

JOÃO FRANCISCO DOS SANTOS

**CRITÉRIOS DE RECOMENDAÇÃO DE CULTIVARES DE
MILHO POR ANÁLISES DE ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007**

JOÃO FRANCISCO DOS SANTOS

**CRITÉRIOS DE RECOMENDAÇÃO DE CULTIVARES DE
MILHO POR ANÁLISES DE ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 31 de janeiro de 2007.

Dr. Cosme Damião Cruz
(Co-orientador)

Dr. Pedro Crescêncio Souza Carneiro
(Co-orientador)

Dr. Luiz Antônio dos Santos Dias

Dra. Waldênia de Melo Moura

Dr. Claudio Horst Bruckner
(Orientador)

*Ao meu orientador, Professor Claudio
Ao Professor Cosme,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por sua grandiosidade e eloquência no contexto científico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudo.

Ao Doutor Claudio Horst Brukner, pela amizade, orientação, competência e integrabilidade efetiva em quaisquer dos momentos adversos.

Ao Doutor Cosme Damião Cruz, maestro incansável e patrimônio genético da Universidade Federal de Viçosa, por tudo que representa, principalmente amizade e competência.

Ao Doutor Pedro Crescêncio Sousa Carneiro, pelo riso amigo nos momentos de inflexão e por sua contribuição na realização desse trabalho.

À Dra. Waldênia de Melo Moura, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais pelas críticas e sugestões apresentadas, bem representando a mulher brasileira.

Ao Dr. Luiz Antônio dos Santos Dias, pela sugestão e pela crítica feitas ao trabalho de forma serena e pontual.

À Doutora Ana Maria Q. Lopez, por tudo de importante que representa e pela genialidade de sua figura humana.

Ao Doutor Cleso Antônio Patto Pacheco, da EMBRAPA Milho e Sorgo, por fornecer os dados.

Ao Doutor Paulo Vanderlei Ferreira, pelo apoio e orientação durante a graduação.

À inestimável Professora Lúcia Pereira, por todo apoio e amizade.

Ao Gilcemir, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pela seriedade e competência com a qual conduz o seu trabalho.

À Rita, à Conceição e à Rosemary, pela importância do seu trabalho junto à Secretaria da Genética.

Aos funcionários da Biblioteca Central, de forma muito especial, Nena, Ilza, Bete, Dóris, José Reinaldo, Toninho, Souza, Pedro, Isabel, Ronaldo.

À linda Raquel do Recife, à Isaura do Piauí, ao Marcelo de São Paulo e à Luciana das Minas Gerais, por tudo de agradável que vivemos juntos.

Aos meus amigos do Laboratório de Bioinformática: Livia, Luiz, Eduardo, Tatiana, Edmar, Márcio, Adésio, Willian, Leonardo, Fábio, Tales e Paulo, pelo companheirismo.

Aos amigos de república: Júlio, Ueliton, Ronaldo, Ronney, Lindenberg, Célio, Alexandre, Roseilton, Luciano, Marcelo, Roberto, Francis, Rafael, Paulo e Rômulo, pela sociabilidade de vida.

Aos funcionários e amigos da Genética: Márcio, Antônio e Vicente, pela convivência e momentos de integração.

Aos amigos de curso: Fernanda, Aurinelza, Frederico, Maria Tereza, Aloísio, Tassiano, Emanuel, Héder, Mauro e Vinícius pela integração e calor humano.

Aos amigos da Universidade: Ana Paula, Adir da Agronomia, Josete, Paula Conte, Elisângela, Mário da Zootecnia, Paulão da Engenharia florestal, Ítalo Guedes, Carlão, Cláudia, Priscilla, Alessandro, Patrícia, Palevi, Adriano, Ana Paula, Daiane, Joedina, Ana Marcelina, Ana Luíza, Diego e Guilherme.

