

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE
MILHO PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS NA SEGUNDA SAFRA
BRASILEIRA**

Ricardo Lozano Teixeira de Carvalho
Engenheiro Agrônomo

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE
MILHO PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS NA SEGUNDA SAFRA
BRASILEIRA**

**Ricardo Lozano Teixeira de Carvalho
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Vitti Mõro**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

2018

C331a Carvalho, Ricardo Lozano Teixeira de
Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho para produção
de grãos na segunda safra brasileira / Ricardo Lozano Teixeira de
Carvalho. – – Jaboticabal, 2018
xi, 41 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Gustavo Vitti Mõro
Banca examinadora: Marcelo Marchi Costa, Rinaldo Cesar de
Paula
Bibliografia

1. Interação genótipo x ambiente. 2. Regressão bissegmentada. 3.
Zea mays. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 631.52:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS NA SEGUNDA SAFRA BRASILEIRA

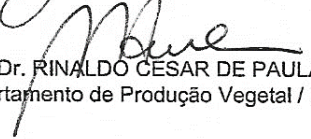
AUTOR: RICARDO LOZANO TEIXEIRA DE CARVALHO

ORIENTADOR: GUSTAVO VITTI MÔRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. GUSTAVO VITTI MÔRO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisador Dr. MARCELO MARCHI COSTA
LONGPING- HIGH TECH / Ribeirão Preto/SP


Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 18 de junho de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RICARDO LOZANO TEIXEIRA DE CARVALHO – nascido em São Paulo-SP, em 20 de outubro de 1987. Ingressou em 2006 no curso de Agronomia na Universidade Estadual Paulista – UNESP, câmpus de Botucatu-SP, onde foi estagiário do Departamento de Produção Vegetal e bolsista FAPESP de projeto de iniciação científica. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo em dezembro de 2010. Em 2011, trabalhou como auxiliar de pesquisa do Departamento de Ciências do Solo e de Plantas, na Oklahoma State University – OSU em Stillwater, Oklahoma, EUA. Em 2012, ingressou na Dow AgroSciences no departamento de Desenvolvimento de Produtos sendo o responsável pelas análises estatísticas de todos os resultados da rede de experimentação. Atualmente trabalha no Departamento de Desenvolvimento de Produtos da Long Ping High Tech sendo o responsável técnico da empresa para lançamento e posicionamento de híbridos de milho na região do sul de Minas Gerais e leste de São Paulo. Em fevereiro de 2016, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) na Universidade Estadual Paulista – câmpus de Jaboticabal-SP, sob orientação do Prof. Dr. Gustavo Vitti Môro.

“A tarefa não é ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém pensou sobre aquilo que todo mundo vê”.

Arthur Schopenhauer

Dedico

A Aníbal Esteves (*in memoriam*) por todos os ensinamentos transmitidos e incentivo para a realização deste trabalho.

Ofereço

A meus pais, Ricardo e Neusa, que me deram todas as condições para alcançar meus objetivos. À minha esposa Marcela, por todo o carinho e paciência. E à minha filha Lívia, por ser fonte de inspiração e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Gustavo Vitti Môro pela orientação e ensinamentos transmitidos durante o mestrado.

A todos os membros da banca de defesa, Prof. Dr. Rinaldo de Paula e o pesquisador Dr. Marcelo Marchi, pela disponibilidade em avaliar e contribuir com este trabalho.

À Universidade Estadual Paulista – Unesp, câmpus de Jaboticabal, e todo corpo docente do curso de Mestrado, pelos conhecimentos transmitidos durante as disciplinas e enriquecimento profissional e pessoal.

À toda a equipe de Desenvolvimento de Produtos da Long Ping High Tech pela condução dos experimentos utilizados neste trabalho e pela oportunidade e apoio ao curso.

À toda minha família que sempre me apoiou e me deu condições para alcançar meus objetivos, em especial, a meus pais Ricardo e Neusa, minhas irmãs Larissa e Pérola, e minha esposa Marcela.

A todos meu sincero OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Melhoramento genético de milho	3
2.2 Interação genótipo x ambiente	3
2.3 Adaptabilidade e estabilidade	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
4.1 Tropical Sul	15
4.2 Tropical Centro Oeste	23
4.3 Tropical Centro Leste	30
5 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS NA SEGUNDA SAFRA BRASILEIRA

RESUMO – Genótipos superiores têm alta capacidade de produção e resistência às principais doenças, porém o efeito do ambiente pode alterar essas características. Quando plantados em várias localidades, os genótipos podem se comportar de maneira diferente devido a sua adaptabilidade a cada região e a interação destes com o ambiente. O uso de sementes não adaptadas a região e o manejo inadequado são as principais causas de baixo rendimento nas lavouras de milho. Genótipos que respondem ao manejo utilizado, e que se comportam de maneira estável são fundamentais para obtenção de boa produtividade. Com base nisso este trabalho teve como objetivo avaliar a adaptabilidade, estabilidade e produtividade de grãos de híbridos experimentais e comerciais de milho para a segunda safra brasileira. Foram avaliados 33 híbridos, na segunda safra de 2016, em 39 locais, divididos em três macrorregiões (Tropical Sul, Tropical Centro Oeste e Tropical Centro Leste). Com as médias de produtividade de grãos obtidas após a realização da análise de variância, foram estimados os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade através de regressão linear bissegmentada. Os genótipos foram discriminados de acordo com sua adaptabilidade e estabilidade para cada região. Na região Tropical Sul o híbrido HC04 e HE16 são recomendados para ambientes favoráveis, pois respondem as melhorias de ambiente. Na região Tropical Centro Oeste o genótipo experimental HE16 também foi classificado como responsivo. E na tropical Centro Leste 85% dos genótipos foram estáveis. O genótipo HC07 é de adaptabilidade a ambientes desfavoráveis em todas as regiões. Os genótipos HC09 e HC10 são estáveis, de adaptabilidade ampla e com boa produtividade de grãos em todas as regiões.

Palavras chaves: interação genótipo x ambiente, regressão bissegmentada, *Zea mays*

ADAPTABILITY AND STABILITY OF CORN HYBRIDS FOR GRAIN PRODUCTION IN THE SECOND BRAZILIAN CROP

ABSTRACT – Superior genotypes have a high production capacity and resistance to major diseases, but environment effect can alter these traits. When planted in multiple locations, genotypes may behave differently due to their adaptability to each region and interaction with the environment. The planting of seeds not adapted to a region and the management used is one of the main causes of low yields in corn crops. Genotypes that respond to the management and behave in a stable way are essential to obtain a good yield. Thus, the aim of this study was to assess the adaptability, stability, and grain yield of experimental and commercial corn hybrids in the second Brazilian crop. Thirty-three hybrids were assessed in the second crop of 2016 in 39 sites divided into three macro-regions (Tropical South, Tropical Central West, and Tropical Central East). Adaptability and stability parameters were estimated by means of bissegmented linear regression with the average grain yield obtained after performing the analysis of variance. Genotypes were discriminated considering their adaptability and stability for each region. In the Tropical South region, the hybrids HC04 and HE16 are recommended for favorable environments since they respond to environmental improvements. The genotype HE16 was also recommended for favorable environments in the Tropical Central West. In the Tropical Center East 85% of hybrids were stable. The genotype HC07 is adaptable to unfavorable environments in all regions. The genotypes HC09 and HC10 are stable, with broad adaptability and good grain yield in all regions.

Keywords: genotype x environment interaction, bissegmented regression, *Zea mays*

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) sempre teve destaque ao longo do desenvolvimento da humanidade como um dos principais alimentos para o homem. Devido às suas características agrônômicas de alto valor nutritivo, hoje em dia é uma excelente fonte de matéria prima para a indústria alimentícia e, principalmente, utilizado como ingrediente na ração animal de suínos, aves e bovinos. Além disso, tem um papel econômico muito importante para o Brasil, proporcionando renda para toda a cadeia produtiva: produtor rural, instituições de pesquisa, indústria, distribuição e logística (TAKAHASHI, 2014).

Um dos maiores desafios dos tempos atuais é suprir a crescente demanda por alimentos, fibra e energia, dado o contínuo aumento populacional no mundo. Esse é o principal fator que impulsiona a agricultura na busca por produtividades cada vez maiores. E o Brasil tem papel de protagonista neste desafio, devido à sua capacidade de produção agrícola oriunda de sua extensão territorial, clima, solo e regime pluviométrico.

No Brasil foram produzidas 96 milhões de toneladas de milho na safra 2016/17, sendo 36 milhões de toneladas na primeira safra e 60 milhões de toneladas na segunda safra; em aproximadamente 17 milhões de hectares, sendo 70% dessa área na segunda safra. Assim o Brasil é o terceiro maior produtor mundial, atrás da China e dos EUA, e com uma produtividade média nacional de 5.600 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2017), essa produtividade média ainda é baixa se comparado a média dos EUA de 7.000 kg.ha⁻¹, que são os maiores produtores mundial (FIESP, 2018).

A baixa produtividade média é devido a uma combinação de fatores, como o plantio de sementes não adaptadas à região, a falta de investimento em tecnologia e manejo da lavoura e fatores ambientais não controláveis. Por outro, lado também é possível encontrar produtores altamente tecnificados, que conseguem obter produtividades acima de 16.000 kg.ha⁻¹ na primeira safra, utilizando genótipos adaptados à região e que respondem ao manejo utilizado (FIESP, 2018).

Nas últimas décadas, o milho tem apresentado taxas de crescimento de produção de 3% ao ano, e de área cultivada de 0,4% ao ano (CONAB, 2017). Para tanto são

necessários investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento de novos genótipos superiores aos que já estão disponíveis no mercado.

Os programas de melhoramento genético são os responsáveis por suprir esta necessidade, através de uma rede ensaios, expondo os genótipos às diversas condições de manejo e ambiente, a fim de encontrar a recomendação ideal de plantio para os produtores, minimizando os riscos de perdas de produtividade, e identificando genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção fenotípica e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993).

Todavia, um dos grandes problemas que se tem enfrentado é que, quando os genótipos são postos a competir em vários ambientes, a classificação relativa entre eles geralmente não é coincidente, o que dificulta a identificação daqueles efetivamente superiores. O conhecimento dos aspectos relacionados com a interação genótipo x ambiente permite a definição de genótipos com adaptação ampla ou específica, a escolha de locais de seleção mais apropriados e a determinação do número ideal de ambientes e de genótipos a serem avaliados em cada fase de seleção (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Nesse sentido, vários métodos genético-estatísticos foram propostos para medir a estabilidade e a adaptabilidade fenotípica. Suas diferenças provêm dos vários conceitos empregados e dos diferentes procedimentos estatísticos utilizados para suas determinações.

Através da metodologia proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989), do estudo de adaptabilidade e estabilidade, torna-se possível a identificação de cultivares com comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas.

Este trabalho teve como objetivo estimar a adaptabilidade, estabilidade e produtividade de grãos de híbridos de milho experimentais e comerciais, para as principais regiões produtoras da segunda safra brasileira; para recomendações técnicas eficientes de lançamento e posicionamento destes genótipos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Melhoramento genético de milho

O milho é a cultura que tem a maior variabilidade genética entre todas as plantas cultivadas por possuir cerca de 300 raças e dentro de cada raça, milhares de variedades (FORNASIERI FILHO, 2007).

É cultivado, praticamente, em todos os continentes e em diferentes condições climáticas, sendo que para cada região existem genótipos com adaptação específica, ou seja, existe variabilidade genética para as mais diversas condições ambientais no mundo. Essa exploração da variabilidade genética possibilitou ganhos de rendimentos de grãos, a resistência a diversas doenças e, principalmente, o desenvolvimento de genótipos adaptados às mais diversas condições e ecossistemas no mundo (FORNASIERI FILHO, 2007).

É necessário, portanto, identificar e selecionar genótipos superiores, através dos programas de melhoramento. A partir de uma população base pré-selecionada com foco nos objetivos atuais dos programas de melhoramento, que são o incremento da produtividade, aumento da tolerância aos estresses bióticos, resistência às principais doenças, resistências ao acamamento e quebramento, melhor qualidade de grão e maior rapidez para atingir o ponto de maturidade fisiológica.

Portanto, é fundamental que os experimentos de programas de melhoramento genético sejam instalados em diferentes condições edafoclimáticas e de manejo, para que se possa identificar o cultivar com maior estabilidade possível diante da diversidade ambiental. Deve se ressaltar que, por outro lado, genótipos com ampla adaptação são melhores na maioria dos locais, mas em determinadas condições ambientais podem não apresentar as mesmas características (CARVALHO et al., 2000).

