI variaram de 0,00 (t ha⁻¹)² a 1,44 (t ha⁻¹)², enquanto os valores dos coeficientes de determinação (R^2) variaram de 55,43% a 96,67%. No total, 65 dos 100 híbridos experimentais (65%) apresentaram valores dos R^2 's superiores a 80,00% e $\hat{\sigma}_{\delta}^2$'s não significativos ($\hat{\sigma}_{\delta}^2 \approx 0$), indicando performances estáveis desses híbridos. Dentre esses híbridos, três foram os mais estáveis, por associarem os maiores valores dos coeficientes de determinação ($R^2 > 95,00\%$) e $\hat{\sigma}_{\delta}^2$'s não significativos. O híbrido mais instável apresentou o menor R^2 (55,43%) e a terceira maior estimativa da σ_{δ}^2 [1,40 (t ha⁻¹)²] (Tabela 11).

Tabela 11. Estimativas das médias ($\hat{\beta}_0$), dos coeficientes da regressão linear ($\hat{\beta}_1$), das variâncias dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}^2$), dos desvios padrões dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}$), coeficientes de determinação (R^2), médias, intervalos de variação (IV) e diferença mínima significativa a 5% de probabilidade dos híbridos experimentais (HE) e dos híbridos comerciais (HC) do Grupo I para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(continua)											
Híbrido	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1^{(a)}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}^2^{(b)}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$	R^2 (%)	Híbrido	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1^{(a)}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}^2^{(b)}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$	R^2 (%)
HE 1	8,54	1,08 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,46	92,16	HE 39	7,89	1,18 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,55	86,44
HE 2	8,78	1,09 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,54	93,76	HE 40	7,89	1,19 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,35	88,89
HE 3	9,13	1,25 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21	91,97	HE 41	8,90	1,01 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,68	79,71
HE 4	7,87	0,95 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,34	88,34	HE 42	8,54	0,77 [*]	0,28 ^{ns}	0,53	73,55
HE 5	8,26	0,84 ^{ns}	0,87 ^{**}	0,93	66,82	HE 43	8,33	0,76 [*]	0,30 ^{ns}	0,54	72,39
HE 6	8,74	1,13 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,62	95,74	HE 44	8,02	1,08 ^{ns}	0,57 [*]	0,76	80,57
HE 7	8,94	1,11 ^{ns}	0,68 [*]	0,82	79,90	HE 45	8,27	0,73 [*]	0,64 [*]	0,80	63,75
HE 8	9,28	1,09 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,44	86,10	HE 46	7,96	0,89 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,13	84,03
HE 9	8,64	1,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,30	86,61	HE 47	8,44	0,79 [*]	0,24 ^{ns}	0,49	75,18
HE 10	8,32	0,89 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,45	88,65	HE 48	8,87	0,87 ^{ns}	0,60 [*]	0,77	72,29
HE 11	8,06	0,97 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,68	78,37	HE 49	7,46	0,77 [*]	0,38 ^{ns}	0,62	91,25
HE 12	7,48	0,90 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,48	80,01	HE 50	8,44	0,84 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,44	87,43
HE 13	8,22	1,00 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,48	91,52	HE 51	8,54	0,83 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,41	78,43
HE 14	7,74	1,03 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,55	83,05	HE 52	9,61	1,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,35	89,63
HE 15	8,80	1,26 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,38	89,73	HE 53	8,05	0,78 [*]	0,01 ^{ns}	0,08	80,63
HE 16	8,00	0,88 ^{ns}	0,81 [*]	0,90	69,74	HE 54	8,00	1,04 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,48	92,03
HE 17	9,46	1,26 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,58	87,49	HE 55	8,94	0,89 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,31	86,43
HE 18	8,46	1,15 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,58	85,32	HE 56	8,31	0,94 ^{ns}	0,76 [*]	0,87	73,11
HE 19	8,11	0,97 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,70	78,16	HE 57	9,37	1,05 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,54	83,73
HE 20	8,76	0,84 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,46	78,06	HE 58	8,55	0,77 [*]	1,40 ^{**}	1,18	55,43
HE 21	8,49	0,87 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,31	81,63	HE 59	8,44	0,99 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,36	89,44
HE 22	8,10	1,06 ^{ns}	1,41 ^{**}	1,19	69,91	HE 60	8,77	1,07 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,42	85,76
HE 23	8,15	1,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,10	89,04	HE 61	8,69	1,15 ^{ns}	1,44 ^{**}	1,20	73,08
HE 24	7,96	1,10 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,22	88,42	HE 62	8,40	1,14 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,49	86,33
HE 25	8,16	1,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,24	87,12	HE 63	8,59	1,06 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,67	81,41
HE 26	7,71	0,95 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,28	84,44	HE 64	8,23	0,94 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,31	83,91
HE 27	8,19	1,06 ^{ns}	0,67 [*]	0,82	78,53	HE 65	8,44	0,89 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,50	79,13
HE 28	8,48	1,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,53	83,50	HE 66	7,94	1,22 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,27	91,89
HE 29	7,54	0,86 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,32	81,07	HE 67	9,12	0,98 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,29	85,16
HE 30	7,74	0,87 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,36	81,00	HE 68	8,89	1,15 ^{ns}	0,57 [*]	0,76	82,26
HE 31	8,26	1,08 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,49	92,69	HE 69	8,31	1,20 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,18	90,30
HE 32	7,70	1,10 ^{ns}	0,75 [*]	0,86	78,72	HE 70	8,45	1,04 ^{ns}	0,93 ^{**}	0,96	74,56
HE 33	7,84	0,97 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,32	84,46	HE 71	7,81	1,02 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,31	89,20
HE 34	7,39	1,06 ^{ns}	0,91 ^{**}	0,95	75,67	HE 72	7,96	1,09 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,41	86,43
HE 35	7,89	1,24 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,32	89,97	HE 73	7,81	1,03 ^{ns}	0,61 [*]	0,78	78,54
HE 36	7,57	1,23 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,29	90,09	HE 74	7,68	1,03 ^{ns}	0,78 [*]	0,89	75,93
HE 37	8,75	0,93 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,55	79,76	HE 75	7,90	1,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,39	85,05
HE 38	7,55	0,99 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,49	82,67	HE 76	7,85	0,99 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,66	95,73

Tabela 11. Estimativas das médias ($\hat{\beta}_0$), dos coeficientes da regressão linear ($\hat{\beta}_1$), das variâncias dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}^2$), dos desvios padrões dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$), coeficientes de determinação (R^2), médias, intervalos de variação (IV) e diferença mínima significativa a 5% de probabilidade dos híbridos experimentais (HE) e dos híbridos comerciais (HC) do Grupo I para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

Híbrido	(conclusão)				
	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1^{(a)}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}^2^{(b)}$	$\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$	R^2 (%)
HE 77	7,99	0,95 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,59	93,22
HE 78	8,77	1,04 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,68	96,67
HE 79	7,45	1,17 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,37	92,23
HE 80	7,82	0,86 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,46	88,40
HE 81	8,26	0,89 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,48	79,72
HE 82	7,56	1,02 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,46	83,95
HE 83	7,73	0,93 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,24	84,25
HE 84	7,56	0,76 [*]	0,05 ^{ns}	0,22	78,50
HE 85	7,97	0,74 [*]	0,16 ^{ns}	0,40	74,76
HE 86	8,09	1,16 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,05	90,05
HE 87	8,10	0,92 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,55	79,52
HE 88	8,40	1,18 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,15	90,76
HE 89	8,05	1,14 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,31	88,45
HE 90	8,14	1,06 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,55	93,67
HE 91	7,28	0,90 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,38	87,71
HE 92	8,12	1,13 ^{ns}	0,57 [*]	0,76	81,92
HE 93	7,39	0,90 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,69	75,49
HE 94	7,57	0,93 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,19	84,81
HE 95	7,35	1,17 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,25	91,06
HE 96	7,78	0,83 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,55	76,00
HE 97	7,54	0,98 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,62	80,20
HE 98	7,97	0,93 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,55	79,98
HE 99	7,01	0,78 [*]	0,14 ^{ns}	0,37	83,95
HE 100	7,61	1,13 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,22	88,91
DKB 390	9,41	0,97 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,57	90,59
XB 70202	9,61	1,03 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,57	91,71
Média HE	8,18	1,00	0,31	0,50	83,43
IV HE	7,01; 9,61	0,73; 1,26	0,00; 1,44	0,05; 1,20	55,43; 96,67
Média HC	9,51	1,00	0,33	0,57	91,15
DMS (5%)	1,60				

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^(a)teste t para verificar $H_0 : \hat{\beta}_1 = 1$. ^(b)teste F para verificar $H_0 : \hat{\sigma}_{\hat{\delta}}^2 = 0$.

Ainda em relação ao GI, as médias gerais quanto à produção de grãos variaram de 7,01 t ha⁻¹ a 9,61 t ha⁻¹. No total, 58 híbridos experimentais mostraram ser altamente produtivos, devido às suas médias de PG não diferirem significativamente dos híbridos comerciais XB 70202 e DKB 390. Porém, desses híbridos apenas 30 apresentaram responsividade regular ($\hat{\beta}_1 \approx 1,0$) e foram estáveis ($\hat{\sigma}_{\delta}^2 \approx 0$ e R^2 's superiores a 82%), sendo considerados como híbridos ideais, de acordo com Eberhart e Russell (1966) (Tabela 11).

Para o Grupo II de híbridos, a análise de responsividade e estabilidade revelou que a maior parte dos híbridos experimentais se ajustaram à regressão linear, uma vez que a fonte de variação regressão linear foi altamente significativa para todos os HE's e em geral os desvios foram não significativos (Anexo EE). Os valores dos $\hat{\beta}_1$'s dos híbridos experimentais do GII variaram de 0,79 a 1,25, indicando aumento médio de 0,79 t ha⁻¹ e de 1,25 t ha⁻¹ para cada aumento médio de 1,00 t ha⁻¹ das condições ambientais, respectivamente. Ainda, 42 dos 49 HE's (85,71%) e os híbridos comerciais apresentaram responsividades regulares, visto que os valores dos $\hat{\beta}_1$'s não diferiram significativamente da unidade ($\hat{\beta}_1 \approx 1,0$), evidenciando respostas positivas e regulares desses híbridos frente às alterações ambientais. Todavia, foram observados coeficientes de regressão significativamente menores que um ($\hat{\beta}_1 < 1,0$) em sete híbridos experimentais (14,29%) (Tabela 12).

Os valores dos $\hat{\sigma}_{\delta}^2$'s variaram de 0,02 (t ha⁻¹)² a 4,02 (t ha⁻¹)², enquanto os valores dos R^2 's variaram de 48,36% a 91,71% para o GII. Dos 49 híbridos experimentais, 26 (53,06%) apresentaram valores dos R^2 's superiores a 80,00% e $\hat{\sigma}_{\delta}^2$'s não significativos ($\hat{\sigma}_{\delta}^2 \approx 0$), indicando performances estáveis. Dentre esses híbridos, três foram os mais estáveis por apresentarem os maiores valores dos coeficientes de determinação ($R^2 > 91,00\%$) e $\hat{\sigma}_{\delta}^2$'s não significativos. O HE mais instável apresentou o menor coeficiente de determinação (48,36%) e a maior estimativa da variância do desvio da regressão [4,02 (t ha⁻¹)²] (Tabela 12).

Tabela 12. Estimativas das médias ($\hat{\beta}_0$), dos coeficientes da regressão linear ($\hat{\beta}_1$), das variâncias dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}^2$), dos desvios padrões dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$), coeficientes de determinação (R^2), médias, intervalos de variação (IV) e diferença mínima significativa a 5% de probabilidade dos híbridos experimentais (HE) e dos híbridos comerciais (HC) do Grupo II para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

Híbrido	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1^{(a)}$	$\hat{\sigma}_{\delta}^2^{(b)}$	$\hat{\sigma}_{\delta}$	R^2 (%)	Híbrido	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1^{(a)}$	$\hat{\sigma}_{\delta}^2^{(b)}$	$\hat{\sigma}_{\delta}$	R^2 (%)
HE 1	8,43	1,13 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,13	90,53	HE 28	6,96	0,92 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,34	84,68
HE 2	7,97	1,05 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,55	85,07	HE 29	7,56	0,79 ^{**}	0,33 [*]	0,58	75,83
HE 3	7,97	0,98 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,30	86,59	HE 30	7,72	0,82 ^{**}	0,25 ^{ns}	0,50	89,93
HE 4	7,58	0,92 ^{ns}	0,57 ^{**}	0,76	76,93	HE 31	7,61	0,93 ^{ns}	0,37 [*]	0,60	80,58
HE 5	8,86	1,18 ^{ns}	0,38 [*]	0,62	86,89	HE 32	7,28	0,94 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,42	90,64
HE 6	8,56	1,25 ^{ns}	0,33 [*]	0,57	88,67	HE 33	7,10	1,03 ^{ns}	0,48 ^{**}	0,70	82,18
HE 7	8,31	1,04 ^{ns}	0,33 [*]	0,57	84,44	HE 34	7,09	0,97 ^{ns}	0,81 ^{**}	0,90	75,80
HE 8	7,66	0,94 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,24	86,14	HE 35	7,52	1,02 ^{ns}	0,53 ^{**}	0,73	81,14
HE 9	7,66	1,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,19	88,06	HE 36	7,93	1,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,17	89,77
HE 10	7,78	0,87 [*]	0,74 ^{**}	0,86	72,34	HE 37	7,97	1,17 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,17	91,71
HE 11	8,42	0,99 ^{ns}	0,35 [*]	0,59	82,81	HE 38	7,07	1,01 ^{ns}	0,41 [*]	0,64	82,54
HE 12	7,96	0,99 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,22	89,15	HE 39	7,13	1,05 ^{ns}	0,36 [*]	0,60	84,26
HE 13	7,86	1,02 ^{ns}	0,70 ^{**}	0,84	78,99	HE 40	7,15	0,93 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,30	85,36
HE 14	7,02	0,85 [*]	0,24 ^{ns}	0,49	80,11	HE 41	8,60	1,03 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,20	89,81
HE 15	6,85	1,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,25	87,60	HE 42	7,93	0,93 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,26	88,27
HE 16	6,37	0,87 [*]	0,23 ^{ns}	0,48	80,99	HE 43	7,38	1,03 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,33	87,43
HE 17	8,10	1,11 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,52	86,89	HE 44	7,59	0,98 ^{ns}	0,47 ^{**}	0,69	80,87
HE 18	8,12	1,13 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,52	87,31	HE 45	7,26	0,86 [*]	0,59 ^{**}	0,77	74,58
HE 19	7,37	0,96 ^{ns}	4,02 ^{**}	2,00	48,36	HE 46	7,10	1,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,29	91,16
HE 20	7,69	1,09 ^{ns}	0,47 ^{**}	0,68	83,82	HE 47	8,14	1,00 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,39	91,24
HE 21	7,06	1,10 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,47	87,29	HE 48	8,04	0,99 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,47	84,73
HE 22	6,76	1,00 ^{ns}	0,32 [*]	0,56	83,48	HE 49	8,92	0,95 ^{ns}	1,12 ^{**}	1,06	70,95
HE 23	8,33	1,12 ^{ns}	0,42 [*]	0,65	85,09	Média HE	7,66	1,00	0,38	0,54	83,49
HE 24	8,13	1,10 ^{ns}	0,36 [*]	0,60	85,52	IV HE	6,37; 8,92	0,79; 1,25	0,02; 4,02	0,13; 2,00	48,36; 91,71
HE 25	7,54	1,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,47	85,24	Média HC	8,58	1,00	0,60	0,78	100,00
HE 26	6,98	0,98 ^{ns}	0,79 ^{**}	0,89	76,46	DMS (5%)	1,05				
HE 27	6,90	0,88 [*]	0,15 ^{ns}	0,39	82,67						

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente. ^(a)teste *t* para verificar $H_0 : \hat{\beta}_1 = 1$. ^(b)teste *F* para verificar $H_0 : \hat{\sigma}_{\delta}^2 = 0$.

As médias gerais quanto à produção de grãos dos HE's do GII variaram de 6,37 t ha⁻¹ a 8,92 t ha⁻¹. No total, 30 HE's (61,23%) apresentaram altas produtividades, visto que não foi detectado diferenças significativas entre suas médias de PG e dos híbridos comerciais, porém, desses híbridos, apenas 15 (30,61%) foram considerados como híbridos ideais, pois indicaram responsividades regulares ($\hat{\beta}_1 \approx 1,0$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}^2 \approx 0$ e R^2 's elevados) (Tabela 12).

Proporcionalmente ao número de híbridos avaliados do trabalho, Aguiar et al. (2003) e Busanello et al. (2015) reportaram valores semelhantes de responsividade e estabilidade, bem como de seus intervalos de variação. Os resultados do presente estudo inferiram ser possível obter híbridos simples de milho altamente produtivos e, ao mesmo tempo, estáveis e com responsividades regulares aos diversos tipos de ambientes, corroborando o trabalho de Tollenaar e Lee (2002), o qual relatou que híbridos com alta produção e estáveis não são eventos mutuamente exclusivos.

2.3.5. Correlação entre a estabilidade da produção de grãos e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos

Os coeficientes de correlação de posição (r) entre o desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$) e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos PRO, IF, NRP e SG, apresentaram baixas magnitudes ($r < |0,30|$) e, de forma geral, não diferiram de zero. Isto ocorreu tanto para as correlações entre $\hat{\sigma}_{\delta}$ e cada caráter individual, quanto para as médias de posições de pares de caracteres (exemplo: PRO e IF), para as médias de posições de três caracteres (exemplo: PRO, IF e NRP) e para as médias de posições dos quatro caracteres em ambos os Grupos de híbridos avaliados. De forma similar, as correlações de posição envolvendo o desvio padrão de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/H}$) e os caracteres PRO, IF, NRP e SG, tanto na forma individual quanto para as médias de posições de dois, três e quatro caracteres, foram de baixas magnitudes ($r < |0,30|$) e não significativas (Tabelas 13 e 14).

Tabela 13. Correlações de posição e respectivas significâncias dos desvios padrões dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$) e de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/H}$) com os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos de forma individual e em médias de dois, três e quatro caracteres para o Grupo I de híbridos

	PRO	IF	NRP	SG	PRO e IF
$\hat{\sigma}_{\delta}$	-0,03 ^{ns}	0,22 [*]	-0,06 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,12 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	-0,11 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,02 ^{ns}
	PRO e NRP	PRO e SG	IF e NRP	IF e SG	NRP e SG
$\hat{\sigma}_{\delta}$	-0,05 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	-0,06 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,02 ^{ns}
	PRO, IF e NRP	PRO, IF e SG	PRO, NRP e SG	IF, NRP e SG	PRO, IF, NRP e SG
$\hat{\sigma}_{\delta}$	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,04 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	-0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}

^{ns} e ^{*} não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente. PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

Tabela 14. Correlações de posição e respectivas significâncias dos desvios padrões dos desvios de regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$) e de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/H}$) com os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos de forma individual e em médias de dois, três e quatro caracteres para o Grupo II de híbridos

	PRO	IF	NRP	SG	PRO e IF
$\hat{\sigma}_{\delta}$	-0,05 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	-0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,01 ^{ns}
	PRO e NRP	PRO e SG	IF e NRP	IF e SG	NRP e SG
$\hat{\sigma}_{\delta}$	-0,09 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,15 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	0,03 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
	PRO, IF e NRP	PRO, IF e SG	PRO, NRP e SG	IF, NRP e SG	PRO, IF, NRP e SG
$\hat{\sigma}_{\delta}$	-0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	0,05 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,06 ^{ns}

^{ns} não significativo pelo teste *t*. PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

Desta forma, esses resultados revelaram que não existe correlação entre a estabilidade da produção de grãos, tendo como parâmetro as estimativas de σ_δ e $\sigma_{E/H}$, e a tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico, indicada pelos caracteres PRO, IF, NRP e SG (Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007). Ressalte-se que $\hat{\sigma}_\delta$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ foram utilizados como parâmetros da estabilidade da produção de grãos, uma vez que o desvio padrão do desvio da regressão é vinculado ao modelo de Eberhart e Russell (1966), enquanto o desvio padrão de ambientes dentro de híbridos não possui ligação com qualquer modelo matemático. Assim, quanto menor $\hat{\sigma}_{E/H}$, mais estável é o híbrido, independente da sua produtividade média e da sua resposta ao índice ambiental. Logo, poderia existir a possibilidade de obter uma correlação baixa e não significativa envolvendo $\hat{\sigma}_\delta$ e alta e significativa quanto ao $\hat{\sigma}_{E/H}$ e vice-versa, visto não existir relação entre esses parâmetros.

Os caracteres PRO, IF, NRP e SG são menos complexos que a produção de grãos e apresentam magnitudes dos coeficientes de herdabilidade em nível de plantas elevados (Geraldi et al. 1985; Hallauer e Miranda Filho 1988; Belicuas 2009), existindo a possibilidade de serem selecionados em nível de plantas ou linhagens. Este é um fato importante, pois os híbridos que possuírem estes caracteres de forma adequada (ideótipo) tenderão a apresentar menor redução de produtividade quando ocorrer estresses abióticos, principalmente deficiência hídrica (Ribaut et al. 1996; Bänziger et al. 2000; Câmara et al. 2007). De qualquer forma, os resultados das correlações de posição não permitem concluir que tais híbridos poderão ser mais estáveis que aqueles que apresentam estes caracteres com valores que não condicionam tolerância a estresses abióticos.

Os resultados do presente trabalho não foram consistentes com os estudos de Duvick et al. (2004) e Tollenaar e Lee (2002), os quais sugeriram existir relação entre tolerância a estresses abióticos e estabilidade de híbridos quanto à produção de grãos. Em ambos os trabalhos, os autores relataram a possibilidade dessa relação com base em híbridos e locais de clima temperado, o que pode não se refletir em híbridos e ambientes de clima tropical, objetos do presente estudo. Populações tropicais de milho possuem ampla base genética, tendo maior variabilidade do que germoplasma temperado (Lanza et al. 1997) e, ademais, em áreas de cultivo tropicais é comum a ocorrência de estresses abióticos, causadas principalmente pela precipitação irregular, variabilidade da temperatura e diferentes tipos de solos quando comparadas à áreas temperadas (Ribaut et al. 1997). Desta forma, todos esses fatores podem acarretar em uma interação genótipos por ambientes

pronunciada, tratando-se de híbridos e ambientes tropicais (Lima et al. 2006), sendo comum a interação do tipo complexa, levando a mudanças na classificação dos híbridos de acordo com o ambiente. Assim, a seleção de híbridos tolerantes a estresses abióticos em países de clima tropical, com maior produção de grãos, pode não acarretar necessariamente em selecionar de forma simultânea os híbridos mais estáveis. Esse é o caso dos híbridos experimentais observados no estudo (Tabelas 11 e 12), em que os híbridos com maior produção de grãos (maiores $\hat{\beta}_0$'s) não foram os mais estáveis (maiores R^2 's e $\hat{\sigma}_\delta^2$'s não significativas).

O presente trabalho também não corroborou os estudos de Zuber et al. (1960), Collins et al. (1965), Russell e Eberhart (1968), Russell e Prior (1975) e Cross (1977), os quais indicaram existir relação entre híbridos prolíficos e alta estabilidade de híbridos quanto à produção de grãos. Essa diferença dos resultados, da mesma forma que o mencionado quanto aos trabalhos de Duvick et al. (2004) e Tollenaar e Lee (2002), pode estar associada aos híbridos e ambientes utilizados nos trabalhos, pois enquanto os autores adotaram materiais genéticos e ambientes de avaliação de clima temperado, o presente trabalho empregou híbridos e ambientes de clima tropical, ocasionando na magnitude elevada da interação entre genótipos e ambientes e, nesse caso, híbridos prolíficos não necessariamente serão estáveis em relação à produção de grãos e vice-versa.

Pretendendo ampliar o estudo, além das análises univariadas foram realizadas ainda análises multivariadas, reunindo os caracteres envolvendo estresses abióticos, isto é, PRO, IF, NRP e SG, e os parâmetros de estabilidade $\hat{\sigma}_\delta$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ em diferentes componentes principais. Desta forma, a correlação entre a estabilidade da produção de grãos e a tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico, pôde ser analisada por meio de outra metodologia, possibilitando a comprovação dos resultados. Para os dois Grupos de híbridos simples (GI e GII) as magnitudes dos coeficientes de correlação (ρ) entre as estimativas de σ_δ e $\sigma_{E/H}$ com os primeiros componentes principais contendo os caracteres PRO, IF, NRP e SG (Z_1^A) foram baixos ($\rho < |0,20|$) e não significativos. Também, as magnitudes dos ρ 's entre os parâmetros $\hat{\sigma}_{E/H}$'s e os primeiros componentes principais reunindo os caracteres descritos e as estimativas dos σ_δ 's (Z_1^B) foram baixos e não significativos. Estes mesmos resultados foram obtidos nas estimativas das correlações entre os parâmetros $\hat{\sigma}_\delta$'s e os primeiros componentes

principais contendo os caracteres citados e as estimativas dos $\sigma_{E/H}$'s (Z_1^C) (Tabelas 15 e 16).

Destaque-se novamente que $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ são parâmetro distintos quanto à estabilidade, visto que $\hat{\sigma}_{\delta}$ está relacionada aos desvios da regressão e $\hat{\sigma}_{E/H}$ à variância das médias dos híbridos simples entre ambientes. Mesmo $\hat{\sigma}_{E/H}$ não estando relacionado ao modelo matemático, os resultados das correlações envolvendo esse parâmetro e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos foram baixos e não significativos.

Estes resultados indicaram não existir correlação entre os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos (PRO, IF, NRP e SG) e os parâmetros de estabilidade da produção de grãos ($\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$), corroborando os resultados obtidos das correlações de posição (r) entre as estimativas de σ_{δ} e $\sigma_{E/H}$ com os caracteres PRO, IF, NRP e SG de forma individual, bem como entre essas estimativas com as médias das posições de dois, três e quatro caracteres avaliados. Logo, tanto a análise univariada quanto a multivariada revelaram que possivelmente não existe relação direta entre estabilidade da produção de grãos e os caracteres que condicionam tolerância aos estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico (Tabelas 13 a 16).

Mesmo sendo observado a grande importância dos caracteres PRO, IF, NRP e SG para programas de melhoramento de milho que visam tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico (Ribaut et al. 1996; Bänziger et al. 2000; Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007), no presente estudo tais características não foram suficientes para explicar a estabilidade dos híbridos experimentais em ambientes tropicais. Deste modo, a independência entre esses caracteres e os parâmetros da estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$) sugere que a seleção para PRO, IF, NRP e SG não irá influenciar de forma indireta a estabilidade da produção de grãos. Assim, programas de melhoramento de milho devem realizar seleção para esses caracteres e para a estabilidade de forma autônoma.

O conjunto de dados do trabalho pode ter contribuído para que as correlações entre os caracteres citados e os parâmetros de estabilidade fossem baixas, visto que as magnitudes dessas estimativas não apresentaram intervalos de variação amplo ($\hat{\sigma}_{\delta}$ foi de 0,05 a 1,20 t ha⁻¹ no GI e de 0,13 a 2,00 t ha⁻¹ no GII, enquanto $\hat{\sigma}_{E/H}$ foi de 1,58 a 2,64 t ha⁻¹ no GI e de 1,84 a 2,93 t ha⁻¹ no GII). Na presença de intervalos de variação maiores desses parâmetros, as magnitudes das correlações poderiam ser maiores.

Tabela 15. Correlações entre os parâmetros de estabilidade $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ com os primeiros componentes principais dos caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos (Z_1^A) e acrescentando a esses componentes a $\hat{\sigma}_{\delta}$ (Z_1^B) e a $\hat{\sigma}_{E/H}$ (Z_1^C) para o Grupo I de híbridos

	Z_1^A	Z_1^B	Z_1^C
$\hat{\sigma}_{\delta}$	-0,02 ^{ns}	-	-0,02 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	-0,01 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-

^{ns} não significativo pelo teste *t*. $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ são as estimativa do desvio padrão do desvio da regressão e de ambientes dentro de híbridos, respectivamente; Z_1^A , Z_1^B e Z_1^C são os primeiros componentes principais compostos pelos caracteres prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão por planta (NRP) e *stay green* (SG), pelos caracteres citados e $\hat{\sigma}_{\delta}$ e pelos caracteres mencionados e $\hat{\sigma}_{E/H}$, respectivamente.

Tabela 16. Correlações entre os parâmetros de estabilidade $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ com os primeiros componentes principais dos caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos (Z_1^A) e acrescentando a esses componentes a $\hat{\sigma}_{\delta}$ (Z_1^B) e a $\hat{\sigma}_{E/H}$ (Z_1^C) para o Grupo II de híbridos

	Z_1^A	Z_1^B	Z_1^C
$\hat{\sigma}_{\delta}$	0,04 ^{ns}	-	0,05 ^{ns}
$\hat{\sigma}_{E/H}$	0,13 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-

^{ns} não significativo pelo teste *t*. $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ são as estimativa do desvio padrão do desvio da regressão e de ambientes dentro de híbridos, respectivamente; Z_1^A , Z_1^B e Z_1^C são os primeiros componentes principais compostos pelos caracteres prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão por planta (NRP) e *stay green* (SG), pelos caracteres citados e $\hat{\sigma}_{\delta}$ e pelos caracteres mencionados e $\hat{\sigma}_{E/H}$, respectivamente.

2.3.6. Relações entre híbridos experimentais selecionados e caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos

Mesmo não sendo observado correlações altas entre os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos, ou seja, PRO, IF, NRP e SG, e os parâmetros da estabilidade, indicados pelas estimativas σ_{δ} e $\sigma_{E/H}$, o presente trabalho procurou obter informações adicionais quanto à relação entre esses caracteres e parâmetros. Para isso, foram selecionados os dez híbridos experimentais nos Grupos I e II quanto à produção de grãos e que apresentaram ao mesmo tempo responsividade regular ($\hat{\beta}_1 \approx 1,0$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}^2 \approx 0$), caracterizados como híbridos ideais de acordo com Eberhart e Russell (1966), observando-se suas posições das classificações quanto aos caracteres citados e parâmetros $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$.

Comparando a média dos híbridos experimentais (HE) selecionados com a média dos híbridos comerciais (HC) no Grupo I, observou-se que os HE's selecionados apresentaram posições de suas classificações inferiores para $\hat{\sigma}_{\delta}$ (42,70 dos HE's *vs.* 70,50 dos HC's) e superiores tanto para $\hat{\sigma}_{E/H}$ (67,80 *vs.* 9,00, respectivamente) quanto para a média das posições dos caracteres PRO, IF, NRP e SG (42,13 *vs.* 11,13, respectivamente). Em relação ao Grupo II de híbridos, a média dos HE's selecionados foi inferior à média dos HC's para $\hat{\sigma}_{\delta}$ (13,60 dos HE's *vs.* 44,00 dos HC's) e para $\hat{\sigma}_{E/H}$ (30,30 *vs.* 35,00, respectivamente), sendo superior para a média das posições dos quatro caracteres (23,93 dos HE's *vs.* 15,75 dos HC's). Ademais, em ambos os Grupos de híbridos as médias dos HE's selecionados mostraram posições inferiores às médias dos HE's não selecionados para $\hat{\sigma}_{\delta}$ (42,70 *vs.* 52,06 no GI e 13,60 *vs.* 28,08 no GII, respectivamente) e para as médias dos caracteres PRO, IF, NRP e SG (42,13 *vs.* 53,44 no GI e 23,93 *vs.* 26,15 no GII, respectivamente), e posições superiores apenas para $\hat{\sigma}_{E/H}$ (67,80 *vs.* 50,63 no GI e 30,30 *vs.* 24,03 no GII, respectivamente) (Tabelas 17 e 18).