À Ritinha, à Finha, ao Claudionor, ao Damião, à Jane, ao Faustinho, à Nanda, o Claudevan e à Andréa Yamamoto, meus amores.

Ao meu pai, que nasceu sem saber e que partiu sem dizer adeus.

BIOGRAFIA

JOÃO FRANCISCO DOS SANTOS, filho de Fausto Francisco dos Santos e de Rita Maria dos Santos, nasceu em 13 de fevereiro de 1974, na cidade de São José da Lage, Alagoas – Brasil.

Em março de 1993, iniciou o Curso de Agronomia na Universidade Federal de Alagoas, concluindo-o em dezembro de 1998. No período de fevereiro de 1999 a janeiro de 2000, foi pesquisador do CNPq no Instituto Xingó, na área temática de Biodiversidade.

Em fevereiro de 2000, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais, submetendo-se à defesa de tese em Junho de 2002. Em setembro de 2002, iniciou o Doutorado em Genética e Melhoramento, submetendo-se à defesa de tese em janeiro de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Interação genótipos x ambientes.....	3
2.2. Conceito de adaptabilidade e estabilidade fenotípica.....	5
2.3. Avaliação da performance genotípica.....	7
2.4. Estudo da interação genótipos x ambientes na cultura de milho.....	10
2.5. Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Análise da interação genótipos x ambientes.....	17
3.2. Análise de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos.....	19
3.2.1. Metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966).....	19
3.2.2. Metodologia proposta por CRUZ et al. (1989).....	23
3.2.3. Metodologia proposta por CARNEIRO (1998).....	27
3.2.4. Metodologia proposta por CRUZ (2006).....	28
4. AVALIAÇÃO DA SIMILARIDADE ENTRE AS METODOLOGIAS.....	32
5. RESULTADOS.....	34
5.1. Interação genótipos x ambientes.....	34
5.2. Ensaios de avaliação dos genótipos	35
5.3. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo.	41
A.....	
5.3.1. Metodologias de adaptabilidade e estabilidade.....	41
5.3.2. Genótipos superiores.....	41
5.3.3. Genótipos inferiores.....	45
5.3.4. Conclusão.....	45

5.4. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo B.....	46
5.4.1. Metodologias de adaptabilidade e estabilidade.....	46
5.4.2. Genótipos superiores.....	47
5.4.3. Genótipos inferiores.....	49
5.4.4. Conclusão.....	50
5.5. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo C.....	51
5.5.1. Metodologias de adaptabilidade e estabilidade.....	51
5.5.2. Genótipos superiores.....	51
5.5.3. Genótipos inferiores.....	54
5.5.4. Conclusão.....	55
5.6. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo QPM.....	55
5.6.1. Metodologias de adaptabilidade e estabilidade.....	55
5.6.2. Genótipos superiores.....	56
5.6.3. Genótipos inferiores.....	59
5.6.4. Conclusão.....	59
6. ESTIMATIVAS DE CORRELAÇÃO.....	60
6.1. Metodologia de CARNEIRO (1998).....	60
6.2. Metodologia de CRUZ (2006).....	61
7. DISCUSSÃO.....	62
8. BIBLIOGRAFIA.....	64

RESUMO

SANTOS, João Francisco, D.S., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2007.
Critérios de Recomendação de Cultivares de Milho por Análises de Adaptabilidade e Estabilidade. Orientador: Claudio Horst Bruckner. Co-orientadores: Cosme Damião Cruz e Pedro Crescêncio Souza Carneiro.