2.2 Interação genótipo x ambiente

A principal consequência da ampla distribuição da área de cultivo de milho no

Brasil, é a grande possibilidade de comportamento diferenciado dos genótipos quando expostos a diferentes ambientes, devido a presença de efeitos da interação dos genótipos com os ambientes.

As variações ambientais podem ser classificadas, de acordo com Allard e Bradshaw (1964), como previsíveis e imprevisíveis. Nos fatores previsíveis, estão incluídos aqueles de efeitos permanentes como tipo de solo, fotoperíodo e aqueles em que o homem atua de forma direta como época de semeadura, tipo de adubação e métodos de colheita. Por outro lado, as variações imprevisíveis são aquelas que ocorrem ao acaso como as flutuações climáticas atípicas, distribuição irregular de chuvas, incidência de pragas e doenças, dentre outras.

A presença da interação, provoca um aumento do desvio padrão fenotípico, reduzindo a herdabilidade ao longo dos ambientes e, conseqüentemente, diminuindo os ganhos genéticos (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2004).

O método mais utilizado para a detecção da interação genótipo x ambiente é a análise de variância, usando análise conjunta de experimentos, sendo a magnitude dessa interação determinada por meio de teste estatístico adequado, normalmente o teste F (GUIMARÃES, 2013).

Pode-se observar três possíveis situações: ausência de interação, interação simples e interação complexa. A interação pode ser simples, quando não causa mudança na classificação dos genótipos entre ambientes, ou complexa, quando altera esta classificação. A interação simples indica a presença de genótipos adaptados a ampla faixa de ambientes, assim a recomendação de cultivares pode ser feita de forma generalizada. A interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares, trazendo complicações ao melhorista, uma vez que a recomendação é restrita a ambientes específicos (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993).

Dessa forma, os estudos sobre a interação genótipos x ambientes são de grande importância para os programas de melhoramento. No entanto não proporcionam informações úteis à seleção. Uma vez detectada a interação, há alternativas para se atenuar os seus efeitos. Entre essas alternativas, a mais empregada é a identificação de

genótipos com maior estabilidade, para isso, deve se realizar estudos de adaptabilidade e estabilidade, com as quais se torna possível identificar cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, seja em condições específicas ou amplas (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2004).

2.3 Adaptabilidade e estabilidade

Segundo Vencovsky e Barriga (1992), a adaptabilidade e a estabilidade, embora sejam fenômenos relacionados, não devem ser considerados como um só. Adaptabilidade é a resposta de um genótipo a um determinado ambiente. Quando o genótipo se beneficia do ambiente (ambientes favoráveis) ou quando é capaz de manter suas características em um ambiente desfavorável. Estabilidade é a capacidade dos genótipos apresentarem um comportamento previsível de acordo com as variações das condições do ambiente.

Mariotti et al. (1976, apud SANTOS, 2016) utilizam o termo adaptabilidade para designar a capacidade potencial dos genótipos de responderem vantajosamente frente ao estímulo ambiental, do ponto de vista da produtividade. A estabilidade é considerada como a capacidade dos genótipos de exibirem um desempenho previsível frente as variações ambientais. Cruz, Carneiro e Regazzi (2004) referem-se à estabilidade como sendo a capacidade dos genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo ambiental.

Nesse sentido, vários métodos genético-estatísticos foram propostos para medir a estabilidade e a adaptabilidade fenotípica. Suas diferenças provêm dos vários conceitos empregados e dos diferentes procedimentos estatísticos utilizados para suas determinações. Destacam-se os métodos não paramétricos, os baseados em variância da interação genótipo x ambientes, regressão linear simples, regressão linear bissegmentada, regressão não linear e métodos multivariados (GARBUGLIO, 2010).

A regressão é o processo mais utilizado no estudo de estabilidade. Ela foi inicialmente proposta por Yates e Cochran (1938), porém, recebeu mais notoriedade por meio dos trabalhos de Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russel (1966).

Os métodos propostos por Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russel (1966) baseiam-se em análise de regressão linear unissegmentada, que medem a resposta de cada genótipo às variações ambientais.

No método de Finlay e Wilkinson (1963), para cada genótipo é computada uma regressão linear simples em relação a um índice ambiental, definido como a constante obtida pela diferença entre a média de todos os genótipos no ambiente e a média geral. Os conceitos de adaptabilidade e estabilidade estão relacionados com os coeficientes de regressão linear e com a média do genótipo e nenhuma inferência é feita em relação ao ajuste das equações de regressão, pressupondo-se que a transformação logarítmica proporcione uma adequação satisfatória do modelo de regressão linear. Segundo Cruz, Carneiro e Regazzi (2004), nas análises de regressão quando realizadas com dados previamente transformados para uma escala logarítmica, é possível induzir alto grau de linearização.

Eberhart e Russel (1966) expandiram o modelo proposto por Finlay e Wilkinson (1963), sob o aspecto que tanto os coeficientes de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao índice ambiental quanto os desvios desta regressão proporcionariam estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. Assim, pela metodologia destes autores é considerado que um genótipo com coeficiente de regressão superior a 1,0 tem comportamento consistentemente melhor em ambientes favoráveis, enquanto um que apresenta coeficiente de regressão inferior a 1,0 é tido como de desempenho relativamente melhor em ambientes desfavoráveis. A magnitude e a significância da variância dos desvios da regressão dão uma estimativa da previsibilidade do genótipo. Desse modo, Eberhart e Russel (1966) consideram como genótipo ideal aquele que apresenta alta produtividade média, coeficiente de regressão igual a 1,0 e desvio de regressão o menor possível.

A diferença básica entre os modelos de Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russel (1966) é que a primeira sugere uma transformação logarítmica dos dados, enquanto a segunda utiliza parâmetros de regressão e desvios para avaliar a adaptabilidade e estabilidade, e o padrão de resposta do genótipo ao ambiente.

A principal crítica ao modelo de regressão linear é baseada no fato do índice ambiental não ser independente da variável resposta, devido ao índice ser estimado a partir da resposta média ambiental. Porém, o efeito dessa dependência diminui com o aumento do número de genótipos (GARBUGLIO, 2010).

Segundo Cruz, Carneiro e Regazzi (2004), as metodologias tradicionais são incapazes de reconhecer o genótipo ideal, uma vez que se avalia um único coeficiente de regressão, o qual é estimado em uma única análise em que se consideram todos os ambientes testados. Nessas metodologias, o genótipo ideal corre o risco de ser descartado, pois, tendo uma dupla inclinação, ou seja, comportamento não linear, seus desvios, que deveriam ser examinados nos diferentes ambientes, poderiam ser relativamente altos em relação à reta estimada.

Visando solucionar este problema, Verma, Chahal e Murty (1978) propuseram a separação dos ambientes em dois grupos (favorável e desfavorável) e, então, é ajustado um modelo de regressão linear simples para cada ambiente. A divisão é feita com base no índice ambiental, que representa o desvio de cada média ambiental em relação à média geral. São considerados como ambientes desfavoráveis aqueles com índice negativo ou zero e, como ambientes favoráveis, aqueles com índices positivos.

Recomenda-se adicionalmente, que o grupo de ambientes favoráveis deva incluir, também, o ambiente de menor índice negativo para a continuidade das duas linhas de regressão (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2004). Esta classificação de ambientes é simples e pode não ser satisfatória quando houver poucos genótipos (FERREIRA et al., 2016). Por esta razão, Silva e Barreto (1986) propuseram um modelo de regressão linear bissegmentado em que os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade seriam estimados por meio do ajuste de uma única equação, representado pela reta bissegmentada.

Cruz, Torres e Vencovsky (1989) apresentaram uma extensão da metodologia proposta por Silva e Barreto (1986), tornando-a operacionalmente mais simples e com propriedades estatísticas mais adequadas aos propósitos do melhoramento. Esse modelo é descontínuo na junção dos dois segmentos de reta de ambientes desfavoráveis e favoráveis.

A diferença entre esta metodologia e a de Silva e Barreto (1986) é que na de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) as duas linhas de regressão não se tocam necessariamente no ponto onde o índice ambiental é igual a zero, desta forma tem-se descontinuidade na regressão, avaliando a adaptabilidade de forma separada entre os ambientes favoráveis e desfavoráveis. Já a estabilidade é avaliada por dois parâmetros, os desvios da regressão de cada genótipo (σ^2) em função das variações ambientais e o coeficiente de determinação de cada genótipo R^2 .

Neste modelo, o genótipo tido como ideal apresenta média geral adequada ao caráter, ou seja, boa média de produtividade, o menor desvio de regressão possível, capacidade de manter suas características nos ambientes desfavoráveis, evitando grandes perdas de produtividade, e que seja responsivo nos ambientes favoráveis. Portanto o genótipo ideal deve ter produtividade acima da média, coeficiente de regressão linear menor do que 1,0 para ambientes desfavoráveis, e maior do que 1,0 para ambientes favoráveis e desvio de regressão igual a zero (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989).

É importante ressaltar que os parâmetros que determinam a estabilidade são específicos para os genótipos avaliados, bem como para os ambientes analisados, não podendo extrapolar esses resultados para outros materiais e ambientes (YATES; COCHRAN, 1938).

Assim, pode se concluir que os estudos de estabilidade e adaptabilidade são basicamente, procedimentos estatísticos que permitem identificar as cultivares de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos utilizados neste trabalho foram conduzidos na segunda safra de milho brasileira no ano de 2016, nas principais regiões produtoras da cultura. Todos os 39 locais fazem parte da rede ensaios de desenvolvimento de produtos da “Long Ping High Tech”. Todos os locais, com data de plantio, descrição da semeadura e região estão detalhados na Tabela 1.

A segunda safra de milho pode ser dividida em 3 macrorregiões com características edafoclimáticas semelhantes, conforme mostrado na Figura 1. As análises estatísticas foram realizadas separadamente para cada uma das três macros regiões produtoras de milho na segunda safra.

A região Tropical Centro Oeste é a principal região produtora de milho segunda safra, com 4,2 milhões de hectares cultivados na segunda safra de 2016 (CONAB, 2017), compreende o estado do Mato Grosso e o centro-norte do Mato Grosso do Sul. A busca de genótipos altamente produtivos, adaptados à região, com boa tolerância ao estresse hídrico, são os principais objetivos dos programas de melhoramento para a região.

A região Tropical Sul possui 3,8 milhões de hectares cultivados (CONAB, 2017). Esta região compreende o Centro-Oeste e Norte do Paraná, Sul do Mato Grosso do Sul e Sudoeste de São Paulo, sendo caracterizada pela rotação com a cultura da soja no verão, e exigindo híbridos com alto potencial produtivo aliado a uma boa qualidade de grão.

A região Tropical Centro Leste contempla essencialmente os estados de Goiás e Minas Gerais, com aproximadamente 2,4 milhões de hectares plantados na segunda safra de 2016 (CONAB, 2017). Essa região tem como características a busca por genótipos com alta produtividade, estabilidade produtiva frente aos diversos níveis de investimento encontrados na região, aliado à tolerância a estresse hídrico e qualidade de colmo e grão.

Tabela 1. Identificação dos locais, macrorregião, data de plantio e colheita, espaçamento entre linhas e densidade populacional.