Dentre os híbridos experimentais do Grupo I, os HE's 52 e 41 apresentaram as melhores médias de posições para os quatro caracteres envolvendo estresses abióticos (27,25 e 23,75, respectivamente), porém apresentaram posições superiores quando comparadas às posições dos híbridos comerciais DKB 390 (7,25) e XB 70202 (15,00) (Tabela 17). Por outro lado, no Grupo II as melhores médias de posições para os quatro caracteres mencionados foram observadas nos híbridos experimentais 41, 48 e 3 (17,00,

13,25 e 17,00, respectivamente), as quais se mostraram similares ou inferior às médias das posições dos HC's para esses caracteres (15,75) (Tabela 18).

Ademais, os híbridos experimentais mais estáveis dos dois Grupos de híbridos, ou seja, aqueles com as menores estimativas de $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$, exibiram médias de posições dos caracteres envolvendo estresses superiores quando comparadas com as dos HC's. Esse foi o caso no GI dos HE's 3 e 55 (posições 8 para $\hat{\sigma}_{\delta}$ e 19 para $\hat{\sigma}_{E/H}$, respectivamente), os quais apresentaram médias das posições dos quatro caracteres (52,50 e 44,50, respectivamente) superiores às dos híbridos comerciais DKB 390 (7,25) e XB 70202 (15,00). No GII, por sua vez, outros exemplos são o HE 1 (posição 1 para $\hat{\sigma}_{\delta}$), HE 37 (posição 3 para $\hat{\sigma}_{\delta}$) e HE 12 (posições 6 e 15 para $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$, respectivamente), cujas médias das posições dos quatro caracteres (27,25, 38,25 e 25,50, respectivamente) foram superiores em relação à média dos híbridos comerciais (15,75). As exceções são para os HE's 41 e 3 do GII, os quais apresentaram uma das menores magnitudes para $\hat{\sigma}_{\delta}$, indicando posições 5 e 12 para essa estimativa, respectivamente, e posições das médias dos quatro caracteres (17,00) similares à média dos HC's (15,75) (Tabelas 17 e 18).

Assim, esses resultados mostraram que, de forma geral, houve certa inconsistência entre a estabilidade da produção de grãos e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos (PRO, IF, NRP e SG), confirmando as correlações baixas obtidas nas análises univariadas e multivariadas (análises de componentes principais) entre os parâmetros da estabilidade e os caracteres citados (Tabelas 13 a 16). De qualquer forma, três híbridos experimentais do GII (híbridos 41, 48 e 3), bem como todos os híbridos comerciais dos dois Grupos, foram estáveis e apresentaram médias das posições para os quatro caracteres semelhantes às dos híbridos comerciais, inferindo-se ser possível obter híbridos produtivos e ainda com responsividade regular e estáveis (híbridos ideais), e ao mesmo tempo que indicam boas performances quanto aos caracteres PRO, IF, NRP e SG, sendo possivelmente tolerantes a estresses abióticos. Deste modo, programas de melhoramento que visam selecionar híbridos produtivos, estáveis e simultaneamente tolerantes a estresses abióticos, devem analisar as performances dos híbridos com certa cautela, visto não existir correlação entre os caracteres que condicionam tolerância a estresses abióticos e os parâmetros relacionados à estabilidade da produção. Ressalte-se que a ausência de correlação entre caracteres que evidenciam tolerância a estresses abióticos e a estabilidade foi obtida estatisticamente (Tabelas 13 a 16), o que não impede de existir relação indireta entre esses dois parâmetros para alguns híbridos.

Tabela 17. Médias ($\bar{X}$) e posições das classificações (P) dos dez híbridos experimentais (HE) do Grupo I selecionados para produção de grãos, responsividade regular (coeficientes da regressão linear não diferiram significativamente da unidade) e estabilidade (variâncias dos desvios da regressão não diferiram significativamente de zero), além dos híbridos comerciais (HC - DKB 390 e XB 70202), e valores (V) e posições dos HE's e HC's para $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ e médias, posições e médias das posições ($\bar{X}_p$) desses híbridos para os caracteres relacionados a estresses abióticos

Híbridos	PG		$\hat{\sigma}_{\delta}$		$\hat{\sigma}_{E/H}$		PRO		IF		NRP		SG		PRO, IF, NRP e SG
	$\bar{X}$	P	V	P	V	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}_p$
HE 52	9,61	2	0,35	30	2,10	47	0,98	6	1,68	33	18,15	50	2,95	20	27,25
HE 17	9,45	3	0,58	73	2,64	102	0,94	29	2,63	92	18,68	62	3,06	34	54,25
HE 57	9,37	5	0,54	60	2,26	66	0,99	3	1,49	21	19,46	77	3,09	37	34,50
HE 8	9,28	6	0,44	42	2,31	75	0,96	15	2,60	90	17,78	36	3,05	31	43,00
HE 3	9,13	7	0,21	8	2,56	98	0,92	48	2,51	87	17,12	25	3,20	50	52,50
HE 67	9,12	8	0,29	18	2,09	46	0,96	18	1,72	36	20,12	88	2,52	3	36,25
HE 55	8,94	10	0,31	20	1,88	19	0,97	11	1,06	6	19,89	82	3,44	79	44,50
HE 41	8,90	11	0,68	80	2,21	63	0,92	41	1,02	4	15,79	5	3,15	45	23,75
HE 15	8,80	14	0,38	35	2,60	100	0,93	33	2,28	76	18,77	64	3,54	91	66,00
HE 2	8,78	15	0,54	61	2,20	62	0,95	23	2,68	97	16,27	10	3,01	27	39,25
DKB 390	9,41	4	0,57	70	1,70	5	0,96	17	-0,67	1	13,28	1	2,86	10	7,25
XB 70202	9,61	1	0,57	71	1,81	13	0,91	55	0,83	2	14,43	2	2,35	1	15,00
$\bar{X}$ HE	8,18	-	0,50	-	2,15	-	0,92	-	1,96	-	18,50	-	3,22	-	-
IV ^(c) HE	7,01; 9,61	-	0,05; 1,20	-	1,58; 2,64	-	0,85; 0,99	-	0,94; 3,21	-	14,56; 23,45	-	2,49; 3,80	-	-
$\bar{X}$ HE selecionados	9,14	8,10	0,43	42,70	2,29	67,80	0,95	22,70	1,97	54,20	18,20	49,90	3,10	41,70	42,13
$\bar{X}$ HE não selecionados	8,08	57,41	0,51	52,06	2,13	50,63	0,91	55,04	1,96	52,31	18,53	52,79	3,23	53,61	53,44
$\bar{X}$ HC	9,51	2,50	0,57	70,50	1,75	9,00	0,94	36,00	0,08	1,50	13,85	1,50	2,61	5,50	11,13
DMS (5%) ^(d)	1,60	-	-	-	-	-	0,13	-	1,72	-	3,09	-	0,88	-	-

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade. ^(a)teste t para verificar $H_0 : \hat{\beta}_1 = 1, 0$. ^(b)teste F para verificar $H_0 : \hat{\sigma}_{\delta}^2 = 0$. ^(c)intervalo de variação. ^(d)diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

PG: produção de grãos (t ha⁻¹); $\hat{\sigma}_{\delta}$: desvio padrão do desvio da regressão; $\hat{\sigma}_{E/H}$: desvio padrão de ambientes dentro de híbridos; PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

Tabela 18. Médias ($\bar{X}$) e posições das classificações (P) dos dez híbridos experimentais (HE) do Grupo II selecionados para produção de grãos, responsividade regular (coeficientes da regressão linear não diferiram significativamente da unidade) e estabilidade (variâncias dos desvios da regressão não diferiram significativamente de zero), além dos híbridos comerciais (HC), e valores (V) e posições dos HE's e HC's para $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ e médias, posições e médias das posições ($\bar{X}_p$) desses híbridos para os caracteres relacionados a estresses abióticos

Híbridos	PG		$\hat{\sigma}_{\delta}$		$\hat{\sigma}_{E/H}$		PRO		IF		NRP		SG		PRO, IF, NRP e SG
	$\bar{X}$	P	V	P	V	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}$	P	$\bar{X}_p$
HE 41	8,60	3	0,20	5	2,30	21	0,96	9	1,53	21	14,57	12	3,24	26	17,00
HE 1	8,43	6	0,13	1	2,51	41	0,91	38	1,58	22	17,68	47	2,60	2	27,25
HE 47	8,14	10	0,39	15	2,23	17	0,91	37	1,09	12	13,28	5	3,20	22	19,00
HE 18	8,12	12	0,52	24	2,57	46	0,93	25	2,72	45	16,93	39	2,71	6	28,75
HE 17	8,10	13	0,52	25	2,53	44	0,93	26	3,09	48	15,52	22	2,89	10	26,50
HE 48	8,04	14	0,47	19	2,28	20	0,94	17	0,71	5	13,21	4	3,27	27	13,25
HE 37	7,97	15	0,17	3	2,58	47	0,89	47	2,04	35	17,42	43	3,30	28	38,25
HE 2	7,97	16	0,55	26	2,42	36	0,90	42	0,58	4	15,91	27	3,37	34	26,75
HE 3	7,97	17	0,30	12	2,23	16	0,96	11	-0,01	2	14,26	9	3,84	46	17,00
HE 12	7,96	18	0,22	6	2,21	15	0,92	34	1,21	14	17,60	46	2,82	8	25,50
$\bar{X}$ HE	7,66	-	0,54	-	2,33	-	0,93	-	1,66	-	15,62	-	3,30	-	-
IV ^(c) HE	6,37; 8,92	-	0,13; 2,00	-	1,84; 2,93	-	0,82; 1,01	-	-1,18; 3,34	-	11,62; 19,48	-	2,60; 4,21	-	-
$\bar{X}$ HE selecionados	8,13	12,40	0,35	13,60	2,39	30,30	0,93	28,60	1,45	20,80	15,64	25,40	3,12	20,90	23,93
$\bar{X}$ HE não selecionados	7,54	29,41	0,59	28,08	2,31	24,03	0,93	25,15	1,71	26,69	15,61	25,51	3,35	27,26	26,15
$\bar{X}$ HC	8,58	4,00	0,78	44,00	2,40	35,00	0,96	8,00	1,74	26,00	15,75	26,00	2,61	3,00	15,75
DMS (5%) ^(d)	1,05	-	-	-	-	-	0,09	-	1,21	-	1,64	-	0,69	-	-

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade. ^(a)teste t para verificar $H_0 : \hat{\beta}_1 = 1,0$. ^(b)teste F para verificar $H_0 : \hat{\sigma}_{\delta}^2 = 0$. ^(c)intervalo de variação. ^(d)diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

PG: produção de grãos (t ha⁻¹); $\hat{\sigma}_{\delta}$: desvio padrão do desvio da regressão; $\hat{\sigma}_{E/H}$: desvio padrão de ambientes dentro de híbridos; PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

As posições inferiores das médias dos híbridos experimentais selecionados em comparação às médias dos híbridos não selecionados para $\hat{\sigma}_{\delta}$ e para a média dos quatro caracteres, além das posições inferiores das médias dos HE's selecionados em relação às médias dos híbridos comerciais para $\hat{\sigma}_{\delta}$ em ambos os Grupos de híbridos, indicaram que a seleção de híbridos estáveis e possivelmente tolerantes a estresses abióticos foi eficiente, corroborando trabalhos de Torres (1988) e Câmara et al. (2007), os quais relataram que existe possibilidade de selecionar genótipos estáveis e tolerantes a estresses hídricos, respectivamente. Assim, esses resultados mostraram que a inclusão desse parâmetro da estabilidade e desses caracteres em programas de melhoramento de milho é de vital importância. Também foi possível inferir que os híbridos experimentais podem ser melhorados para os caracteres envolvendo estresses abióticos, visto que as posições das médias dos HE's no GI e GII para as médias desses caracteres foram superiores às médias dos HC's.

Observando as posições dos híbridos experimentais dos Grupos I e II para os parâmetros de estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$) e para os caracteres avaliados, foi possível notar que os HE's do GII apresentaram posições mais similares em relação às posições da média dos HC's, devido ao menor número de tratamentos analisados nesse Grupo (102 posições do GI vs. 50 posições do GII), o que dificulta a comparação das posições dos HE's entre esses dois Grupos de híbridos. De qualquer forma, os resultados mostraram que a seleção para a produção de grãos, responsividade regular ($\hat{\beta}_1 \approx 1,0$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}^2 \approx 0$) foi realizada de forma intensa para os híbridos experimentais, porém, como a correlação entre a estabilidade e os caracteres PRO, IF, NRP e SG é baixa, a seleção para esses caracteres acabou não sendo muito acentuada.

2.3.7. Análise dialélica

Diversos trabalhos relatam que os principais caracteres a serem considerados em programas de melhoramento visando tolerância a estresses hídricos, principalmente quanto ao déficit hídrico, são prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP) e *stay green* (SG) (Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007). No entanto, estudos sobre a herança desses caracteres tem sido pouco relatados na literatura para a cultura do milho no Brasil, havendo necessidade de maiores pesquisas para melhor elucidação do seu controle genético (Santos et al. 2003; Durães et al. 2004; Costa et al. 2008). Ademais, os caracteres peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por

espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF), conhecidos como componentes de produção (Jugenheimer 1976), possuem herança genética menos complexa, com menor número de genes controlando os caracteres e maior contribuição dos efeitos aditivos (Hallauer e Miranda Filho 1988). Logo, o estudo da herança genética da produção de grãos e de seus componentes é fundamental para a eficiência de programas de melhoramento que visam o incremento da produção.

A análise de variância do Grupo I de híbridos para PG, PRO, IF, NRP, SG, P300, NF e NGF indicou diferenças altamente significativas ($p \leq 0,01$) para a capacidade geral de combinação (CGC) dos conjuntos A e B de linhagens e para a capacidade específica de combinação (CEC). Ainda, as interações entre as CGC's dos conjuntos de linhagens A e B e ambientes (CGC x ambientes) foram altamente significativas para todos os caracteres, enquanto a interação entre a CEC e os ambientes (CEC x ambientes) foi altamente significativa apenas para NF (Tabela 19). Para o Grupo II de híbridos, a análise de variância detectou que as CGC's dos conjuntos A e B de linhagens e a CEC foram altamente significativas para todos os caracteres. Também foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$) para as interações CGC x ambientes dos conjuntos A e B de linhagens e para a interação CEC x ambientes para todos os caracteres (Tabela 20).

Assim, as significâncias das CGC's dos conjuntos de linhagens em ambos os Grupos de híbridos indicaram que as linhagens contribuíram diferentemente para os cruzamentos em que estiveram envolvidas e as significâncias das CEC's mostraram que as combinações híbridas apresentaram performances diferentes das esperadas somente pelos efeitos das CGC's e que há elevada divergência genética entre as linhagens. Ainda, esses resultados revelaram a presença de efeitos aditivos e não aditivos (dominância e epistasia) para todos os caracteres do GI e GII. As significâncias das interações CGC's x ambientes e CEC's x ambientes nos Grupos de híbridos revelaram que os efeitos das capacidades gerais de combinação das linhagens e das capacidades específicas de combinação não foram estáveis nos ambientes em que foram avaliadas.

Tabela 19. Quadrados médios e respectivas significâncias das análises de variâncias dos cruzamentos dialélicos e contribuição da capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) para os caracteres avaliados do Grupo I de híbridos

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		PG	PRO ^(a)	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
Ambientes	11 ^(b)	769,16**	139,00**	37,39**	205,07**	98,02**	27.794,33**	9,95**	513,53**
Híbridos experimentais (HE)	99	6,51**	3,49**	5,95**	46,18**	1,23**	415,73**	9,06**	45,73**
CGC (A)	9	31,95**	14,01**	26,92**	201,71**	4,78**	1.429,29**	48,12**	276,40**
CGC (B)	9	15,03**	10,67**	11,49**	180,05**	5,15**	1.757,13**	34,66**	105,92**
CEC	81	2,74**	1,52**	3,00**	14,02**	0,40**	154,07**	1,88**	13,41**
HE x Ambientes	1.089 ^(c)	1,67**	1,11**	1,93**	4,13**	0,33**	92,17**	0,58**	5,36*
CGC (A) x Ambientes	99 ^(c)	3,43**	2,24**	3,35**	7,34**	0,72**	191,91**	0,92**	7,93**
CGC (B) x Ambientes	99 ^(c)	2,88**	1,97**	3,42**	6,47**	0,68**	176,30**	0,72**	12,59**
CEC x Ambientes	891 ^(c)	1,33 ^{ns}	0,89 ^{ns}	1,61 ^{ns}	3,52 ^{ns}	0,25 ^{ns}	71,73 ^{ns}	0,52**	4,27 ^{ns}
Erro efetivo médio	960 ^(d)	1,25	0,87	1,47	3,34	0,25	68,04	0,41	4,76
CGC (%)		65,59	64,31	58,73	75,16	73,48	69,68	83,04	76,00
CEC (%)		34,41	35,69	41,27	24,84	26,52	30,32	16,96	24,00

^{ns} e ^{**} não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F , respectivamente. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga; NGF: número médio de grãos por fileira na espiga; CGC (A) e CGC (B) se referem às linhagens obtidas das populações (IG-3 x L-08-05F) e (IG-4 x L-38-05D), respectivamente. ^(a)QM multiplicados por 10². ^(b)Graus de liberdade de ambientes para NRP e SG são 7. ^(c)Graus de liberdade das interações HE x Ambientes, CGC (A) x Ambientes, CGC (B) x Ambientes e CEC x Ambientes para NRP e SG são 693, 63, 63 e 567, respectivamente. ^(d)Graus de liberdade do erro efetivo médio para IF, P300, NF e NGF são 972 e para NRP e SG são 648 e 640, respectivamente.

Tabela 20. Quadrados médios e respectivas significâncias das análises de variâncias dos cruzamentos dialélicos e contribuição da capacidade geral (CGC) e específica de combinação (CEC) para os caracteres avaliados do Grupo II de híbridos

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		PG	PRO ^(a)	IF	NRP	SG	P300	NF	NGF
Ambientes	27 ^(b)	432,66**	42,48**	40,34**	156,39**	38,52**	30.976,13**	8,61**	1.076,02**
Híbridos experimentais (HE)	47	17,36**	6,35**	31,71**	85,50**	5,19**	2.477,75**	8,54**	98,62**
CGC (A)	7	34,04**	9,14**	136,25**	289,05**	3,01**	1.541,79**	33,32**	391,27**
CGC (B)	5	90,27**	24,31**	50,27**	316,22**	36,92**	18.796,75**	25,58**	177,66**
CEC	35	3,60**	3,23**	8,15**	11,83**	1,09**	333,65**	1,15**	28,79**
HE x Ambientes	1.269 ^(c)	1,92**	1,37**	2,51**	2,73**	0,48**	89,39**	0,46**	9,83**
CGC (A) x Ambientes	189 ^(c)	2,79**	1,83**	3,57**	5,67**	0,80**	131,85**	0,57**	15,60**
CGC (B) x Ambientes	135 ^(c)	1,91**	1,60**	3,07**	3,90**	1,10**	110,48**	0,55**	9,96**
CEC x Ambientes	945 ^(c)	1,74**	1,25**	2,21**	1,97**	0,32*	77,88**	0,42**	8,66**
Erro efetivo médio	980 ^(d)	1,20	0,92	1,55	1,65	0,28	61,92	0,33	6,23
CGC (%)		84,54	62,16	80,85	89,70	84,38	89,97	89,94	78,26
CEC (%)		15,46	37,84	19,15	10,30	15,62	10,03	10,06	21,74

* e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. PG: produção de grãos (t ha⁻¹); PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas); P300: peso de 300 grãos (g); NF: número médio de fileiras por espiga; NGF: número médio de grãos por fileira na espiga; CGC (A) e CGC (B) se referem às linhagens obtidas dos sintéticos (IG-3) e (IG-4), respectivamente. ^(a)QM multiplicados por 10². ^(b)Graus de liberdade de ambientes para P300, NF e NGF são 23 e para NRP e SG são 15. ^(c)Graus de liberdade das interações HE x Ambientes, CGC (A) x Ambientes, CGC (B) x Ambientes e CEC x Ambientes para P300, NF e NGF são 1.081, 161, 115 e 805 e para NRP e SG são 705, 105, 75 e 525, respectivamente. ^(d)Graus de liberdade do erro efetivo médio para IF é 1.008, para P300, NF e NGF são 864 e para NRP e SG são 576 e 560, respectivamente.

Para o caráter PG do Grupo I de híbridos, as estimativas da capacidade geral de combinação das linhagens do conjunto A ($\hat{g}_i$) variaram de -0,62 t ha⁻¹ a 0,47 t ha⁻¹, as estimativas da capacidade geral de combinação das linhagens do conjunto B ($\hat{g}_j$) variaram de -0,38 t ha⁻¹ a 0,41 t ha⁻¹ e as estimativas da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) variaram de -0,87 t ha⁻¹ a 0,91 t ha⁻¹ (Tabela 21). Quanto ao Grupo II de híbridos, as estimativas da capacidade geral de combinação do conjunto A de linhagens ($\hat{g}_i$) variaram de -0,36 t ha⁻¹ a 0,60 t ha⁻¹, as estimativas da capacidade geral de combinação do conjunto B de linhagens ($\hat{g}_j$) variaram de -0,53 t ha⁻¹ a 0,56 t ha⁻¹, e as estimativas da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) variaram de -0,48 t ha⁻¹ a 0,40 t ha⁻¹ (Tabela 22).

Observou-se maior variação das estimativas da capacidade específica de combinação para a maioria dos caracteres do GI (PG, PRO, IF, NRP, SG, P300 e NGF) quando comparadas às estimativas das capacidades gerais de combinação, enquanto para o GII houve maior variação das estimativas das capacidades gerais de combinação, sendo que apenas para o caráter PRO a variação das $\hat{s}_{ij}$'s foram superiores às $\hat{g}_i$'s e $\hat{g}_j$'s (Anexos LL a YY). Essa diferença dos resultados entre os Grupos de híbridos pode ser devido ao maior número de cruzamentos entre linhagens no GI (100 no GI vs. 48 no GII), elevando o número de $\hat{s}_{ij}$'s nesse Grupo, além da diferença da arquitetura genética entre o GI e GII, visto que os HE's do Grupo I foram formados pelo cruzamento entre as linhagens obtidas das populações (IG-3 x L-08-05F) e (IG-4 x L-38-05D), enquanto os HE's do GII foram formados através do cruzamento das linhagens dos sintéticos IG-3 e IG-4.

Tabela 21. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$										
1	-0,21 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,47 [*]	-0,22 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,38 ^{ns}	0,10 ^{ns}
2	0,08 ^{ns}	-0,87^{**}	0,01 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,91^{**}	-0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,47 [*]	0,52 [*]	0,04 ^{ns}
3	0,54 [*]	-0,03 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,55 [*]	0,14 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
4	-0,40 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,29 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,39 ^{ns}	-0,38^{**}
5	-0,40 ^{ns}	0,48 [*]	0,10 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,02 ^{ns}
6	0,28 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,38 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,41 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
7	-0,12 ^{ns}	0,74 ^{**}	-0,27 ^{ns}	0,47 [*]	-0,29 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	-0,43 [*]	0,41^{**}
8	0,29 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,66 ^{**}	0,20 ^{ns}	-0,45 [*]	0,05 ^{ns}	0,53 [*]	0,08 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,34 ^{**}
9	0,29 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,31 ^{ns}	-0,57 ^{**}	0,07 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,36 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	-0,29 ^{**}
10	-0,34 ^{ns}	0,44 [*]	-0,32 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}
$\hat{g}_i$	0,47 ^{**}	0,13 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,31 ^{**}	0,14 ^{ns}	0,47^{**}	0,32 ^{**}	-0,28 [*]	-0,20 ^{ns}	-0,62^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

Tabela 22. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	
B	$\hat{s}_{ij}$								$\hat{g}_j$
1	0,03 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,30 ^{ns}	-0,37 [*]	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,38 [*]	0,18 ^{**}
2	-0,03 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,36 [*]	-0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,35 [*]	0,23 ^{ns}	-0,23 ^{**}
3	0,13 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,39 ^{**}
4	-0,11 ^{ns}	0,35 [*]	-0,48^{**}	-0,26 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,53^{**}
5	0,07 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	-0,46 ^{**}	0,40^{**}	0,00 ^{ns}	0,56^{**}
6	-0,09 ^{ns}	-0,42 ^{**}	0,32 [*]	0,16 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,42 ^{**}
$\hat{g}_i$	0,60^{**}	0,33 ^{**}	-0,25 ^{**}	-0,08 ^{ns}	-0,36^{**}	-0,21 [*]	0,01 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

As contribuições da capacidade geral e específica de combinação no Grupo I de híbridos foram 65,59% e 34,41% para PG e para os demais caracteres variaram de 58,73% a 83,04% e de 16,96% a 41,27%, respectivamente (Tabela 19). Para o Grupo II de híbridos, as contribuições da CGC e da CEC foram 84,54% e 15,46% para PG, enquanto para os caracteres restantes a variação foi de 62,16% a 89,97% e de 10,03% a 37,84%, respectivamente (Tabela 20).

Assim, houve similaridade quanto à contribuição da capacidade geral e específica de combinação para os caracteres nos dois Grupos de híbridos, sendo a contribuição da CGC maior ($>50\%$) que da CEC para todos os caracteres. Logo, esses resultados evidenciaram que a capacidade geral de combinação explicou a maior parte da variação genética dos híbridos e que existiu maior importância relativa dos efeitos gênicos aditivos sobre os não aditivos (dominância e epistasia) para os caracteres tanto no GI quanto no GII. A diferença das estruturas genéticas entre os Grupos de híbridos pode ter contribuído para a superioridade da contribuição da CGC (efeitos aditivos) no GII quando comparada ao GI (Tabelas 19 e 20).

A contribuição da CGC foi superior à da CEC para o caráter PG, diferindo dos resultados da literatura em que a importância dos efeitos da CGC e da CEC são similares (Hallauer e Miranda Filho 1988; Aguiar et al. 2003; Souza Júnior et al. 2010). Para os demais caracteres, as contribuições da CGC e da CEC no GI e GII corroboraram outros trabalhos do meio científico (Schuetz e Mock 1978; Saeed e Saleem 2000; Aguiar et al. 2003; Medici et al. 2004; Srdic et al. 2007; Costa et al. 2008; Ribeiro et al. 2014; Brewbaker 2015).

Por meio dos resultados da análise dialélica foi possível determinar que os efeitos aditivos foram mais importantes que os não aditivos (dominância e epistasia) para os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos PRO, IF, NRP e SG. Assim, a predominância dos efeitos gênicos aditivos e os coeficientes de herdabilidade em nível de plantas elevados para esses caracteres (Geraldini et al. 1985; Hallauer e Miranda Filho 1988; Belicuas 2009) evidenciam que existe a possibilidade de realizar a seleção dessas características envolvidas com estresses abióticos durante o processo de obtenção de linhagens, visto que poderão se expressar nos híbridos.

Ao longo do trabalho não foi possível realizar comparações entre os resultados dos dois Grupos de híbridos de forma geral, por se tratarem de populações de híbridos simples, experimentos e ambientes distintos. No entanto, as observações do GI e GII não

se alteraram na maioria dos casos, comprovando a grande relevância de se ter utilizado esses Grupos de híbridos, uma vez que o GI corroborou os resultados do GII e vice-versa.

O conhecimento das relações entre caracteres é de grande importância nos programas de melhoramento, visto que o melhorista se preocupa em aprimorar o material genético não para caracteres isolados, mas para um conjunto destes simultaneamente, observando como o melhoramento de uma característica pode alterar outras (Vencovsky and Barriga 1992). Ainda, caso exista dificuldade em selecionar um desses caracteres devido a sua baixa herdabilidade e/ou tenha problemas na sua medição e identificação, a seleção indireta, com base na resposta correlacionada, pode levar a progressos mais rápidos que a seleção direta para o caráter desejado (Hallauer et al. 2010). Dentre os diversos caracteres utilizados em programas de melhoramento de milho, a prolificidade (número de espigas por planta) merece destaque por compreender os componentes da produção de grãos (Jugenheimer 1976), estando ainda relacionada à tolerância a estresses abióticos (Bolaños e Edmeades 1996; Ribaut et al. 1997; Bänziger et al. 2000; Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007). Ademais, esse caráter é de fácil avaliação, tornando sua seleção prática.

No presente trabalho, a correlação do caráter PRO com a PG e os caracteres relacionados à tolerância a estresses abióticos (IF, NRP e SG) variou de acordo com o Grupo de híbridos. O aumento da prolificidade pode resultar em menor número de ramificações do pendão nos dois Grupos de híbridos, enquanto apenas no GII esse aumento também poderá ocasionar menor intervalo de florescimento e senescência precoce das plantas (Tabelas 7 e 8 e Figuras 1 e 2). Através da análise univariada foi observado que os coeficientes de correlação de posição entre o caráter PRO e os parâmetros da estabilidade $\hat{\sigma}_{\delta}$ e $\hat{\sigma}_{E/H}$ foram baixos e não significativos (-0,03 e -0,11 no GI; e -0,05 e -0,06 no GII, respectivamente), indicando que estas características são independentes e que a seleção para PRO não irá influenciar de forma indireta a estabilidade (Tabelas 13 e 14). Ainda, o estudo detectou a maior importância dos efeitos aditivos para a PRO, enquanto o controle genético da estabilidade, de acordo com Eyhérabide et al. (2016) e o presente trabalho (vide capítulo 3), ocorre principalmente pelos efeitos não aditivos. Diante desses resultados, é aconselhável realizar primeiro seleção para esse caráter em nível de plantas ou linhagens, visto que seu coeficiente de herdabilidade em nível de plantas é elevado, e, dentro da população obtida ou de híbridos, deve-se selecionar para a estabilidade da produção de grãos.

2.4. Considerações finais

Diversos relatos da literatura reportam que alguns caracteres condicionam tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico, que são: prolificidade (PRO - número médio de espigas por planta), intervalo de florescimento (IF - diferença de dias entre o florescimento feminino e o masculino), número de ramificações do pendão (NRP) e *stay green* (SG) (Bolaños e Edmeades 1996; Ribaut et al. 1996; Bänziger et al. 2000; Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007). Assim, híbridos mais prolíficos, com intervalo de florescimento reduzido, baixo número de ramificações do pendão e senescência retardada condicionam maior tolerância a esses estresses.