Há uma quantidade considerável de metodologias para realização de estudos de adaptabilidade e estabilidade. Contudo, nos últimos 30 anos, o método mais amplamente usado na análise de adaptabilidade e estabilidade é o de regressão linear. O estudo das metodologias é importante por permitir avaliar o potencial das novas metodologias em comparação com as clássicas, culminando numa informação estratégica na avaliação das metodologias nos programas de melhoramento genético. O estudo comparativo das metodologias é importante na verificação do potencial, bem como na formulação de novas metodologias. Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo estudar a similaridade entre as metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989), CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006) na recomendação de genótipos superiores e inferiores provenientes de quatro grupos de genótipos: genótipos do grupo A (híbridos do grupo A), genótipos do grupo B (híbridos do grupo B), genótipos do grupo C (híbridos do grupo C) e genótipos do grupo QPM (Híbridos do grupo de alta qualidade protéica) de milho. Um ensaio preliminar de cultivares de milho da Embrapa Milho e sorgo foi instalado e avaliaram-se os grupos de genótipos quanto à

produtividade de grãos. Em cada grupo foram avaliados vinte e três genótipos, acrescidos de duas testemunhas, em blocos ao acaso com duas repetições. Esses ensaios foram conduzidos nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, num total de nove locais. No Estado de Goiás, os grupos foram avaliados em Goiânia e Goianésia. Em São Paulo, Anhembi e Birigui. No Estado das Minas Gerais, Janaúba, Paracatu, Sete Lagoas – Fértil e Sete Lagoas – Cerrado. No Paraná, Londrina. De acordo com os resultados, prevaleceu a similaridade das metodologias na recomendação de genótipos superiores e inferiores. Nesse caso, as metodologias foram eficientes, concordantes em não indicar genótipos de baixo rendimento aos ambientes avaliados. A discriminação de genótipos com baixo potencial foi análogo nas metodologias. Por outro lado, mostrou-se concordante na avaliação dos genótipos com potencial ao cultivo em alta tecnologia, ou mesmo em condições de subsistência. Em quaisquer dessas situações, é importante conhecer o potencial das metodologias e também confrontar as metodologias e seu potencial, para que se possa fazer o melhor uso das mesmas. Portanto as metodologias diferentes apresentaram resultados similares, principalmente em torno da adaptação geral. Essa informação pode ser importante na popularização de novas metodologias aliada a outras informações da literatura.

ABSTRACT

SANTOS, João Francisco, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January of 2007.
Recommendation Criteria of Cultivates of Corn for Analyses of Adaptability and Stability. Adviser: Claudio Horst Bruckner. Co-advisers: Cosme Damião Cruz and Pedro Crescêncio Souza Carneiro.

There is a considerable amount of methodologies for accomplishment of adaptability studies and stability. However, in the last 30 years, the method more thoroughly used in the adaptability analysis and stability is that of lineal regression. The study of the methodologies is important, because it allows evaluating the potential of the new methodologies in comparison with the classic ones, culminating in a strategic evaluation that it determines the focus of new researches, of new methodologies. In this work, it was had as objective to study the similarity between the methodologies of EBERHART and RUSSELL (1966), CROSS et al. (1989), SHEEP (1998) and CROSS (2005) in the recommendation of superior and inferior genotypes in four genotypes groups. A preliminary rehearsal of cultivates of corn of Embrapa Corn and sorgo was installed in the period of 2000/2001. In it, four genotypes groups were evaluated with relationship to the productivity: genotypes of the group A (hybrid of the group A), genotypes of the group B (hybrid of the group B), genotypes of the group C (hybrid of the group C) and genotypes of the group QPM (Hybrid of the group of high protein