#	Local de Plantio	Macrorregião	Data de Plantio	Data de Colheita	Espaçamento (m)	Densidade Plantas/ha
1	Aral Moreira-MS	Tropical Sul	8-Feb-16	25-Jul-16	0.80	53745
2	Cambe-PR	Tropical Sul	4-Mar-16	12-Aug-16	0.50	69000
3	Cascavel-PR	Tropical Sul	25-Jan-16	26-Jun-16	0.50	70000
4	Ivatuba-PR	Tropical Sul	1-Feb-16	1-Jul-16	0.45	66898
5	Maracaju-MS	Tropical Sul	27-Feb-16	9-Aug-16	0.50	62879
6	Nova Aurora-PR	Tropical Sul	23-Jan-16	30-Jun-16	0.45	60417
7	Boa Esperança-PR	Tropical Sul	8-Feb-16	16-Jul-16	0.45	61111
8	Floresta-PR	Tropical Sul	25-Jan-16	29-Jun-16	0.50	64340
9	Palotina-PR	Tropical Sul	11-Feb-16	7-Jul-16	0.45	60340
10	Paranapanema-PR	Tropical Sul	9-Feb-16	25-Jul-16	0.45	57937
11	Ponta Porã-MS	Tropical Sul	12-Feb-16	4-Aug-16	0.50	61523
12	Primeiro de Maio-PR	Tropical Sul	13-Feb-16	25-Jul-16	0.50	63021
13	Rio Brilhante-MS	Tropical Sul	16-Feb-16	13-Jul-16	0.60	57449
14	Santa Mariana-PR	Tropical Sul	5-Mar-16	5-Aug-16	0.80	54123
15	São M. do Iguaçu-PR	Tropical Sul	28-Jan-16	19-Jun-16	0.45	60992
16	Sidrolândia-MS	Tropical Sul	16-Feb-16	27-Jul-16	0.60	58491
17	Ubiratã-PR	Tropical Sul	25-Jan-16	8-Jun-16	0.45	60455
18	Campo N. do Parecis-MT	Tropical Centro Oeste	3-Feb-16	20-Jun-16	0.50	59792
19	Campo Verde-MT	Tropical Centro Oeste	25-Feb-16	30-Jun-16	0.50	58295
20	Decioliandia-MT	Tropical Centro Oeste	2-Feb-16	9-Jun-16	0.50	56042
21	Itiquira-MT	Tropical Centro Oeste	9-Feb-16	27-Jun-16	0.50	56250
22	Lucas do R. Verde-MT1	Tropical Centro Oeste	21-Feb-16	23-Jun-16	0.50	55625
23	Lucas do R. Verde-MT2	Tropical Centro Oeste	7-Feb-16	9-Jun-16	0.50	64306
24	Nova Mutum-MT	Tropical Centro Oeste	15-Feb-16	6-Jul-16	0.50	59184
25	Nova Ubiratã-MT	Tropical Centro Oeste	4-Feb-16	14-Jun-16	0.50	60417
26	Sorriso-MT	Tropical Centro Oeste	2-Feb-16	3-Jun-16	0.50	63090
27	Vera-MT1	Tropical Centro Oeste	3-Feb-16	10-Jun-16	0.45	62731
28	Vera-MT2	Tropical Centro Oeste	25-Feb-16	20-Jun-16	0.45	58102
29	Acreúna-GO	Tropical Centro Leste	8-Feb-16	23-Jun-16	0.45	60737
30	Araçatuba-SP	Tropical Centro Leste	10-Mar-16	2-Aug-16	0.70	53812
31	Araguari-MG	Tropical Centro Leste	17-Feb-16	27-Jul-16	0.50	60093
32	C. das Alagoas-MG	Tropical Centro Leste	20-Feb-16	30-Jun-16	0.50	59087
33	Cristalina-GO	Tropical Centro Leste	28-Jan-16	27-May-16	0.50	62692
34	Guáira-SP	Tropical Centro Leste	15-Mar-16	4-Aug-16	0.50	60810
35	Jatai-GO	Tropical Centro Leste	30-Jan-16	18-Jun-16	0.45	60630
36	Montividiu-GO	Tropical Centro Leste	17-Feb-16	27-Jul-16	0.50	68657
37	Planaltina-GO	Tropical Centro Leste	5-Feb-16	8-Jun-16	0.50	62837
38	Santa H. de Goiás-GO	Tropical Centro Leste	3-Mar-16	1-Aug-16	0.50	54327
39	Vianópolis-GO	Tropical Centro Leste	11-Feb-16	1-Jul-16	0.50	57500



Figura 1. Identificação das macrorregiões produtoras de milho segunda safra no Brasil: Tropical Centro Oeste (verde), Tropical Centro Leste (laranja), Tropical Sul (azul).

Neste trabalho foram utilizados 33 genótipos de milho, dos quais 12 são híbridos comerciais da “Long Ping High Tech”, 7 são híbridos experimentais em estágio avançado do programa de melhoramento da empresa e 14 testemunhas de participação relevante no mercado. Os genótipos com ciclo de maturidade fisiológica, tipo de híbrido e regiões em que foram avaliados estão na Tabela 2. Todos os genótipos são geneticamente modificados apresentando genes de resistência às principais lagartas que atuam como pragas na cultura do milho e genes de resistência a herbicidas.

Tabela 2. Genótipos de milho avaliados, tipo de híbrido, ciclo, descrição e região de plantio: Tropical Sul (TS), Tropical Centro Oeste (TCO). Tropical Centro Leste (TCL).

Genótipos	Ciclo	Tipo Cruzamento	Descrição	Região avaliada
HC01	6.5	Triplo	Comercial	TS
HC02	3.5	Simple Mod.	Comercial	TS - TCO - TCL
HC03	4.5	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HC04	5.0	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HC05	5.5	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HC06	6.5	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HC07	5.0	Simple Mod.	Comercial	TS - TCO - TCL
HC08	3.5	Simple	Comercial	TS
HC09	5.5	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HC10	6.0	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HC11	6.5	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HC12	7.0	Simple	Comercial	TS - TCO - TCL
HE13	6.5	Simple	Experimental	TS - TCO - TCL
HE14	4.5	Simple	Experimental	TS
HE15	4.0	Simple	Experimental	TS
HE16	4.0	Simple	Experimental	TS - TCO - TCL
HE17	4.0	Simple	Experimental	TCO - TCL
HE18	5.5	Simple	Experimental	TCO - TCL
HE19	6.0	Simple	Experimental	TCO - TCL
HT20	4.5	Simple	Testemunha	TS - TCO - TCL
HT21	4.0	Simple	Testemunha	TS
HT22	6.5	Simple	Testemunha	TS
HT23	5.0	Simple Mod.	Testemunha	TS
HT24	4.0	Simple	Testemunha	TS
HT25	5.0	Simple	Testemunha	TS
HT26	4.0	Triplo	Testemunha	TS
HT27	6.0	Simple	Testemunha	TS - TCO - TCL
HT28	6.0	Simple	Testemunha	TS - TCO - TCL
HT29	3.5	Simple	Testemunha	TS
HT30	5.0	Simple	Testemunha	TS - TCO
HT31	3.5	Simple	Testemunha	TCO
HT32	6.5	Simple	Testemunha	TCL
HT33	3.5	Simple	Testemunha	TCL

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com duas repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de quatro metros de comprimento. Foram instaladas bordaduras laterais, frontais e posterior, com plantio realizado por meio de matraca ou semeadora manual. Foi considerado como parcela útil, as duas linhas centrais de cada parcela. Todas as plantas destas duas linhas centrais foram colhidas para obtenção da produção de grãos. A produção de grãos foi corrigida para a umidade de referência de 13% e convertida para $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. O estande final foi obtido a partir da contagem do número de plantas das duas linhas centrais.

Para cada macrorregião foi feita análise de variância por local, e também conjunta a fim de identificar a interação genótipo x ambiente. Na análise conjunta considerou-se os genótipos como efeito fixo e os ambientes como efeito aleatório. Foi verificado a razão entre o maior e menor quadrado médio do resíduo, com a finalidade de avaliar a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos.

A fim de identificar os genótipos mais produtivos foram feitos testes de médias por local utilizando o teste de Scott-Knott, e também o teste de média conjunto entre todos os ambientes utilizando o teste DMS-t.

Visando futuras recomendações de posicionamento e tomada de decisões de avanço dos genótipos dentro do programa de melhoramento, os dados foram submetidos a análise de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Regressão Linear Bissegmentada proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989), capaz de medir a resposta do genótipo diante de dois tipos de ambientes, caracterizados como favoráveis e desfavoráveis, através de índices ambientais. Os parâmetros de adaptabilidade são: a média (β_0), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis (β_1), e aos ambientes favoráveis ($\beta_1 + \beta_2$). A estabilidade dos materiais foi avaliada pelo desvio de regressão σ^2 de cada cultivar, de acordo com as variações ambientais. Foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \beta_0 i + \beta_1 i l_j + \beta_2 i T(l_j) + \sigma_{ij} + \epsilon_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} : Média da cultivar i no ambiente j ;

l_j : Índice ambiental;

$T_{ij} = 0$ se $l_j < 0$; $T_{ij} = l_j - l_+$ se $l_j > 0$, sendo l_+ a média dos ambientes l_j positivos;

β_0 : Média geral da cultivar i ;

β_1 : Coeficiente de regressão linear associado à ambientes desfavoráveis;

$\beta_1 + \beta_2$: Coeficiente de regressão linear associado à ambientes favoráveis;

σ^2 : Desvio de regressão linear;

ϵ_{ij} : Erro médio associado à média.

Segundo este método, o genótipo desejável é aquele que apresenta média alta, o menor valor possível de β_1 nos ambientes desfavoráveis, maior valor possível de $\beta_1 + \beta_2$ nos ambientes favoráveis, e o desvio da regressão σ^2 o mais próximo de zero possível, associado ao R^2 elevado, mostrando um bom ajuste dos dados à reta de regressão.

Todos as análises estatísticas foram realizadas com o software GENES (CRUZ, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Tropical Sul

Para a Região Tropical Sul, as análises indicam que foram altamente significativos, a 1% de probabilidade pelo teste de F a interação genótipo x ambiente, indicando que ocorreu comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes (Tabela 3). Foi verificada a razão entre o maior e menor quadrado médio do resíduo, com a finalidade de avaliar a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos, obtendo-se valor de 6,5 para produção de grãos, indicando que há homogeneidade da variância residual e que a análise conjunta pode ser realizada (PIMENTEL-GOMES, 2009).

O coeficiente de variação para a produção de grãos, obtido através da Análise de Variância conjunta entre todos os ambientes da região Tropical Sul, foi de 9,2% (Tabela 3), adequado ao caráter, mostrando uma boa precisão e qualidade dos ensaios cultivados (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995).

Pela análise conjunta entre as médias gerais, através do teste DMS-t (Tabela 3), verifica-se que 11 genótipos ficaram abaixo da média geral, de 8.774 kg.ha⁻¹, enquanto outros 16 genótipos ficaram acima dessa média. Do grupo de genótipos do portfólio comercial destacam-se os genótipos HC03, HC12, HC10 diferenciando-se estatisticamente das testemunhas HT25 e HT21. Dos genótipos experimentais, o HE15 diferenciou-se estatisticamente apenas da testemunha HT25. Os demais genótipos comerciais e experimentais não diferiram de nenhuma testemunha.

As análises de variância individual demonstraram que nos locais de Boa Esperança-PR, Ponta Porã-MS e Ubitatã-PR não houve diferenças significativas entre os genótipos para a produção de grãos, pelo teste de F. Nos demais locais houve diferenças significativas entre os genótipos, que foram comparados através do teste de Scott-Knott (Tabela 3), destacando-se o genótipo HC03, com maior média de produtividade entre todos os genótipos na média de todos os locais e sendo mais produtivo ou não apresentando diferença significativa para outros genótipos em 82% dos locais. Nos

ensaios localizados nos municípios de Cascavel-PR e Ubitatã-PR, o genótipo HC03 se diferenciou estatisticamente de todas as testemunhas, exceto HT28 e HT30.

O genótipo HC12 também se destacou ficando em segundo lugar em média de produtividade geral e sendo melhor ou não apresentando diferença significativa para os outros genótipos em 76% dos locais. Em Floresta-PR e Ubitatã-PR esse genótipo se diferenciou de todas as testemunhas exceto HT28 e HT30. Em Primeiro de Maio-PR, o HC12 se diferenciou de todas as testemunhas, exceto HT30 e HT27.

Dentre os genótipos experimentais, o HE15 foi o que obteve melhor média de produtividade, sendo melhor ou não apresentando diferença significativa para os outros genótipos em 58% dos locais. Em Ubitatã-PR e Floresta-PR, diferenciou-se de todas as testemunhas, exceto das testemunhas HT28 e HT30.

A região Tropical Sul compreende diversas microrregiões com bastante diversidade climática, por isso o comportamento diferenciado dos genótipos na maioria dos ambientes já era esperado. Porém, de uma maneira geral, para o caráter produção de grãos para genótipos em fase final de programas de melhoramento e genótipos já comerciais é esperado pouca diferença significativa. Porém, quando analisamos ambientes específicos, observamos bastante diferença entre os genótipos, que pode estar relacionada com a capacidade de adaptação às condições específicas (RIBEIRO; PATTO; FERREIRA, 2000).

De acordo com o método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), 58% dos ambientes foram classificados como favoráveis e 42% desfavoráveis (Tabela 3).

Foi possível verificar que 70% dos híbridos tiveram o parâmetro β_1 de adaptabilidade igual a 1 pelo teste t com probabilidade a 5%, considerando, assim, de adaptabilidade geral ou ampla (Tabela 4). Dentre eles estão todos os híbridos experimentais avaliados.

Os genótipos comerciais HC07 e HC08 e as testemunhas HT20, HT21, HT25 obtiveram o parâmetro β_1 menor que 1, o que os caracteriza como genótipos adaptados a ambientes desfavoráveis, ou seja, com características de defensividade, que conseguem manter suas características mesmo quando não se tem condições ambientais ótimas. Porém, estes genótipos não tendem a responder com alta

produtividade com a melhoria do ambiente. Já o genótipo comercial HC06 e as testemunhas HT28 e HT30 obtiveram o parâmetro β_1 maior que 1, o que os caracteriza como híbridos exigentes de boas condições de manejo e ambiental (HAMAWAKI; SANTOS, 2003).