Nos países tropicais, a ocorrência de veranicos, ou seja, de períodos com falta de precipitação, é muito frequente, principalmente para os plantios denominados de segunda época, realizados nos meses de fevereiro a abril. Deste modo, no Brasil é muito importante o desenvolvimento de híbridos com estas características de forma adequada, podendo torná-los tolerantes aos estresses hídricos. Como o déficit hídrico é uma das principais causas das flutuações da produção de grãos, a hipótese desta pesquisa é que os caracteres que condicionam tolerância a esse estresse, bem como a outros tipos de estresses abióticos, estariam relacionados com a estabilidade da produção de grãos.

Foram avaliados em diversos tipos de ambientes dois Grupos de híbridos simples experimentais, sendo o Grupo I avaliado em 12 ambientes e o Grupo II em 28 ambientes, pretendendo-se simular as diferentes situações encontradas pelos agricultores. Para isso, foram realizados plantios em épocas normais e de segunda safra, com presença e ausência de irrigação, de adubação cobertura e de inoculação de *Azospirillum brasilense*.

Entretanto, os resultados obtidos com metodologias univariadas e multivariadas revelaram a inexistência de correlações entre os caracteres que condicionam tolerância a estresses abióticos e os parâmetros de estabilidade. Essas observações sugerem que, apesar de híbridos apresentarem esses caracteres de forma adequada e, assim, possivelmente reduzirem as flutuações da produção devido às instabilidades de precipitação, estes são independentes dos parâmetros de estabilidade da produção de grãos. Ressalte-se, porém, que esses resultados são para esses dois Grupos de híbridos e novas pesquisas devem ser conduzidas com outros materiais genéticos e ambientes para confirmar ou não esses resultados.

Acrescentou-se a esse trabalho a análise dialélica dos Grupos de híbridos visando adicionar informações sobre a herança dos caracteres avaliados, principalmente aqueles relacionados à estresses abióticos, devido à limitada informação na literatura. Para todos

estes caracteres, os efeitos aditivos foram mais importantes que os não aditivos (dominância e epistasia) e, ademais, os coeficientes de herdabilidade se mostraram elevados. Logo, existe a possibilidade de selecionar em nível de plantas ou linhagens para PRO, IF, NRP e SG, sendo provável ainda de promover influências entre alguns desses caracteres conforme se pratica a seleção, em razão das suas correlações genéticas e fenotípicas revelarem magnitudes altas ou moderadas. Portanto, apesar dos caracteres envolvendo tolerância a estresses abióticos não estarem relacionados à estabilidade da produção de grãos, é importante que estes estejam inseridos nos programas de melhoramento de milho visando reduzir as variações da produção em virtude principalmente do estresse hídrico.

REFERÊNCIAS

- Agrama HAS, Moussa ME (1996) Mapping QTLs in breeding for drought tolerance in maize (*Zea mays* L.). *Euphytica* 91:89–97
- Aguiar AM, Carlini-Garcia LA, Silva AR, et al (2003) Combining ability of inbred lines of maize and stability of their respective single-crosses. *Sci Agric* 60:83–89. doi: 10.1590/S0103-90162003000100013
- Andrade MT (2017) Epistasia e parâmetros genéticos em ambientes com e sem estresse hídrico em milho. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Aragão TR de P (2017) Epistasia em testecrosses de milho em ambientes contrastantes para estresse hídrico. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Bänziger M, Edmeades GO, Beck D, Bellon M (2000) Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. CIMMYT, Mexico
- Bänziger M, Lafitte HR (1997) Efficiency of secondary traits for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Sci* 37:1110–1117
- Barrios SCL (2010) Interação QTL por ambientes para produção de grãos e seus componentes em uma população de milho tropical. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Belicuas PR (2009) Estudo da herança dos caracteres stay-green, produção e seus componentes em milho utilizando o delineamento III e mapeamento de QTL. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Bernardo R (2010) Breeding for quantitative traits in plants. Stemma Press, Woodbury
- Betrán FJ, Beck D, Bänziger M, Edmeades GO (2003) Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and nonstress environments in tropical maize. *Crop Sci* 43:807–817. doi: 10.2135/cropsci2003.0807
- Bolaños J, Edmeades GO (1996) The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *F Crop Res* 48:65–80
- Brewbaker JL (2015) Diversity and genetics of tassel branch numbers in maize. *Crop Sci* 55:65–78. doi: 10.2135/cropsci2014.03.0248
- Burdick RK, Graybill FA (1992) Confidence intervals on variance components. Marcel Dekker, New York

- Busanello C, Souza VQ, Oliveira AC, et al (2015) Adaptability and stability of corn hybrids in southern brazilian environments. *J Agric Sci* 7:228–235. doi: 10.5539/jas.v7n9p228
- Câmara TMM, Bento DAV, Alves GF, et al (2007) Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. *Bragantia* 66:595–603. doi: 10.1590/S0006-87052007000400009
- Chaves LJ (2001) Interação de genótipos com ambientes. In: Nass LL, Valois ACC, Melo IS, Valadares-Inglis MC (eds) Recursos genéticos e melhoramento - plantas. Fundação MT, Rondonópolis, pp 673–713
- Cochran WG, Cox GM (1966) Experimental design. John Wiley and Sons, New York
- Collins WK, Russell WA, Eberhart SA (1965) Performance of two-ear type of corn belt maize. *Crop Sci* 5:113–116
- Costa EFN, Santos MF, Moro GV, et al (2008) Herança da senescência retardada em milho. *Pesqui Agropecu Bras* 43:207–213. doi: 10.1590/S0100-204X2008000200008
- Cross HZ (1977) Interrelationships among yield stability and yield components in early maize. *Crop Sci* 17:741–745
- Durães FOM, Santos MX dos, Gama EEG, et al (2004) Fenotipagem associada a tolerância a seca em milho para uso em melhoramento, estudos genômicos e seleção assistida por marcadores. *Circular Técnica* 39, Sete Lagoas
- Duvick DN, Smith JSC, Cooper M (2004) Long-term selection in a commercial hybrid maize breeding program. In: Janick J (ed) Plant Breeding Reviews, Part 2: Long-term Selection: Crops, Animals, and Bacteria. John Wiley and Sons, pp 109–151
- Eberhart SA, Russell WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci* 6:36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x
- Epskamp S, Cramer AOJ, Waldorp LJ, et al (2012) qgraph: Network visualizations of relationships in psychometric data. *J Stat Softw* 48:1–18. doi: 10.18637/jss.v048.i04
- Eyhérabide G, Boca T, López C (2016) Gene action controlling stability and adaptability in maize. *Maydica* 61:1–9
- Falconer DS, Mackay TFC (1996) Introduction to quantitative genetics, 4. ed. Addison Wesley Longman, Harlow
- Faria SV, Luz LS, Rodrigues MC, et al (2017) Adaptability and stability in commercial maize hybrids in the southeast of the State of Minas Gerais, Brazil. *Rev Ciência Agronômica* 48:347–357. doi: 10.5935/1806-6690.20170040

- Farid M, Earl HJ, Navabi A (2016) Yield stability of dry bean genotypes across nitrogen-fixation-dependent and fertilizer-dependent management systems. *Crop Sci* 56:173–182. doi: 10.2135/cropsci2015.06.0343
- Fasahat P, Rajabi A, Mahmoudi SB, et al (2015) An overview on the use of stability parameters in plant breeding. *Biometrics Biostat Int J* 2:1–11. doi: 10.5897/SRE10.960
- Ferreira DF, Rezende GDSP, Ramalho MAP (1993) An adaptation of Griffing's method IV of complete diallel cross analysis for experiments repeated in several environments. *Brazilian J Genet* 16:357–366
- Finlay KE, Wilkinson GN (1963) The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust J Agric Res* 14:742–754. doi: 10.1071/AR9630742
- Frova C, Krajewski P, di Fonzo N, et al (1999) Genetic analysis of drought tolerance in maize by molecular markers I. Yield components. *Theor Appl Genet* 99:280–288. doi: 10.1007/s001220051233
- Geraldi IO, Miranda Filho JB, Vencovsky R (1985) Estimates of genetic parameters for tassel characters in maize (*Zea mays* L.) and breeding perspectives. *Maydica* 30:1–14
- Geraldi IO, Miranda-Filho JB (1988) Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. *Brazilian J Genet* 11:419–430
- Griffing B (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust J Biol Sci* 9:463–493. doi: doi:10.1071/BI9560463
- Haffke S, Wilde P, Schmiedchen B, et al (2015) Toward a selection of broadly adapted germplasm for yield stability of hybrid rye under normal and managed drought stress conditions. *Crop Sci* 55:1026–1034. doi: 10.2135/cropsci2014.08.0532
- Hallauer AR, Carena MJ, Miranda Filho JB (2010) Quantitative genetics in maize breeding. Springer, New York
- Hallauer AR, Miranda Filho JB (1988) Quantitative genetics in maize breeding, 2nd edn. Iowa State University Press, Ames
- Hartley HO (1950) The use of range in analysis of variance. *Biometrika* 37:271–280.
- Jiang C, Edmeades GO, Armstead I, et al (1999) Genetic analysis of adaptation differences between highland and lowland tropical maize using molecular markers. *Theor Appl Genet* 99:1106–1119. doi: 10.1007/s001220051315
- Jugenheimer RW (1976) Corn improvement, seed production and uses. Wiley-interscience, New York

- Kamara AY, Menkir A, Badu-Apraku B, Ibikunle O (2003) Reproductive and stay-green trait responses of maize hybrids, improved open-pollinated varieties and farmers' local varieties to terminal drought stress. *Maydica* 48:29–37.
- Kendall MG (1970) Rank correlation methods, 4th edn. Griffin, London
- Knapp SJ, Stroup WW, Ross WM (1985) Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. *Crop Sci* 25:192–194.
- Lanza LLB, Souza Junior CL, Ottoboni LMM, et al (1997) Genetic distance of inbred lines and prediction of maize single-cross performance using RAPD markers. *Theor Appl Genet* 94:1023–1030. doi: 10.1007/s001220050510
- Li L, Wegenast T, Li H, et al (2011) Estimation of quantitative genetic and stability parameters in maize under high and low N levels. *Maydica* 56:25–34.
- Lima MLA, Souza Junior CL, Bento DAV, et al (2006) Mapping QTL for grain yield and plant traits in a tropical maize population. *Mol Breed* 17:227–239. doi: 10.1007/s11032-005-5679-4
- Medici LO, Pereira MB, Lea PJ, Azevedo RA (2004) Diallel analysis of maize lines with contrasting responses to applied nitrogen. *J Agric Sci* 142:535–541. doi: 10.1017/S002185960400468X
- Mendes MP (2015) Predição genômica de híbridos simples de milho. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Mickelson SM, Stuber CS, Senior L, Kaeppeler SM (2002) Quantitative trait loci controlling leaf and tassel traits in a B73 x Mo17 population of maize. *Crop Sci* 42:1902–1909. doi: 10.2135/cropsci2002.1902
- Oliveira GV, Carneiro PCS, Carneiro JE de S, Cruz CD (2006) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. *Pesqui Agropecu Bras* 41:257–265. doi: 10.1016/j.vetimm.2006.05.008
- Pearson K (1901) On lines and planes of closest fit to a system of points in space. *Philos Mag* 2:559–572
- Piepho H, Möhring J (2006) Selection in Cultivar Trials-Is It Ignorable? *Crop* 46:192–201. doi: 10.2135/cropsci2005.04-0038
- R Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing
- Ramalho MAP, Abreu A de FB, Santos JB, Nunes JAR (2012) Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. UFPA, Lavras
- Rezende GSP, Souza Junior CL (2000) A reciprocal recurrent selection procedure outlined to integrate hybrid breeding programs in maize. *J Genet Breed* 54:57–66

- Ribaut J-M, Hoisington DA, Deutsch JA, et al (1996) Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. 1. Flowering parameters and the anthesis-silking interval. *Theor Appl Genet* 92:905–914
- Ribaut J-M, Jiang C, Gonzalez-de-Leon D, et al (1997) Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. 2. Yield components and marker-assisted selection strategies. *Theor Appl Genet* 94:887–896. doi: 10.1007/s001220050492
- Ribeiro CB, Ramalho MAP, Prado PER (2014) Contribuição dos caracteres vegetativos e reprodutivos da planta de milho para a heterose na produção de grãos. *Rev Bras Milho e Sorgo* 13:59–68.
- Russell WA, Eberhart SA (1968) Testcrosses of one- and two-ear types of corn belt maize inbreds. II. Stability of performance in different environments. *Crop Sci* 8:248–251.
- Russell WA, Prior CL (1975) Stability of yield performance of prolific and nonprolific maize hybrids. *Iowa State J Res* 50:17–27
- Saeed MT, Saleem M (2000) Estimates of gene effects for some important quantitative plant traits in maize diallel crosses. *Pakistan J Biol Sci* 3:1138–1140
- Santos MX, Andrade CLT, Oliveira AC, et al (2003) Comportamento de híbridos de milho selecionados e não selecionados para ASI sob estresse de água no florescimento e no enchimento de grãos. *Rev Bras Milho e Sorgo* 2:71–81
- SAS Institute (2009) Statistical analysis software: SAS 9.2
- Schuetz SH, Mock JJ (1978) Genetics of tassel branch number in maize and its implications for a selection program for small tassel size. *Theor Appl Genet* 53:265–271. doi: 10.1007/BF00280990
- Shapiro SS, Wilk MB (1965) An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52:591–611. doi: 10.1093/biomet/52.3-4.591
- Silva AR, Rêgo ER, Pessoa AMS, Rêgo MM (2016) Correlation network analysis between phenotypic and genotypic traits of chili pepper. *Pesqui Agropecuária Bras* 51:372–377. doi: 10.1590/S0100-204X2016000400010
- Silva EC, Buzetti S, Lazarini E (2005) Aspectos econômicos da adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema de plantio direto. *Rev Bras Milho e Sorgo* 4:286–297.
- Souza Jr. CL, Santos MX, Magnavaca R, Gama EEG (1993) Estimativas de parâmetros genéticos na interpopulação de milho BR-105 x BR-106 e suas implicações no melhoramento. *Pesqui Agropecuária Bras* 28:473–479.

- Souza Júnior CL, Barrios SCL, Moro G V. (2010) Performance of maize single-crosses developed from populations improved by a modified reciprocal recurrent selection. *Sci Agric* 67:198–205. doi: 10.1590/S0103-90162010000200011
- Srdic J, Pajic Z, Drinic-Mladenovic S (2007) Inheritance of maize grain yield components. *Maydica* 52:261–264
- Tollenaar M, Lee EA (2002) Yield potential , yield stability and stress tolerance in maize. *F Crop Res* 75:161–169
- Torres RAA (1988) Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.). Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Ursem R, Tikunov Y, Bovy A, et al (2008) A correlation network approach to metabolic data analysis for tomato fruits. *Euphytica* 161:181–193. doi: 10.1007/s10681-008-9672-y
- Vencovsky R (1987) Herança quantitativa. In: Paterniani E, Viegas GP (eds) *Melhoramento e produção do milho no Brasil*, 2nd edn. Fundação Cargil, Campinas, pp 122–201
- Vencovsky R, Barriga P (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto
- Vilela EF, Büll LT (1999) Avaliação do crescimento de plantas de milho em função de doses de potássio e estresse hídrico. *Rev Bras Ciência do Solo* 23:281–289
- Yates F, Cochran WC (1938) The analysis of groups of experiments. *J Agric Sci* 28:556–580
- Zancanaro PO (2016) *Deriva genética de caracteres quantitativos em milho*. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Zuber MS, Grogan CO, Singleton O V. (1960) Rate-of-planting studies with prolific and single-ear corn hybrids. *Missouri Agric. Exp. Stn., Columbia*

3. ANÁLISE DIALÉLICA DA RESPONSIVIDADE E ESTABILIDADE DA PRODUÇÃO DE GRÃOS DE HÍBRIDOS DE MILHO

Resumo

Apesar de diversos trabalhos relatarem a importância da responsividade e estabilidade da produção de grãos para os programas de melhoramento de milho, há poucos relatos na literatura sobre a herança desses parâmetros, observando-se ainda resultados controversos. Assim, o objetivo desse trabalho foi pesquisar a herança desses parâmetros utilizando dois conjuntos de cruzamentos dialélicos em milho. Foram avaliados dois Grupos de híbridos simples de milho: Grupo I (GI) constituído por 100 híbridos e o Grupo II (GII) por 48 híbridos, os quais foram avaliados respectivamente em 12 e 28 ambientes. Esses híbridos foram avaliados seguindo delineamento látice 10 x 10 e 7 x 7, compreendendo os 100 e 49 híbridos simples, respectivamente, com duas repetições por ambiente. Para completar o delineamento látice no GII, um híbrido simples comercial foi adicionado aos demais híbridos. O modelo de regressão de Eberhart e Russell (1966) foi utilizado para obter os parâmetros responsividade, estimado pelo coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}_1$), e estabilidade, estimado pelo desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$). Em seguida foram realizadas análises dialélicas de $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\sigma}_{\delta}$ de acordo com o método 4 do modelo I de Griffing (1956). As contribuições relativas da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC) no Grupo I foram 27,72% e 72,28% para a responsividade ($\hat{\beta}_1$) e 24,52% e 75,48% para a estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}$), enquanto no Grupo II as contribuições relativas foram de 43,17% e 56,83% para a responsividade e de 24,03% e 75,97% para a estabilidade, respectivamente. A contribuição da CEC foi superior à CGC para ambos os parâmetros nos dois Grupos de híbridos, evidenciando que a capacidade específica de combinação explicou a maior parte da variação genética dos híbridos e, assim, houve maior importância relativa dos efeitos não aditivos (dominância e epistasia) sobre os efeitos aditivos para a responsividade e estabilidade da produção de grãos. Logo, esses resultados podem trazer uma série de implicações para os programas de melhoramento de milho, uma vez que a seleção deverá ser realizada em cruzamentos de linhagens e não nas linhagens per se, pois a expressão desses parâmetros depende da complementariedade alélica nos cruzamentos de linhagens. Ressalte-se ainda que as linhagens selecionadas em cruzamentos para estabilidade e responsividade regular poderão não apresentar as mesmas performances para esses parâmetros quando cruzadas com outras linhagens, mesmo que essas últimas também tenham sido selecionadas em outros cruzamentos.

Palavras-chave: Herança; Constituição genética; Interação genótipos x ambientes; Coeficiente de regressão linear; Desvio padrão do desvio da regressão

Abstract

Although several studies have been reported the importance of grain yield responsiveness and stability for maize breeding programs, there are few reports in the literature about the inheritance of these parameters, and there are still controversial results. Thus, the objective of this study was to investigate the inheritance of these parameters using two sets of diallel crosses in maize. Two groups of maize single-crosses were evaluated: Group I (GI) consisted of 100 single-crosses and Group II (GII) of 48 single-crosses, respectively evaluated in 12 and 28 environments. These hybrids were evaluated following a 10 x 10 and a 7 x 7 lattice designs comprising the 100 and 49 single-crosses, respectively, with two replications per environment. To complete the lattice design in GII a commercial single-cross was added to entries. The Eberhart and Russell (1966) regression model was used in order to compute the responsiveness, estimated by the linear regression coefficient ($\hat{\beta}_1$), and stability, estimated by the standard deviation of the regression deviation ($\hat{\sigma}_{\delta}$). Then diallel analyses of $\hat{\beta}_1$ and $\hat{\sigma}_{\delta}$ were performed following the Griffing's (1956) model I, method 4. The relative contributions of general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) in Group I were 27.72% and 72.28% for responsiveness ($\hat{\beta}_1$) and 24.52% and 75.48% for stability ($\hat{\sigma}_{\delta}$), while in Group II the relative contributions were 43.17% and 56.83% for responsiveness and 24.03% and 75.97% for stability, respectively. The contribution of SCA was higher than GCA for both parameters in the two Groups of single-crosses, showing that the specific combining ability explained most of the genetic variation of the single-crosses and, thus, there was greater relative importance of the non-additive effects (dominance and epistasis) than the additive effects for the grain yield responsiveness and stability. Therefore, these results may have several implications for maize breeding programs, since selection should be performed at crosses of inbred lines and not in lines per se, once the expression of these parameters depends on allelic complementarity at line crosses. It should be noted that lines selected in crosses for stability and regular responsiveness may not present the same performance for these parameters when crossed with other lines, even if these last ones have also been selected in other crosses.

Keywords: Inheritance; Genetic constitution; Genotypes x environments interaction; Linear regression coefficient; Standard deviation of the regression deviation

3.1. Introdução

Em regiões tropicais é muito comum a interação de genótipos de milho com ambientes do tipo complexa, em que há alteração das posições dos genótipos nos diversos ambientes de avaliação, principalmente devido às variações de temperaturas, precipitações hídricas e tipos de solo. No Brasil, essa interação também acaba sendo muito pronunciada, uma vez que o período de plantio de milho é amplo e dividido em duas épocas ou safras, sendo o primeiro plantio realizado geralmente entre os meses de setembro e dezembro, enquanto o segundo plantio ocorre entre os meses de fevereiro e abril, logo após a colheita da soja. Além disso, a maioria das áreas cultivadas com milho no país está sujeita a diferentes tecnologias utilizadas pelos agricultores, acarretando muitas vezes em estresse de nutrientes, especialmente estresse ocasionado pela baixa disponibilidade de nitrogênio (Bänziger e Lafitte 1997; Silva et al. 2005), e estresse hídrico, visto que grande parte do cultivo de milho no país é conduzida sem irrigação e, mesmo em anos que ocorre precipitação satisfatória, observam-se perdas na produção de grãos decorrentes de períodos de estiagens (Vilela e Büll 1999).

Assim, a interação do tipo complexa exige que genótipos, como híbridos de milho, sejam avaliados em muitos ambientes visando selecionar cultivares produtivos e que apresentem responsividade regular e estabilidade frente às flutuações ambientais, fornecendo aos produtores maior segurança quanto ao seu empreendimento, em que responsividade regular se refere às alterações na produtividade compatíveis com as qualidades ambientais como tipos de tecnologias e presença/ausência de estresses abióticos.

Apesar de alguns trabalhos revelarem que a responsividade e estabilidade da produção de grãos de milho possuem controle genético, há poucos relatos na literatura sobre a herança desses parâmetros (Eberhart e Russell 1966, 1969; Torres 1988; Lee et al. 2003; Eyherabide et al. 2016). Lee et al. (2003) reportaram que a estabilidade é controlada principalmente pela ação gênica aditiva; Eberhart e Russell (1969) relataram que tanto efeitos aditivos quanto não aditivos (dominância e epistasia) estão envolvidos no controle da estabilidade da produção; Eyherabide et al. (2016) reportaram que os efeitos não aditivos são mais importantes que os efeitos aditivos no controle da estabilidade e da responsividade; e Eberhart e Russell (1966) concluíram que os efeitos aditivos são os únicos responsáveis pelo controle da responsividade. Desta forma, percebe-se que há relatos controversos relacionados à herança dos parâmetros responsividade e estabilidade,

existindo a necessidade de mais estudos para tentar elucidar o controle genético desses parâmetros.

Ainda, trabalhos envolvendo o controle genético sobre a responsividade e estabilidade são na maioria para genótipos e locais de clima temperado (Eberhart e Russell 1966, 1969; Lee et al. 2003; Eyhérabide et al. 2016), sendo ainda incipientes os trabalhos para híbridos e ambientes de clima tropical. As grandes variações ambientais de regiões tropicais (Ribaut et al. 1997) podem induzir diferenças da responsividade e estabilidade da produção de grãos de híbridos dessas regiões quando comparados à genótipos de regiões de clima temperado, podendo ainda haver distinção quanto ao controle genético desses parâmetros. Ademais, Torres (1988) relatou coeficientes de determinação genotípico, que equivalem aos coeficientes de herdabilidade, para os parâmetros da responsividade inferiores aos da produção de grãos, mostrando a complexidade desse parâmetro.

Dentre os vários procedimentos utilizados para estudar a responsividade e estabilidade de genótipos, Eberhart e Russell (1966) propuseram um modelo de análise de regressão linear de fácil interpretação, tornando-o de grande relevância para os programas de melhoramento (Oliveira et al. 2006), sendo o método mais utilizado para esta finalidade (Chaves 2001; Fasahat et al. 2015). Nessa metodologia, as estimativas do coeficiente de regressão linear e da variância do desvio de regressão de cada genótipo são utilizadas como parâmetros da responsividade e estabilidade, respectivamente.

Também, o delineamento denominado dialelo ou cruzamentos dialélicos são muito utilizados para pesquisas sobre a herança dos caracteres, pois permitem realizar análises e obter estimativas da capacidade geral e específica de combinação, relacionadas respectivamente aos efeitos aditivos e aos efeitos não aditivos (dominância e epistasia) dos locos que controlam os caracteres (Comstock et al. 1949; Vencovsky 1987; Hallauer e Mirando Filho 1988). Desta forma, é possível calcular a contribuição relativa dos efeitos aditivos e não aditivos no controle dos caracteres. Quando os genótipos obtidos deste delineamento são avaliados em diversos ambientes, pode-se estimar a responsividade e estabilidade de cada genótipo, as quais podem ser dispostas neste mesmo delineamento e analisadas. Logo, há possibilidade de pesquisar as heranças destes parâmetros como um caráter qualquer dos genótipos avaliados. Motivado pela limitada informação reportada sobre a herança da responsividade e estabilidade da produção de grãos, o objetivo deste trabalho foi pesquisar a herança desses parâmetros utilizando dois conjuntos de cruzamentos dialélicos em milho.

3.2. Material e Métodos

3.2.1. Materiais Genéticos

Os materiais genéticos utilizados foram compostos por dois Grupos de híbridos simples de milho, denominados Grupo I (GI) e Grupo II (GII). O GI foi composto por 100 híbridos simples, originados do cruzamento de 10 linhagens endogâmicas oriundas da população (IG-3 x L-08-05F) com 10 linhagens endogâmicas provenientes da população (IG-4 x L-38-05D), em que IG-3 e IG-4 são sintéticos e L-08-05F e L-38-05D são linhagens endogâmicas. O sintético IG-3 e a linhagem L-08-05F são do mesmo grupo heterótico e o sintético IG-4 e a linhagem L-38-05D pertencem a outro grupo heterótico, sendo que IG-3 e L-08-05F possuem grãos duros alaranjados e IG-4 e L-38-05D possuem grãos amarelos dentados. As linhagens L-08-05F e L-38-05D foram utilizadas devido ao seu híbrido simples apresentar elevada produtividade e estabilidade (Aguiar et al. 2003).

Para a obtenção das linhagens do GI, trezentas plantas da população (IG-3 x L-08-05F) foram autofecundadas, gerando 300 linhagens S_1 's, as quais foram cruzadas com a linhagem L-38-05D, obtendo-se 300 testecrosses. Da mesma forma, trezentas linhagens S_1 's provenientes da população (IG-4 x L-38-05D) foram cruzadas com a linhagem L-08-05F. Os 600 testecrosses foram avaliados em seis ambientes, sendo identificados os 10 testecrosses superiores de cada população para a seleção de 10 linhagens S_1 's de cada população. Estas linhagens foram autofecundadas por seis gerações, seguindo o método *single seed descent* (SSD), dando origem a 10 linhagens endogâmicas (S_7) de cada população que, ao serem cruzadas no esquema dialélico parcial, deram origem a 100 híbridos simples.

O GII, por sua vez, foi formado por 48 híbridos simples, originados a partir do cruzamento dialélico parcial entre oito linhagens endogâmicas do sintético IG-3 e seis linhagens endogâmicas obtidas do sintético IG-4. Os sintéticos IG-3 e IG-4 foram obtidos das populações BR-105 e BR-106 por meio de seleção recorrente recíproca, sendo essas populações caracterizadas por apresentar grãos duros alaranjados e amarelos dentados, respectivamente, estando alocadas em grupos heteróticos distintos (Souza JR. et al. 1993; Rezende e Souza Junior 2000). Os sintéticos, linhagens e híbridos simples dos Grupos I e II foram desenvolvidos no programa de melhoramento de milho do Departamento de Genética da ESALQ/USP.

3.2.2. Condução dos experimentos e caráter avaliado

Os 100 híbridos simples do GI foram avaliados nos anos agrícolas 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014, em duas épocas de semeadura, com e sem adubação de cobertura, nas Estações Experimentais Sertãozinho (E. E. Sertãozinho) e Departamento de Genética (E. E. LGN), ambas da ESALQ/USP e localizadas no município de Piracicaba/SP. Cada combinação ano agrícola x época de semeadura x local x adubação de cobertura foi considerada como um ambiente distinto, totalizando 12 ambientes (Tabela 1 do capítulo 2).

Os 48 híbridos simples do Grupo II foram avaliados nos anos agrícolas 2011/2012, 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015; em diferentes épocas de semeadura; com e sem adubação de cobertura e com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense*; na E. E. Sertãozinho, na E. E. LGN, ambas da ESALQ/USP, e na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, localizada no município de Jaboticabal/SP. Cada combinação ano agrícola x época de semeadura x local x adubação de cobertura x inoculação de *A. brasilense* foi considerada como um ambiente distinto, totalizando 28 ambientes (Tabela 2 do capítulo 2).

As práticas culturais para ambos os Grupos de híbridos simples seguiram as recomendações técnicas de acordo com cada ambiente. Apenas a E. E. LGN contou com um sistema de irrigação, acionado apenas quando necessário. As adubações de cobertura corresponderam a duas aplicações de 100 Kg ha⁻¹ de uréia, aproximadamente aos 30 e 45 dias após o plantio, com exceção dos ambientes 9 e 11 do Grupo I, em que a aplicação ocorreu apenas aos 30 dias após o plantio. Por sua vez, a inoculação de *Azospirillum brasilense* correspondeu a uma aplicação de 625 L de solução de bactéria ha⁻¹, a uma concentração de 0,96 mL de bactéria (L de água)⁻¹, aproximadamente aos 30 dias após o plantio, sendo aplicada quando a adubação de cobertura não foi realizada, visto que esta bactéria promove a fixação biológica de nitrogênio no solo e, desta forma, torna-se uma alternativa quanto ao uso do fertilizante à base de uréia. Ressalte-se que os diferentes ambientes utilizados para o estudo simularam diferentes situações encontradas por agricultores em propriedades rurais.

Para os 100 híbridos simples experimentais do GI foi utilizado o delineamento experimental látice simples 10 x 10, com duas repetições por ambiente. No início de cada repetição foram alocados dois híbridos simples comerciais (DKB 390 e XB 70202 das empresas Dekalb e Semeali, respectivamente) como testemunhas fora do delineamento. Os 48 híbridos simples experimentais do GII e o híbrido simples comercial DKB 390 foram alocados em delineamento experimental látice simples 7 x 7, com duas repetições por

ambiente. No início de cada repetição foram alocados dois híbridos simples comerciais como testemunhas fora do delineamento em látice, utilizando-se diferentes híbridos comerciais para cada ambiente. Para ambos os Grupos de híbridos foram utilizadas parcelas de uma linha de 4,00 m, espaçadas 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, com estande de 20 plantas por parcela após o desbaste, correspondendo a aproximadamente 62.500 plantas ha⁻¹.