quality). In each one of those groups, were appraised twenty-three genotypes, added of two witness, in blocks to the maybe with two repetitions. Those rehearsals were led in the areas South, Southeast and Center - West of the country, in to total of sings to sleep places. In the State of Goiás, the groups were appraised in Goiânia and Goianésia. In São Paulo, Anhembi and Birigui. In the State of Minas Gerais, Janaúba, Paracatu, Seven Ponds–Fertile and Seven Ponds–Savannah. In Paraná, Londrina. In agreement with the results, the similarity of the methodologies prevailed in the recommendation of superior genotypes. In the general, the methodologies presented the same recommendation in the evaluation of the groups of appraised genotypes. In the inferior, the methodologies were similar, according in not indicating them to the appraised atmospheres. Therefore the genotypes discrimination with bass answer potential to the accomplished investments was similar in the methodologies, while according was shown in the evaluation of the genotypes with potential in cultivation with high technology, or even, in subsistence conditions. In any of those situations, it is important to know the potential of the methodologies.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com participação média de 6% na oferta mundial. O milho é plantado em todo o território nacional, destacando-se das demais culturas por ocupar a maior área cultivada no país. Sua importância reside ainda em sua capacidade de empregar mão-de-obra, visto que, em virtude de suas características de produção, essa cultura tem grande participação na geração de emprego no setor rural. Além disso, ele se destaca entre os grãos como o produto de maior volume produzido, respondendo pelo segundo maior valor da produção, sendo superado apenas pela soja. O milho é ainda o principal insumo para a confecção de rações utilizadas na criação de animais (NOGUEIRA NETTO, 1996).

Uma das etapas principais de qualquer programa de melhoramento é a fase de avaliação de cultivares, com vistas à identificação e à recomendação de materiais superiores. Assim, os experimentos regionais, conduzidos anualmente em diferentes condições edafoclimáticas e de manejo, são de grande utilidade para identificar o cultivar a ser recomendado devem apresentar a maior estabilidade possível diante da diversidade ambiental. Aliados a essa realidade, melhoristas e biometristas esforçam-se para avaliar a importância de metodologias na recomendação de genótipos superiores em ensaios de cultivares.

São muitas as metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinadas a um grupo de cultivares testado em vários ambientes. A diferença entre elas origina-se nos próprios conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos de medir a interação entre cultivares e ambientes (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

Segundo CRUZ et al. (2004), atualmente, há mais de uma dezena de metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinadas à avaliação de um grupo de materiais genotípicos testado numa série de ambientes. Essas metodologias são fundamentais na existência de interações e distinguem-se dos conceitos de estabilidade adotados e de certos princípios estatísticos empregados. A escolha de um método de análise depende dos dados experimentais, principalmente os relacionados ao número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Deve-se também considerar que alguns métodos são alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados conjuntamente.

Dentre os métodos propostos para estudar a estabilidade e a adaptabilidade fenotípica, destacam-se procedimentos baseados na variância da interação genótipos x ambientes; regressão linear simples; regressão múltipla; regressão quadrática, modelos não lineares; procedimentos não paramétricos; métodos multivariados. Com isso, há uma quantidade considerável de metodologias para realização de estudos de adaptabilidade e estabilidade. Contudo, nos últimos 30 anos, o método mais amplamente usado na análise de adaptabilidade e estabilidade é o de regressão linear (BECKER e LÉON, 1998); por outro lado, poucos melhoristas analisam rotineiramente os dados para estabilidade fenotípica.

Não basta aumentar o número de metodologias, saber se as metodologias são paramétricas ou não paramétricas, atribuir um rótulo à metodologia e chamá-la de clássica, atual ou alternativa. É preciso pesquisar, comparar e informar-se da importância da metodologia na recomendação de genótipos superiores de forma efetiva.

Este trabalho destaca a importância de comparar os critérios de recomendação, considerando suas particularidades, com o objetivo de estudar a similaridade entre as metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989), CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006), na avaliação de genótipos superiores e inferiores em quatro grupos de genótipos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Interação genótipos x ambientes

As interações de genótipos x ambientes podem surgir por duas razões: por diferentes respostas de igual conjunto gênico em diferentes ambientes e pela expressão de diferentes conjuntos gênicos em diferentes ambientes (COCKERHAM, 1963). Quando um mesmo conjunto de genes se expressa em diferentes ambientes, as diferenças nas respostas podem ser explicadas pela heterogeneidade das variâncias genéticas e experimentais ou por ambas; e, quando diferentes conjuntos de genes se expressam em ambientes distintos, as diferenças nas respostas explicam-se por uma inconsistência das correlações genéticas entre os valores de um mesmo caráter em dois ambientes (FALCONER, 1989).