Para os ambientes favoráveis, os híbridos HC04, HE16 e HT30 obtiveram o parâmetro $\beta_1+\beta_2$, acima de 1 pelo teste t, o que os caracteriza como híbridos adaptados aos ambientes favoráveis, ou seja, aqueles que respondem positivamente às melhorias do ambiente. Isso indica que esses genótipos devem ser posicionados em produtores com alta tecnologia de manejo. Como exemplificado pela Figura 2, onde é possível ver, através do gráfico de regressão bissegmentada, o híbrido HC04 respondendo positivamente com a melhoria do ambiente, frente a testemunha HT25 que apresentou o parâmetro $\beta_1+\beta_2$, igual de 1 pelo teste t a 5% de probabilidade.

Para o conceito de estabilidade, tivemos 52% dos híbridos com desvio de regressão $\sigma = 0$ pelo teste t, ou seja, que apresentaram alta estabilidade ou previsibilidade. Dentre eles destacam-se os híbridos experimentais HE13, HE14; os híbridos comerciais HC10, HC01, HC09, HC05 e HC11 todos eles não diferindo estatisticamente da produtividade do primeiro colocado na análise conjunta. Dentre as testemunhas, os genótipos HT28, HT30, HT27, HT14, HT26 E HT29 foram considerados estáveis, com $\sigma = 0$ pelo teste t.

O material ideal preconizado pelo modelo, aquele com $\beta_1 < 1$, $\beta_1+\beta_2 > 1$ e $\sigma = 0$, aliado a alta média de produtividade não foi encontrado (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989). Porém, analisando os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em conjunto, destacam-se os genótipos do portfólio comercial HC10, HC09, HC05, HC01, HC11, podendo ser recomendados para a região Tropical Sul, pois obtiveram boa média de produtividade, parâmetro de adaptabilidade $\beta_1=1$, caracterizando-os como de adaptabilidade ampla, parâmetro de estabilidade $\sigma = 0$, caracterizando-os como híbridos de alta previsibilidade ou estabilidade. Sendo assim, constituem excelentes opções de plantio para a região Tropical Sul, tanto em ambientes favoráveis como desfavoráveis.

Dentre os genótipos experimentais destacam-se os híbridos HE13 e HE14, com alta produtividade e parâmetros de adaptabilidade $\beta_1=1$ e de estabilidade $\sigma=0$,

caracterizando-os como de adaptabilidade ampla, de alta previsibilidade ou estabilidade (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY,1989). Sendo assim, surgem como excelentes opções de futuros lançamentos comerciais para a região.

As testemunhas HT24, HT29 e HT26 destacaram-se como potenciais concorrentes para a região, pois obtiveram boa média de produtividade com adaptabilidade ampla e alta previsibilidade.

Tabela 3. Resultado da análise de variância conjunta e individual, teste de média conjunto DMS-t, teste de média individual Scott-Knott, classificação dos ambientes em Favoráveis (F) e desfavoráveis (D) de acordo com Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de genótipos de milho na região Tropical Sul.

RNK	Genótipo	DMS - t	Ubiratã-PR	Cascavel-PR	Paranapanema-SP	Nova Aurora-PR	Ivatuba-PR
1	HC03	9.667 a	12.413 A a	12.153 A a	10.253 B b	10.479 B a	10.359 B a
2	HC12	9.564 ab	11.075 A a	10.289 A b	10.758 A b	10.892 A a	11.627 A a
3	HT28	9.438 ab	11.999 A a	12.482 A a	10.878 B b	12.035 A a	10.631 B a
4	HC10	9.421 ab	10.998 A a	11.600 A a	10.621 A b	10.042 A a	10.575 A a
5	HT30	9.321 abc	12.226 A a	12.470 A a	9.827 B c	10.913 B a	10.689 B a
6	HT22	9.239 abc	10.162 C b	11.255 B b	12.916 A a	10.098 C a	9.217 C b
7	HE15	9.187 abc	11.236 A a	10.933 A b	9.556 B c	10.070 B a	9.100 B b
8	HC01	9.095 abcd	11.254 A a	10.677 A b	9.379 B c	10.653 A a	10.614 A a
9	HE16	9.088 abcd	13.250 A a	10.539 B b	10.049 B c	8.895 B b	10.056 B a
10	HC04	9.011 abcd	12.018 A a	11.085 A b	10.627 A b	10.704 A a	10.195 A a
11	HC09	9.000 abcd	10.499 A b	9.572 A c	11.535 A b	10.057 A a	9.770 A a
12	HC05	8.995 abcd	9.439 A c	10.517 A b	10.031 A c	10.822 A a	9.781 A a
13	HT27	8.983 abcd	9.195 A c	9.178 A c	10.655 A b	10.190 A a	10.328 A a
14	HC11	8.946 abcd	10.485 A b	10.722 A b	9.953 A c	11.235 A a	10.324 A a
15	HT23	8.936 abcd	10.220 B b	9.268 B c	10.092 B c	12.379 A a	10.434 B a
16	HC06	8.791 abcd	9.456 B c	11.225 A b	11.508 A b	9.609 B a	10.807 A a
17	HE13	8.613 abcd	10.231 A b	10.213 A b	8.982 A c	9.076 A b	9.313 A b
18	HT24	8.545 abcd	10.208 A b	10.447 A b	7.577 B c	9.120 A b	8.608 A b
19	HE14	8.474 abcd	10.413 A b	11.045 A b	9.272 B c	10.349 A a	8.109 B b
20	HT20	8.387 abcd	10.336 A b	9.196 A c	9.522 A c	6.838 B c	10.023 A a
21	HT26	8.379 abcd	10.088 A b	10.439 A b	8.531 B c	9.157 A b	8.763 B b
22	HC07	8.362 abcd	11.411 A a	8.944 B c	9.229 B c	8.502 B b	8.733 B b
23	HT29	8.105 abcd	9.711 A b	9.376 A c	9.795 A c	8.774 A b	9.235 A b
24	HC02	8.028 bcd	10.604 A b	9.869 A c	9.125 A c	7.506 B c	8.853 A b
25	HC08	8.019 bcd	11.221 A a	10.276 A b	9.129 B c	7.661 C c	8.190 C b
26	HT21	7.774 cd	8.292 A c	8.318 A c	9.813 A c	8.851 A b	8.373 A b
27	HT25	7.535 d	8.339 B c	10.735 A b	8.081 B c	6.252 C c	8.311 B b
	Média	8.774	10.621	10.475	9.914	9.672	9.667
	QM (TRAT)	10.696**	2.772ns	2.203*	2.452**	4.352**	1.829**
	QM AMB	91.682**					
	QM AMB x GEN	1.375**					
	CV%	9.2	11.8	9.5	9.2	7.2	8.1
	Ambiente F ou D		F	F	F	F	F

Médias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal e letras minúsculas na vertical constituem grupo estatístico homogêneo;

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Continua...

Tabela 3. Resultado da análise de variância individual, teste de média conjunto DMS-t, teste de média individual Scott-Knott, classificação dos ambientes em Favoráveis (F) e desfavoráveis (D) de acordo com Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) de genótipos de milho na região Tropical Sul (Continuação).

RNK	Genótipo	Floresta-PR	Maracaju-MS	Palotina-PR	Sidrolândia-MS	Boa Esperança-PR	São M. Iguçu-PR
1	HC03	9.387 B b	10.265 B a	9.588 B a	9.858 B a	10.207 B a	10.447 B a
2	HC12	11.283 A a	9.625 A a	9.008 B a	8.659 B b	8.511 B a	11.078 A a
3	HT28	10.821 B a	9.942 B a	10.518 B a	10.048 B a	8.695 C a	10.278 B a
4	HC10	9.994 A b	10.207 A a	9.597 A a	10.007 A a	9.668 A a	9.450 A b
5	HT30	11.575 A a	10.589 B a	8.854 C a	8.576 C b	8.704 C a	9.162 C b
6	HT22	9.690 C b	9.116 C b	10.479 C a	9.683 C a	8.524 C a	10.008 C a
7	HE15	10.786 A a	9.558 B a	8.389 C b	9.488 B a	9.575 B a	9.098 B b
8	HC01	9.373 B b	9.464 B a	10.196 A a	10.014 A a	8.795 B a	8.864 B b
9	HE16	7.265 C d	10.705 B a	9.381 B a	9.916 B a	8.458 C a	6.972 C c
10	HC04	8.605 B c	9.518 B a	9.286 B a	9.101 B a	9.025 B a	7.996 C c
11	HC09	10.183 A b	8.940 A b	9.370 A a	8.989 A a	8.913 A a	9.100 A b
12	HC05	9.041 A c	10.063 A a	8.542 A b	8.020 B b	10.195 A a	8.727 A b
13	HT27	9.958 A b	10.432 A a	9.108 A a	9.509 A a	9.335 A a	7.742 B c
14	HC11	8.922 B c	8.342 B b	9.927 A a	8.645 B b	8.975 B a	8.768 B b
15	HT23	9.196 B b	8.799 B b	9.540 B a	10.194 B a	7.364 C a	10.230 B a
16	HC06	9.042 B c	9.193 B b	9.588 B a	8.366 B b	10.002 B a	7.821 C c
17	HE13	9.966 A b	9.247 A b	8.224 A b	9.097 A a	7.845 B a	9.738 A a
18	HT24	9.510 A b	8.935 A b	9.538 A a	8.736 A b	8.970 A a	8.232 A c
19	HE14	10.279 A b	7.951 B b	9.102 B a	8.020 B b	8.273 B a	8.682 B b
20	HT20	6.405 B d	9.071 A b	8.618 A b	9.370 A a	8.633 A a	8.764 A b
21	HT26	9.569 A b	9.338 A a	9.313 A a	8.717 B b	7.999 B a	7.947 B c
22	HC07	8.697 B c	8.735 B b	8.150 B b	8.987 B a	9.092 B a	6.211 C c
23	HT29	8.676 A c	8.016 A b	8.421 A b	7.588 B b	9.332 A a	8.007 A c
24	HC02	9.202 A b	8.348 A b	7.898 B b	7.498 B b	8.800 A a	7.535 B c
25	HC08	7.691 C d	8.474 C b	8.177 C b	8.770 B b	7.599 C a	7.146 C c
26	HT21	8.405 A c	8.253 A b	7.088 B b	6.612 B b	8.409 A a	9.266 A b
27	HT25	7.303 C d	8.251 B b	6.934 C b	8.165 B b	8.277 B a	7.979 B c
Média		9.289	9.236	8.994	8.912	8.821	8.713
QM (TRAT)		2.956**	1.300*	1.624**	1.588**	1.044ns	2.668**
QM AMB							
QM AMB x GEN							
CV%		9.9	8.2	8.5	7.8	8.8	10.7
Ambiente F ou D		F	F	F	F	F	D

Medias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal e letras minúsculas na vertical constituem grupo estatístico homogêneo;

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F

Continua...

Tabela 3. Resultado da análise de variância individual, teste de média conjunto DMS-t, teste de média individual Scott-Knott, classificação dos ambientes em Favoráveis (F) e desfavoráveis (D) de acordo com Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de genótipos de milho na região Tropical Sul (Continuação).