Foram coletados dados de peso de grãos, em g parcela⁻¹; umidade de grãos, em %, mensuradas de amostras retiradas de cada parcela; e estande, correspondendo ao número de plantas da parcela no momento da colheita. O caráter utilizado nas análises estatísticas em ambos os Grupos de híbridos simples foi produção de grãos por parcela (PG, em t ha⁻¹), corrigido para 15,00% de teor de umidade nos grãos e pelo estande médio dos experimentos.

3.2.3. Análise de responsividade e estabilidade

Foi realizada a análise de responsividade e estabilidade do caráter produção de grãos (PG) utilizando o método de Eberhart e Russell (1966), cujo modelo matemático é (eq. 31):

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij} \quad (31)$$

em que, Y_{ij} é a média do híbrido i no ambiente j ; β_{0i} é o intercepto ou a média geral do híbrido i ; β_{1i} é o coeficiente de regressão linear, que mede a performance do i -ésimo híbrido experimental à variação do ambiente; I_j é o índice ambiental; δ_{ij} é o desvio da regressão do híbrido experimental i ($i = 1, \dots, 100$ para o Grupo I; e $i = 1, \dots, 49$ para o Grupo II) no ambiente j ($j = 1, \dots, 12$ para o Grupo I; e $j = 1, \dots, 28$ para o Grupo II); $\bar{\epsilon}_{ij}$ é o erro experimental médio.

O esquema da análise de variância, com a decomposição da soma de quadrados, foi realizado conforme o Anexo D. O índice ambiental, o parâmetro responsividade, estimado pelo coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}_{1i}$), o parâmetro de estabilidade, estimado pela variância do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}^2$), bem como os testes t e F para verificar se as estimativas de β_{1i} 's e σ_{δ}^2 's diferiram significativamente de 1,0 ($H_0: \hat{\beta}_{1i} = 1$) e zero

$(H_0 : \hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2 = 0)$, respectivamente, foram obtidos de acordo com Eberhart e Russell (1966) e Ramalho et al. (2012).

Em seguida foi estimado o desvio padrão do desvio da regressão $(\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}} = \sqrt{\hat{\sigma}_{\hat{\alpha}}^2})$, com intuito de expressá-lo na mesma unidade do caráter produção de grãos (t ha^{-1}). As análises de variância, as estimativas dos coeficientes de regressão linear e das variâncias dos desvios da regressão de cada híbrido experimental para ambos os Grupos foram obtidos utilizando o programa R versão 3.2.3 (R Core Team 2015).

3.2.4. Análise dialélica dos parâmetros responsividade ($\hat{\beta}_1$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$) da produção de grãos

Uma vez que os parâmetros responsividade e estabilidade, estimados respectivamente pelo coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}_1$) e desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$), foram estimados para cada híbrido simples experimental, foi possível obter a tabela dialélica parcial com os valores dessas estimativas. Foram, então, realizadas as análises dialélicas de $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$ quanto ao caráter produção de grãos dos híbridos experimentais dos Grupos I e II, de acordo com o método 4 do modelo I de Griffing (1956) adaptado para dialelos parciais (Geraldi e Miranda-Filho 1988) e ampliado para múltiplos ambientes (Ferreira et al. 1993). Para cada Grupo de híbridos, obteve-se dois conjuntos de linhagens: conjunto A, formado pelas 10 linhagens endogâmicas oriundas da população (IG-3 x L-08-05F) para o GI e pelas 8 linhagens do sintético IG-3 para o GII; e conjunto B, constituído pelas 10 linhagens obtidas da população (IG-4 x L-38-05D) para o GI e pelas 6 linhagens do sintético IG-4 para o GII.

Os efeitos das capacidades gerais de combinação (CGC) das linhagens e os efeitos das capacidades específicas de combinação (CEC) foram considerados fixos, pois as linhagens foram deliberadamente escolhidas e não podem ser consideradas como uma amostra ao acaso da população. Assim, o modelo matemático é (eq. 32):

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij} \quad (32)$$

em que, Y_{ij} é o valor médio observado do híbrido simples do cruzamento entre a i -ésima linhagem com a j -ésima linhagem; μ é a média geral do parâmetro; g_i é o efeito da capacidade geral de combinação da i -ésima linhagem do conjunto A ($i = 1, \dots, 10$ para o GI; e $i = 1, \dots, 8$ para o GII); g_j é o efeito da capacidade geral de combinação da j -ésima linhagem do conjunto B ($j = 1, \dots, 10$ para o GI; e $j = 1, \dots, 6$ para o GII); s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação entre a linhagem i e a linhagem j ; $\bar{\varepsilon}_{ij}$ é o erro experimental médio ajustado.

O quadrado médio do erro médio ajustado (QM_R) utilizado para a análise dialética do $\hat{\beta}_1$ (eq. 33) foi obtido em analogia ao erro padrão desse mesmo parâmetro utilizado no teste t .

$$QM_R = QM_E / J \sum_j I_j^2 \quad (33)$$

em que, QM_E é o quadrado médio do erro experimental da análise de variância conjunta; J é o número de repetições; I_j é o índice ambiental.

Como na análise dialética o mesmo erro médio ajustado foi utilizado nos testes F tanto para $\hat{\beta}_1$ quanto para $\hat{\sigma}_{\delta}$, utilizou-se também por analogia o QM_R para $\hat{\sigma}_{\delta}$. Entretanto, ainda para esse parâmetro foi empregado a transformação logarítmica na base dez para os dados e para o quadrado médio do erro experimental da análise de variância conjunta (QM_E), conforme recomendação de Bartlett e Kendall (1946) e Bartlett (1947).

O esquema da análise dialética, com seus respectivos quadrados médios e testes F , está apresentado no Anexo ZZ. As análises foram realizadas utilizando o procedimento estatístico PROC GLM do programa SAS versão 9.2 (SAS Institute 2009).

Estimou-se também a contribuição relativa da capacidade geral de combinação e a contribuição relativa da capacidade específica de combinação para cada parâmetro (eq. 34 e 35):

$$CGC\% = [(SQ_{CGC(A)} + SQ_{CGC(B)}) / (SQ_{CGC(A)} + SQ_{CGC(B)} + SQ_{CEC})].100 \quad (34)$$

$$CEC\% = [SQ_{CEC} / (SQ_{CGC(A)} + SQ_{CGC(B)} + SQ_{CEC})].100 \quad (35)$$

em que, $SQ_{CGC(A)}$ e $SQ_{CGC(B)}$ são as somas de quadrados das capacidades gerais de combinação das linhagens dos conjuntos A e B, respectivamente; SQ_{CEC} é a soma de quadrados da capacidade específica de combinação.

As estimativas da capacidade geral de combinação das linhagens do conjunto A ($\hat{g}_i$), da capacidade de combinação das linhagens do conjunto B ($\hat{g}_j$) e da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) foram obtidas para ambas as estimativas, de acordo com a eq. (36) (Vencovsky e Barriga 1992):

$$\hat{g}_i = (Y_{i.}/N_2) - (Y_{..}/N_1N_2); \hat{g}_j = (Y_{.j}/N_1) - (Y_{..}/N_1N_2); \hat{s}_{ij} = Y_{ij} - (Y_{i.}/N_2) - (Y_{.j}/N_1) + (Y_{..}/N_1N_2) \quad (36)$$

em que, Y_{ij} é o valor da combinação híbrida entre a i -ésima linhagem e a j -ésima linhagem; $Y_{..}$ é o somatório de todas as combinações híbridas envolvendo as linhagens i e as linhagens j ; $Y_{i.}$ é o somatório das combinações híbridas da i -ésima linhagem cruzada com as linhagens j ; $Y_{.j}$ é o somatório das combinações híbridas da j -ésima linhagem cruzada com as linhagens i ; N_1 e N_2 são os números das i e j linhagens, respectivamente.

As significâncias das estimativas das capacidades gerais de combinação dos conjuntos de linhagens A ($\hat{g}_i$) e B ($\hat{g}_j$) e da capacidade específica de combinação ($\hat{s}_{ij}$) foram obtidas pelo teste t , seguindo procedimento de Vencovsky e Barriga (1992).

3.2.5. Estimativas de correlação entre os parâmetros responsividade e estabilidade com o caráter produção de grãos

O estudo das relações entre a produção de grãos e os parâmetros de responsividade e estabilidade podem ser de grande utilidade aos programas de melhoramento de milho, visto permitir observar a influência da seleção para produção sob esses parâmetros. Devido aos parâmetros da responsividade ($\hat{\beta}_1$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}$) serem estimativas do modelo de Eberhart e Russell (1966), isto é, não são caracteres, foi estimado o coeficiente de correlação de Spearman ou de posição ($\hat{r}$) (Kendall 1970) entre o $\hat{\sigma}_{\delta}$ e o caráter produção de grãos em ambos os Grupos de híbridos (eq. 37).

$$\hat{r} = (1 - 6 \sum d_i^2) / (n^3 - n) \quad (37)$$

em que, d_i é a diferença entre as duas posições das classificações para cada observação; n é o número de observações.

Como os genótipos ideais são aqueles que apresentam responsividade regular, cujos valores dos $\hat{\beta}_1$'s não diferem significativamente da unidade ($\hat{\beta}_1 \approx 1,0$), não é possível obter as posições dos híbridos para o parâmetro da responsividade ($\hat{\beta}_1$) e, deste modo, torna-se impraticável obter o coeficiente de correlação de posição entre esse parâmetro e o caráter produção de grãos. Assim, foi estimado o coeficiente de correlação de Pearson ($\hat{\rho}$) entre o $\hat{\beta}_1$ e a PG nos dois Grupos de híbridos (eq. 38).

$$\hat{\rho} = \text{Cov}_{xy} / \sqrt{\hat{\sigma}_x^2 \hat{\sigma}_y^2} \quad (38)$$

em que, Cov_{xy} é a estimativa da covariância entre a estimativa do coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}_1$) e o caráter produção de grãos (PG); $\hat{\sigma}_x^2$ e $\hat{\sigma}_y^2$ são as estimativas das variâncias para o $\hat{\beta}_1$ e para o caráter PG, respectivamente.

3.3. Resultados e Discussão

As análises de variância do Grupo I (GI) de híbridos para as estimativas do coeficiente da regressão linear ($\hat{\beta}_1$) e do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$) detectou diferenças altamente significativas ($p \leq 0,01$) tanto para a capacidade geral de combinação (CGC) dos conjuntos A e B de linhagens quanto para a capacidade específica de combinação (CEC), exceto para a CGC do conjunto B de linhagens em relação ao $\hat{\beta}_1$, a qual foi não significativa a $p \leq 0,05$ (Tabela 23). Para o Grupo II de híbridos (GII) as análises de variância detectou que tanto a CGC dos conjuntos A e B de linhagens quanto a CEC foram altamente significativas para ambos os parâmetros (Tabela 24).

Assim, estando $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\sigma}_{\delta}$ relacionados respectivamente aos parâmetros responsividade e estabilidade (Eberhart e Russell 1966), as significâncias das capacidades gerais e específicas de combinação nos dois Grupos de híbridos indicaram que esses parâmetros são controlados geneticamente, conforme já relatado por Eberhart e Russell (1966, 1969), Torres (1988), Lee et al. (2003) e Eyhéribide et al. (2016). Também, as significâncias das CGC's dos conjuntos de linhagens e das CEC's indicaram que efeitos aditivos e efeitos não aditivos (dominância e epistasia), respectivamente, estão envolvidos no controle genético da responsividade e estabilidade. Esses resultados revelaram ainda que as linhagens contribuíram diferentemente para os cruzamentos em que estiveram envolvidas, as combinações híbridas apresentaram performances diferentes das esperadas somente pelos efeitos das CGC's e que há elevada divergência genética entre as linhagens para estes parâmetros (Tabelas 23 e 24).

Tabela 23. Quadrados médios e respectivas significâncias das análises dialélicas dos híbridos experimentais do Grupo I e contribuição da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para as estimativas do coeficiente da regressão linear ($\hat{\beta}_1$) e do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}$) do caráter produção de grãos

FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)	
		$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}$
Híbridos experimentais	99	3,63 **	11,78 **
CGC (A)	9	10,21 **	16,44 **
CGC (B)	9	0,85 ns	15,34 **
CEC	81	3,21 **	10,87 **
Erro	100	1,47	0,11
CGC (%)		27,72	24,52
CEC (%)		72,28	75,48

ns, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. CGC (A) e CGC (B) se referem às linhagens obtidas das populações (IG-3 x L-08-05F) e (IG-4 x L-38-05D), respectivamente. ^(a)Quadrados médios multiplicados por 10².

Tabela 24. Quadrados médios e respectivas significâncias das análises dialélicas dos híbridos experimentais do Grupo II e contribuição da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação para as estimativas do coeficiente da regressão linear ($\hat{\beta}_1$) e do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}$) do caráter produção de grãos

FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)	
		$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}$
Híbridos experimentais	47	1,84 **	10,82 **
CGC (A)	7	3,73 **	13,26 **
CGC (B)	5	2,23 **	5,89 **
CEC	35	1,40 **	11,04 **
Erro	48	0,49	0,03
CGC (%)		43,17	24,03
CEC (%)		56,83	75,97

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste *F*. CGC (A) e CGC (B) se referem às linhagens obtidas dos sintéticos IG-3 e IG-4, respectivamente. ^(a)Quadrados médios multiplicados por 10².

Para o parâmetro responsividade ($\hat{\beta}_1$) no Grupo I de híbridos, as estimativas das capacidades gerais de combinação das linhagens do conjunto A ($\hat{g}_i$) variaram de $-14,96 \times 10^{-2}$ a $9,64 \times 10^{-2}$; as estimativas das capacidades gerais de combinação das linhagens do conjunto B ($\hat{g}_j$) variaram de $-2,25 \times 10^{-2}$ a $3,07 \times 10^{-2}$; e as estimativas das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) variaram de $-22,22 \times 10^{-2}$ a $24,90 \times 10^{-2}$ (Tabela 25). Quanto ao Grupo II de híbridos, as estimativas das capacidades gerais de combinação do conjunto A de linhagens ($\hat{g}_i$) variaram de $-10,05 \times 10^{-2}$ a $8,11 \times 10^{-2}$; as estimativas das capacidades gerais de combinação do conjunto B de linhagens ($\hat{g}_j$) variaram de $-5,88 \times 10^{-2}$ a $3,39 \times 10^{-2}$; e as estimativas das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) variaram de $-13,85 \times 10^{-2}$ a $13,77 \times 10^{-2}$ (Tabela 26). Assim, o intervalo de variação (IV) das estimativas das capacidades específicas de combinação foi superior ao IV das estimativas das capacidades gerais de combinação dos dois conjuntos de linhagens em ambos os Grupos de híbridos. Além disso, os intervalos de variação tanto das estimativas das capacidades gerais de combinação quanto das capacidades específicas de combinação do Grupo I de híbridos foram superiores aos IV's do Grupo II (Tabelas 25 e 26).

Tabela 25. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para a estimativa do coeficiente da regressão linear ($\hat{\beta}_1$) do carácter produção de grãos

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j^{(a)}$
B	$\hat{s}_{ij}^{(a)}$										
1	4,99 ^{ns}	-3,71 ^{ns}	-10,41 ^{ns}	0,09 ^{ns}	17,84 ^{ns}	-9,10 ^{ns}	9,63 ^{ns}	1,85 ^{ns}	-6,58 ^{ns}	-4,59 ^{ns}	-2,19 ^{ns}
2	1,06 ^{ns}	-15,71 ^{ns}	3,00 ^{ns}	-3,13 ^{ns}	-10,91 ^{ns}	4,45 ^{ns}	3,19 ^{ns}	3,99 ^{ns}	0,70 ^{ns}	13,36 ^{ns}	3,07^{ns}
3	22,77 [*]	-0,36 ^{ns}	13,15 ^{ns}	-10,50 ^{ns}	-7,23 ^{ns}	-13,59 ^{ns}	0,23 ^{ns}	3,63 ^{ns}	-3,13 ^{ns}	-4,96 ^{ns}	-2,25^{ns}
4	-8,89 ^{ns}	1,40 ^{ns}	11,30 ^{ns}	-2,91 ^{ns}	23,93 [*]	10,84 ^{ns}	-12,66 ^{ns}	1,15 ^{ns}	-21,40 ^{ns}	-2,76 ^{ns}	-0,61 ^{ns}
5	-18,78 ^{ns}	24,90[*]	6,55 ^{ns}	16,51 ^{ns}	-10,67 ^{ns}	-2,79 ^{ns}	-17,11 ^{ns}	2,14 ^{ns}	-22,22[*]	21,46 ^{ns}	-1,73 ^{ns}
6	6,02 ^{ns}	-16,44 ^{ns}	-6,92 ^{ns}	11,39 ^{ns}	1,91 ^{ns}	-1,83 ^{ns}	11,79 ^{ns}	-5,39 ^{ns}	15,41 ^{ns}	-15,94 ^{ns}	2,32 ^{ns}
7	5,65 ^{ns}	23,18 [*]	6,01 ^{ns}	-17,18 ^{ns}	-6,68 ^{ns}	11,22 ^{ns}	-9,77 ^{ns}	-7,31 ^{ns}	-6,04 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,35 ^{ns}
8	2,56 ^{ns}	9,95 ^{ns}	2,36 ^{ns}	-13,16 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-18,80 ^{ns}	4,91 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	18,17 ^{ns}	-5,52 ^{ns}	2,04 ^{ns}
9	-1,32 ^{ns}	-6,66 ^{ns}	-14,81 ^{ns}	7,63 ^{ns}	-9,03 ^{ns}	4,30 ^{ns}	11,41 ^{ns}	13,84 ^{ns}	14,95 ^{ns}	-20,29 ^{ns}	1,17 ^{ns}
10	-14,07 ^{ns}	-16,53 ^{ns}	-10,24 ^{ns}	11,26 ^{ns}	1,11 ^{ns}	15,29 ^{ns}	-1,61 ^{ns}	-13,70 ^{ns}	10,16 ^{ns}	18,33 ^{ns}	-2,18 ^{ns}
$\hat{g}_i^{(a)}$	4,74 ^{ns}	2,60 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	9,64[*]	-14,96^{**}	-6,17 ^{ns}	7,61 ^{ns}	1,98 ^{ns}	-1,84 ^{ns}	-3,19 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente. ^(a)Estimativas multiplicadas por 10².

Tabela 26. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para a estimativa do coeficiente da regressão linear ($\hat{\beta}_1$) do caráter produção de grãos

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j^{(a)}$
B	$\hat{s}_{ij}^{(a)}$								
1	0,89 ^{ns}	3,55 ^{ns}	-0,85 ^{ns}	-13,22 [*]	7,44 ^{ns}	-9,54 ^{ns}	11,29 ^{ns}	0,45 ^{ns}	3,39^{ns}
2	-1,07 ^{ns}	-1,39 ^{ns}	-12,74 [*]	4,97 ^{ns}	10,32 ^{ns}	-3,19 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,62 ^{ns}	-2,10 ^{ns}
3	-9,22 ^{ns}	4,46 ^{ns}	1,58 ^{ns}	4,92 ^{ns}	-1,21 ^{ns}	6,01 ^{ns}	4,69 ^{ns}	-11,24 ^{ns}	-1,32 ^{ns}
4	-10,75 ^{ns}	-4,50 ^{ns}	-7,15 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	7,83 ^{ns}	4,52 ^{ns}	-3,23 ^{ns}	13,77[*]	-5,88[*]
5	6,75 ^{ns}	-0,74 ^{ns}	8,58 ^{ns}	2,64 ^{ns}	-13,85[*]	0,17 ^{ns}	-2,03 ^{ns}	-1,52 ^{ns}	2,95 ^{ns}
6	13,40 [*]	-1,39 ^{ns}	10,59 ^{ns}	1,18 ^{ns}	-10,53 ^{ns}	2,02 ^{ns}	-12,20 [*]	-3,08 ^{ns}	2,96 ^{ns}
$\hat{g}_i^{(a)}$	8,11[*]	-3,08 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	5,96 ^{ns}	-10,05^{**}	-1,31 ^{ns}	1,71 ^{ns}	-1,13 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t , respectivamente. ^(a)Estimativas multiplicadas por 10².

Quanto ao parâmetro estabilidade ($\hat{\sigma}_{\hat{\delta}}$) no Grupo I de híbridos, as estimativas das capacidades gerais de combinação das linhagens do conjunto A ($\hat{g}_i$) variaram de $-19,21 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ a $10,50 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$; as estimativas das capacidades gerais de combinação das linhagens do conjunto B ($\hat{g}_j$) variaram de $-13,22 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ a $10,91 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$; e as estimativas das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) variaram de $-62,66 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ a $42,74 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ (Tabela 27). Quanto ao Grupo II de híbridos, as estimativas das capacidades gerais de combinação das linhagens do conjunto A ($\hat{g}_i$) variaram de $-16,37 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ a $19,22 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$; as estimativas das capacidades gerais de combinação das linhagens do conjunto B ($\hat{g}_j$) variaram de $-9,02 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ a $6,70 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$; e as estimativas das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) variaram de $-50,18 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ a $44,67 \times 10^{-2} \text{ t ha}^{-1}$ (Tabela 28). Assim, o intervalo de variação das estimativas s_{ij} 's foi superior ao intervalo de variação das estimativas g_i e g_j tanto no GI quanto no GII. Ainda, os intervalos de variação das estimativas das capacidades específicas de combinação foram similares para os dois Grupos de híbridos, enquanto os IV's das estimativas das capacidades gerais de combinação do Grupo II foram superiores ao do Grupo I de híbridos (Tabelas 27 e 28).

Tabela 27. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para a estimativa do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{s}}$) do caráter produção de grãos

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j^{(a)}$
B	$\hat{s}_{ij}^{(a)}$										
1	-6,13 [*]	3,40 ^{ns}	-10,58 ^{**}	-4,10 ^{ns}	6,41 [*]	-5,59 ^{ns}	34,80 ^{**}	-27,87 ^{**}	18,18 ^{**}	-8,52 ^{**}	5,07 ^{**}
2	-4,74 ^{ns}	-17,76 ^{**}	42,07 ^{**}	14,83 ^{**}	-10,38 ^{**}	-18,27 ^{**}	-9,61 ^{**}	-22,06 ^{**}	10,44 ^{**}	15,48 ^{**}	10,91^{**}
3	-20,92 ^{**}	6,64 [*]	-39,88 ^{**}	-3,56 ^{ns}	14,87 ^{**}	-56,59 ^{**}	27,95 ^{**}	30,54 ^{**}	5,26 ^{ns}	35,69 ^{**}	-13,22^{**}
4	-10,99 ^{**}	1,09 ^{ns}	-17,81 ^{**}	32,28 ^{**}	18,34 ^{**}	8,58 ^{**}	-16,34 ^{**}	25,16 ^{**}	-9,38 ^{**}	-30,93 ^{**}	-2,37 [*]
5	33,11 ^{**}	-14,20 ^{**}	-13,53 ^{**}	-13,51 ^{**}	21,83 ^{**}	-9,49 ^{**}	5,54 ^{ns}	-9,16 ^{**}	18,44 ^{**}	-19,02 ^{**}	-3,31 ^{**}
6	22,64 ^{**}	30,95 ^{**}	0,66 ^{ns}	-11,55 ^{**}	-51,60 ^{**}	42,74^{**}	-14,71 ^{**}	20,69 ^{**}	-62,66^{**}	22,84 ^{**}	-10,45 ^{**}
7	13,82 ^{**}	-9,31 ^{**}	26,23 ^{**}	-4,89 ^{ns}	-13,65 ^{**}	0,53 ^{ns}	-32,09 ^{**}	-5,68 ^{ns}	18,30 ^{**}	6,74 [*]	10,75 ^{**}
8	-12,36 ^{**}	-8,40 ^{**}	8,47 ^{**}	-8,71 ^{**}	7,47 [*]	36,13 ^{**}	10,47 ^{**}	2,18 ^{ns}	-38,05 ^{**}	2,80 ^{ns}	9,38 ^{**}
9	-12,83 ^{**}	15,95 ^{**}	2,98 ^{ns}	12,78 ^{**}	13,67 ^{**}	0,79 ^{ns}	-36,81 ^{**}	-8,66 ^{**}	10,33 ^{**}	1,79 ^{ns}	-6,44 ^{**}
10	-1,60 ^{ns}	-8,34 ^{**}	1,40 ^{ns}	-13,59 ^{**}	-6,97 [*]	1,18 ^{ns}	30,78 ^{**}	-5,14 ^{ns}	29,14 ^{**}	-26,87 ^{**}	-0,34 ^{ns}
$\hat{g}_i^{(a)}$	2,58 [*]	10,50^{**}	-10,05 ^{**}	3,47 ^{**}	7,47 ^{**}	-2,75 [*]	3,53 ^{**}	7,47 ^{**}	-19,21^{**}	-3,01 [*]	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente. ^(a)Estimativas multiplicadas por 10².

Tabela 28. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para a estimativa do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{s}}$) do caráter produção de grãos

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j^{(a)}$
B	$\hat{s}_{ij}^{(a)}$								
1	-50,18**	18,53**	23,84**	44,67**	-2,27 ^{ns}	6,89**	-27,60**	-13,90**	-0,24 ^{ns}
2	4,68**	-26,60**	-6,60**	-8,91**	18,25**	-15,55**	23,80**	10,92**	6,70**
3	-9,96**	-25,47**	-23,71**	-13,69**	-5,97**	17,97**	33,16**	27,67**	-5,24**
4	20,99**	31,68**	-5,22**	-14,87**	-21,19**	19,87**	-7,20**	-24,06**	4,20**
5	12,58**	16,28**	-0,40 ^{ns}	-8,24**	2,57 ^{ns}	11,00**	-22,86**	-10,94**	3,59**
6	21,88**	-14,43**	12,09**	1,02 ^{ns}	8,61**	-40,18**	0,70 ^{ns}	10,30**	-9,02**
$\hat{g}_i^{(a)}$	-3,80**	-8,98**	2,19*	19,22**	3,33**	4,94**	-16,37**	-0,53 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t , respectivamente. ^(a)Estimativas multiplicadas por 10^2 .

As contribuições relativas da capacidade geral e específica de combinação no Grupo I foram 27,72% e 72,28% para a responsividade ($\hat{\beta}_1$) e 24,52% e 75,48% para a estabilidade ($\hat{\sigma}_\delta$) (Tabela 23), enquanto no Grupo II as contribuições relativas foram de 43,17% e 56,83% para a responsividade e de 24,03% e 75,97% para a estabilidade, respectivamente (Tabela 24). A contribuição da CEC foi superior (>50%) à CGC para ambos os parâmetros e nos dois Grupos de híbridos, evidenciando que a capacidade específica de combinação explicou a maior parte da variação genética dos híbridos para esses parâmetros. Assim, houve maior importância relativa dos efeitos gênicos não aditivos (dominância e epistasia) sobre os efeitos aditivos para a responsividade ($\hat{\beta}_1$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_\delta$) da produção de grãos, embora para a responsividade no GII a contribuição relativa dos efeitos aditivos tenha sido similar à contribuição relativa dos efeitos não aditivos (43,17% *vs.* 56,83%, respectivamente). Uma possível explicação para a diferença das contribuições relativas das capacidades gerais e específicas de combinação entre os Grupos de híbridos para $\hat{\beta}_1$ é a divergência das estruturas genéticas entre os Grupos de híbridos, visto que os híbridos experimentais (HE) do GI foram originados do cruzamento de linhagens oriundas das populações (IG-3 x L-08-05F) e (IG-4 x L-38-05D), enquanto os HE's do GII foram formados a partir do cruzamento de linhagens obtidas dos sintéticos IG-3 e IG-4. Para a estabilidade ($\hat{\sigma}_\delta$), as contribuições relativas da CGC e CEC foram similares para os dois Grupos de híbridos (Tabelas 23 e 24).

Eyhérabide et al. (2016) utilizaram para mensurar a estabilidade de genótipos de milho o método denominado ecovalência (Wricke e Weber 1986) e reportaram que os efeitos não aditivos foram mais importantes que os efeitos aditivos no controle da responsividade e estabilidade da produção de grãos. Também, Eberhart e Russell (1969) realizaram análise dialélica de híbridos simples e duplos de milho e relataram que tanto os efeitos aditivos (CGC) quanto os efeitos não aditivos (CEC) estão envolvidos no controle do parâmetro da estabilidade da produção de grãos. Ademais, calculando-se as contribuições relativas da CGC e CEC por meio dos resultados reportados neste trabalho, estas foram de 43,12% e 56,88%, respectivamente, inferindo-se, portanto, que os efeitos não aditivos foram mais importantes que os efeitos aditivos no controle da estabilidade. Ressalte-se que essas contribuições relativas são muito próximas às contribuições verificadas do presente trabalho no Grupo II para a responsividade, isto é, 43,17% para a CGC e 56,83% para a CEC. Entretanto, Eberhart e Russell (1966) sugeriram que apenas os efeitos aditivos estão relacionados ao controle da responsividade, visto que os efeitos não

aditivos foram não significativos. Ainda, Lee et al. (2003) avaliaram diversas populações de milho de diferentes ciclos de seleção recorrente e reportaram que a estabilidade é controlada principalmente pelos efeitos aditivos.

Deste modo, os resultados do presente trabalho corroboraram os relatos de Eberhart e Russell (1969) e de Eyhéribide et al. (2016), os quais reportaram que os efeitos não aditivos (dominância e epistasia) são mais importantes que os efeitos aditivos no controle da responsividade e da estabilidade da produção de grãos. Destaque-se que Eyhéribide et al. (2016) utilizaram outra metodologia [ecovalência, Wricke e Weber (1986)] e, mesmo assim, as interpretações foram similares. Todavia, Eberhart e Russell (1966) para a responsividade e Lee et al. (2003) para a estabilidade reportaram que os efeitos aditivos são mais importantes que os efeitos não aditivos no controle desses parâmetros.

Essas divergências dos resultados podem ser devido às diferentes metodologias empregadas nos estudos, dado que Eberhart e Russell (1966) utilizaram modelo de análise de regressão linear, decompondo a interação de híbridos simples com ambientes (linear) em interações da CGC com ambientes (linear) e da CEC com ambientes (linear), enquanto Lee et al. (2003) também realizaram análises com base no modelo de regressão linear, sendo a fonte de variação da interação de genótipos com ambientes decomposta em regressão linear e desvios, decompondo mais uma vez a fonte de variação regressão linear em CGC e CEC, de acordo com a análise III (Gardner e Eberhart 1966). Nesse estudo, os valores dos parâmetros responsividade e estabilidade de cada híbrido, estimados respectivamente por β_1 e σ_δ , foram utilizados para realizar a análise dialélica parcial de cada Grupo de híbridos. Ainda, os tipos de genótipos de milho utilizados nos estudos foram distintos, visto que Lee et al. (2003) avaliaram populações oriundas de diferentes ciclos de seleção recorrente, ao passo que o presente trabalho utilizou dois Grupos de híbridos simples e Eberhart e Russell (1966) avaliaram dois conjuntos dialélicos de híbridos simples e outro conjunto composto por híbridos triplos e três híbridos simples.