O valor fenotípico de um indivíduo, quando avaliado em um ambiente, é o resultado da ação do efeito genotípico, sob a influência do meio ao qual é submetido. No entanto, ao avaliar o mesmo indivíduo em vários ambientes, surge, freqüentemente, um componente adicional que influencia o seu valor fenotípico, que é denominado interação entre os efeitos genotípicos e os ambientais. Essa interação quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

ROBERTSON (1959) demonstra ser a interação genótipos x ambientes constituída de duas partes: uma denominada simples, determinada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes e outra chamada complexa, dada pela falta de correlação entre os genótipos. Quando a interação é de natureza simples, em predominância, um genótipo mantém sua posição relativa, apesar da presença da

interação. Entretanto, no caso de a interação ser predominantemente complexa, tal relação deixa de se verificar.

A avaliação da magnitude das interações genótipos x locais, genótipos x anos, e entre outras, é de grande importância, pois orienta o planejamento e as estratégias do melhoramento, além de ser determinante na recomendação de cultivares (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992).

SANTOS (1980) comenta que, quando se avaliam diversos genótipos em vários locais e anos, geralmente os seus comportamentos são inconsistentes nos diferentes ambientes, gerando uma interação genótipos x ambientes. Essa interação, quando significativa, é uma indicação de que podem existir genótipos particulares para ambientes específicos e, possivelmente, genótipos menos influenciáveis pelas variações ambientais.

Segundo RAMALHO et al. (1993), considerando um número maior de ambientes e de cultivares, a presença de interação complexa quase sempre indica a existência de cultivares especificamente adaptados a ambientes particulares. Isso impede que a recomendação de cultivares possa ser feita de maneira generalizada, sendo necessárias medidas que controlem ou minimizem os efeitos da interação para proceder a recomendações mais seguras. A ocorrência de interação complexa entre os cultivares diminuirá a eficiência dos programas de melhoramento, porque a seleção é realizada na média dos vários ambientes, o que não garante a seleção dos melhores cultivares para cada ambiente particular.

Segundo CARNEIRO (1998), o problema da interação genótipos x ambientes é extremamente complexo, porque, em geral, existem muitos ambientes envolvidos, nos quais há possibilidades de serem introduzidas culturas produtivas e economicamente viáveis. O importante é que cada melhorista decida qual deverá ser o ambiente a receber os genótipos selecionados. Essa decisão pode ser tomada de modo mais eficiente quando os melhoristas conhecem a natureza da interação.

Estudos a respeito da interação genótipos x ambientes, apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. Para tal objetivo, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais se torna possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (CRUZ et al. 2004).

Com base na revisão de literatura, foi possível definir dois enfoques diferentes do problema da interação genótipos x ambientes. No início, os pesquisadores centraram sua atenção em desenvolver medidas de estabilidade complexas, visando obter materiais com uma adaptação ampla. Com o decorrer do tempo, verificou-se que tais medidas nem sempre refletiam a estabilidade real de um determinado genótipo. Devido a isso, vários autores começaram a focar o problema de outro ângulo. Foi assim que, em lugar de tentar desenvolver genótipos estáveis com adaptação ampla, os pesquisadores centraram sua atenção na escolha de ambientes específicos para o desenvolvimento e a avaliação de cultivares. Essa metodologia tem como objetivo maximizar a produtividade dos materiais em determinados ambientes, praticando todo o processo seletivo destinado ao desenvolvimento de novos materiais selecionados previamente através de uma avaliação de sua capacidade preditiva (previsão de desempenho dos futuros cultivares). Em outras palavras, esse enfoque dá prioridade ao desenvolvimento de materiais com adaptação específica (GIECO, 1997).