RNK	Genótipo	Primeiro de Maio-PR	Cambé-PR	Rio Brilhante-MS	Santa Mariana-PR	Ponta Porã-MS	Aral Moreira-MS
1	HC03	8.532 B b	10.075 B a	8.948 B a	9.008 B a	6.728 C a	5.642 C a
2	HC12	10.918 A a	8.683 B b	9.555 A a	7.686 B a	6.689 C a	6.249 C a
3	HT28	8.516 C b	7.885 C b	8.382 C a	6.049 D b	6.353 D a	4.936 D a
4	HC10	9.973 A a	7.352 B b	9.468 A a	7.773 B a	6.515 B a	6.321 B a
5	HT30	9.108 C a	8.125 C b	9.713 B a	6.388 D b	6.288 D a	5.256 D a
6	HT22	8.347 C b	9.855 C a	8.660 C a	6.272 D b	6.477 D a	6.316 D a
7	HE15	9.660 B a	11.109 A a	8.164 C b	5.994 D b	6.876 D a	6.592 D a
8	HC01	9.409 B a	7.755 C b	8.198 C b	7.090 C a	5.875 C a	7.014 C a
9	HE16	9.384 B a	10.579 B a	9.355 B a	6.533 C b	6.954 C a	6.214 C a
10	HC04	9.463 B a	7.432 C b	8.685 B a	5.412 D b	6.414 D a	7.631 C a
11	HC09	9.519 A a	7.312 B b	9.328 A a	6.388 B b	6.553 B a	6.968 B a
12	HC05	9.081 A a	8.844 A a	9.442 A a	6.618 B b	6.429 B a	7.332 B a
13	HT27	9.721 A a	9.159 A a	8.803 A a	7.425 B a	6.343 C a	5.638 C a
14	HC11	8.826 B b	9.681 A a	8.424 B a	7.095 C a	6.087 C a	5.683 C a
15	HT23	8.025 C b	8.129 C b	8.955 B a	5.972 D b	7.022 C a	6.106 D a
16	HC06	8.583 B b	9.026 B a	7.736 C b	6.235 D b	5.469 D a	5.789 D a
17	HE13	8.425 A b	9.029 A a	7.475 B b	6.736 B b	6.482 B a	6.341 B a
18	HT24	8.516 A b	9.215 A a	8.118 A b	7.108 B a	6.435 B a	5.993 B a
19	HE14	8.713 B b	8.252 B b	8.597 B a	5.757 C b	6.207 C a	5.042 C a
20	HT20	8.522 A b	8.304 A b	8.947 A a	7.066 B a	6.377 B a	6.585 B a
21	HT26	8.475 B b	8.060 B b	7.473 C b	6.632 C b	5.709 C a	6.236 C a
22	HC07	8.562 B b	8.041 B b	8.497 B a	6.870 C b	5.918 C a	7.578 C a
23	HT29	7.242 B b	8.413 A b	7.274 B b	6.536 B b	6.413 B a	4.978 C a
24	HC02	7.241 B b	8.443 A b	7.637 B b	6.182 C b	6.032 C a	5.708 C a
25	HC08	8.150 C b	7.101 C b	7.947 C b	5.377 D b	7.453 C a	5.957 D a
26	HT21	7.967 A b	7.103 B b	7.173 B b	6.762 B b	5.358 B a	6.114 B a
27	HT25	6.174 C b	7.862 B b	6.816 C b	6.411 C b	6.354 C a	5.861 C a
Média		8.705	8.549	8.436	6.643	6.363	6.151
QM (TRAT)		1.799**	2.180*	1.283**	1.176**	0.420ns	1.048*
QM AMB							
QM AMB x GEN							
CV%		6.8	10.8	5.9	8.7	7.7	11.3
Ambiente F ou D		D	D	D	D	D	D

Medias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal e letras minúsculas na vertical constituem grupo estatístico homogêneo;

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 4. Estimativas das médias geral e por ambiente favorável (F) e desfavorável (D), dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), de genótipos de milho baseado em produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), para a região Tropical Sul do Brasil.

	Médias $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$			Adaptabilidade (= 1)		Estabilidade (= 0)	
	Geral	D	F	β_1 (D)	$\beta_1 + \beta_2$ (F)	QM Desvio (σ)	R ² %
HC03	9.667 a	8.483	10.496	1.09	1.39	1.26*	79.8
HC12	9.564 ab	8.694	10.173	1.04	1.19	1.82**	70.4
HT28	9.438 ab	7.485	10.805	1.60**	1.52	1.06	90.3
HC10	9.421 ab	8.121	10.331	1.11	0.90	0.73	86.2
HT30	9.321 abc	7.720	10.442	1.40**	1.85**	1.11	88.4
HT22	9.239 abc	7.990	10.114	1.17	1.03	1.80**	74.0
HE15	9.187 abc	8.213	9.869	1.04	0.95	1.49**	73.2
HC01	9.095 abcd	7.744	10.042	1.08	0.83	0.81	84.1
HE16	9.088 abcd	7.999	9.851	1.01	1.64*	2.98**	61.8
HC04	9.011 abcd	7.576	10.016	1.10	1.59*	1.22*	81.5
HC09	9.000 abcd	7.881	9.783	0.98	0.78	1.07	76.8
HC05	8.995 abcd	8.067	9.645	0.87	0.60	1.04	72.7
HT27	8.983 abcd	7.833	9.789	1.05	-0.03**	0.88	80.9
HC11	8.946 abcd	7.795	9.753	1.09	1.07	0.85	84.5
HT23	8.936 abcd	7.777	9.748	1.06	0.73	2.44**	62.2
HC06	8.791 abcd	7.237	9.879	1.28*	0.82	1.21*	82.9
HE13	8.613 abcd	7.746	9.219	0.85	0.93	0.71	80.3
HT24	8.545 abcd	7.660	9.165	0.84	0.52	0.89	73.6
HE14	8.474 abcd	7.321	9.281	1.13	1.29	1.05	83.0
HT20	8.387 abcd	7.795	8.801	0.65**	0.72	1.97**	46.4
HT26	8.379 abcd	7.219	9.191	0.96	0.78	0.51	87.0
HC07	8.362 abcd	7.382	9.048	0.70*	0.86	1.55**	57.0
HT29	8.105 abcd	6.980	8.892	0.94	0.78	0.68	82.7
HC02	8.028 bcd	6.968	8.770	0.88	1.19	0.73	82.0
HC08	8.019 bcd	7.019	8.719	0.77*	1.54	1.21*	72.6
HT21	7.774 cd	7.106	8.241	0.68**	0.64	1.29*	58.2
HT25	7.535 d	6.779	8.064	0.59**	0.87	1.76**	47.3

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de t.

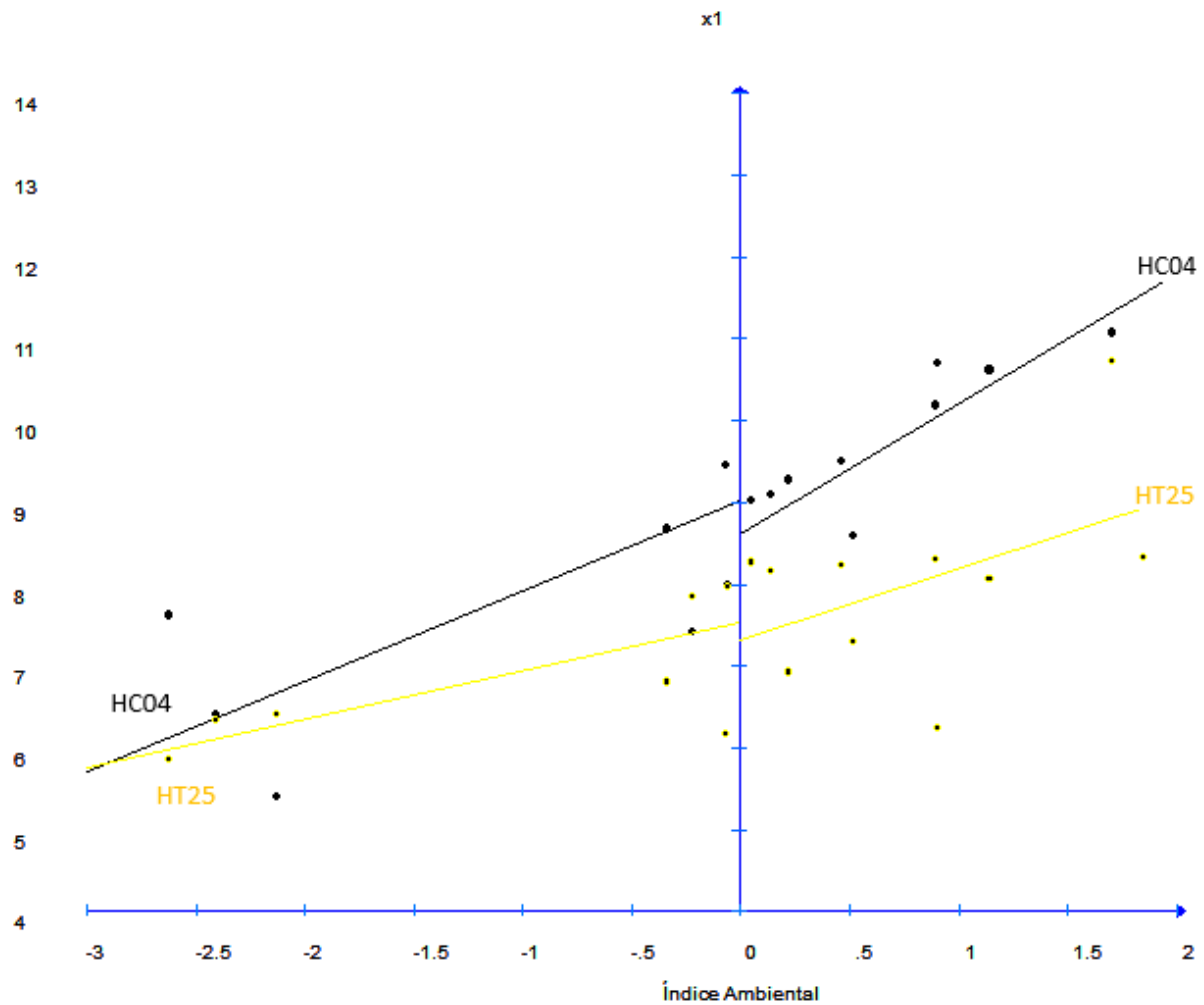


Figura 2. Regressão Linear bissegmentada (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989) dos genótipos de milho HC04 e HT25, para produtividade de grãos (kg.ha⁻¹), na região Tropical Sul.

4.2 Tropical Centro Oeste

Para a região Tropical Centro Oeste, as análises de variância indicam que foram altamente significativos, a 1% de probabilidade pelo teste de F, a interação genótipo x ambiente, indicando que ocorreu comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes (Tabela 5). A homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos, foi verificada através da razão entre o maior e menor quadrado médio do resíduo, obtendo-se o valor de 5,3 para produção de grãos, indicando que há homogeneidade da variância

residual e que a análise conjunta pode ser realizada (PIMENTEL-GOMES, 2009). O coeficiente de variação para a produção de grãos, obtido através da análise de variância conjunta entre todos os ambientes da região Tropical Centro Oeste, foi de 10,5%, adequado ao caráter, mostrando uma boa precisão e qualidade dos ensaios cultivados (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995).

Pelo teste de média conjunto entre todos os ambientes (Tabela 5), foi possível discriminar os genótipos de acordo com a produtividade. Destaca-se, diferindo das testemunhas HT20 e HT31, o híbrido comercial HC12. Os demais genótipos experimentais e comerciais não diferiram de nenhuma testemunha. A média geral entre todos os ambientes foi de 8.074 Kg.ha⁻¹, considerada alta visto que a média de produtividade do estado do Mato Grosso na segunda safra é de 6.240 Kg.ha⁻¹ (CONAB, 2017).

As análises de variância individual, demonstraram que nos locais Itiquira-MT, Nova Ubiratã-MT, Sorriso-MT, Vera-MT1 e Vera-MT2 não houve diferenças significativa entre os genótipos para produção de grãos. Nos demais locais foram constatadas diferenças significativas entre os genótipos, através do teste de F (Tabela 5).

Os locais com as melhores médias de produtividade de grãos foram Campo Verde-MT e Campo Novo do Parecis-MT, com 10.037 kg.ha⁻¹ e 9.409 kg.ha⁻¹, respectivamente. Já os locais com as piores médias foram Vera-MT1 e Itiquira-MT, com 6.191 kg.ha⁻¹ e 6.813 kg.ha⁻¹, respectivamente. Essa diferença ocorre principalmente pela diferença de manejo utilizada pelos produtores da região em que alguns investem bastante em adubação dando condições mais favoráveis para o desenvolvimento da cultura.

Os resultados do teste de comparação de médias de cada local pelo método de Scott-Knott (Tabela 5) demonstraram que o genótipo HC12 foi o primeiro colocado, ou não diferiu estatisticamente do primeiro colocado, em todos os locais, exceto em Vera-MT2 e em Lucas do Rio Verde-MT2, se diferenciou estatisticamente de todas as testemunhas. E em Campo Verde-MT e Lucas do Rio Verde-MT, também, se diferenciou de todas as testemunhas exceto da HT28 e HT30, respectivamente. Isso demonstra um excelente potencial produtivo, visto que os principais genótipos disponíveis no mercado para a região formam as testemunhas deste trabalho.

Outros genótipos comerciais que se destacaram nas análises individuais são: HC09, HC03 e HC10 não diferindo estatisticamente do primeiro colocado em 54% dos ambientes.

O genótipo experimental HE19 diferenciou-se de todas as testemunhas e de todos os outros genótipos, no local Vera-MT2 e em Lucas do Rio Verde-MT, diferenciou-se das testemunhas HT28, HT27 e HT31. Em 72% dos ambientes não apresentou diferença significativa para o primeiro colocado, mostrando ter potencial produtivo para concorrer com os principais genótipos do mercado. Os outros genótipos experimentais que se destacaram são HE16 e HE17, não se diferenciando do primeiro colocado em 54% dos ambientes.