Os ambientes de avaliação utilizados nos trabalhos de Eberhart e Russell (1966) e Lee et al. (2003) são de clima temperado, o que também pode ter influenciado nos resultados discrepantes entre os estudos e o presente trabalho, o qual utilizou ambientes de clima tropical. Nas regiões de clima tropical geralmente a interação genótipos com ambientes tende a ser elevada, visto estarem sujeitas a grandes variações de temperaturas, precipitações hídricas e tipos de solo (Ribaut et al. 1997), ocasionando principalmente a interação do tipo complexa e, assim, promovendo alterações do ranqueamento dos genótipos de acordo com o ambiente avaliado. Ainda, os ambientes do trabalho foram

caracterizados por duas épocas de semeadura, primeira e segunda época, podendo potencializar a presença da interação genótipos com ambientes do tipo complexa. No entanto, apesar de ser mais frequente a interação complexa em regiões tropicais, os ambientes de avaliação não devem ser o fator responsável por essas diferenças dos estudos, uma vez que os trabalhos de Eberhart e Russell (1969) e Eyherabide et al. (2016) também foram conduzidos em regiões de clima temperado e os resultados coincidiram com os desta pesquisa. Logo, os resultados divergentes se devem provavelmente aos materiais genéticos e metodologias utilizados.

As estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson ($\hat{\rho}$) entre o caráter produção de grãos (PG) e a estimativa β_1 foram 0,17 para o Grupo I e 0,46 para o Grupo II de híbridos. De forma semelhante, as estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman ou de posição ($\hat{r}$) entre PG e $\hat{\sigma}_\delta$ foram -0,16 e 0,06 para o GI e GII, respectivamente. Com exceção da correlação entre a PG e o $\hat{\beta}_1$ do GII, a qual foi altamente significativa, porém de magnitude baixa, as demais correlações foram não significativas (Tabela 29).

Deste modo, apesar da responsividade, da estabilidade e da produção de grãos serem controlados geneticamente, estes resultados indicam que provavelmente esse caráter e esses parâmetros são geneticamente independentes, sugerindo que a seleção para PG não irá influenciar de forma indireta a responsividade e estabilidade e vice-versa. O presente trabalho corroborou o relato de Torres (1988), o qual não detectou correlação estatisticamente significativa entre os parâmetros de responsividade e de produtividade, indicando possivelmente que seus controles genéticos ocorrem de forma independente. Nesse estudo, o autor ainda estimou os coeficientes de determinação genotípico, que equivalem à herdabilidade, para os parâmetros de responsividade, os quais foram em torno de 0,30, relatando a complexidade desses parâmetros. Assim, nos programas de melhoramento de milho a seleção para produção de grãos e para a responsividade e estabilidade podem ser praticadas de forma independente.

Tabela 29. Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson e de Spearman e respectivas significâncias entre o caráter produção de grãos (PG) e as estimativas do coeficiente da regressão linear ($\hat{\beta}_1$) e do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$), respectivamente, do Grupo I (GI) e Grupo II (GII) de híbridos

Grupo de híbridos		$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{\delta}$
GI	PG	0,17 ^{ns}	-0,16 ^{ns}
GII	PG	0,46 ^{**}	0,06 ^{ns}

^{ns} e ^{**} não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

Ressalte-se que as significâncias das fontes de variação das análises de variância devem ser interpretadas com certa cautela, uma vez que os erros experimentais médios ajustados dos parâmetros responsividade ($\hat{\beta}_1$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_{\delta}$) para cada Grupo de híbridos foram obtidos em analogia aos testes *t* e *F*, respectivamente. Para a responsividade e estabilidade, a maior importância dos efeitos não aditivos (dominância e epistasia) em relação aos efeitos aditivos no controle genético desses parâmetros indica que a seleção para ambos deve ser realizada em cruzamentos, como testecrosses e híbridos, visto que a seleção de linhagens responsivas e/ou estáveis não irá produzir híbridos necessariamente com essas características, pois a expressão desses parâmetros depende da complementariedade intra-alélica ou interalélica. Ademais, as magnitudes baixas dos coeficientes de correlação entre o caráter produção de grãos e os parâmetros de responsividade e estabilidade indicam ser preferível selecionar inicialmente para produtividade, visto ser o caráter de maior importância econômica, e, dentre aqueles selecionados, selecionar os que apresentarem responsividade regular e/ou estabilidade.

3.4. Considerações Finais

Em países tropicais, como o Brasil, as variações climáticas, principalmente quanto à quantidade e distribuição de chuvas, acarretam frequentemente níveis de interação de genótipos com ambientes do tipo complexa. Associa-se a esse fato o período de plantio de milho ser realizado em duas safras ou épocas: o primeiro plantio, geralmente de setembro a dezembro; e o segundo plantio, efetuado após a colheita da soja, normalmente entre os meses de fevereiro e abril. Essas segundas safras estão, portanto, mais sujeitas às flutuações climáticas, principalmente longos períodos de déficits hídricos, denominados veranicos, que os de primeira safra. Ademais, diversos relatos da literatura reportam que os caracteres prolificidade, intervalo de florescimento, número de ramificações e *stay green* condicionam tolerância a estresses abióticos, principalmente quanto ao déficit hídrico (Bolaños e

Edmeades 1996; Ribaut et al. 1996; Bänziger et al. 2000; Duvick et al. 2004; Câmara et al. 2007), sugerindo que genótipos de milho que apresentam esses caracteres de forma adequada, possivelmente reduzem as flutuações da produção. No entanto, resultados do presente trabalho (vide capítulo 2) mostrou que esses caracteres são independentes dos parâmetros de estabilidade da produção de grãos. Deste modo, o conhecimento da herança da estabilidade e responsividade se torna fundamental para os programas de melhoramento.

Programas de melhoramento de milho visam obter híbridos produtivos, estáveis e com responsividades regulares. Os estudos voltados ao controle genético da estabilidade e responsividade da produção de grãos ainda são incipientes na literatura (Lee et al. 2003), necessitando de maiores informações. A análise de regressão linear proposta por Eberhart e Russell (1966) permite obter as estimativas do coeficiente de regressão linear ($\hat{\beta}_1$) e da variância do desvio de regressão ($\hat{\sigma}_\delta$) como parâmetros da responsividade e estabilidade, respectivamente, sendo possível ainda obter a tabela dialélica com os valores dessas estimativas e, assim, estudar a estrutura genética desses parâmetros.

As análises de variância dos cruzamentos dialélicos mostraram que tanto a capacidade geral de combinação (CGC) quanto a capacidade específica de combinação (CEC) estão envolvidas no controle dos parâmetros responsividade ($\hat{\beta}_1$) e estabilidade ($\hat{\sigma}_\delta$) nos dois Grupos de híbridos simples, inferindo-se que esses parâmetros são controlados geneticamente. Também, estando a CGC e CEC relacionadas aos efeitos aditivos e não aditivos (dominância e epistasia), respectivamente, o estudo mostrou que ambos os efeitos genéticos estão presentes no controle da estabilidade e responsividade da produção de grãos.

Os resultados do presente trabalho, bem como de outros da literatura (Eberhart e Russell 1966, 1969; Torres 1988; Lee et al. 2003; Eyherabide et al. 2016), mostraram que o controle genético da responsividade e estabilidade é complexo, ocorrendo divergências quanto à importância dos efeitos genéticos (aditivos ou não aditivos) na expressão desses parâmetros. Nesse estudo, os efeitos não aditivos (dominância e epistasia) foram mais importantes que os aditivos para a responsividade e estabilidade. Ressalte-se, porém, que esses resultados são para esses dois Grupos de híbridos e ambientes avaliados, necessitando de novas pesquisas para aumentar a quantidade de informações quanto ao controle genético desses parâmetros.

Também, as estimativas dos coeficientes de correlação entre o caráter produção de grãos e os parâmetros de responsividade e estabilidade mostraram que o controle genético dessas características ocorre de forma independente e que a seleção para esse caráter não irá influenciar de forma indireta a responsividade e a estabilidade e vice-versa.

Caracteres quantitativos, como a produção de grãos, são controlados por um grande número de genes, estando envolvidos efeitos aditivos, dominantes e epistáticos (Aragão 2017; Andrade 2017), devido à complexidade do funcionamento do genoma. Ainda, em regiões tropicais é muito comum a interação de genótipos de milho com ambientes do tipo complexa, principalmente em virtude da presença de variações de temperatura, precipitações hídricas e tipos de solo. No Brasil, o plantio de milho é amplo e dividido em duas safras, e, ademais, é comum produtores adotarem diferentes tecnologias para seu cultivo. Logo, todos esses fatores influenciam na expressão dos genes que controlam a produção de grãos, promovendo grandes flutuações na produtividade. Assim, a seleção de híbridos produtivos e, ao mesmo tempo, com responsividades regulares e estáveis é fundamental para programas de melhoramento de milho, sendo ainda de grande importância verificar o tipo de ação gênica envolvida no controle desses parâmetros.

A maior importância dos efeitos não aditivos em relação aos efeitos aditivos no controle da responsividade e estabilidade pode trazer uma série de implicações para os programas de melhoramento de milho, uma vez que a seleção deverá ser realizada em cruzamentos de linhagens e não nas linhagens per se, pois a expressão desses parâmetros depende de complementariedade alélica nos cruzamentos de linhagens. Na prática, a seleção em nível de híbridos para esses parâmetros acarreta uma série de desafios para os programas de melhoramento. Para exemplificar, suponha que se dispõe de 100 linhagens, sendo 50 linhagens de cada grupo heterótico que, assim, seria necessário obter 2.500 híbridos simples, avaliá-los em experimentos com repetições em muitos ambientes (loais e anos) para então realizar a seleção quanto à responsividade e estabilidade. Se os efeitos aditivos fossem predominantes no controle desses parâmetros, seria necessário apenas a avaliação das 100 linhagens nesses mesmos ambientes.

Ressalte-se, ainda, que pelo fato dos efeitos não aditivos serem predominantes no controle desses parâmetros, as linhagens selecionadas para estabilidade e responsividade regular poderão não apresentar as mesmas performances para esses parâmetros quando cruzadas com outras linhagens, mesmo que essas últimas também tenham sido selecionadas em cruzamentos (híbridos). Estas informações impactam diretamente os programas de melhoramento, pois a seleção para a responsividade e estabilidade pode ser tão importante

quanto à seleção para produtividade e acamamento de plantas. Acrescenta-se a isso o fato de que a utilização de marcadores moleculares, seja para a seleção assistida ou seleção genômica, pode dificultar a predição de valores genotípicos de híbridos ou testecrosses de milho.

REFERÊNCIAS

- Aguiar AM, Carlini-Garcia LA, Silva AR, et al (2003) Combining ability of inbred lines of maize and stability of their respective single-crosses. *Sci Agric* 60:83–89. doi: 10.1590/S0103-90162003000100013
- Andrade MT (2017) Epistasia e parâmetros genéticos em ambientes com e sem estresse hídrico em milho. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Aragão TR de P (2017) Epistasia em testecrosses de milho em ambientes contrastantes para estresse hídrico. Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Bänziger M, Edmeades GO, Beck D, Bellon M (2000) Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize: from theory to practice. CIMMYT, Mexico
- Bänziger M, Lafitte HR (1997) Efficiency of secondary traits for improving maize for low-nitrogen target environments. *Crop Sci* 37:1110–1117
- Bartlett MS (1947) The use of transformations. *Biometrics* 3:39–52
- Bartlett MS, Kendall DG (1946) The statistical analysis of variance-heterogeneity and the logarithmic transformation. *J R Stat Soc* 8:128–138. doi: 10.5923/j.ajms.20130306.09
- Bolaños J, Edmeades GO (1996) The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *F Crop Res* 48:65–80
- Câmara TMM, Bento DAV, Alves GF, et al (2007) Parâmetros genéticos de caracteres relacionados à tolerância à deficiência hídrica em milho tropical. *Bragantia* 66:595–603. doi: 10.1590/S0006-87052007000400009
- Chaves LJ (2001) Interação de genótipos com ambientes. In: Nass LL, Valois ACC, Melo IS, Valadares-Inglis MC (eds) Recursos genéticos e melhoramento - plantas. Fundação MT, Rondonópolis, pp 673–713
- Comstock RE, Robinson HF, Harvey PH (1949) A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. *Agron J* 41:360–367
- Duvick DN, Smith JSC, Cooper M (2004) Long-term selection in a commercial hybrid maize breeding program. In: Janick J (ed) *Plant Breeding Reviews, Part 2: Long-term Selection: Crops, Animals, and Bacteria*. John Wiley and Sons, pp 109–151
- Eberhart SA, Russell WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci* 6:36–40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x

- Eberhart SA, Russell WA (1969) Yield and stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. *Crop Sci* 9:357–361
- Eyhérabide G, Boca T, López C (2016) Gene action controlling stability and adaptability in maize. *Maydica* 61:1–9
- Fasahat P, Rajabi A, Mahmoudi SB, et al (2015) An overview on the use of stability parameters in plant breeding. *Biometrics Biostat Int J* 2:1–11. doi: 10.5897/SRE10.960
- Ferreira DF, Rezende GDSP, Ramalho MAP (1993) An adaptation of Griffing's method IV of complete diallel cross analysis for experiments repeated in several environments. *Brazilian J Genet* 16:357–366
- Gardner CO, Eberhart SA (1966) Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22:439–452
- Geraldi IO, Miranda-Filho JB (1988) Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. *Brazilian J Genet* 11:419–430
- Griffing B (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust J Biol Sci* 9:463–493. doi: doi:10.1071/BI9560463
- Hallauer AR, Miranda Filho JB (1988) Quantitative genetics in maize breeding, 2nd edn. Iowa State University Press, Ames
- Kendall MG (1970) Rank correlation methods, 4th edn. Griffin, London
- Lee EA, Doerksen TK, Kannenberg LW (2003) Genetic components of yield stability in maize breeding populations. *Crop Sci* 43:2018–2027. doi: 10.2135/cropsci2003.2018
- Oliveira GV, Carneiro PCS, Carneiro JE de S, Cruz CD (2006) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. *Pesqui Agropecu Bras* 41:257–265. doi: 10.1016/j.vetimm.2006.05.008
- R Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing
- Ramalho MAP, Abreu A de FB, Santos JB, Nunes JAR (2012) Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. UFLA, Lavras
- Rezende GSP, Souza Junior CL (2000) A reciprocal recurrent selection procedure outlined to integrate hybrid breeding programs in maize. *J Genet Breed* 54:57–66.
- Ribaut J-M, Hoisington DA, Deutsch JA, et al (1996) Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. 1. Flowering parameters and the anthesis-silking interval. *Theor Appl Genet* 92:905–914

- Ribaut J-M, Jiang C, Gonzalez-de-Leon D, et al (1997) Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. 2. Yield components and marker-assisted selection strategies. *Theor Appl Genet* 94:887–896. doi: 10.1007/s001220050492
- SAS Institute (2009) Statistical analysis software: SAS 9.2
- Silva EC, Buzetti S, Lazarini E (2005) Aspectos econômicos da adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema de plantio direto. *Rev Bras Milho e Sorgo* 4:286–297
- Souza Jr. CL, Santos MX, Magnavaca R, Gama EEG (1993) Estimativas de parâmetros genéticos na interpopulação de milho BR-105 x BR-106 e suas implicações no melhoramento. *Pesqui Agropecuária Bras* 28:473–479
- Torres RAA (1988) Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.). Thesis, Luiz de Queiroz College of Agriculture, University of São Paulo
- Vencovsky R (1987) Herança quantitativa. In: Paterniani E, Viegas GP (eds) *Melhoramento e produção do milho no Brasil*, 2nd edn. Fundação Cargil, Campinas, pp 122–201
- Vencovsky R, Barriga P (1992) *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto
- Vilela EF, Büll LT (1999) Avaliação do crescimento de plantas de milho em função de doses de potássio e estresse hídrico. *Rev Bras Ciência do Solo* 23:281–289
- Wricke G, Weber WE (1986) *Quantitative genetics and selection in plant breeding*. Walter de Gruyter, Berlin

ANEXO A. Esquema da análise de variância individual, com as respectivas esperanças dos quadrados médios e testes F.

FV	GL ¹	QM	E(QM)	F
Repetições	$J - 1$	QM_{Rep}	-	-
Blocos/Repetições	$J(K - 1)$	$QM_{B/Rep}$	-	-
Híbridos experimentais	$I - 1$	QM_H	$\sigma^2 + J\sigma_H^2$	QM_H / QM_{EI}
Erro intrabloco	$(K - 1)(JK - K - 1)$	QM_{EI}	σ^2	

¹ I, J e K são os números de híbridos experimentais, repetições e blocos, respectivamente. ² σ^2 e σ_H^2 são as variâncias do erro intrabloco e fenotípica dos híbridos experimentais, respectivamente.

ANEXO B. Esquema da análise de variância conjunta, com as respectivas esperanças dos quadrados médios e testes F.

FV	GL ¹	QM	E(QM) ²	F
Ambientes	$L - 1$	QM_E	$\sigma^2 + J\sigma_{HE}^2 + IJ\sigma_E^2$	QM_E / QM_{HxE}
Híbridos experimentais (HE)	$I - 1$	QM_H	$\sigma^2 + J\sigma_{HE}^2 + JL\sigma_H^2$	QM_H / QM_{HxE}
HE x Ambientes	$(I - 1)(L - 1)$	QM_{HxE}	$\sigma^2 + J\sigma_{HE}^2$	QM_{HxE} / QM_{EF}
Erro efetivo médio	$L(K - 1)(JK - K - 1)$	QM_{EF}	σ^2	

¹ I, J, K e L são os números de híbridos experimentais, repetições, blocos e ambientes, respectivamente. ² σ^2 , σ_{HE}^2 , σ_H^2 e σ_E^2 são as variâncias do erro efetivo médio, da interação híbridos experimentais x ambientes, genética dos híbridos experimentais e dos ambientes, respectivamente.

ANEXO C. Esquema da análise de covariância entre os caracteres x e y e esperanças dos produtos médios.

FC	GL ¹	PM	E(PM) ²
Ambientes	$L - 1$	$PM_{E_{xy}}$	$Cov_{xy} + JCov_{HE_{xy}} + IJCov_{E_{xy}}$
Híbridos experimentais (HE)	$I - 1$	$PM_{H_{xy}}$	$Cov_{xy} + JCov_{HE_{xy}} + JLCov_{H_{xy}}$
HE x Ambientes	$(I - 1)(L - 1)$	$PM_{HxE_{xy}}$	$Cov_{xy} + JCov_{HE_{xy}}$
Erro efetivo médio	$L(K - 1)(JK - K - 1)$	$PM_{EF_{xy}}$	Cov_{xy}

¹ I, J, K e L são os números de híbridos experimentais, repetições, blocos e ambientes, respectivamente; ² Cov_{xy} , $Cov_{HE_{xy}}$, $Cov_{H_{xy}}$ e $Cov_{E_{xy}}$ são as covariâncias do erro efetivo médio, da interação híbridos experimentais x ambientes, genética dos híbridos experimentais e dos ambientes, respectivamente.

ANEXO D. Esquema da análise de variância conforme metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966).

FV	GL ¹	QM	F
Ambientes (E)	$L - 1$	QM_E	QM_E / QM_{HxE}
Híbridos experimentais (HE)	$I - 1$	QM_H	QM_H / QM_{HxE}
HE x E	$(I - 1)(L - 1)$	QM_{HxE}	QM_{HxE} / QM_{EF}
E/H1	$L - 1$	$QM_{E/H1}$	$QM_{E/H1} / QM_{EF}$
Regressão Linear	1	QM_{RL}	QM_{RL} / QM_{EF}
Desvios	$L - 2$	QM_D	QM_D / QM_{EF}
⋮	⋮	⋮	⋮
E/H100 ou E/H49	$L - 1$	$QM_{E/H100\text{ ou }E/H49}$	$QM_{E/H100\text{ ou }E/H49} / QM_{EF}$
Regressão Linear	1	QM_{RL}	QM_{RL} / QM_{EF}
Desvios	$L - 2$	QM_D	QM_D / QM_{EF}
Erro efetivo médio	$L(K - 1)(JK - K - 1)$	QM_{EF}	

¹ I, J, K e L referem-se aos números de híbridos experimentais, repetições, blocos e ambientes, respectivamente.

ANEXO E. Esquema da análise de variância dos cruzamentos dialélicos dos caracteres avaliados com os respectivos testes F

FV ¹	GL ²	QM	F
Ambientes	$L - 1$	QM_E	QM_E / QM_{EF}
Híbridos experimentais (HE)	$N_1 N_2 - 1$	QM_H	QM_H / QM_{HxE}
CGC (A)	$N_1 - 1$	$QM_{CGC(A)}$	$QM_{CGC(A)} / QM_{CGC(A) \times E}$
CGC (B)	$N_2 - 1$	$QM_{CGC(B)}$	$QM_{CGC(B)} / QM_{CGC(B) \times E}$
CEC	$(N_1 - 1)(N_2 - 1)$	QM_{CEC}	$QM_{CEC} / QM_{CEC \times E}$
HE x Ambientes	$(N_1 N_2 - 1)(L - 1)$	QM_{HxE}	QM_{HxE} / QM_{EF}
CGC (A) x Ambientes	$(N_1 - 1)(L - 1)$	$QM_{CGC(A) \times E}$	$QM_{CGC(A) \times E} / QM_{EF}$
CGC (B) x Ambientes	$(N_2 - 1)(L - 1)$	$QM_{CGC(B) \times E}$	$QM_{CGC(B) \times E} / QM_{EF}$
CEC x Ambientes	$(N_1 - 1)(N_2 - 1)(L - 1)$	$QM_{CEC \times E}$	$QM_{CEC \times E} / QM_{EF}$
Erro efetivo médio	$L(K - 1)(JK - K - 1)$	QM_{EF}	

¹CGC (A) e CGC (B) são as capacidades gerais de combinação das linhagens dos conjuntos A e B, respectivamente; CEC é a capacidade específica de combinação. ² L, N_1, N_2, K e J são os números de ambientes, de linhagens do conjunto A, de linhagens do conjunto B, de blocos e de repetições, respectivamente.

ANEXO F. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E1 ^(a)	E2	E3	E4	E5	E6
Repetições (Rep)	1	4,28	0,74	1,35	2,61	0,14	22,66
Blocos/Rep	18	2,11	1,54	2,24	2,00	1,18	2,65
Híbridos experimentais	99	1,52 ^{**}	2,13 [*]	1,03 ^{ns}	1,13 [*]	1,41 [*]	2,05 [*]
Erro intrabloco	80	0,89	1,45	0,77	0,71	0,97	1,40
CV (%)		8,90	11,78	11,40	11,18	9,58	11,54
Média HE		10,60	10,21	7,72	7,51	10,28	10,25
IV HE		8,17; 12,73	7,22; 12,95	6,07; 9,95	5,92; 10,68	8,28; 12,96	7,60; 13,16
Média HC		12,61	12,23	8,14	9,66	9,70	9,62
IV HC		11,86; 13,37	12,05; 12,42	8,02; 8,27	9,41; 9,91	9,25; 10,16	9,04; 10,20

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	39,01	4,75	33,83	1,23	4,44	2,02
Blocos/Rep	18	1,97	1,05	3,19	2,32	5,18	3,56
Híbridos experimentais	99	0,93 ^{**}	1,38 ^{ns}	2,29 ^{ns}	1,54 ^{ns}	2,13 ^{ns}	1,63 ^{**}
Erro intrabloco	80	0,53	1,10	1,74	1,46	1,87	0,98
CV (%)		15,7	15,35	15,26	13,34	21,48	16,25
Média HE		4,62	6,84	8,63	9,06	6,37	6,11
IV HE		2,92; 6,96	4,73; 9,17	4,81; 11,20	6,74; 11,65	3,93; 9,18	3,81; 8,71
Média HC		6,88	7,61	9,54	9,94	9,65	8,50
IV HC		5,92; 7,83	7,59; 7,62	8,91; 10,17	9,93; 9,95	9,28; 10,03	7,81; 9,18

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO G. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter prolificidade (espigas planta⁻¹)

FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)					
		E1 ^(b)	E2	E3	E4	E5	E6
Repetições (Rep)	1	17,94	8,78	4,51	44,26	3,26	82,35
Blocos/Rep	18	8,07	9,78	12,08	8,73	7,63	16,26
Híbridos experimentais	99	9,82 ^{ns}	13,00 ^{ns}	7,38 ^{ns}	8,27 ^{ns}	11,30 ^{ns}	12,68 ^{ns}
Erro intrabloco	80	7,56	11,30	6,74	6,28	10,67	10,59
CV (%)		9,26	10,64	9,54	8,74	9,90	10,02
Média HE		0,94	1,00	0,86	0,91	1,04	1,03
IV HE		0,76; 1,10	0,78; 1,22	0,69; 1,01	0,57; 1,06	0,84; 1,25	0,85; 1,24
Média HC		1,00	0,98	0,86	0,92	0,96	0,82
IV HC		1,00; 1,00	0,96; 1,00	0,79; 0,92	0,89; 0,96	0,89; 1,02	0,78; 0,86

FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)					
		E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	154,06	10,46	35,49	6,65	7,14	1,87
Blocos/Rep	18	19,09	6,93	9,90	5,97	29,84	11,73
Híbridos experimentais	99	13,25 ^{ns}	11,63 ^{ns}	9,03 [*]	4,88 ^{ns}	11,76 ^{ns}	10,28 ^{ns}
Erro intrabloco	80	10,01	12,09	5,48	4,77	9,71	7,54
CV (%)		12,17	11,79	7,99	7,38	12,25	10,96
Média HE		0,82	0,93	0,93	0,94	0,80	0,79
IV HE		0,59; 1,07	0,68; 1,13	0,61; 1,05	0,75; 1,12	0,56; 1,00	0,58; 0,98
Média HC		0,99	0,92	0,99	0,94	0,96	0,89
IV HC		0,97; 1,00	0,86; 0,98	0,99; 0,99	0,85; 1,02	0,95; 0,97	0,87; 0,91

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)QM multiplicados por 10³. ^(b)E = Ambientes.

ANEXO H. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter intervalo de florescimento (dias)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E1 ^(a)	E2	E3	E4	E5	E6
Repetições (Rep)	1	6,48	5,78	8,41	0,08	0,72	0,72
Blocos/Rep	18	0,84	1,41	2,66	1,42	4,00	2,85
Híbridos experimentais	99	1,99 [*]	0,95 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,64 ^{ns}	2,66 ^{**}	2,55 ^{ns}
Erro intrabloco	81	1,29	0,91	1,41	1,55	1,56	2,40
CV (%)		55,65	111,05	64,74	89,51	58,08	67,88
Média HE		2,04	0,86	1,84	1,39	2,15	2,28
IV HE		-1,30; 5,05	-0,95; 2,75	-0,60; 4,45	-0,40; 4,75	-1,40; 4,90	-1,35; 4,70
Média HC		-0,75	-1,00	-0,50	0,50	0,75	0,00
IV HC		-1,50; 0,00	-2,00; 0,00	-1,00; 0,00	0,00; 1,00	0,50; 1,00	0,00; 0,00

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	0,01	0,72	2,65	0,41	3,38	1,81
Blocos/Rep	18	2,06	1,30	1,05	1,66	1,61	2,19
Híbridos experimentais	99	1,84 ^{ns}	1,86 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,61 ^{ns}	2,03 ^{**}	1,85 ^{ns}
Erro intrabloco	81	1,98	1,58	1,01	1,23	0,90	1,34
CV (%)		64,72	55,61	46,70	54,41	47,81	48,48
Média HE		2,18	2,26	2,16	2,04	1,98	2,39
IV HE		-0,20; 3,95	-0,55; 5,05	-0,70; 4,15	0,05; 4,85	-0,25; 4,45	0,45; 5,10
Média HC		-2,00	0,25	0,75	1,50	0,00	1,50
IV HC		-6,00; 2,00	-2,00; 2,50	0,50; 1,00	1,00; 2,00	-0,50; 0,50	1,00; 2,00

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO I. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter número de ramificações do pendão

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		E5 ^(a)	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	4,50	1,69	1,96	5,99	0,07	1,48	1,22	5,06
Blocos/Rep	18	3,57	2,65	3,75	2,74	5,30	5,91	3,79	5,15
Híbridos experimentais	99	5,37*	5,83**	6,14**	6,15**	8,42**	6,61**	6,43**	8,42**
Erro intrablocos	81	3,33	2,91	3,38	2,73	3,42	3,27	3,54	3,38
CV (%)		9,71	9,40	11,13	9,29	9,36	9,67	9,81	9,60
Média HE		18,78	18,14	16,51	17,79	19,75	18,72	19,17	19,16
IV HE		15,06; 23,66	13,03; 23,80	11,83; 21,29	13,34; 23,04	13,94; 26,40	13,71; 24,75	15,44; 25,15	14,92; 27,39
Média HC		13,05	13,00	11,20	13,15	14,35	14,45	15,50	16,10
IV HC		12,50; 13,60	11,60; 14,40	10,10; 12,30	11,00; 15,30	14,10; 14,60	14,40; 14,50	15,00; 16,00	15,80; 16,40

* e ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO J. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter *stay green* (notas)

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		E5 ^(a)	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	19,80	1,33	1,02	0,38	4,92	3,17	1,47	0,02
Blocos/Rep	18	0,17	0,17	0,55	0,15	0,31	0,57	0,56	0,39
Híbridos experimentais	99	0,18*	0,23**	0,31 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,36*	0,49 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,47**
Erro intrablocos	80	0,11	0,09	0,27	0,15	0,25	0,40	0,34	0,28
CV (%)		8,28	7,38	14,50	18,60	18,84	21,50	18,60	16,46
Média HE		4,04	4,15	3,57	2,06	2,65	2,94	3,12	3,22
IV HE		3,17; 4,80	3,01; 4,84	2,40; 4,90	1,38; 2,87	1,42; 3,61	1,80; 4,59	1,79; 4,36	1,76; 4,32
Média HC		3,75	3,23	2,16	1,62	2,76	2,81	2,32	2,21
IV HC		3,35; 4,15	3,20; 3,27	1,78; 2,54	1,60; 1,64	2,18; 3,33	2,29; 3,32	2,21; 2,44	1,92; 2,51

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO K. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter peso de 300 grãos (g)

FV	GL	Quadrados Médios (QM)					
		E1 ^(a)	E2	E3	E4	E5	E6
Repetições (Rep)	1	255,14	529,10	7,81	139,11	983,51	116,45
Blocos/Rep	18	45,79	78,17	98,33	101,40	56,54	71,82
Híbridos experimentais	99	94,98 ^{**}	81,10 ^{ns}	82,98 ^{ns}	120,40 ^{**}	63,95 ^{ns}	77,82 ^{ns}
Erro intrabloco	81	39,30	62,01	67,79	53,76	66,65	64,10
CV (%)		5,85	7,25	8,10	6,68	7,70	7,73
Média HE		107,20	108,55	101,63	109,72	106,08	103,56
IV HE		90,40; 123,22	87,63; 125,95	85,19; 117,77	89,15; 136,07	89,30; 124,34	82,55; 119,10
Média HC		104,51	124,15	105,69	117,90	106,49	112,99
IV HC		100,11; 108,92	123,18; 125,12	99,26; 112,13	114,25; 121,55	100,97; 112,01	111,13; 114,85