De acordo com a análise de adaptabilidade e estabilidade proposta por Cruz, Torres e Vencovsky (1989), 45% dos ambientes foram classificados como favoráveis, e 55% como desfavoráveis (Tabela 5).

Todos os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade são apresentados na Tabela 6, onde constata-se que 85% dos genótipos avaliados tiveram o parâmetro β_1 de adaptabilidade igual a 1 pelo teste t, sendo considerados de adaptabilidade ampla ou geral, pois respondem as melhorias de ambiente e não tem grandes perdas quando colocados em ambientes desfavoráveis. Dentre eles estão todos os genótipos experimentais avaliados.

O genótipo comercial HC07 obteve o parâmetro de adaptabilidade β_1 menor que 1 pelo teste t, o que o caracteriza como um híbrido adaptado a ambientes desfavoráveis, ou seja, com características de defensividade e rusticidade, que consegue manter suas características agronômicas mesmo quando submetidos às condições desfavoráveis, no entanto, não tende a responder com alta produtividade quando submetido a condições mais favoráveis (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989). Este genótipo também apresentou esta característica na região Tropical Sul.

O genótipo comercial HC12 e a testemunha HT28, obtiveram o parâmetro de adaptabilidade β_1 maior do que 1, isso indica que são materiais exigentes em condições ambientais e de manejo (COSTA et al., 2010).

O genótipo experimental HE16 obteve o parâmetro de adaptabilidade $\beta_1 + \beta_2$ maior que 1 pelo teste t a 5% de probabilidade, o que o caracteriza como um híbrido adaptado a ambientes favoráveis, ou seja, híbridos que respondem positivamente as melhorias de ambientes. Essa característica também foi constatada na região Tropical Sul para esse mesmo genótipo, isso indica que o posicionamento deste genótipo deve ter foco em produtores com alta tecnologia de manejo. Este comportamento pode ser visto no gráfico da regressão linear bissegmentada apresentada na Figura 3, onde é possível identificar a melhor performance do HE16 nos ambientes favoráveis, frente a testemunha HT30.

Pelo conceito de estabilidade, 65% dos genótipos obtiveram o parâmetro $\sigma = 0$, pelo teste t, ou seja, que apresentaram alta estabilidade. Dentre eles destacam-se os genótipos comerciais HC04, HC09, HC03 e HC10, que tiveram boa média de produtividade de grãos. O genótipo comercial HC12 destacou-se em produtividade, porém obteve o parâmetro de estabilidade $\sigma > 0$, pelo teste t a 5% de probabilidade, o que o caracteriza como genótipo de baixa estabilidade ou previsibilidade.

Dentre os genótipos experimentais destaca-se apenas o HE18 com $\sigma = 0$ e boa média de produtividade. Todos os outros genótipos experimentais com boa média de produtividade apresentaram $\sigma > 0$, caracterizando-os como híbridos de baixa previsibilidade ou estabilidade.

O cultivar ideal preconizado pelo modelo, avaliando os parâmetros em conjunto, ou seja, aquele com o $\beta_1 < 1$ caracterizando-o como defensivo e rústico em relação as adversidades, adaptado a ambientes desfavoráveis; $\beta_1 + \beta_2 > 1$ caracterizando-o como responsivo às melhorias de ambiente, adaptado a ambientes favoráveis e $\sigma = 0$ demonstrando estabilidade e previsibilidade, aliado a alta produtividade não foi identificado entre os genótipos avaliados. Porém destacam-se entre os genótipos comerciais o HC09, HC03 e HC10 que obtiveram $\beta_1 = 1$ e $\beta_1 + \beta_2 = 1$ caracterizando-os como de adaptabilidade ampla; e $\sigma = 0$ caracterizando-os como previsíveis; aliado a boa produtividade.

Já entre os genótipos experimentais o HE18 foi o destaque, com adaptabilidade ampla, estável e com alta produtividade.

Tabela 5. Resultado da análise de variância conjunta e individual, teste de média conjunto DMS-t, teste de média individual Scott-Knott, classificação dos ambientes em Favoráveis (F) e desfavoráveis (D) de acordo com Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de genótipos de milho na região Tropical Centro Oeste.

Ranking	Genótipos	DMS-t	Campo Verde-MT	Campo N. Parecis-MT	Lucas R. Verde-MT2	Vera-MT2	Nova Ubiratã-MT
1	HC12	9.561 a	11.230 A a	11.437 A a	11.908 A a	9.331 B b	9.383 B a
2	HT28	8.573 ab	11.638 A a	10.314 A a	9.852 A b	8.118 B c	9.369 A a
3	HE19	8.557 ab	9.928 B b	9.574 B a	8.524 C c	11.307 A a	7.987 C a
4	HC04	8.525 ab	9.808 A b	8.940 A b	9.013 A c	9.759 A b	9.545 A a
5	HT30	8.375 ab	10.334 A b	9.814 A a	9.382 A c	8.034 B c	8.994 A a
6	HC09	8.251 ab	10.291 A b	9.970 A a	8.658 A c	8.324 A c	8.820 A a
7	HT27	8.246 ab	9.567 A b	10.130 A a	7.857 B c	8.949 A b	8.994 A a
8	HE16	8.212 ab	11.797 A a	9.227 B b	10.147 B b	8.107 C c	8.607 C a
9	HC03	8.132 ab	9.939 A b	9.882 A a	8.999 A c	7.621 B c	8.468 A a
10	HC10	8.043 ab	10.134 A b	9.094 A b	8.769 A c	8.935 A b	7.558 B a
11	HE17	8.043 ab	10.029 A b	9.667 A a	11.214 A a	7.995 B c	8.423 B a
12	HE18	7.917 ab	9.777 A b	10.222 A a	9.164 A c	8.018 B c	8.153 B a
13	HC05	7.868 b	9.903 A b	8.537 A b	8.702 A c	7.298 B c	8.277 A a
14	HC06	7.854 b	9.796 A b	8.633 A b	9.312 A c	8.950 A b	7.542 B a
15	HE13	7.800 b	9.727 A b	8.604 A b	8.267 A c	7.825 A c	8.838 A a
16	HT20	7.791 b	9.659 A b	9.144 A b	7.879 A c	7.780 A c	7.971 A a
17	HT31	7.791 b	10.479 A b	9.750 A a	8.369 A c	7.707 B c	9.218 A a
18	HC11	7.553 b	9.399 A b	9.013 A b	7.907 A c	8.029 A c	7.619 A a
19	HC07	7.354 b	8.636 A b	7.778 B b	7.602 B c	9.293 A b	7.353 B a
20	HC02	7.032 b	8.679 A b	8.459 A b	7.194 B c	9.253 A b	8.244 A a
	Média	8.074	10.037	9.409	8.936	8.531	8.468
	QM (TRAT)	6.13662**	1.29853**	1.38695**	2.73519*	1.78973ns	0.89721ns
	QM AMB	52.98148**					
	QM AMB x GEN	1.33678**					
	CV%	10.5	6.2	6.9	10.9	13.2	13.5
	Ambiente F ou D		F	F	F	F	F

Medias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal e letras minúsculas na vertical constituem grupo estatístico homogêneo;

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Continua...

Tabela 5. Resultado da análise de variância individual, teste de média conjunto DMS-t, teste de média individual Scott-Knott, classificação dos ambientes em Favoráveis (F) e desfavoráveis (D) de acordo com Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de grãos de genótipos de milho na região Tropical Centro Oeste (Continuação).

Ranking	Genótipos	Deciolandia-MT	Sorriso-MT	Lucas R. Verde-MT1	Nova Mutum-MT	Itiquira-MT	Vera-MT1
1	HC12	9.973 B a	9.522 B a	10.820 A a	8.833 B a	6.468 C a	6.271 C a
2	HT28	9.779 A a	7.653 B b	7.678 B c	6.712 B a	6.998 B a	6.198 B a
3	HE19	9.047 B a	8.727 C a	8.349 C b	7.145 D a	6.667 D a	6.879 D a
4	HC04	8.420 B a	7.539 B b	8.308 B b	7.255 B a	7.723 B a	7.464 B a
5	HT30	9.288 A a	4.734 C c	9.764 A a	7.659 B a	7.183 B a	6.941 B a
6	HC09	9.438 A a	7.159 B b	8.264 A b	6.805 B a	7.199 B a	5.833 B a
7	HT27	9.598 A a	8.313 A a	6.519 B c	7.259 B a	7.658 B a	5.864 B a
8	HE16	6.948 C b	8.112 C a	6.924 C c	7.856 C a	7.954 C a	4.658 D a
9	HC03	7.471 B b	8.518 A a	7.707 B c	8.012 B a	6.069 B a	6.765 B a
10	HC10	8.579 A a	7.946 B a	7.887 B c	7.129 B a	6.491 B a	5.952 B a
11	HE17	7.287 B b	6.729 B b	7.468 B c	6.838 B a	6.723 B a	6.099 B a
12	HE18	7.739 B b	7.208 B b	6.680 C c	8.049 B a	6.732 C a	5.345 C a
13	HC05	8.024 A a	9.164 A a	7.168 B c	7.359 B a	6.714 B a	5.400 B a
14	HC06	8.129 A a	7.087 B b	6.743 B c	6.609 B a	7.287 B a	6.314 B a
15	HE13	8.086 A a	7.673 A b	7.074 B c	5.888 B a	6.919 B a	6.902 B a
16	HT20	6.885 B b	8.154 A a	8.868 A b	7.043 B a	6.167 B a	6.157 B a
17	HT31	7.362 B b	6.568 B b	6.518 B c	6.944 B a	6.718 B a	6.073 B a
18	HC11	8.499 A a	7.699 A b	6.988 B c	5.883 B a	6.834 B a	5.218 B a
19	HC07	5.810 B c	7.522 B b	7.282 B c	6.592 B a	6.367 B a	6.667 B a
20	HC02	5.008 C c	7.091 B b	5.462 C c	5.741 C a	5.397 C a	6.823 B a
Média		8.068	7.656	7.623	7.080	6.813	6.191
QM (TRAT)		3.41924**	2.13912ns	2.96395**	1.19597*	0.72148ns	0.95701ns
QM AMB							
QM AMB x GEN							
CV%		6.1	14.7	9.1	9.7	9.3	13.8
Ambiente F ou D		D	D	D	D	D	D

Medias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal e letras minúsculas na vertical constituem grupo estatístico homogêneo;

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 6. Estimativas das médias geral e por ambientes favorável (F) e desfavorável (D), dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), de genótipos de milho baseado em produtividade de grãos, para a região Tropical Centro Oeste do Brasil.

Genótipo	Médias Kg.ha ⁻¹			Adaptabilidade (= 1)		Estabilidade (= 0)	
	Geral	D	F	β_1 (D)	$\beta_1 + \beta_2$ (F)	QM Desvio (σ)	R ² (%)
HC12	9.561 a	8.648	10.658	1.367*	1.239	2.594**	70.0
HT28	8.573 ab	7.503	9.858	1.347*	1.806	0.761	89.7
HE19	8.557 ab	7.802	9.464	0.999	0.296	1.962**	59.7
HC04	8.525 ab	7.785	9.413	0.801	0.005*	0.409	81.9
HT30	8.375 ab	7.595	9.311	0.911	1.179	3.867**	43.6
HC09	8.251 ab	7.450	9.213	1.092	1.214	0.747	84.5
HT27	8.246 ab	7.535	9.099	0.974	0.647	1.662*	63.7
HE16	8.212 ab	7.075	9.577	1.288	1.933*	2.083**	75.4
HC03	8.132 ab	7.424	8.982	0.832	1.320	0.846	76.4
HC10	8.043 ab	7.330	8.898	0.972	1.201	0.404	89.2
HE17	8.043 ab	6.857	9.465	1.255	1.045	1.588*	75.9
HE18	7.917 ab	6.959	9.067	1.113	1.267	0.865	83.1
HC05	7.868 b	7.305	8.543	0.847	1.233	1.190	69.6
HC06	7.854 b	7.028	8.846	0.924	0.879	0.695	80.1
HE13	7.800 b	7.090	8.652	0.811	0.819	0.694	75.9
HT20	7.791 b	7.212	8.486	0.757	1.237	1.026	69.2
HT31	7.791 b	6.697	9.105	1.137	1.355	0.878	83.7
HC11	7.553 b	6.854	8.393	0.986	1.110	0.641	83.9
HC07	7.354 b	6.706	8.132	0.621*	0.164	1.396	44.6
HC02	7.032 b	5.920	8.366	0.965	0.050*	2.849**	48.5

** Diferenciam a 1% de probabilidade pelo teste t; * Diferenciam a 5% de probabilidade pelo teste t.

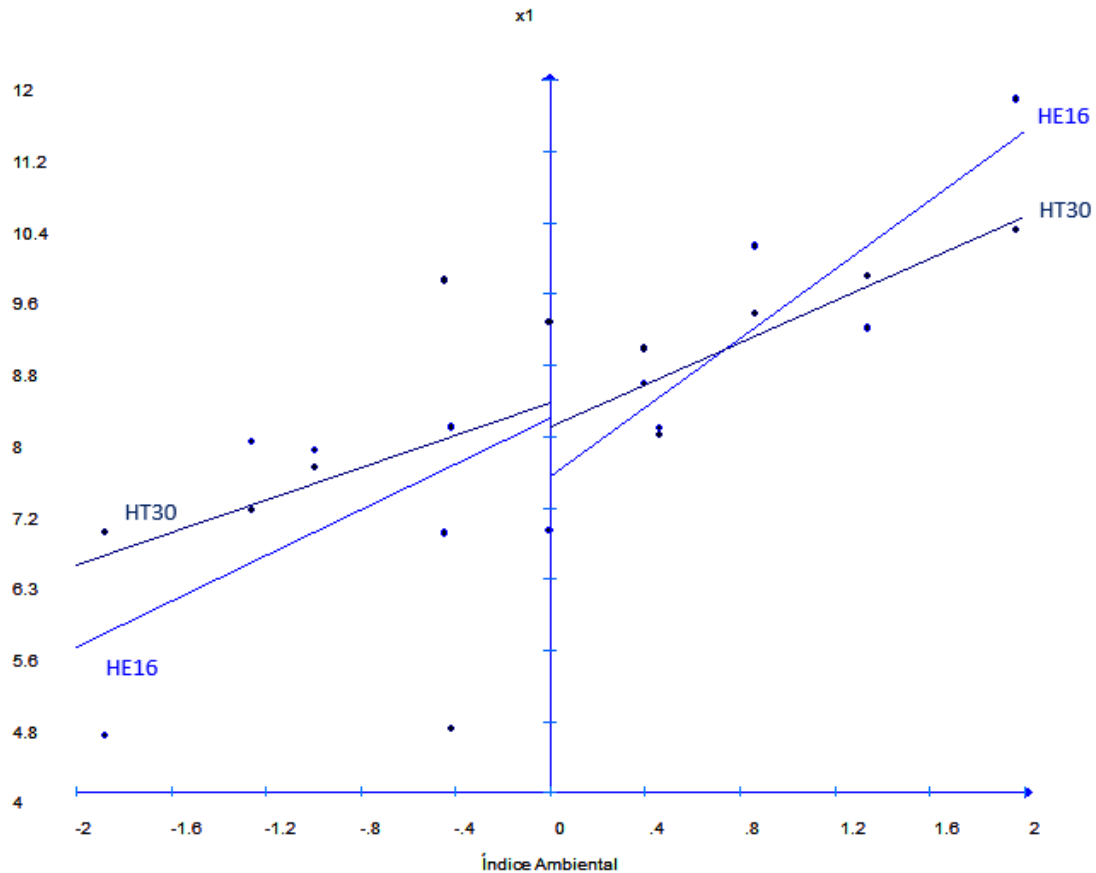


Figura 3. Regressão Linear bissegmentada (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989) dos genótipos de milho HE16 e HT30, para produtividade de grãos (kg.ha⁻¹), na região Tropical Centro Oeste.

4.3 Tropical Centro Leste

Para a região Tropical Centro Leste as análises de variância indicam que foram significativos, a 5% de probabilidade pelo teste de F, a interação genótipo x ambiente, indicando que ocorreu comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes (Tabela 7). A homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos, foi verificada através da razão entre o maior e menor quadrado médio do resíduo, obtendo-se o valor de 4,4 para produção de grãos, indicando que há homogeneidade da variância residual e que a análise conjunta pode ser realizada (PIMENTEL-GOMES, 2009). O coeficiente de variação para a produção de grãos, obtido através da análise de variância

conjunta entre todos os ambientes da região Tropical Centro Leste, foi de 10,7%, adequado ao caráter, mostrando uma boa precisão e qualidade dos ensaios cultivados (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 1995).

Pelo teste de média conjunto DMS-t entre todos os ambientes (Tabela 7), não foi possível discriminar os genótipos pela produtividade de grãos. De acordo com a metodologia utilizada, todos os genótipos se comportaram de maneira igual, quando analisados todos os ambientes em conjunto. A média geral entre todos os ambientes foi de 8.642 kg.ha⁻¹, considerada alta visto que a média de produtividade para a região na segunda safra é 6.042 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Através das análises de variâncias individuais foi possível constatar que em 81% dos ambientes os genótipos se comportaram de maneira igual, não havendo diferença significativa entre eles. Apenas em Araçatuba-SP e em Conceição das Alagoas-MG, houve diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste de F entre os genótipos.

Na região Tropical Centro Leste os locais que obtiveram as maiores produtividades de grãos, foram Guaira-SP e Jataí-GO, com 10.368 kg.ha⁻¹ e 10.898 kg.ha⁻¹ respectivamente. Já os ambientes que apresentaram características desfavoráveis para a cultura do milho com as menores médias de produtividade foram Acreúna-GO e Planaltina-GO, com 5.747 kg.ha⁻¹ e 6.642 kg.ha⁻¹ respectivamente.

O teste de comparação de médias individual utilizando a metodologia de Scott-Knott foi aplicado a todos os ambientes da região Tropical Centro Leste visando identificar alguma possível diferença entre os genótipos nos locais avaliados. O genótipo comercial HC10 e a testemunha HT27 foram os únicos genótipos que não se diferenciaram estatisticamente do primeiro colocado em todos os locais. O genótipo comercial HC10 se diferenciou da testemunha HT33 em 54% dos locais. Já o genótipo experimental HE16 se diferenciou da testemunha HT33 em 36% dos ambientes. De maneira geral os genótipos não apresentam grandes diferenças estatísticas em relação a produtividade de grãos na região Tropical Centro Leste.

Contudo, para um melhor entendimento a respeito dos híbridos na região Tropical Centro Leste e correto posicionamento é necessário que tenhamos informações a respeito da adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

Todos os genótipos, exceto o HC07, apresentaram o coeficiente de regressão β_1 estatisticamente igual a 1 (Tabela 8). Isso os caracteriza como híbridos de adaptabilidade geral, que apresentam menor plasticidade fenotípica, ou seja, espera-se que apresentem uma maior redução na produtividade de grãos com a diminuição da qualidade ambiental em comparação ao híbrido HC07 que apresentou maior defensividade a ambientes de menor produtividade $\beta_1 < 1$, obtendo a quarta melhor média de produtividade nos ambientes desfavoráveis. Esse comportamento também ocorreu nas regiões Tropical Sul e Tropical Centro Oeste e pode ser observado através do gráfico de regressão bissegmentada (Figura 4), onde é possível ver a superioridade do HC07 frente a testemunha HT28 nos ambientes desfavoráveis.

Isso indica que genótipos com essas características podem ser recomendados para produtores com menor nível de investimento, ou seja, ambientes desfavoráveis, que ele manterá suas características, com menor redução de produtividade (GAMA et al., 2000).

Para os ambientes favoráveis ou seja, aqueles ambientes que obtiveram média de produtividade acima da média geral entre todos os ambientes, quase todos os genótipos apresentaram o parâmetro $\beta_1 + \beta_2 = 1$, o que os caracteriza como de adaptação geral, exceto os genótipos experimentais HE16 e HE18 que tiveram $\beta_1 + \beta_2 < 1$, indicando-os como genótipos que não respondem às melhorias de ambiente, não devendo ser posicionados em produtores com alto investimento e tecnologia na região, pois não darão o retorno esperado em produtividade de grãos.

Em relação a estabilidade dos genótipos avaliados, 85% apresentaram o parâmetro $\sigma = 0$ estatisticamente, demonstrando alta previsibilidade de desempenho, o que pode ser ratificado pelo coeficiente de determinação R^2 que foi maior que 74% para todos estes genótipos.

Apenas os genótipos experimentais HE19 e HE17 e a testemunha HT28 apresentaram $\sigma > 0$ estatisticamente, sendo considerados híbridos de baixa previsibilidade de desempenho.

Para a região Tropical Centro Leste o genótipo ideal preconizado pelo modelo, também não foi encontrado. No entanto, pode-se destacar os genótipos comerciais

HC10, HC06, HC09, HC11, HC03, HC12 e as testemunhas HT27 e HT20. Todos esses genótipos ficaram acima da média geral de produtividade, obtiveram os parâmetros de adaptabilidade $\beta_1 = 1$ e $\beta_1 + \beta_2 = 1$ também, caracterizando-os como de adaptabilidade geral, e o parâmetro de estabilidade $\sigma = 0$, demonstrando também serem genótipos estáveis.

Tabela 7. Resultado da análise de variância conjunta e individual, teste de média conjunto DMS-t, teste de média individual Scott-Knott, classificação dos ambientes em Favoráveis (F) e desfavoráveis (D) de acordo com Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de grãos de genótipos de milho na região Tropical Centro Leste – Parte 1/2.

Ranking	Genótipos	DMS - t	Jatai-GO	Guaira-SP	Montividiu-GO	Cristalina-GO	Araçatuba-SP
1	HT27	9.156 a	11.372 A a	12.117 A a	10.910 A a	9.889 B a	9.290 B a
2	HC10	9.130 a	12.166 A a	10.658 A a	10.603 A a	9.496 B a	9.536 B a
3	HC06	9.060 a	11.903 A a	11.999 A a	9.259 B a	10.503 B a	9.466 B a
4	HE16	9.057 a	10.071 A b	11.145 A a	10.669 A a	11.537 A a	9.444 A a
5	HC09	9.013 a	12.088 A a	10.652 A a	8.652 B a	8.963 B b	10.051 B a
6	HC11	8.982 a	11.508 A a	11.258 A a	11.053 A a	9.765 B a	9.351 B a
7	HC03	8.936 a	10.815 A a	10.285 A a	11.187 A a	10.195 A a	9.876 A a
8	HE18	8.916 a	9.022 A b	10.149 A a	10.405 A a	8.825 A b	10.074 A a
9	HT20	8.882 a	11.609 A a	8.341 B b	9.613 A a	10.208 A a	10.415 A a
10	HC12	8.852 a	11.582 A a	10.558 A a	10.438 A a	9.403 B a	9.042 B a
11	HC07	8.798 a	11.160 A a	10.385 A a	9.177 A a	8.635 A b	9.411 A a
12	HT32	8.611 a	11.906 A a	11.266 A a	10.301 B a	9.487 B a	9.657 B a
13	HC05	8.610 a	11.294 A a	10.056 A a	9.536 A a	8.792 A b	8.946 A a
14	HC04	8.493 a	10.250 A b	10.258 A a	10.776 A a	9.554 A a	9.329 A a
15	HE19	8.263 a	10.664 A b	10.261 A a	10.163 A a	7.616 B b	10.221 A a
16	HT28	8.256 a	10.543 A b	10.675 A a	9.905 A a	10.379 A a	8.859 B a
17	HE17	8.184 a	10.832 A a	9.256 B b	10.866 A a	9.671 B a	8.333 B a
18	HC02	7.946 a	9.377 A b	10.390 A a	8.993 A a	7.810 B b	8.430 A a
19	HE13	7.942 a	10.153 A b	8.228 A b	9.796 A a	8.553 A b	8.989 A a
20	HT33	7.760 a	9.659 A b	9.434 A b	9.784 A a	9.063 A b	7.185 B a
	Média	8.642	10.898	10.368	10.104	9.417	9.295
	QM (TRAT)	4.24853**	1.69078ns	2.01997ns	1.08263ns	1.73942ns	1.10333**
	QM AMB	110.26213**					
	QM AMB x GEN	1.18612*					
	CV%	10.7	10.1	10.7	7.1	13.3	6.4
	Ambiente F ou D		F	F	F	F	F

Medias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal e letras minúsculas na vertical constituem grupo estatístico homogêneo;

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 7. Resultado da análise de variância conjunta e individual, teste de média conjunto DMS-t, teste de média individual Scott-Knott, classificação dos ambientes em Favoráveis (F) e desfavoráveis (D) de acordo com Cruz, Torres e Vencovsky (1989) para produtividade de grãos de genótipos de milho na região Tropical Centro Leste – Parte 2/2.