FV	GL	Quadrados Médios (QM)					
		E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	2.129,56	230,22	1.443,23	65,68	249,48	168,67
Blocos/Rep	18	92,87	144,38	35,82	77,03	111,66	181,22
Híbridos experimentais	99	69,75 ^{ns}	87,60 ^{ns}	98,03 [*]	79,77 ^{ns}	128,51 ^{**}	115,71 ^{ns}
Erro intrabloco	81	59,66	90,08	59,59	71,59	68,75	85,54
CV (%)		11,19	10,64	8,00	8,94	9,33	10,42
Média HE		69,04	89,19	96,48	94,63	88,89	88,75
IV HE		55,21; 84,93	73,47; 106,22	74,89; 111,88	78,33; 111,52	58,98; 110,71	68,20; 108,97
Média HC		79,71	98,46	98,57	96,02	102,85	102,88
IV HC		63,83; 95,60	84,27; 112,65	95,93; 101,21	94,10; 97,95	99,47; 106,23	95,74; 110,01

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO L. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter número médio de fileiras por espiga

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E1 ^(a)	E2	E3	E4	E5	E6
Repetições (Rep)	1	0,63	0,12	0,22	0,38	0,18	0,72
Blocos/Rep	18	0,39	0,33	0,29	0,37	0,40	0,52
Híbridos experimentais	99	0,68 ^{**}	0,99 ^{**}	0,76 ^{**}	0,81 ^{**}	1,07 ^{**}	0,90 ^{**}
Erro intrabloco	81	0,33	0,45	0,29	0,33	0,51	0,44
CV (%)		4,12	4,80	3,90	4,22	5,14	4,78
Média HE		13,87	13,98	13,90	13,63	13,87	13,82
IV HE		12,32; 15,42	11,86; 16,58	12,14; 15,78	11,80; 15,82	11,98; 15,80	11,64; 16,06
Média HC		14,9	14,2	14,8	14,00	15,1	15,2
IV HC		13,40; 16,40	13,20; 15,20	13,20; 16,40	12,80; 15,20	13,80; 16,40	13,20; 17,20

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	0,29	0,32	0,12	2,33	0,04	1,04
Blocos/Rep	18	0,42	0,30	0,66	0,38	0,33	0,63
Híbridos experimentais	99	0,88 ^{**}	0,77 ^{**}	0,88 ^{**}	1,23 ^{**}	1,01 ^{**}	0,87 ^{**}
Erro intrabloco	81	0,43	0,36	0,41	0,48	0,58	0,35
CV (%)		4,73	4,35	4,51	4,77	5,45	4,22
Média HE		13,81	13,78	14,26	14,45	14,01	14,06
IV HE		11,64; 15,68	12,26; 15,66	12,52; 15,66	11,80; 16,60	12,00; 15,90	12,66; 16,36
Média HC		14,10	14,00	15,80	15,40	15,70	15,30
IV HC		12,60; 15,60	12,40; 15,60	13,20; 18,40	13,80; 17,00	13,20; 18,20	13,60; 17,00

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO M. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo I para o caráter número médio de grãos por fileira na espiga

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E1 ^(a)	E2	E3	E4	E5	E6
Repetições (Rep)	1	1,16	9,16	11,81	3,24	24,50	22,45
Blocos/Rep	18	5,03	5,48	3,62	3,90	6,23	4,71
Híbridos experimentais	99	5,04 ^{ns}	4,06 ^{ns}	5,11 ^{ns}	6,51 ^{**}	7,03 [*]	4,88 ^{ns}
Erro intrabloco	81	4,67	3,43	3,70	3,60	4,68	5,08
CV (%)		5,78	4,96	5,50	5,10	5,70	5,88
Média HE		37,42	37,35	34,92	37,18	37,98	38,34
IV HE		32,51; 41,01	32,58; 41,93	29,07; 38,59	31,61; 44,32	33,74; 44,54	33,79; 43,58
Média HC		35,45	36,05	34,00	37,10	37,35	35,30
IV HC		34,70; 36,20	33,40; 38,70	32,30; 35,70	35,90; 38,30	35,00; 39,70	33,80; 36,80

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	49,80	1,84	0,72	13,01	6,63	24,50
Blocos/Rep	18	7,69	2,79	7,94	6,96	8,60	15,66
Híbridos experimentais	99	5,63 [*]	5,27 ^{ns}	7,70 ^{**}	7,60 ^{ns}	8,31 ^{ns}	9,89 ^{**}
Erro intrabloco	81	3,91	3,84	4,49	5,39	6,48	5,81
CV (%)		5,73	5,56	5,57	6,08	7,27	7,04
Média HE		34,51	35,24	38,03	38,17	35,03	34,20
IV HE		28,43; 38,78	30,77; 39,94	33,02; 43,31	32,57; 43,40	27,78; 40,14	29,09; 40,31
Média HC		36,05	35,30	35,50	35,90	35,45	31,85
IV HC		34,70; 37,40	34,2; 36,40	32,80; 38,20	34,00; 37,80	31,20; 39,70	29,40; 34,30

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO N. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(continua)

FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E1 ^(a)	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Repetições (Rep)	1	6,03	3,06	1,84	3,06	0,02	3,12	2,79
Blocos/Rep	12	1,90	0,86	0,93	0,60	1,49	2,97	1,23
Híbridos experimentais	48	4,62 ^{**}	3,49 ^{**}	1,95 [*]	1,60 ^{**}	1,85 ^{ns}	2,36 ^{ns}	1,30 ^{**}
Erro intrabloco	35	1,21	0,92	0,93	0,50	1,42	2,02	0,60
CV (%)		10,74	8,78	13,28	8,34	11,48	13,70	12,45
Média HE		10,24	10,95	7,28	8,45	10,38	10,39	6,23
IV HE		2,96; 13,89	7,98; 14,04	3,65; 9,20	6,22; 10,74	8,09; 12,58	7,89; 13,20	4,31; 8,05
Média HC		11,73	12,34	7,64	10,02	10,87	11,44	6,12
IV HC		11,26; 12,21	11,54; 13,13	6,88; 8,40	9,38; 10,65	10,10; 11,64	10,55; 12,33	5,11; 7,13
FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
Repetições (Rep)	1	0,00	57,09	0,17	7,90	1,46	1,60	27,22
Blocos/Rep	12	0,64	2,80	5,84	3,08	2,14	2,35	2,82
Híbridos experimentais	48	1,10 ^{ns}	2,32 ^{ns}	3,00 ^{**}	2,23 ^{**}	1,63 ^{ns}	2,93 ^{**}	1,94 ^{**}
Erro intrabloco	35	0,86	1,96	1,25	1,02	1,57	0,88	0,67
CV (%)		12,77	16,13	11,66	12,93	19,09	15,55	11,22
Média HE		7,27	8,68	9,60	7,81	6,56	6,05	7,29
IV HE		5,36; 9,48	5,69; 10,95	6,28; 12,23	5,31; 10,00	4,15; 8,91	2,25; 8,44	4,71; 9,31
Média HC		7,26	8,06	7,45	8,29	6,35	6,45	9,01
IV HC		6,62; 7,90	6,63; 9,50	5,64; 9,26	6,71; 9,88	5,24; 7,46	5,19; 7,70	6,90; 11,12

ANEXO N. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(conclusão)								
FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E15 ^(a)	E16	E17	E18	E19	E20	E21
Repetições (Rep)	1	1,80	4,77	1,41	0,01	1,47	0,37	0,46
Blocos/Rep	12	0,17	1,14	0,56	0,33	0,24	1,66	1,04
Híbridos experimentais	48	1,56 ^{**}	2,39 ^{**}	0,51 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,60 ^{ns}	2,65 ^{ns}	1,25 [*]
Erro intrablocos	35	0,44	0,76	0,57	0,42	0,45	1,85	0,60
CV (%)		11,84	12,80	21,62	19,35	20,33	17,85	8,62
Média HE		5,58	6,83	3,50	3,36	3,31	7,61	8,99
IV HE		3,68; 7,64	5,01; 9,30	2,39; 5,03	1,82; 4,94	2,20; 4,84	4,29; 10,04	7,08; 10,94
Média HC		6,14	8,97	4,31	4,77	4,66	8,33	9,83
IV HC		5,14; 7,59	6,45; 11,78	4,01; 5,10	4,54; 4,93	3,57; 5,97	7,72; 8,94	9,46; 10,20
FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28
Repetições (Rep)	1	99,14	4,84	1,82	11,08	0,10	2,02	0,12
Blocos/Rep	12	4,48	2,92	1,37	2,62	0,38	2,00	1,06
Híbridos experimentais	48	2,16 [*]	3,29 ^{ns}	2,26 ^{ns}	2,98 ^{ns}	1,56 ^{ns}	1,50 ^{ns}	1,85 ^{ns}
Erro intrablocos	35	1,18	2,94	1,65	2,31	1,15	1,56	1,31
CV (%)		17,83	26,23	14,31	19,04	11,02	13,11	12,36
Média HE		6,09	6,54	8,97	7,97	9,73	9,53	9,27
IV HE		3,66; 9,24	3,45; 10,53	5,68; 11,63	4,98; 10,35	6,44; 11,44	7,66; 11,94	7,33; 11,89
Média HC		6,48	8,14	10,93	9,91	11,88	11,95	11,04
IV HC		6,28; 6,67	7,92; 8,35	10,37; 11,49	9,46; 10,35	10,11; 14,41	10,99; 12,87	10,53; 11,39

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO O. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter prolificidade (espigas planta⁻¹)

(continua)

FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)						
		E1 ^(b)	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Repetições (Rep)	1	119,30	0,07	2,38	1,35	0,00	0,29	88,40
Blocos/Rep	12	10,26	4,89	7,44	2,25	8,59	21,47	4,35
Híbridos experimentais	48	23,13 ^{**}	26,17 ^{**}	16,51 [*]	10,84 ^{**}	11,64 ^{ns}	24,53 [*]	8,60 ^{ns}
Erro intrablocos	35	7,61	9,42	8,03	4,00	7,11	17,24	5,24
CV (%)		9,35	9,76	10,15	7,04	8,28	10,72	7,89
Média HE		0,93	0,99	0,88	0,90	1,02	1,03	0,92
IV HE		0,50; 1,14	0,58; 1,50	0,34; 1,02	0,61; 1,05	0,84; 1,20	0,75; 1,25	0,80; 1,07
Média HC		0,89	1,01	0,83	0,97	1,01	1,64	0,84
IV HC		0,87; 0,90	0,97; 1,05	0,82; 0,83	0,94; 1,01	0,90; 1,13	0,81; 2,46	0,83; 0,84

FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)						
		E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
Repetições (Rep)	1	0,09	26,81	8,77	14,06	30,98	5,41	46,86
Blocos/Rep	12	2,83	5,85	3,52	3,62	13,44	5,42	8,91
Híbridos experimentais	48	10,09 ^{**}	3,13 ^{ns}	4,99 [*]	5,04 ^{ns}	8,43 ^{ns}	5,38 ^{ns}	6,39 [*]
Erro intrablocos	35	4,16	2,97	2,89	5,59	5,85	6,74	3,31
CV (%)		6,59	5,82	5,50	8,09	9,21	9,79	6,62
Média HE		0,98	0,94	0,98	0,92	0,83	0,84	0,87
IV HE		0,80; 1,12	0,86; 1,04	0,88; 1,07	0,79; 1,05	0,65; 1,01	0,74; 0,97	0,73; 1,00
Média HC		0,87	0,96	0,87	0,94	0,82	0,83	0,87
IV HC		0,81; 0,92	0,91; 1,01	0,83; 0,92	0,89; 0,98	0,79; 0,85	0,79; 0,87	0,79; 0,94

ANEXO O. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter prolificidade (espigas planta⁻¹)

(conclusão)								
FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)						
		E15 ^(b)	E16	E17	E18	E19	E20	E21
Repetições (Rep)	1	0,01	39,52	25,85	33,44	4,50	13,37	15,16
Blocos/Rep	12	9,43	10,14	12,92	7,89	8,48	7,52	8,05
Híbridos experimentais	48	5,44 ^{ns}	9,41 ^{ns}	11,54 ^{ns}	11,58 ^{ns}	11,65 ^{ns}	12,24 ^{ns}	5,10 ^{ns}
Erro intrabloco	35	5,23	8,37	8,78	9,78	11,21	10,66	3,43
CV (%)		7,35	9,03	10,57	11,17	11,59	11,99	6,08
Média HE		0,98	1,01	0,89	0,89	0,91	0,86	0,96
IV HE		0,81; 1,10	0,87; 1,19	0,71; 1,12	0,70; 1,11	0,73; 1,19	0,58; 1,08	0,84; 1,08
Média HC		0,94	0,99	0,92	0,99	1,06	0,84	0,93
IV HC		0,80; 1,00	0,92; 1,07	0,86; 1,05	0,84; 1,33	0,99; 1,28	0,81; 0,87	0,88; 0,98
FV	GL	Quadrados médios (QM) ^(a)						
		E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28
Repetições (Rep)	1	173,52	73,22	3,58	15,89	0,08	9,18	0,22
Blocos/Rep	12	19,40	20,27	8,70	12,39	17,09	24,49	11,33
Híbridos experimentais	48	11,58 ^{ns}	14,10 ^{ns}	8,17 ^{ns}	10,14 ^{ns}	18,56 ^{ns}	35,08 ^{ns}	20,92 ^{ns}
Erro intrabloco	35	14,43	14,57	7,30	10,11	21,55	39,48	16,30
CV (%)		14,46	15,02	9,39	11,32	14,40	20,05	12,75
Média HE		0,83	0,80	0,91	0,89	1,02	0,99	1,00
IV HE		0,62; 0,95	0,55; 1,04	0,68; 1,06	0,70; 1,03	0,66; 1,25	0,56; 1,27	0,79; 1,42
Média HC		0,77	0,87	0,96	0,88	1,28	1,12	0,99
IV HC		0,76; 0,77	0,85; 0,88	0,89; 1,02	0,88; 0,89	0,87; 2,02	1,04; 1,19	0,92; 1,04

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)QM multiplicados por 10³. ^(b)E = Ambientes.

ANEXO P. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter intervalo de florescimento (dias)

(continua)

FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E1 ^(a)	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Repetições (Rep)	1	0,50	2,95	6,90	2,61	5,88	3,68	0,04
Blocos/Rep	12	2,07	1,27	0,95	1,79	1,64	0,92	3,08
Híbridos experimentais	48	4,81 ^{**}	1,67 [*]	3,09 [*]	2,86 ^{**}	1,65 ^{ns}	1,52 ^{ns}	3,08 ^{**}
Erro intrablocos	36	1,84	0,79	1,66	0,80	1,23	1,49	1,22
CV (%)		96,96	93,44	73,41	125,43	93,87	111,92	58,91
Média HE		1,40	0,95	1,76	0,71	1,18	1,09	1,88
IV HE		-3,07; 5,14	-0,93; 3,07	-1,43; 5,29	-3,00; 3,57	-0,50; 3,71	-1,29; 3,07	-1,50; 4,79
Média HC		2,00	1,00	2,00	-0,25	2,25	1,25	1,25
IV HC		0,50; 3,50	-0,50; 2,50	1,50; 2,50	-0,50; 0,00	2,00; 2,50	0,00; 2,50	0,50; 2,00

FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14
Repetições (Rep)	1	1,02	0,04	0,50	0,26	2,30	0,04	0,65
Blocos/Rep	12	1,50	1,05	0,86	2,05	1,99	1,40	1,83
Híbridos experimentais	48	2,02 ^{ns}	3,15 [*]	1,84 [*]	2,46 [*]	1,37 ^{ns}	1,83 ^{**}	2,37 [*]
Erro intrablocos	36	1,33	1,48	1,02	1,24	1,12	0,84	1,32
CV (%)		57,75	102,82	94,25	73,22	63,67	83,09	67,72
Média HE		2,00	1,18	1,07	1,52	1,66	1,10	1,69
IV HE		-1,21; 4,00	-1,14; 4,50	-1,14; 3,79	-1,00; 4,29	-0,79; 3,57	-1,43; 4,71	-0,93; 5,50
Média HC		1,75	1,25	1,00	1,25	0,75	2,00	-0,25
IV HC		1,00; 2,50	1,00; 1,50	0,50; 1,50	1,00; 1,50	0,00; 1,50	1,50; 2,50	-0,50; 0,00

ANEXO P. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter intervalo de florescimento (dias)

(conclusão)								
FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E15 ^(a)	E16	E17	E18	E19	E20	E21
Repetições (Rep)	1	5,40	1,23	3,31	4,94	1,72	6,38	1,47
Blocos/Rep	12	0,61	1,13	2,14	3,63	1,96	2,68	0,98
Híbridos experimentais	48	2,40 *	2,29 *	3,55 ^{ns}	6,41 **	5,38 **	4,21 **	2,32 *
Erro intrablocos	36	1,30	1,24	3,20	2,21	2,51	1,53	1,22
CV (%)		92,30	84,69	63,93	57,79	48,63	83,55	125,63
Média HE		1,23	1,32	2,80	2,57	3,26	1,48	0,88
IV HE		-1,14; 4,29	-1,86; 3,50	-0,43; 5,50	-2,21; 7,71	-1,64; 6,93	-1,43; 4,93	-1,36; 4,36
Média HC		2,00	1,75	3,25	2,00	2,00	2,25	1,00
IV HC		1,50; 3,00	1,00; 3,00	1,00; 6,00	0,00; 6,00	1,00; 5,00	2,00; 2,50	-0,50; 2,50

FV	GL	Quadrados médios (QM)						
		E22	E23	E24	E25	E26	E27	E28
Repetições (Rep)	1	4,50	1,02	2,95	5,88	0,04	1,23	0,09
Blocos/Rep	12	3,40	2,09	4,19	3,52	1,11	0,60	1,82
Híbridos experimentais	48	4,17 *	6,43 **	3,39 ^{ns}	4,45 *	3,49 **	2,32 **	3,52 **
Erro intrablocos	36	2,42	2,91	2,18	2,16	1,21	1,03	1,02
CV (%)		68,99	68,55	143,10	71,36	56,18	54,91	48,67
Média HE		2,26	2,49	1,03	2,06	1,96	1,85	2,07
IV HE		-1,43; 6,64	-3,43; 10,36	-5,21; 3,50	-4,79; 5,57	-2,14; 6,07	-0,57; 4,93	-3,57; 4,71
Média HC		3,00	2,50	1,50	2,50	2,25	3,25	2,25
IV HC		3,00; 3,00	2,00; 3,00	1,50; 1,50	2,00; 3,00	2,00; 3,00	3,00; 4,00	2,00; 3,00

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO Q. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter número de ramificações do pendão

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		E5 ^(a)	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	3,61	0,37	1,42	5,40	0,00	1,67	0,13	3,31
Blocos/Rep	12	1,64	2,94	1,64	3,03	1,98	1,68	3,15	2,74
Híbridos experimentais	48	4,90 ^{ns}	8,54 ^{**}	6,65 ^{**}	6,11 ^{**}	8,16 ^{**}	7,01 ^{**}	8,22 ^{**}	6,16 ^{**}
Erro intrablocos	36	3,42	0,99	1,83	1,89	2,06	2,11	2,41	1,20
CV (%)		11,31	6,01	8,94	8,70	8,44	8,63	9,20	6,60
Média HE		16,36	16,57	15,16	15,82	16,98	16,83	16,87	16,62
IV HE		12,30; 20,09	10,93; 20,21	10,33; 20,39	10,64; 20,41	12,11; 21,47	11,84; 21,81	12,57; 23,23	12,73; 21,03
Média HC		16,20	15,65	14,90	13,70	17,05	17,90	16,80	17,05
IV HC		13,60; 18,80	14,90; 16,40	14,10; 15,70	12,10; 15,30	15,50; 18,60	14,80; 21,00	14,20; 19,40	15,00; 19,10

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		E13	E14	E20	E21	E22	E23	E24	E25
Repetições (Rep)	1	0,02	0,47	15,05	0,32	9,18	4,59	0,34	0,01
Blocos/Rep	12	2,50	2,01	2,62	1,39	2,34	1,44	1,17	1,77
Híbridos experimentais	48	4,92 ^{**}	5,67 ^{**}	4,98 ^{**}	3,91 ^{**}	3,49 ^{**}	6,71 ^{**}	7,28 ^{**}	7,00 ^{**}
Erro intrablocos	36	1,26	2,11	1,45	1,14	1,12	1,28	1,40	0,66
CV (%)		6,75	8,71	8,54	7,74	8,15	7,68	8,08	5,38
Média HE		16,64	16,69	14,12	13,80	12,97	14,72	14,66	15,11
IV HE		12,33; 20,56	13,07; 19,99	9,96; 18,69	10,10; 18,41	10,60; 16,14	10,67; 20,50	10,30; 19,40	9,66; 19,20
Média HC		19,60	16,70	12,75	14,70	12,75	15,60	14,90	15,70
IV HC		15,80; 23,40	13,30; 20,10	10,20; 15,30	11,40; 18,00	10,60; 14,90	13,90; 17,30	13,20; 16,60	13,50; 17,90

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO R. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter *stay green* (notas)

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		E5 ^(a)	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12
Repetições (Rep)	1	0,01	1,69	4,15	4,43	6,93	0,11	0,70	6,13
Blocos/Rep	12	0,08	0,18	0,60	0,23	1,07	1,39	1,13	1,78
Híbridos experimentais	48	0,33 ^{**}	0,25 [*]	0,45 [*]	0,37 ^{**}	1,07 [*]	0,55 [*]	0,54 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Erro intrablocos	35	0,10	0,12	0,22	0,10	0,51	0,30	0,41	0,37
CV (%)		7,28	7,82	15,83	15,17	22,23	17,73	17,31	18,25
Média HE		4,26	4,52	2,99	2,05	3,20	3,07	3,70	3,33
IV HE		2,99; 4,87	2,93; 5,20	1,54; 4,20	1,21; 3,22	1,26; 5,16	1,66; 4,48	2,64; 4,76	2,24; 4,50
Média HC		3,58	3,90	2,90	1,98	2,88	2,95	2,75	3,15
IV HC		3,15; 4,00	3,15; 4,65	2,10; 3,70	1,95; 2,00	2,65; 3,10	2,45; 3,45	2,00; 3,50	2,95; 3,35

FV	GL	Quadrados médios (QM)							
		E13	E14	E20	E21	E22	E23	E24	E25
Repetições (Rep)	1	0,00	1,21	0,55	0,20	2,42	0,53	4,71	0,15
Blocos/Rep	12	0,87	0,30	0,11	0,34	0,21	0,62	0,40	0,57
Híbridos experimentais	48	0,77 ^{**}	0,77 ^{**}	0,45 [*]	0,55 ^{**}	0,46 ^{**}	1,35 ^{**}	0,77 ^{**}	1,25 ^{**}
Erro intrablocos	35	0,28	0,18	0,23	0,15	0,18	0,30	0,28	0,26
CV (%)		16,36	11,19	16,79	11,61	10,77	17,75	21,74	16,83
Média HE		3,23	3,84	2,89	3,31	3,89	3,08	2,46	3,00
IV HE		1,73; 4,88	2,38; 4,92	1,71; 3,95	1,49; 4,29	2,36; 4,82	1,86; 5,09	1,35; 4,27	1,17; 5,03
Média HC		2,50	2,18	1,88	2,83	2,70	2,10	1,98	1,55
IV HC		1,80; 3,20	1,45; 2,90	1,60; 2,15	1,95; 3,70	1,95; 3,45	1,75; 2,45	1,65; 2,30	1,35; 1,75

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO S. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter peso de 300 grãos (g)

(continua)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E5(a)	E6	E7	E8	E9	E10
Repetições (Rep)	1	217,33	418,14	1.199,52	172,48	2.177,09	51,37
Blocos/Rep	12	60,55	86,93	112,31	75,11	79,50	177,99
Híbridos experimentais	48	111,68 *	125,24 **	156,08 **	135,42 ^{ns}	187,38 **	193,53 **
Erro intrabloco	36	55,14	44,12	60,49	80,79	71,92	87,72
CV (%)		6,60	6,08	10,07	10,06	8,58	9,26
Média HE		112,47	109,33	77,21	89,33	98,79	101,17
IV HE		94,85; 132,15	87,84; 127,20	62,38; 98,95	67,78; 102,62	78,03; 115,99	75,99; 126,57
Média HC		102,84	103,92	79,00	88,71	91,14	88,01
IV HC		95,69; 110,00	91,23; 116,61	66,45; 91,55	72,86; 104,55	81,88; 100,40	74,42; 101,61

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E11	E12	E13	E14	E15	E16
Repetições (Rep)	1	137,44	599,75	361,24	333,77	4,87	506,98
Blocos/Rep	12	149,90	206,60	164,65	99,81	65,21	153,38
Híbridos experimentais	48	152,99 **	126,08 **	266,58 **	271,82 **	48,74 **	309,87 **
Erro intrabloco	36	60,16	35,86	54,87	71,91	17,31	91,34
CV (%)		8,43	6,55	7,88	9,49	12,15	10,79
Média HE		92,05	91,43	93,98	89,32	34,24	88,60
IV HE		74,97; 111,24	73,09; 110,75	76,21; 120,57	62,89; 118,79	21,87; 45,92	62,19; 112,58
Média HC		91,02	85,93	88,72	93,59	37,13	91,53
IV HC		81,06; 100,98	72,31; 99,56	77,93; 99,50	83,29; 103,90	33,75; 43,20	78,50; 108,63

ANEXO S. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter peso de 300 grãos (g)

(conclusão)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E17 ^(a)	E18	E19	E20	E21	E22
Repetições (Rep)	1	12,36	295,04	0,62	10,36	92,91	1.594,35
Blocos/Rep	12	57,79	105,74	83,15	62,58	34,07	80,34
Híbridos experimentais	48	193,99 ^{**}	150,64 ^{ns}	143,98 ^{ns}	121,26 ^{**}	83,23 ^{ns}	154,13 ^{**}
Erro intrabloco	36	54,59	98,93	113,83	17,34	62,73	55,97
CV (%)		9,28	12,91	13,36	4,06	7,76	8,05
Média HE		79,60	77,05	79,88	102,68	102,08	92,93
IV HE		57,57; 101,54	54,93; 93,40	64,29; 109,69	82,72; 115,14	87,28; 115,43	73,00; 112,17
Média HC		76,68	67,44	76,38	108,40	107,05	93,83
IV HC		66,51; 89,10	54,24; 88,50	59,22; 95,46	107,22; 109,59	102,82; 111,29	93,68; 93,98

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E23	E24	E25	E26	E27	E28
Repetições (Rep)	1	151,26	0,96	18,82	28,00	23,05	16,43
Blocos/Rep	12	52,65	24,53	76,52	31,21	47,91	43,03
Híbridos experimentais	48	226,40 [*]	134,07 ^{**}	153,81 ^{**}	225,26 [*]	153,56 ^{**}	191,46 ^{**}
Erro intrabloco	36	120,60	32,14	32,38	129,46	71,81	68,39
CV (%)		10,05	4,99	5,18	9,93	7,48	7,32
Média HE		109,22	113,55	109,82	114,57	113,34	112,96
IV HE		85,96; 139,37	96,27; 130,31	90,38; 126,19	86,29; 136,69	90,31; 132,69	85,78; 136,68
Média HC		117,88	113,30	113,48	110,59	118,86	113,30
IV HC		115,55; 120,21	112,49; 114,12	109,72; 117,24	106,11; 115,38	111,25; 128,55	110,94; 114,92

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO T. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter número médio de fileiras por espiga

(continua)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E5 ^(a)	E6	E7	E8	E9	E10
Repetições (Rep)	1	0,28	1,57	0,16	0,16	0,01	0,10
Blocos/Rep	12	0,45	0,42	0,25	0,29	0,43	0,18
Híbridos experimentais	48	0,54 [*]	0,76 ^{**}	1,17 ^{**}	0,76 ^{**}	1,00 ^{**}	1,05 ^{**}
Erro intrabloco	36	0,28	0,28	0,23	0,34	0,24	0,42
CV (%)		3,90	3,85	3,53	4,25	3,58	4,67
Média HE		13,67	13,77	13,67	13,72	13,83	13,87
IV HE		12,43; 15,71	12,26; 16,60	12,23; 17,54	12,43; 15,69	12,43; 17,51	12,14; 17,83
Média HC		14,40	13,30	13,50	13,40	14,40	14,10
IV HC		14,00; 14,80	13,00; 13,60	13,20; 13,80	12,80; 14,00	13,40; 15,40	13,40; 14,80

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E11	E12	E13	E14	E15	E16
Repetições (Rep)	1	1,19	0,37	0,47	2,12	1,08	0,10
Blocos/Rep	12	0,29	0,42	0,09	0,58	0,58	0,47
Híbridos experimentais	48	1,13 ^{**}	0,88 ^{**}	0,72 [*]	0,90 ^{**}	0,70 ^{ns}	1,11 ^{**}
Erro intrabloco	36	0,26	0,31	0,36	0,30	0,47	0,36
CV (%)		3,66	4,02	4,32	3,94	4,99	4,37
Média HE		13,91	13,76	13,89	13,89	13,69	13,76
IV HE		12,60; 17,91	12,37; 16,89	12,86; 16,63	12,60; 16,31	11,97; 15,70	12,06; 16,63
Média HC		13,60	13,30	14,40	14,80	14,00	13,60
IV HC		13,20; 14,00	13,00; 13,60	14,20; 14,60	14,40; 15,20	14,00; 14,00	13,20; 14,40

ANEXO T. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter número médio de fileiras por espiga

(conclusão)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E17 ^(a)	E18	E19	E20	E21	E22
Repetições (Rep)	1	1,02	1,97	0,18	0,59	1,57	0,13
Blocos/Rep	12	0,40	0,61	0,24	0,25	0,40	0,43
Híbridos experimentais	48	0,98 **	0,81 ^{ns}	0,80 *	0,83 **	0,88 **	0,94 **
Erro intrabloco	36	0,44	0,51	0,45	0,30	0,31	0,33
CV (%)		5,06	5,50	5,14	4,15	4,15	4,33
Média HE		13,03	13,04	13,00	13,23	13,42	13,19
IV HE		10,26; 15,24	11,49; 15,77	11,89; 15,71	11,97; 16,26	12,11; 16,57	11,89; 16,63
Média HC		13,40	13,48	13,00	13,90	13,80	13,30
IV HC		12,80; 13,80	13,35; 13,60	11,60; 13,80	13,80; 14,00	13,40; 14,20	13,00; 13,60

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E23	E24	E25	E26	E27	E28
Repetições (Rep)	1	0,53	0,79	0,03	0,37	0,01	0,15
Blocos/Rep	12	0,22	0,29	0,28	0,30	0,25	0,69
Híbridos experimentais	48	0,75 **	0,82 **	0,89 **	1,12 **	1,44 **	2,04 **
Erro intrabloco	36	0,24	0,31	0,32	0,44	0,33	0,35
CV (%)		3,60	4,08	4,13	5,05	4,31	4,40
Média HE		13,53	13,71	13,65	13,19	13,39	13,38
IV HE		12,49; 16,49	11,86; 16,26	12,23; 17,03	11,40; 16,69	11,60; 16,74	11,26; 18,09
Média HC		13,60	14,60	14,10	13,60	14,50	13,50
IV HC		13,60; 13,60	14,60; 14,60	13,40; 14,80	13,20; 14,00	14,00; 15,60	12,80; 14,00

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO U. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter número médio de grãos por fileira na espiga

(continua)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E5(a)	E6	E7	E8	E9	E10
Repetições (Rep)	1	4,76	23,12	2,61	0,04	96,80	17,49
Blocos/Rep	12	2,45	8,59	8,84	2,13	10,40	4,65
Híbridos experimentais	48	5,94 *	7,52 ^{ns}	8,21 **	5,33 ^{ns}	8,01 *	9,31 *
Erro intrabloco	36	3,30	4,64	3,52	3,15	4,05	4,72
CV (%)		4,75	5,60	5,18	5,00	5,33	5,59
Média HE		38,18	38,46	36,24	35,53	37,81	38,90
IV HE		33,96; 40,54	33,76; 42,07	30,23; 42,77	30,67; 39,69	30,26; 43,46	34,23; 43,60
Média HC		40,50	43,20	37,10	38,00	38,40	38,95
IV HC		39,70; 41,30	42,80; 43,60	36,60; 37,60	37,10; 38,90	37,70; 39,10	38,70; 39,20

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E11	E12	E13	E14	E15	E16
Repetições (Rep)	1	5,88	11,25	1,02	17,54	0,01	0,02
Blocos/Rep	12	8,61	16,67	8,87	14,19	6,64	21,65
Híbridos experimentais	48	8,28 ^{ns}	17,95 **	8,84 *	13,61 **	12,26 **	12,60 *
Erro intrabloco	36	6,18	8,18	4,41	3,70	4,28	6,28
CV (%)		6,79	8,41	6,14	5,77	6,62	7,98
Média HE		36,64	34,01	34,20	33,35	31,24	31,41
IV HE		31,21; 43,69	26,89; 43,29	28,43; 39,07	25,45; 41,31	26,09; 39,66	24,70; 36,64
Média HC		39,60	38,85	34,80	39,40	32,25	32,95
IV HC		39,20; 40,00	37,20; 40,50	34,50; 35,10	38,00; 40,80	29,00; 34,10	30,00; 34,20

ANEXO U. Quadrados médios e respectivas significâncias, coeficientes de variação (CV), médias e intervalos de variação (IV) dos híbridos experimentais (HE) e comerciais (HC) das análises de variâncias individuais do Grupo II para o caráter número médio de grãos por fileira na espiga

(conclusão)

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E17 ^(a)	E18	E19	E20	E21	E22
Repetições (Rep)	1	12,54	0,37	42,69	2,30	0,05	98,80
Blocos/Rep	12	8,86	9,18	11,56	9,08	3,13	19,36
Híbridos experimentais	48	16,58 *	9,55 ^{ns}	15,98 *	8,25 ^{ns}	8,85 ^{ns}	13,18 ^{ns}
Erro intrabloco	36	7,83	6,00	9,04	5,42	5,70	8,66
CV (%)		10,22	9,01	11,17	6,82	6,81	9,20
Média HE		27,38	27,17	26,93	34,14	35,03	31,99
IV HE		18,54; 36,06	21,41; 31,12	18,22; 37,50	28,63; 38,49	30,30; 39,50	25,06; 36,70
Média HC		28,50	28,03	28,76	36,70	35,80	31,55
IV HC		25,20; 29,80	23,60; 30,20	24,00; 31,80	36,00; 37,40	35,70; 35,90	31,30; 31,80

FV	GL	Quadrados médios (QM)					
		E23	E24	E25	E26	E27	E28
Repetições (Rep)	1	6,79	2,95	42,85	48,86	14,12	3,63
Blocos/Rep	12	8,80	4,37	8,10	7,09	4,58	4,93
Híbridos experimentais	48	12,92 ^{ns}	6,23 ^{ns}	12,69 **	12,68 *	12,55 ^{ns}	8,71 ^{ns}
Erro intrabloco	36	13,74	6,60	5,70	6,50	8,72	7,08
CV (%)		11,68	7,36	6,98	7,40	8,56	7,70
Média HE		31,75	34,93	34,21	34,46	34,50	34,55
IV HE		25,31; 38,80	29,54; 38,51	28,96; 40,53	29,13; 40,03	27,30; 40,11	27,67; 39,43
Média HC		34,75	36,10	35,60	34,60	33,65	32,15
IV HC		32,70; 36,80	35,80; 36,40	35,10; 36,10	32,40; 38,60	29,00; 35,60	30,60; 34,40

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente. ^(a)E = Ambientes.

ANEXO V. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo I para as combinações do caráter produção de grãos (PG) com os caracteres prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF)

FC	GL	Produtos médios (PM)						
		PGPRO	PGIF	PGNRP	PGSG	PGP300	PGNF	PGNGF
Ambientes	11 ^(a)	28,13	-44,92	173,45	104,69	3.809,29	12,26	536,74
Híbridos experimentais (HE)	99	0,32	-0,35	-5,14	-0,84	12,61	-1,15	8,82
HE x Ambientes	1.089 ^(b)	0,08	-0,19	-0,07	-0,31	4,09	0,14	0,88
Erro efetivo médio	972 ^(c)	0,06	-0,17	0,11	-0,23	2,85	0,03	0,79

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para PGNRP e PGSG são 7. ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para PGNRP e PGSG são 693. ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para PGNRP e PGSG são 648.

ANEXO W. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo I para as combinações do caráter prolificidade (PRO) com os caracteres intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF)

FC	GL	Produtos médios (PM)					
		PROIF	PRONRP	PROSG	PROP300	PRONF	PRONGF
Ambientes	11 ^(a)	-1,53	0,93	4,48	-0,69	-0,25	22,35
Híbridos experimentais (HE)	99	-0,11	-0,45	-0,01	-0,02	-0,30	0,58
HE x Ambientes	1.089 ^(b)	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	0,03
Erro efetivo médio	972 ^(c)	-0,01	0,01	0,00	0,06	0,00	0,03

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para PRONRP e PROSG são 7. ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para PRONRP e PROSG são 693. ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para PRONRP e PROSG são 648.

ANEXO X. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo I para as combinações do caráter intervalo de florescimento (IF) com os caracteres número de ramificações do pendão (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF) e para as combinações do caráter NRP com os caracteres SG, P300, NF e NGF

FC	GL	Produtos médios (PM)								
		IFNRP	IFSG	IFP300	IFNF	IFNGF	NRPSG	NRPP300	NRPNF	NRPNGF
Ambientes	11 ^(a)	-4,39	1,42	-512,50	2,84	-28,52	-23,02	1.415,30	29,80	125,60
Híbridos experimentais (HE)	99	2,00	0,12	7,76	1,33	-2,98	1,22	-23,42	5,50	-6,38
HE x Ambientes	1.089 ^(b)	0,29	0,06	-0,12	-0,10	-0,15	0,05	-0,39	0,03	-0,16
Erro efetivo médio	972 ^(c)	-0,14	0,01	-0,24	0,00	-0,26	-0,04	0,03	0,10	0,09

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para IFNRP, IFSG e NRPP300 são 7. ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para IFNRP, IFSG e NRPP300 são 693. ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para IFNRP, IFSG e NRPP300 são 648.

ANEXO Y. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo I para as combinações do caráter *stay green* (SG) com os caracteres peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF), para as combinações do caráter P300 com os caracteres NF e NGF e para a combinação do caráter NF com NGF

FC	GL	Produtos médios (PM)					
		SGP300	SGNF	SGNGF	P300NF	P300NGF	NFNGF
Ambientes	7 ^(a)	420,19	-10,04	71,95	-66,05	2.505,01	17,25
Híbridos experimentais (HE)	99	-8,10	0,37	-0,40	-24,35	-29,00	-6,81
HE x Ambientes	693 ^(b)	-2,07	-0,01	-0,22	-0,81	3,02	0,02
Erro efetivo médio	648 ^(c)	-1,56	0,02	-0,16	-1,02	2,95	0,05

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para NFNGF é 11. ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para NFNGF é 1.089. ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para NFNGF é 972.

ANEXO Z. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo II para as combinações do caráter produção de grãos (PG) com os caracteres prolificidade (PRO), intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF)

FC	GL	Produtos médios (PM)						
		PGPRO	PGIF	PGNRP	PGSG	PGP300	PGNF	PGNGF
Ambientes	27 ^(a)	7,59	-87,96	48,08	28,83	2.582,39	27,16	593,54
Híbridos experimentais (HE)	48	0,12	-9,38	3,29	-5,29	128,45	8,26	3,13
HE x Ambientes	1.296 ^(b)	0,09	-0,41	0,12	-0,29	4,34	0,12	1,65
Erro efetivo médio	1.008 ^(c)	0,06	-0,26	0,09	-0,24	2,66	0,07	1,05

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para PGNRP e PGSG são 15 e para PGP300, PGNF e PGNGF são 23 ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para PGNRP e PGSG são 720 e para PGP300, PGNF e PGNGF são 1.104 ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para PGNRP e PGSG são 576 e para PGP300, PGNF e PGNGF são 864.

ANEXO AA. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo II para as combinações do caráter prolificidade (PRO) com os caracteres intervalo de florescimento (IF), número de ramificações do pendão (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF)

FC	GL	Produtos médios (PM)					
		PROIF	PRONRP	PROSG	PROP300	PRONF	PRONGF
Ambientes	27 ^(a)	-1,34	2,86	0,88	14,03	0,23	8,80
Híbridos experimentais (HE)	48	-0,76	-0,74	0,15	-1,87	-0,16	-0,23
HE x Ambientes	1.296 ^(b)	-0,01	0,01	-0,01	0,11	0,00	0,03
Erro efetivo médio	1.008 ^(c)	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para PRONRP e PROSG são 15 e para PROP300, PRONF e PRONGF são 23. ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para PRONRP e PROSG são 720 e para PROP300, PRONF e PRONGF são 1.104. ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para PRONRP e PROSG são 576 e para PROP300, PRONF e PRONGF são 864.

ANEXO BB. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo II para as combinações do caráter intervalo de florescimento (IF) com os caracteres número de ramificações do pendão (NRP), *stay green* (SG), peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF) e para as combinações do caráter NRP com os caracteres SG, P300, NF e NGF

FC	GL	Produtos médios (PM)								
		IFNRP	IFSG	IFP300	IFNF	IFNGF	NRPSG	NRPP300	NRPNF	NRPNGF
Ambientes	23 ^(a)	-21,01	-5,26	-181,83	-13,00	-150,81	17,12	-164,74	25,45	162,20
Híbridos experimentais (HE)	48	23,12	-1,80	72,95	-8,74	-13,80	-7,67	155,98	-5,81	-5,57
HE x Ambientes	1.104 ^(a)	0,02	0,06	-0,51	-0,09	-0,57	0,10	-0,41	0,07	0,22
Erro efetivo médio	864 ^(a)	-0,10	0,05	0,25	-0,03	-0,48	0,01	-0,14	0,05	0,28

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para IFNRP, IFSG e NRPP300 são 15. ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para IFNRP, IFSG e NRPP300 são 720. ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para IFNRP, IFSG e NRPP300 são 576.

ANEXO CC. Produtos médios das análises de covariâncias conjuntas do Grupo II para as combinações do caráter *stay green* (SG) com os caracteres peso de 300 grãos (P300), número médio de fileiras por espiga (NF) e número médio de grãos por fileira na espiga (NGF), para as combinações do caráter P300 com os caracteres NF e NGF e para a combinação do caráter NF com NGF

FC	GL	Produtos médios (PM)					
		SGP300	SGNF	SGNGF	P300NF	P300NGF	NFNGF
Ambientes	15 ^(a)	84,69	0,61	29,07	22,40	2.872,96	67,14
Híbridos experimentais (HE)	48	-75,87	-2,76	6,49	12,07	-231,86	1,85
HE x Ambientes	720 ^(b)	-2,64	-0,02	-0,24	-0,44	5,71	0,21
Erro efetivo médio	576 ^(c)	-1,84	0,00	-0,23	-0,33	5,03	0,10

^(a)Graus de liberdade de Ambientes para NFNGF é 23. ^(b)Graus de liberdade da interação HE x Ambientes para NFNGF é 1.104. ^(c)Graus de liberdade do Erro efetivo médio para NFNGF é 864.

ANEXO DD. Quadrados médios e respectivas significâncias da análise de variância dos híbridos experimentais do Grupo I para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(continua)

FV	GL	QM	FV	GL	QM
Ambientes (E)	11	769,15 ^{**}	E/HE14	11	9,90 ^{**}
Híbridos experimentais (HE)	99	6,51 ^{**}	Regressão Linear	1	90,44 ^{**}
HE x E	1.089	1,67 ^{**}	Desvios	10	1,85 ^{ns}
E/HE1	11	9,65 ^{**}	E/HE15	11	13,56 ^{**}
Regressão Linear	1	97,85 ^{**}	Regressão Linear	1	133,83 ^{**}
Desvios	10	0,83 ^{ns}	Desvios	10	1,53 ^{ns}
E/HE2	11	9,72 ^{**}	E/HE16	11	8,64 ^{**}
Regressão Linear	1	100,29 ^{**}	Regressão Linear	1	66,24 ^{**}
Desvios	10	0,67 ^{ns}	Desvios	10	2,87 [*]
E/HE3	11	13,12 ^{**}	E/HE17	11	13,99 ^{**}
Regressão Linear	1	132,77 ^{**}	Regressão Linear	1	134,60 ^{**}
Desvios	10	1,16 ^{ns}	Desvios	10	1,93 ^{ns}
E/HE4	11	7,90 ^{**}	E/HE18	11	11,84 ^{**}
Regressão Linear	1	76,76 ^{**}	Regressão Linear	1	111,09 ^{**}
Desvios	10	1,01 ^{ns}	Desvios	10	1,91 ^{ns}
E/HE5	11	8,17 ^{**}	E/HE19	11	9,28 ^{**}
Regressão Linear	1	60,04 ^{**}	Regressão Linear	1	79,78 ^{**}
Desvios	10	2,98 ^{**}	Desvios	10	2,23 ^{ns}
E/HE6	11	10,28 ^{**}	E/HE20	11	6,94 ^{**}
Regressão Linear	1	108,21 ^{**}	Regressão Linear	1	59,54 ^{**}
Desvios	10	0,48 ^{ns}	Desvios	10	1,67 ^{ns}
E/HE7	11	11,81 ^{**}	E/HE21	11	7,13 ^{**}
Regressão Linear	1	103,77 ^{**}	Regressão Linear	1	63,99 ^{**}
Desvios	10	2,61 [*]	Desvios	10	1,44 ^{ns}
E/HE8	11	10,68 ^{**}	E/HE22	11	12,28 ^{**}
Regressão Linear	1	101,16 ^{**}	Regressão Linear	1	94,42 ^{**}
Desvios	10	1,63 ^{ns}	Desvios	10	4,06 ^{**}
E/HE9	11	9,71 ^{**}	E/HE23	11	10,54 ^{**}
Regressão Linear	1	92,55 ^{**}	Regressão Linear	1	103,25 ^{**}
Desvios	10	1,43 ^{ns}	Desvios	10	1,27 ^{ns}
E/HE10	11	6,80 ^{**}	E/HE24	11	10,58 ^{**}
Regressão Linear	1	66,27 ^{**}	Regressão Linear	1	102,88 ^{**}
Desvios	10	0,85 ^{ns}	Desvios	10	1,35 ^{ns}
E/HE11	11	9,18 ^{**}	E/HE25	11	9,62 ^{**}
Regressão Linear	1	79,12 ^{**}	Regressão Linear	1	92,22 ^{**}
Desvios	10	2,18 ^{ns}	Desvios	10	1,36 ^{ns}
E/HE12	11	7,78 ^{**}	E/HE26	11	8,22 ^{**}
Regressão Linear	1	68,48 ^{**}	Regressão Linear	1	76,32 ^{**}
Desvios	10	1,71 ^{ns}	Desvios	10	1,41 ^{ns}
E/HE13	11	8,40 ^{**}	E/HE27	11	10,99 ^{**}
Regressão Linear	1	84,58 ^{**}	Regressão Linear	1	94,95 ^{**}
Desvios	10	0,78 ^{ns}	Desvios	10	2,60 [*]

ANEXO DD. Quadrados médios e respectivas significâncias da análise de variância dos híbridos experimentais do Grupo I para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(continuação)

FV	GL	QM	FV	GL	QM
E/HE28	11	9,96 ^{**}	E/HE42	11	6,23 ^{**}
Regressão Linear	1	91,47 ^{**}	Regressão Linear	1	50,42 ^{**}
Desvios	10	1,81 ^{ns}	Desvios	10	1,81 ^{ns}
E/HE29	11	7,01 ^{**}	E/HE43	11	6,07 ^{**}
Regressão Linear	1	62,47 ^{**}	Regressão Linear	1	48,32 ^{**}
Desvios	10	1,46 ^{ns}	Desvios	10	1,84 ^{ns}
E/HE30	11	7,21 ^{**}	E/HE44	11	11,21 ^{**}
Regressão Linear	1	64,28 ^{**}	Regressão Linear	1	99,37 ^{**}
Desvios	10	1,51 ^{ns}	Desvios	10	2,40 [*]
E/HE31	11	9,60 ^{**}	E/HE45	11	6,37 ^{**}
Regressão Linear	1	97,84 ^{**}	Regressão Linear	1	44,66 ^{**}
Desvios	10	0,77 ^{ns}	Desvios	10	2,54 [*]
E/HE32	11	11,73 ^{**}	E/HE46	11	7,30 ^{**}
Regressão Linear	1	101,57 ^{**}	Regressão Linear	1	67,45 ^{**}
Desvios	10	2,75 [*]	Desvios	10	1,28 ^{ns}
E/HE33	11	8,55 ^{**}	E/HE47	11	6,34 ^{**}
Regressão Linear	1	79,43 ^{**}	Regressão Linear	1	52,43 ^{**}
Desvios	10	1,46 ^{ns}	Desvios	10	1,73 ^{ns}
E/HE34	11	11,45 ^{**}	E/HE48	11	8,02 ^{**}
Regressão Linear	1	95,28 ^{**}	Regressão Linear	1	63,76 ^{**}
Desvios	10	3,06 ^{**}	Desvios	10	2,44 [*]
E/HE35	11	13,23 ^{**}	E/HE49	11	5,02 ^{**}
Regressão Linear	1	130,97 ^{**}	Regressão Linear	1	50,40 ^{**}
Desvios	10	1,46 ^{ns}	Desvios	10	0,48 ^{ns}
E/HE36	11	12,99 ^{**}	E/HE50	11	6,20 ^{**}
Regressão Linear	1	128,73 ^{**}	Regressão Linear	1	59,67 ^{**}
Desvios	10	1,42 ^{ns}	Desvios	10	0,86 ^{ns}
E/HE37	11	8,31 ^{**}	E/HE51	11	6,68 ^{**}
Regressão Linear	1	72,87 ^{**}	Regressão Linear	1	57,64 ^{**}
Desvios	10	1,85 ^{ns}	Desvios	10	1,59 ^{ns}
E/HE38	11	9,03 ^{**}	E/HE52	11	8,81 ^{**}
Regressão Linear	1	82,13 ^{**}	Regressão Linear	1	86,90 ^{**}
Desvios	10	1,72 ^{ns}	Desvios	10	1,01 ^{ns}
E/HE39	11	12,48 ^{**}	E/HE53	11	5,80 ^{**}
Regressão Linear	1	118,69 ^{**}	Regressão Linear	1	51,46 ^{**}
Desvios	10	1,86 ^{ns}	Desvios	10	1,24 ^{ns}
E/HE40	11	12,20 ^{**}	E/HE54	11	9,05 ^{**}
Regressão Linear	1	119,24 ^{**}	Regressão Linear	1	91,64 ^{**}
Desvios	10	1,49 ^{ns}	Desvios	10	0,79 ^{ns}
E/HE41	11	9,78 ^{**}	E/HE55	11	7,10 ^{**}
Regressão Linear	1	85,77 ^{**}	Regressão Linear	1	67,50 ^{**}
Desvios	10	2,18 ^{ns}	Desvios	10	1,06 ^{ns}

ANEXO DD. Quadrados médios e respectivas significâncias da análise de variância dos híbridos experimentais do Grupo I para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(continuação)

FV	GL	QM	FV	GL	QM
E/HE56	11	9,36 ^{**}	E/HE70	11	11,12 ^{**}
Regressão Linear	1	75,28 ^{**}	Regressão Linear	1	91,19 ^{**}
Desvios	10	2,77 [*]	Desvios	10	3,11 ^{**}
E/HE57	11	10,21 ^{**}	E/HE71	11	8,91 ^{**}
Regressão Linear	1	94,02 ^{**}	Regressão Linear	1	87,40 ^{**}
Desvios	10	1,83 ^{ns}	Desvios	10	1,06 ^{ns}
E/HE58	11	8,24 ^{**}	E/HE72	11	10,58 ^{**}
Regressão Linear	1	50,26 ^{**}	Regressão Linear	1	100,59 ^{**}
Desvios	10	4,04 ^{**}	Desvios	10	1,58 ^{ns}
E/HE59	11	8,48 ^{**}	E/HE73	11	10,46 ^{**}
Regressão Linear	1	83,43 ^{**}	Regressão Linear	1	90,38 ^{**}
Desvios	10	0,99 ^{ns}	Desvios	10	2,47 [*]
E/HE60	11	10,26 ^{**}	E/HE74	11	10,65 ^{**}
Regressão Linear	1	96,77 ^{**}	Regressão Linear	1	88,92 ^{**}
Desvios	10	1,61 ^{ns}	Desvios	10	2,82 [*]
E/HE61	11	13,93 ^{**}	E/HE75	11	9,48 ^{**}
Regressão Linear	1	111,99 ^{**}	Regressão Linear	1	88,71 ^{**}
Desvios	10	4,13 ^{**}	Desvios	10	1,56 ^{ns}
E/HE62	11	11,55 ^{**}	E/HE76	11	7,86 ^{**}
Regressão Linear	1	109,71 ^{**}	Regressão Linear	1	82,79 ^{**}
Desvios	10	1,74 ^{ns}	Desvios	10	0,37 ^{ns}
E/HE63	11	10,53 ^{**}	E/HE77	11	7,45 ^{**}
Regressão Linear	1	94,32 ^{**}	Regressão Linear	1	76,41 ^{**}
Desvios	10	2,15 ^{ns}	Desvios	10	0,56 ^{ns}
E/HE64	11	8,16 ^{**}	E/HE78	11	8,58 ^{**}
Regressão Linear	1	75,30 ^{**}	Regressão Linear	1	91,21 ^{**}
Desvios	10	1,44 ^{ns}	Desvios	10	0,31 ^{ns}
E/HE65	11	7,66 ^{**}	E/HE79	11	11,41 ^{**}
Regressão Linear	1	66,68 ^{**}	Regressão Linear	1	115,79 ^{**}
Desvios	10	1,76 ^{ns}	Desvios	10	0,98 ^{ns}
E/HE66	11	12,40 ^{**}	E/HE80	11	6,45 ^{**}
Regressão Linear	1	125,36 ^{**}	Regressão Linear	1	62,72 ^{**}
Desvios	10	1,11 ^{ns}	Desvios	10	0,82 ^{ns}
E/HE67	11	8,71 ^{**}	E/HE81	11	7,71 ^{**}
Regressão Linear	1	81,56 ^{**}	Regressão Linear	1	67,60 ^{**}
Desvios	10	1,42 ^{ns}	Desvios	10	1,72 ^{ns}
E/HE68	11	12,27 ^{**}	E/HE82	11	9,52 ^{**}
Regressão Linear	1	111,04 ^{**}	Regressão Linear	1	87,90 ^{**}
Desvios	10	2,39 [*]	Desvios	10	1,68 ^{ns}
E/HE69	11	12,30 ^{**}	E/HE83	11	7,86 ^{**}
Regressão Linear	1	122,21 ^{**}	Regressão Linear	1	72,83 ^{**}
Desvios	10	1,31 ^{ns}	Desvios	10	1,36 ^{ns}

ANEXO DD. Quadrados médios e respectivas significâncias da análise de variância dos híbridos experimentais do Grupo I para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(conclusão)

FV	GL	QM	FV	GL	QM
E/HE84	11	5,68 ^{**}	E/HE93	11	8,18 ^{**}
Regressão Linear	1	49,06 ^{**}	Regressão Linear	1	67,92 ^{**}
Desvios	10	1,34 ^{ns}	Desvios	10	2,21 ^{ns}
E/HE85	11	5,67 ^{**}	E/HE94	11	7,92 ^{**}
Regressão Linear	1	46,60 ^{**}	Regressão Linear	1	73,86 ^{**}
Desvios	10	1,57 ^{ns}	Desvios	10	1,32 ^{ns}
E/HE86	11	11,47 ^{**}	E/HE95	11	11,48 ^{**}
Regressão Linear	1	113,63 ^{**}	Regressão Linear	1	114,94 ^{**}
Desvios	10	1,26 ^{ns}	Desvios	10	1,13 ^{ns}
E/HE87	11	8,27 ^{**}	E/HE96	11	7,01 ^{**}
Regressão Linear	1	72,34 ^{**}	Regressão Linear	1	58,57 ^{**}
Desvios	10	1,86 ^{ns}	Desvios	10	1,85 ^{ns}
E/HE88	11	11,87 ^{**}	E/HE97	11	9,23 ^{**}
Regressão Linear	1	118,55 ^{**}	Regressão Linear	1	81,40 ^{**}
Desvios	10	1,21 ^{ns}	Desvios	10	2,01 ^{ns}
E/HE89	11	11,36 ^{**}	E/HE98	11	8,38 ^{**}
Regressão Linear	1	110,49 ^{**}	Regressão Linear	1	73,70 ^{**}
Desvios	10	1,44 ^{ns}	Desvios	10	1,84 ^{ns}
E/HE90	11	9,25 ^{**}	E/HE99	11	5,53 ^{**}
Regressão Linear	1	95,32 ^{**}	Regressão Linear	1	51,07 ^{**}
Desvios	10	0,64 ^{ns}	Desvios	10	0,98 ^{ns}
E/HE91	11	7,11 ^{**}	E/HE100	11	11,04 ^{**}
Regressão Linear	1	68,58 ^{**}	Regressão Linear	1	107,96 ^{**}
Desvios	10	0,96 ^{ns}	Desvios	10	1,35 ^{ns}
E/HE92	11	12,04 ^{**}	Erro efetivo médio	972	1,25
Regressão Linear	1	108,50 ^{**}			
Desvios	10	2,39 [*]			

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

ANEXO EE. Quadrados médios e respectivas significâncias da análise de variância dos híbridos experimentais do Grupo II para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(continua)

FV	GL	QM	FV	GL	QM
Ambientes (E)	27	440,67 ^{**}	E/HE14	27	8,12 ^{**}
Híbridos experimentais (HE)	48	18,89 ^{**}	Regressão Linear	1	175,71 ^{**}
HE x E	1.296	1,95 ^{**}	Desvios	26	1,68 ^{ns}
E/HE1	27	12,57 ^{**}	E/HE15	27	10,30 ^{**}
Regressão Linear	1	307,32 ^{**}	Regressão Linear	1	243,59 ^{**}
Desvios	26	1,24 ^{ns}	Desvios	26	1,33 ^{ns}
E/HE2	27	11,67 ^{**}	E/HE16	27	8,38 ^{**}
Regressão Linear	1	267,93 ^{**}	Regressão Linear	1	183,21 ^{**}
Desvios	26	1,81 ^{ns}	Desvios	26	1,65 ^{ns}
E/HE3	27	9,91 ^{**}	E/HE17	27	12,85 ^{**}
Regressão Linear	1	231,65 ^{**}	Regressão Linear	1	301,51 ^{**}
Desvios	26	1,38 ^{ns}	Desvios	26	1,75 ^{ns}
E/HE4	27	9,80 ^{**}	E/HE18	27	13,26 ^{**}
Regressão Linear	1	203,66 ^{**}	Regressão Linear	1	312,49 ^{**}
Desvios	26	2,35 ^{**}	Desvios	26	1,75 ^{ns}
E/HE5	27	14,39 ^{**}	E/HE19	27	17,23 ^{**}
Regressão Linear	1	337,60 ^{**}	Regressão Linear	1	224,90 ^{**}
Desvios	26	1,96 [*]	Desvios	26	9,24 ^{**}
E/HE6	27	15,74 ^{**}	E/HE20	27	12,73 ^{**}
Regressão Linear	1	376,79 ^{**}	Regressão Linear	1	288,19 ^{**}
Desvios	26	1,85 [*]	Desvios	26	2,14 ^{**}
E/HE7	27	11,51 ^{**}	E/HE21	27	12,39 ^{**}
Regressão Linear	1	262,46 ^{**}	Regressão Linear	1	292,05 ^{**}
Desvios	26	1,86 [*]	Desvios	26	1,64 ^{ns}
E/HE8	27	9,13 ^{**}	E/HE22	27	10,71 ^{**}
Regressão Linear	1	212,43 ^{**}	Regressão Linear	1	241,30 ^{**}
Desvios	26	1,31 ^{ns}	Desvios	26	1,84 [*]
E/HE9	27	10,25 ^{**}	E/HE23	27	13,18 ^{**}
Regressão Linear	1	243,62 ^{**}	Regressão Linear	1	302,73 ^{**}
Desvios	26	1,27 ^{ns}	Desvios	26	2,04 [*]
E/HE10	27	9,33 ^{**}	E/HE24	27	12,77 ^{**}
Regressão Linear	1	182,28 ^{**}	Regressão Linear	1	294,90 ^{**}
Desvios	26	2,68 ^{**}	Desvios	26	1,92 [*]
E/HE11	27	10,69 ^{**}	E/HE25	27	10,74 ^{**}
Regressão Linear	1	239,13 ^{**}	Regressão Linear	1	247,15 ^{**}
Desvios	26	1,91 [*]	Desvios	26	1,65 ^{ns}
E/HE12	27	9,81 ^{**}	E/HE26	27	11,36 ^{**}
Regressão Linear	1	236,01 ^{**}	Regressão Linear	1	234,56 ^{**}
Desvios	26	1,11 ^{ns}	Desvios	26	2,78 ^{**}
E/HE13	27	11,95 ^{**}	E/HE27	27	8,33 ^{**}
Regressão Linear	1	254,82 ^{**}	Regressão Linear	1	186,04 ^{**}
Desvios	26	2,61 ^{**}	Desvios	26	1,50 ^{ns}

ANEXO EE. Quadrados médios e respectivas significâncias da análise de variância dos híbridos experimentais do Grupo II para o caráter produção de grãos (t ha⁻¹)

(conclusão)