Ranking	Genótipos	Vianópolis-GO	Santa Helena-GO	C. das Alagoas-MG	Araguari-MG	Planaltina-GO	Acreúna-GO
1	HT27	9.301 B a	9.234 B a	9.388 B a	7.659 C a	6.155 D a	5.404 D a
2	HC10	9.008 B a	9.017 B a	9.610 B a	7.481 C a	6.802 C a	6.053 C a
3	HC06	9.110 B a	9.280 B a	7.694 C b	6.292 C b	7.954 C a	6.207 C a
4	HE16	10.451 A a	8.027 B b	8.360 B a	6.878 B a	7.203 B a	5.842 B a
5	HC09	9.833 B a	9.730 B a	9.475 B a	7.242 C a	6.474 C a	5.982 C a
6	HC11	9.492 B a	9.484 B a	8.809 B a	5.485 C b	6.789 C a	5.808 C a
7	HC03	10.307 A a	8.821 A a	7.680 B b	5.826 B b	7.059 B a	6.250 B a
8	HE18	10.704 A a	9.080 A a	9.158 A a	6.130 B b	7.874 B a	6.659 B a
9	HT20	9.210 A a	9.197 A a	8.590 B a	6.596 B a	7.132 B a	6.793 B a
10	HC12	8.049 C b	8.925 B a	8.839 B a	7.950 C a	7.092 C a	5.493 D a
11	HC07	9.304 A a	8.962 A a	8.164 B a	8.190 B a	7.134 B a	6.255 B a
12	HT32	8.180 C b	8.977 B a	7.557 C b	5.716 D b	5.617 D a	6.065 D a
13	HC05	8.377 A b	9.087 A a	9.563 A a	7.075 B a	6.260 B a	5.723 B a
14	HC04	7.897 B b	8.007 B b	8.423 B a	7.098 B a	6.055 C a	5.784 C a
15	HE19	7.783 B b	7.435 B b	8.467 B a	7.793 B a	5.997 C a	4.495 C a
16	HT28	6.335 C b	7.773 C b	8.307 B a	7.601 C a	6.112 C a	4.329 D a
17	HE17	8.985 B a	7.557 C b	6.125 C b	6.675 C a	6.702 C a	5.030 C a
18	HC02	9.045 A a	7.810 B b	7.443 B b	6.228 C b	6.598 C a	5.285 C a
19	HE13	9.168 A a	7.977 A b	8.177 A a	5.346 B b	5.588 B a	5.386 B a
20	HT33	9.158 A a	6.937 B b	6.828 B b	4.956 B b	6.253 B a	6.104 B a
	Média	8.985	8.566	8.333	6.711	6.642	5.747
	QM (TRAT)	2.07422ns	1.25411ns	1.70954**	1.76296ns	0.8665ns	0.80627ns
	QM AMB						
	QM AMB x GEN						
	CV%	12.1	10.4	8.3	14.7	9.6	14.6
	Ambiente F ou D	F	D	D	D	D	D

Medias seguidas pelas mesmas letras MAIÚSCULAS na horizontal e letras minúsculas na vertical constituem grupo estatístico homogêneo;

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Tabela 8. Estimativas das médias geral e por ambientes favorável (F) e desfavorável (D), dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Cruz, Torres e Vencovsky (1989), de genótipos de milho baseado em produtividade de grãos, para a região Tropical Centro Leste do Brasil.

Ranking	Genótipo	Médias Kg/ha ⁻¹			Adaptabilidade (= 1)		Estabilidade (= 0)	
		Geral	D	F	β_1 (D)	$\beta_1 + \beta_2$ (F)	QM Desvio (σ)	R ² (%)
1	HT27	9.156 a	7.568	10.480	1.174	1.431	0.727	93.2
2	HC10	9.130 a	7.792	10.244	0.990	1.535	0.292	96.3
3	HC06	9.060 a	7.485	10.373	1.033	1.384	1.572	83.4
4	HE16	9.057 a	7.262	10.553	1.138	0.040*	1.023	88.7
5	HC09	9.013 a	7.781	10.040	0.984	1.028	1.652	80.3
6	HC11	8.982 a	7.275	10.404	1.230	1.276	0.564	94.9
7	HC03	8.936 a	7.127	10.444	1.158	0.388	0.751	91.8
8	HE18	8.916 a	7.780	9.863	0.834	- 0.370**	1.165	79.1
9	HT20	8.882 a	7.661	9.899	0.859	0.407	1.631	74.2
10	HC12	8.852 a	7.660	9.845	0.890	1.693	0.418	94.3
11	HC07	8.798 a	7.741	9.679	0.739*	1.015	0.643	86.4
12	HT32	8.611 a	6.786	10.133	1.215	1.764	0.709	94.1
13	HC05	8.610 a	7.541	9.500	0.889	1.407	0.690	90.0
14	HC04	8.493 a	7.073	9.677	0.965	1.109	0.650	91.1
15	HE19	8.263 a	6.837	9.451	1.001	1.376	2.027*	78.7
16	HT28	8.256 a	6.824	9.449	1.027	1.688	2.296**	78.7
17	HE17	8.184 a	6.417	9.657	1.058	0.987	1.709*	81.7
18	HC02	7.946 a	6.673	9.007	0.866	0.712	0.674	88.1
19	HE13	7.942 a	6.495	9.148	1.034	0.400	0.797	89.5
20	HT33	7.760 a	6.215	9.047	0.919	0.732	1.618	77.6

** Diferenciam a 1% de probabilidade pelo teste t; * Diferenciam a 5% de probabilidade pelo teste t.

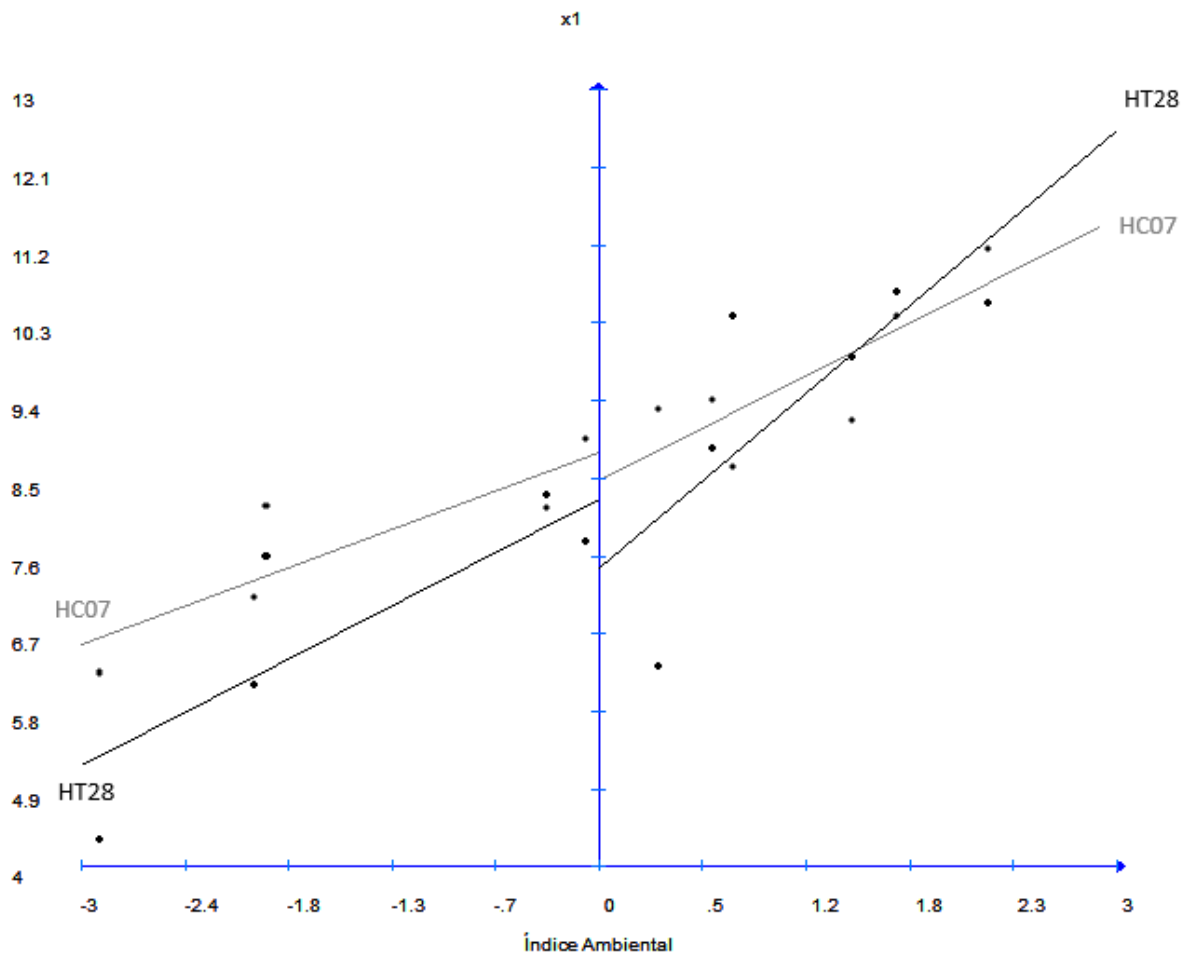


Figura 4. Regressão Linear bissegmentada (CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989) dos genótipos de milho HC07 e HT28, para produtividade de grãos (kg.ha⁻¹), na região Tropical Centro Leste.

5 CONCLUSÕES

O genótipo HC07 apresenta adaptabilidade para ambientes desfavoráveis em todas as regiões.

O genótipo HE16 apresenta adaptabilidade para ambientes favoráveis nas regiões Tropical Sul e Tropical Centro Oeste.

Os genótipos HC09 e HC10 são estáveis, de adaptabilidade ampla e com boa produtividade de grãos em todas as regiões.

Para a região Tropical Sul os genótipos HC01, HC05, HC09, HC10, HC11, HE13, HE14, HT24, HT29, HT26 são de adaptabilidade ampla, estáveis e com boa produtividade de grãos.

Para a região Tropical Centro Oeste os genótipos HC03, HC09, HC10 e HE18 são de adaptabilidade ampla, estáveis e com boa produtividade de grãos.

Para a região Tropical Centro Leste, os genótipos HC03, HC06, HC09, HC10, HC11, HC12, HT27 e HT20 são genótipos de adaptabilidade ampla, estáveis e com boa produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

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

CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; SANTOS, M. X.; CARDOSO, M. J.; MONTEIRO, A. A. T.; TABOSA, J. N. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1115–1123, 2000.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de Safra – Séries Históricas**. 2017. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safra-serie-historica-dashboard>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

COSTA, E. F. N.; SOUZA, J. C.; LIMA, J. L.; CARDOSO, G. A. Interação entre genótipos e ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 12, p. 1433–1440, 2010.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística experimental. Viçosa: UFV, 2009. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>>. Acesso em: 18 out. 2017.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. v. 2, 585 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. v. 2, 480 p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, SP, v. 12, n. 3, p. 567–580, 1989.

EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36–40, 1966. Disponível em: <<https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>>

FERREIRA, D. F.; BORGES, C. G.; MANLY, D. B. F. J.; MACHADO, A. A.; VENCOSKY, R. Statistical models in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 373–388, 2016.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Boletim Informativo: Safra Mundial de Milho**. 11. Levantamento do USDA. 2018. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20180309150127-boletimmilhomarco2018>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaption in a plant breeding programme. **Australian of Journal Agricultural Research**, Melbourne, v. 14, n. 6, p. 742–754, 1963. Disponível em: <<https://doi.org/10.1071/AR9630742>>

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, A. C.; GUIMARÃES, P. E. O.; SANTOS, M. X. Estabilidade da produção de germoplasma de milho avaliado em diferentes regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1143–1149, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000600010>>

GARBUGLIO, D. D. **Metodologias de estratificação ambiental e adaptabilidade via análise de fatores associada aos efeitos genotípicos e de interação genótipos por ambientes**. 2010. 106 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

GUIMARÃES, A. A. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para diferentes safras, espaçamentos e populações de plantas**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2013.

HAMAWAKI, O. T.; SANTOS, P. G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho avaliadas por meio do modelo de regressão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 195–199, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782003000200003>>

MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de cana de azúcar. I. Interacciones dentro de un localidad experimental. **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, San Miguel de Tucumán, v. 13, n. 14, p. 105–127, 1976.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

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

RIBEIRO, P. H. E.; PATTO, M. A.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2213–2222, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000001100013>>

SANTOS, D. C. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho em ensaios avançados**. 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

SCAPIM, C. A. S.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683–686, 1995.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. An application of segmented linear regression to the study of genotype x environment interaction. **Biometrics**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1093, 1986.

TAKAHASHI, A. **Interação genótipo x ambiente para produção de grãos e podridões de colmo em milho**. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2014.

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

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression on analysis a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n. 2, p. 89–91, 1978.

YATES, F.; COCHRAN, W. G. The analysis of groups of experiments. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 28, n. 4, p. 556–580, 1938. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0021859600050978>>