FV	GL	QM	FV	GL	QM
E/HE28	27	8,99 ^{**}	E/HE40	27	9,06 ^{**}
Regressão Linear	1	205,53 ^{**}	Regressão Linear	1	208,70 ^{**}
Desvios	26	1,43 ^{ns}	Desvios	26	1,38 ^{ns}
E/HE29	27	7,43 ^{**}	E/HE41	27	10,57 ^{**}
Regressão Linear	1	152,14 ^{**}	Regressão Linear	1	256,29 ^{**}
Desvios	26	1,86 [*]	Desvios	26	1,12 ^{ns}
E/HE30	27	6,80 ^{**}	E/HE42	27	8,73 ^{**}
Regressão Linear	1	165,23 ^{**}	Regressão Linear	1	208,12 ^{**}
Desvios	26	0,71 ^{ns}	Desvios	26	1,06 ^{ns}
E/HE31	27	9,58 ^{**}	E/HE43	27	10,87 ^{**}
Regressão Linear	1	208,43 ^{**}	Regressão Linear	1	256,68 ^{**}
Desvios	26	1,93 [*]	Desvios	26	1,42 ^{ns}
E/HE32	27	8,68 ^{**}	E/HE44	27	10,79 ^{**}
Regressão Linear	1	212,30 ^{**}	Regressão Linear	1	235,58 ^{**}
Desvios	26	0,84 ^{ns}	Desvios	26	2,14 ^{**}
E/HE33	27	11,72 ^{**}	E/HE45	27	9,00 ^{**}
Regressão Linear	1	260,04 ^{**}	Regressão Linear	1	181,30 ^{**}
Desvios	26	2,17 ^{**}	Desvios	26	2,38 ^{**}
E/HE34	27	11,26 ^{**}	E/HE46	27	11,26 ^{**}
Regressão Linear	1	230,51 ^{**}	Regressão Linear	1	277,25 ^{**}
Desvios	26	2,83 ^{**}	Desvios	26	1,03 ^{ns}
E/HE35	27	11,51 ^{**}	E/HE47	27	9,94 ^{**}
Regressão Linear	1	252,23 ^{**}	Regressão Linear	1	244,78 ^{**}
Desvios	26	2,25 ^{**}	Desvios	26	0,90 ^{ns}
E/HE36	27	10,79 ^{**}	E/HE48	27	10,37 ^{**}
Regressão Linear	1	261,48 ^{**}	Regressão Linear	1	237,27 ^{**}
Desvios	26	1,15 ^{ns}	Desvios	26	1,65 ^{ns}
E/HE37	27	13,31 ^{**}	E/HE49	27	11,42 ^{**}
Regressão Linear	1	329,61 ^{**}	Regressão Linear	1	218,71 ^{**}
Desvios	26	1,15 ^{ns}	Desvios	26	3,45 ^{**}
E/HE38	27	11,16 ^{**}	Erro efetivo médio	980	1,20
Regressão Linear	1	248,70 ^{**}			
Desvios	26	2,02 [*]			
E/HE39	27	11,81 ^{**}			
Regressão Linear	1	268,66 ^{**}			
Desvios	26	1,93 [*]			

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

ANEXO FF. Autovalores, porcentagem da variação explicada pelos componentes principais (VCP) e autovetores dos caracteres avaliados do Grupo I de híbridos

Componente	Autovalores	VCP (%)	VCP (%) acumulada	Autovetores			
				PRO	IF	NRP	SG
1	1,54	38,46	38,46	-0,65	0,35	0,60	0,31
2	1,02	25,39	63,85	0,18	-0,71	0,28	0,62
3	0,90	22,49	86,34	0,25	0,52	-0,40	0,71
4	0,55	13,66	100,00	0,70	0,32	0,63	-0,12

PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

ANEXO GG. Autovalores, porcentagem da variação explicada pelos componentes principais (VCP) e autovetores dos caracteres avaliados e da estimativa do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$) da produção de grãos do Grupo I de híbridos

Componente	Autovalores	VCP (%)	VCP (%) acumulada	Autovetores				
				$\hat{\sigma}_{\delta}$	PRO	IF	NRP	SG
1	1,54	30,77	30,77	-0,02	-0,65	0,34	0,60	0,31
2	1,19	23,87	54,65	0,71	-0,01	0,62	-0,22	-0,24
3	0,94	18,74	73,39	0,28	0,32	-0,01	-0,10	0,90
4	0,80	16,00	89,38	0,61	0,06	-0,59	0,50	-0,16
5	0,53	10,62	100,00	-0,20	0,69	0,39	0,57	-0,12

PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

ANEXO HH. Autovalores, porcentagem da variação explicada pelos componentes principais (VCP) e autovetores dos caracteres avaliados e da estimativa do desvio padrão de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/H}$) da produção de grãos do Grupo I de híbridos

Componente	Autovalores	VCP (%)	VCP (%) acumulada	Autovetores				
				$\hat{\sigma}_{E/H}$	PRO	IF	NRP	SG
1	1,54	30,89	30,89	-0,11	-0,65	0,33	0,60	0,30
2	1,08	21,56	52,45	0,74	0,01	0,64	-0,16	-0,11
3	0,99	19,81	72,26	0,43	0,27	-0,34	0,16	0,78
4	0,86	17,16	89,42	-0,46	0,12	0,50	-0,49	0,53
5	0,53	10,58	100,00	-0,19	0,70	0,34	0,59	-0,10

PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

ANEXO II. Autovalores, porcentagem da variação explicada pelos componentes principais (VCP) e autovetores dos caracteres avaliados do Grupo II de híbridos

Componente	Autovalores	VCP (%)	VCP (%) acumulada	Autovetores			
				PRO	IF	NRP	SG
1	2,15	53,79	53,79	-0,53	0,51	0,56	-0,38
2	0,83	20,75	74,54	-0,21	0,42	0,02	0,88
3	0,54	13,47	88,01	0,78	0,61	0,11	-0,11
4	0,48	11,99	100,00	0,26	-0,44	0,82	0,25

PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

ANEXO JJ. Autovalores, porcentagem da variação explicada pelos componentes principais (VCP) e autovetores dos caracteres avaliados e da estimativa do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\delta}$) da produção de grãos do Grupo II de híbridos

Componente	Autovalores	VCP (%)	VCP (%) acumulada	Autovetores				
				$\hat{\sigma}_{\delta}$	PRO	IF	NRP	SG
1	2,19	43,77	43,77	0,18	-0,54	0,50	0,54	-0,38
2	1,03	20,57	64,34	0,92	-0,18	-0,12	-0,29	0,12
3	0,83	16,57	80,91	-0,08	-0,18	0,44	0,06	0,88
4	0,52	10,34	91,25	0,14	0,58	0,72	-0,29	-0,21
5	0,44	8,75	100,00	0,30	0,56	-0,16	0,73	0,17

PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

ANEXO KK. Autovalores, porcentagem da variação explicada pelos componentes principais (VCP) e autovetores dos caracteres avaliados e da estimativa do desvio padrão de ambientes dentro de híbridos ($\hat{\sigma}_{E/H}$) da produção de grãos do Grupo II de híbridos

Componente	Autovalores	VCP (%)	VCP (%) acumulada	Autovetores				
				$\hat{\sigma}_{E/H}$	PRO	IF	NRP	SG
1	2,19	43,76	43,76	0,17	-0,52	0,50	0,55	-0,39
2	1,04	20,84	64,60	0,84	0,19	-0,32	-0,07	-0,38
3	0,75	15,06	79,66	0,51	-0,15	0,29	0,01	0,80
4	0,54	10,77	90,43	0,02	0,78	0,61	0,12	-0,10
5	0,48	9,57	100,00	-0,05	0,26	-0,45	0,82	0,23

PRO: prolificidade (espigas planta⁻¹); IF: intervalo de florescimento (dias); NRP: número de ramificações do pendão por planta; SG: *stay green* (notas).

ANEXO LL. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter prolificidade (espigas planta⁻¹)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j^{(a)}$
B	$\hat{s}_{ij}^{(a)}$										
1	1,24 ^{ns}	-0,39 ^{ns}	-1,85 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,77 ^{ns}	-1,52 ^{ns}	0,51 ^{ns}	-1,77 ^{ns}	2,20 ^{ns}	-0,90 ^{ns}	1,44 ^{ns}
2	1,09 ^{ns}	-2,09 ^{ns}	2,02 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	-0,63 ^{ns}	3,49 [*]	-2,38 ^{ns}	-0,82 ^{ns}	-3,19 ^{ns}	3,08 ^{ns}	-0,36 ^{ns}
3	-0,23 ^{ns}	-1,93 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	3,32 ^{ns}	2,11 ^{ns}	-0,95 ^{ns}	2,76 ^{ns}	-2,40 ^{ns}	-1,32 ^{ns}	-0,98 ^{ns}	-2,70 ^{**}
4	-2,63 ^{ns}	-1,93 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,90 ^{ns}	2,99 ^{ns}	-0,51 ^{ns}	-0,98 ^{ns}	-1,01 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	2,59 ^{ns}	-3,27^{**}
5	-0,38 ^{ns}	2,23 ^{ns}	3,27 ^{ns}	-2,66 ^{ns}	-1,76 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,61 ^{ns}	2,06 ^{ns}	-3,32 ^{ns}	-2,72 ^{ns}	0,81 ^{ns}
6	-1,00 ^{ns}	3,28 ^{ns}	-0,64 ^{ns}	-3,37 ^{ns}	1,54 ^{ns}	-1,31 ^{ns}	-4,17 [*]	2,75 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,30 ^{ns}	-1,59 ^{ns}
7	2,58 ^{ns}	2,13 ^{ns}	1,53 ^{ns}	4,00 [*]	-3,27 ^{ns}	2,68 ^{ns}	1,83 ^{ns}	-2,33 ^{ns}	-3,50 [*]	-5,65^{**}	1,94 [*]
8	-0,27 ^{ns}	-3,69 [*]	0,80 ^{ns}	-4,62 ^{**}	0,70 ^{ns}	-5,27 ^{**}	3,34 ^{ns}	4,02[*]	3,30 ^{ns}	1,70 ^{ns}	1,71 [*]
9	0,62 ^{ns}	-0,64 ^{ns}	-2,56 ^{ns}	0,88 ^{ns}	-3,07 ^{ns}	2,15 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,02 ^{ns}	-0,98 ^{ns}
10	-1,03 ^{ns}	3,04 ^{ns}	-2,33 ^{ns}	-0,59 ^{ns}	0,62 ^{ns}	-0,44 ^{ns}	-2,35 ^{ns}	-0,86 ^{ns}	3,40 ^{ns}	0,56 ^{ns}	3,00^{**}
$\hat{g}_i^{(a)}$	3,12 ^{**}	-1,28 ^{ns}	3,59^{**}	-1,50 ^{ns}	-1,64 ^{ns}	2,94 ^{**}	0,53 ^{ns}	-1,61 ^{ns}	-0,80 ^{ns}	-3,34^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente. ^(a)Estimativas multiplicadas por 10².

ANEXO MM. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter intervalo de florescimento (dias)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$										
1	-0,30 ^{ns}	0,31 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,60 [*]	-0,16 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,35^{**}
2	-0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,52 [*]	-0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,73 ^{**}	0,49 [*]	-0,36 ^{ns}	0,25 [*]
3	-0,33 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,47 [*]	0,17 ^{ns}	-0,42 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,44 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,29[*]
4	0,52 [*]	-0,16 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,60 [*]	-0,28 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,14 ^{ns}
5	0,24 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,42 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
6	0,47 [*]	-0,09 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	0,38 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,23 [*]
7	-0,03 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,44 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,47 [*]	0,48 [*]	-0,01 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,13 ^{ns}
8	0,18 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,74^{**}	-0,40 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,47 [*]	-0,42 ^{ns}	0,74 ^{**}	-0,14 ^{ns}
9	0,15 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,57 [*]	-0,30 ^{ns}	0,51 [*]	-0,25 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	-0,13 ^{ns}
10	-0,77^{**}	-0,12 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,48 [*]	0,23 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,16 ^{ns}
$\hat{g}_i$	0,60^{**}	0,33 ^{**}	-0,46^{**}	-0,08 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,45 ^{**}	0,09 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,12 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t , respectivamente.

ANEXO NN. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter número de ramificações do pendão

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$										
1	0,68 ^{ns}	0,57 ^{ns}	-1,12 ^{**}	-0,04 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	-0,56 ^{ns}	1,46 ^{**}	0,65 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-1,65 ^{**}	-1,75^{**}
2	-0,49 ^{ns}	-1,81 ^{**}	1,15 ^{**}	0,58 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,56 ^{ns}	-0,76 ^{**}
3	-0,01 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	1,61 ^{**}	0,52 ^{ns}	-1,33 ^{**}	-0,37 ^{ns}	-1,06 [*]	-0,81 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	1,99 ^{**}	-0,40 [*]
4	-0,46 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,79 ^{ns}	-1,02 [*]	0,46 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,78 ^{**}	-0,98 [*]	0,46 [*]
5	0,19 ^{ns}	0,52 ^{ns}	-1,22 ^{**}	0,28 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,55 ^{ns}	-0,61 ^{ns}	-0,86 [*]	-0,94 [*]	1,69 ^{**}	0,51 ^{**}
6	0,80 ^{ns}	-0,64 ^{ns}	-0,97 [*]	0,30 ^{ns}	0,53 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	-0,38 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,30 ^{ns}	1,10 ^{**}
7	-1,32 ^{**}	0,08 ^{ns}	-0,41 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,87 [*]	0,75 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,86 ^{**}
8	0,96 [*]	-1,03 [*]	-0,55 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	2,35^{**}	0,69 ^{ns}	-1,24 ^{**}	-0,83 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,71 ^{**}
9	0,04 ^{ns}	1,66 ^{**}	-0,45 ^{ns}	-0,82 ^{ns}	1,25 ^{**}	-0,55 ^{ns}	-1,96^{**}	1,00 [*]	-0,11 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	1,60^{**}
10	-0,39 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,55 ^{**}	-0,98 [*]	0,29 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	-0,86 [*]	-0,18 ^{ns}	-0,91 ^{**}
$\hat{g}_i$	-0,98 ^{**}	-0,76 ^{**}	-1,06^{**}	-0,08 ^{ns}	-0,70 ^{**}	0,33 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,72 ^{**}	-0,10 ^{ns}	2,75^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO OO. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter *stay green* (notas)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$										
1	0,02 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,23 [*]	-0,09 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,17 ^{**}
2	0,02 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,30^{**}	-0,29 [*]	-0,24^{**}
3	0,05 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,29 [*]	-0,11 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,46^{**}	0,06 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	-0,09 ^{ns}
4	0,02 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,26 [*]	0,20 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,28 [*]	0,09 ^{ns}
5	0,01 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,24 [*]	0,20 ^{**}
6	-0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,23 [*]	-0,20 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,32 ^{**}	0,15 [*]
7	0,06 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,24 ^{**}
8	-0,15 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
9	0,15 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}
10	-0,16 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,24 [*]	0,09 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,30 [*]	-0,22 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,25^{**}
$\hat{g}_i$	0,01 ^{ns}	0,22^{**}	0,09 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,35^{**}	0,19 ^{**}	-0,19 ^{**}	0,12 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO PP. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter peso de 300 grãos (g)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$										
1	-0,49 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,00 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,42 ^{ns}	-2,19 ^{ns}	-0,51 ^{ns}	0,92 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	0,18 ^{ns}	2,07 [*]
2	0,90 ^{ns}	-2,91 ^{ns}	3,74 [*]	-1,05 ^{ns}	1,79 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-1,27 ^{ns}	-1,38 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,09 ^{ns}
3	2,45 ^{ns}	-3,27 [*]	0,80 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-1,09 ^{ns}	2,57 ^{ns}	-2,88 ^{ns}	-1,55 ^{ns}	2,89 ^{ns}	0,23 ^{ns}	3,64^{**}
4	-1,84 ^{ns}	-6,67^{**}	0,78 ^{ns}	-2,54 ^{ns}	1,63 ^{ns}	-1,20 ^{ns}	1,70 ^{ns}	5,25 ^{**}	-1,88 ^{ns}	4,76 ^{**}	-3,75 ^{**}
5	1,49 ^{ns}	2,33 ^{ns}	1,93 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-2,09 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,94 ^{ns}	-2,45 ^{ns}	1,68 ^{ns}	-1,35 ^{ns}	0,28 ^{ns}
6	-0,45 ^{ns}	-3,10 [*]	-4,32 ^{**}	0,37 ^{ns}	3,00 ^{ns}	-0,69 ^{ns}	3,53 [*]	2,19 ^{ns}	0,46 ^{ns}	-0,99 ^{ns}	0,12 ^{ns}
7	-0,97 ^{ns}	6,10^{**}	-0,04 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	0,56 ^{ns}	-1,68 ^{ns}	-0,55 ^{ns}	0,87 ^{ns}	-1,78 ^{ns}	-2,08 ^{ns}	3,28 ^{**}
8	-0,11 ^{ns}	2,69 ^{ns}	-1,56 ^{ns}	2,62 ^{ns}	0,60 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	-0,91 ^{ns}	1,33 ^{ns}	-6,11 ^{**}	1,93 ^{ns}	0,79 ^{ns}
9	-2,83 ^{ns}	2,02 ^{ns}	1,64 ^{ns}	-0,75 ^{ns}	-2,20 ^{ns}	4,23 ^{**}	-1,54 ^{ns}	-2,31 ^{ns}	1,95 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-4,13^{**}
10	1,86 ^{ns}	1,72 ^{ns}	-3,97 [*]	2,39 ^{ns}	-2,62 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	3,37 [*]	-2,88 ^{ns}	3,43 [*]	-3,00 ^{ns}	-2,39 ^{**}
$\hat{g}_i$	1,78 [*]	-0,07 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2,12 [*]	-3,93^{**}	-3,71 ^{**}	3,73^{**}	0,41 ^{ns}	-0,61 ^{ns}	-0,91 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t , respectivamente.

ANEXO QQ. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter número médio de fileiras por espiga

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$										
1	-0,01 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,27 [*]	-0,18 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	-0,31 [*]	0,41 ^{**}	-0,19 ^{ns}	-0,34 ^{**}
2	-0,25 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,42 ^{**}	0,44 ^{**}	0,20 ^{**}
3	0,33 [*]	0,42 ^{**}	0,08 ^{ns}	-0,47^{**}	-0,34 [*]	-0,09 ^{ns}	0,43 ^{**}	0,28 [*]	-0,45 ^{**}	-0,19 ^{ns}	0,14 ^{**}
4	0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,35 ^{**}	0,11 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,78^{**}
5	-0,36 ^{**}	0,22 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,25 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,48 ^{**}	-0,29 ^{**}
6	0,19 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,34 [*]	-0,19 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,18 ^{**}
7	-0,25 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,27 [*]	0,60^{**}	-0,27 [*]	0,20 ^{ns}	-0,32 [*]	-0,08 ^{ns}	0,56 ^{**}	-0,10 ^{ns}	-0,27 ^{**}
8	0,48 ^{**}	-0,44 ^{**}	-0,29 [*]	-0,07 ^{ns}	-0,42 ^{**}	0,38 ^{**}	0,11 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,21 ^{**}
9	0,13 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,30 [*]	0,30 [*]	-0,41 ^{**}	0,03 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,31 [*]	0,26 ^{**}
10	-0,37 ^{**}	-0,21 ^{ns}	0,28 [*]	-0,14 ^{ns}	0,44 ^{**}	-0,29 [*]	0,09 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,45^{**}
$\hat{g}_i$	-0,20 ^{**}	0,38 ^{**}	-0,79^{**}	0,24 ^{**}	0,66^{**}	0,12 [*]	-0,10 ^{ns}	-0,20 ^{**}	-0,53 ^{**}	0,43 ^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t , respectivamente.

ANEXO RR. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3 x L-08-05F) e B (IG-4 x L-38-05D) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo I e respectivas significâncias para o caráter número médio de grãos por fileira na espiga

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$										
1	-0,44 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	0,61 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	1,65^{**}	0,28 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	-0,41 ^{ns}	0,52 [*]
2	-0,49 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	-0,90 [*]	-0,02 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,61 ^{**}	0,41 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,06 ^{ns}
3	0,41 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-1,80^{**}	0,19 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,80 [*]	-0,92 ^{**}
4	0,54 ^{ns}	1,17 ^{**}	0,77 [*]	-0,29 ^{ns}	-0,95 [*]	-1,01 ^{**}	-0,82 [*]	0,35 ^{ns}	0,79 [*]	-0,54 ^{ns}	-1,09^{**}
5	-0,10 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	-1,16 ^{**}	-0,40 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,35 ^{**}	1,03 ^{**}	0,04 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,06^{**}
6	0,96 [*]	-0,10 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	-0,95 [*]	0,07 ^{ns}	-1,37 ^{**}	0,23 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	1,63 ^{**}	-0,26 ^{ns}
7	-0,08 ^{ns}	-0,65 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,86 [*]	0,86 [*]	0,27 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,41 ^{ns}	-0,87 [*]	-0,04 ^{ns}
8	-0,99 [*]	0,41 ^{ns}	1,20 ^{**}	-0,04 ^{ns}	0,41 ^{ns}	-0,38 ^{ns}	0,44 ^{ns}	-0,99 [*]	0,29 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	0,01 ^{ns}
9	0,08 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	1,06 ^{**}	0,67 ^{ns}	-1,17 ^{**}	-0,01 ^{ns}	-1,15 ^{**}	0,00 ^{ns}	1,03 ^{**}	-0,24 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
10	0,11 ^{ns}	0,52 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,59 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,71 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,69 ^{**}
$\hat{g}_i$	0,42 [*]	-0,67 ^{**}	-0,05 ^{ns}	-1,89^{**}	0,77 ^{**}	1,54^{**}	0,52 ^{**}	0,72 ^{**}	0,17 ^{ns}	-1,54 ^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste t , respectivamente.

ANEXO SS. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter prolificidade (espigas planta⁻¹)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j^{(a)}$
B	$\hat{s}_{ij}^{(a)}$								
1	1,69 ^{ns}	3,70^{**}	3,25 [*]	-6,58^{**}	-0,52 ^{ns}	-1,66 ^{ns}	-0,61 ^{ns}	0,72 ^{ns}	-3,52^{**}
2	-0,38 ^{ns}	1,49 ^{ns}	-5,43 ^{**}	3,68 ^{**}	2,45 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	-1,88 ^{ns}	0,49 ^{ns}	-2,13 ^{**}
3	0,37 ^{ns}	-1,07 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	2,42 ^{ns}	-1,69 ^{ns}	-1,90 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,49 ^{ns}	2,56^{**}
4	-1,00 ^{ns}	-1,32 ^{ns}	0,26 ^{ns}	1,67 ^{ns}	-2,93 [*]	0,94 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,37 ^{ns}	0,49 ^{ns}
5	-0,07 ^{ns}	-1,24 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,16 ^{ns}	1,72 ^{ns}	-2,86 [*]	1,18 [*]
6	-0,61 ^{ns}	-1,56 ^{ns}	0,88 ^{ns}	-1,94 ^{ns}	2,23 ^{ns}	2,89 [*]	-1,68 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	1,41 [*]
$\hat{g}_i^{(a)}$	0,30 ^{ns}	-1,02 ^{ns}	-2,07^{**}	-0,59 ^{ns}	-0,78 ^{ns}	3,53^{**}	0,42 ^{ns}	0,19 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente. ^(a)Estimativas multiplicadas por 10².

ANEXO TT. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter intervalo de florescimento (dias)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$								
1	0,40 [*]	0,02 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,46^{**}
2	-0,40 [*]	0,14 ^{ns}	0,36 [*]	0,14 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,26 ^{**}
3	-0,24 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,57 ^{**}	-0,76^{**}	0,23 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,65^{**}	0,37 [*]	-0,49^{**}
4	0,47 ^{**}	-0,16 ^{ns}	-0,44 [*]	-0,60 ^{**}	0,49 ^{**}	-0,07 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,32 ^{ns}	-0,17 [*]
5	-0,37 [*]	-0,24 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,64 ^{**}	0,09 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,42 [*]	-0,19 ^{ns}	0,06 ^{ns}
6	0,13 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,42 [*]	-0,19 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,41 [*]	-0,11 ^{ns}
$\hat{g}_i$	-1,00^{**}	-0,45 ^{**}	0,98^{**}	0,47 ^{**}	0,41 ^{**}	-0,09 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,49 ^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO UU. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter número de ramificações do pendão

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$								
1	-0,11 ^{ns}	0,64 ^{**}	0,38 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-1,32^{**}	-0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,01^{**}
2	0,01 ^{ns}	-0,84 ^{**}	0,34 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,59 ^{**}	-0,73 ^{**}	0,26 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,14 ^{ns}
3	-0,58 ^{**}	0,62 ^{**}	-0,07 ^{ns}	0,74 ^{**}	0,34 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,66 ^{**}	-0,64 ^{**}	-0,93 ^{**}
4	-0,57 ^{**}	-1,16 ^{**}	0,57 ^{**}	0,02 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,44 [*]	0,33 ^{ns}	-1,04^{**}
5	0,85^{**}	0,13 ^{ns}	-1,05 ^{**}	-0,48 [*]	-0,10 ^{ns}	0,50 [*]	-0,27 ^{ns}	0,44 [*]	-0,35 ^{**}
6	0,40 ^{ns}	0,61 ^{**}	-0,17 ^{ns}	-0,86 ^{**}	0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,17 ^{ns}
$\hat{g}_i$	0,08 ^{ns}	1,13 ^{**}	1,24^{**}	-0,19 ^{ns}	1,04 ^{**}	-0,30 ^{ns}	-0,50 ^{**}	-2,50^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO VV. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter *stay green* (notas)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$								
1	-0,36 ^{**}	0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,17 [*]	0,18 [*]	-0,29 ^{**}
2	0,18 [*]	-0,08 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,06 ^{ns}
3	0,03 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,22 [*]	0,32^{**}	-0,04 ^{ns}	-0,22 [*]	-0,14 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,55^{**}
4	-0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,23 ^{**}	0,06 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,20 [*]	-0,11 ^{ns}	0,38 ^{**}
5	0,14 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,23 ^{**}	-0,13 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,24 ^{**}
6	0,14 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,30 ^{**}	-0,39^{**}	0,16 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,20 [*]	-0,35^{**}
$\hat{g}_i$	-0,06 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,25^{**}	0,12^{ns}	0,11 ^{ns}	0,11 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO WW. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter peso de 300 grãos (g)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$								
1	1,30 ^{ns}	-3,24 ^{**}	0,92 ^{ns}	-0,59 ^{ns}	3,96^{**}	1,33 ^{ns}	-1,45 ^{ns}	-2,23 [*]	3,77 ^{**}
2	-2,83 [*]	-2,55 [*]	-0,02 ^{ns}	1,87 ^{ns}	1,58 ^{ns}	2,69 [*]	-1,75 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,43 ^{ns}
3	-0,18 ^{ns}	1,68 ^{ns}	-2,48 [*]	-1,90 ^{ns}	0,98 ^{ns}	2,31 [*]	-0,55 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-7,05 ^{**}
4	0,18 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	-2,89 ^{**}	-2,56 [*]	2,27 [*]	1,85 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,98 ^{ns}	-9,94^{**}
5	-1,21 ^{ns}	1,50 ^{ns}	2,58 [*]	1,09 ^{ns}	-2,24 [*]	-3,66 ^{**}	0,47 ^{ns}	1,48 ^{ns}	6,58^{**}
6	2,74 [*]	2,96 ^{**}	1,89 ^{ns}	2,10 ^{ns}	-6,54^{**}	-4,52 ^{**}	2,76 [*]	-1,39 ^{ns}	6,20 ^{**}
$\hat{g}_i$	-0,66 ^{ns}	2,72^{**}	-0,55 ^{ns}	2,33 ^{**}	0,52 ^{ns}	1,90 ^{**}	-2,74 ^{**}	-3,53^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO XX. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter número médio de fileiras por espiga

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$								
1	0,11 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,32^{**}	-0,01 ^{ns}	0,21 ^{**}	-0,18 [*]	-0,26^{**}	0,35^{**}
2	-0,06 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,21 [*]	0,13 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,00 ^{ns}
3	0,02 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,21 [*]	-0,05 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,21 ^{**}	0,00 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,43^{**}
4	-0,09 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,07 [*]
5	0,15 ^{ns}	0,17 [*]	-0,06 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,10 ^{**}
6	-0,13 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,27 ^{**}	-0,14 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,10 ^{**}
$\hat{g}_i$	0,40^{**}	-0,08 ^{ns}	0,27 ^{**}	-0,41 ^{**}	-0,30 ^{**}	-0,41^{**}	0,24 ^{**}	0,29 ^{**}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO YY. Estimativas das capacidades gerais de combinação ($\hat{g}_i$ e $\hat{g}_j$) das linhagens dos conjuntos A (IG-3) e B (IG-4) e das capacidades específicas de combinação ($\hat{s}_{ij}$) dos híbridos experimentais do Grupo II e respectivas significâncias para o caráter número médio de grãos por fileira na espiga

A	1	2	3	4	5	6	7	8	$\hat{g}_j$
B	$\hat{s}_{ij}$								
1	-0,38 ^{ns}	0,95 ^{**}	0,17 ^{ns}	0,50 ^{ns}	-0,85 [*]	0,09 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,65 ^{ns}	-0,18 ^{ns}
2	0,03 ^{ns}	0,91 [*]	1,37^{**}	0,17 ^{ns}	-1,62^{**}	-0,26 ^{ns}	-0,33 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	0,16 ^{ns}
3	1,05 ^{**}	-0,53 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,72 [*]	-0,75 [*]	-0,63 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,99^{**}
4	0,58 ^{ns}	0,66 ^{ns}	-1,05 ^{**}	-1,04 ^{**}	0,73 [*]	0,18 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,46 ^{**}
5	-0,85 [*]	-0,40 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,02 ^{**}	-0,07 ^{ns}	-0,81^{**}
6	-0,43 ^{ns}	-1,59 ^{**}	-0,27 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,78 [*]	0,59 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,67 ^{ns}	-0,63 ^{**}
$\hat{g}_i$	1,64^{**}	0,69 ^{**}	-0,48 [*]	0,06 ^{ns}	-1,02 ^{**}	-1,97^{**}	1,08 ^{**}	-0,01 ^{ns}	

^{ns}, * e ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste *t*, respectivamente.

ANEXO ZZ. Esquema da análise dialélica das estimativas do coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_1$) e do desvio padrão do desvio da regressão ($\hat{\sigma}_{\hat{\beta}}$) com os respectivos testes F

FV ¹	GL ²	QM	F
Híbridos experimentais	$N_1 N_2 - 1$	QM_H	QM_H / QM_R
CGC (A)	$N_1 - 1$	$QM_{CGC(A)}$	$QM_{CGC(A)} / QM_R$
CGC (B)	$N_2 - 1$	$QM_{CGC(B)}$	$QM_{CGC(B)} / QM_R$
CEC	$(N_1 - 1)(N_2 - 1)$	QM_{CEC}	QM_{CEC} / QM_R
Erro médio	$N_1 N_2 (J - 1)$	QM_R	

¹CGC (A) e CGC (B) são as capacidades gerais de combinação das linhagens dos conjuntos A e B, respectivamente; CEC é a capacidade específica de combinação. ² N_1 e N_2 são os números de linhagens dos conjuntos A e B, respectivamente; J é o número de repetições.