2.2. Conceito de adaptabilidade e estabilidade fenotípica

A interação genótipos x ambientes constitui-se num dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação dos cultivares. Entre as alternativas para se amenizar a influência dessa interação, tem sido recomendado o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (CRUZ e CARNEIRO, 2003). O problema inicial que surge ao se utilizar essa opção é o de conceituar os termos adaptabilidade e estabilidade. Na literatura, existem diferentes definições sobre adaptabilidade e estabilidade de plantas cultivadas.

Para FINLAY e WILKINSON (1963) a estabilidade média caracteriza um cultivar cuja produção varia diretamente de acordo com a capacidade dos ambientes em proporcionar altas ou baixas produtividades. Dentro dos conceitos propostos por LIN et al. (1986), o coeficiente de regressão proposto pela metodologia de FINLAY e WILKINSON (1963) pode corresponder ao conceito do tipo 1, se o genótipo estável for definido como aquele em que o coeficiente de regressão linear igual a zero; caso contrário, se o cultivar estável for definido como coeficiente de regressão for igual a um, corresponderá ao conceito tipo 2. A utilização do desvio de regressão enquadra-se no conceito tipo 3.

MARIOTI et al. (1976), designaram adaptabilidade como a capacidade potencial dos genótipos de responderem vantajosamente ao estímulo ambiental. A estabilidade, por outro lado, seria a capacidade de um genótipo exibir um desempenho o mais constante possível, em função de variações na qualidade ambiental.

VERMA et al. (1978) definiram o cultivar ideal como aquele que apresenta alta capacidade de produção, associada à alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e à capacidade de respostas à melhoria das condições de ambiente. A estabilidade de comportamento de um cultivar é definida como a previsibilidade de sua adaptabilidade, ou, em termos estatísticos, como o ajuste do cultivar ao modelo de regressão (linear ou bissegmentado) adotado. A estabilidade de comportamento de um genótipo, conforme CRUZ e CARNEIRO (2003), também pode ser definida como a previsibilidade de sua adaptabilidade ou, em termos estatísticos, como o ajuste do genótipo ao modelo (linear, bissegmentado ou não-linear) adotado.

BECKER (1981) caracterizou a estabilidade em dois tipos: estabilidade biológica ou homeostática e estabilidade agrônômica. A estabilidade, no sentido biológico, é aquele em que o cultivar mantém uma produtividade constante entre ambientes. A estabilidade agrônômica é aquela em que o cultivar é considerado se produzir bem em relação ao potencial produtivo dos ambientes testados.

LIN et al. (1986) propuseram três conceitos de estabilidade fenotípica em função dos diversos parâmetros de avaliação, em três tipos básicos: tipo 1: o genótipo é considerado estável se a variância entre ambientes é pequena. Pode ser mensurada a partir da estimativa da variância de cada cultivar nos diferentes ambientes. As estatísticas relacionadas ao conceito tipo 1 estão associadas ao conceito de estabilidade no sentido biológico ou estatístico e são altamente dependentes do grupo de ambientes escolhidos, sendo análoga ao conceito de homeostase; têm pouca utilidade para conjuntos de muitos ambientes, podendo ser úteis em áreas geográficas mais restritas. Esse tipo de estabilidade está associado à resposta relativamente pobre em ambientes de baixas produtividades e baixas produtividades em ambientes altamente produtivos; tipo 2: o genótipo é considerado estável se sua resposta aos ambientes for paralela à resposta média de todos os genótipos do experimento (conceitos agrônômicos de BECKER, 1981). Esse tipo de estabilidade acompanha o desempenho médio dos cultivares frente às variações ambientais, permitindo identificar materiais estáveis e com potencial para se manter entre os melhores nos ambientes; Tipo 3: o genótipo é considerado estável se a relação entre o quadrado médio do resíduo da regressão pelo índice ambiental for

pequena. Esse tipo de estabilidade é mensurado pelas metodologias que utilizam a análise de regressão.

2.3. Avaliação da performance genotípica

São muitas as metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinada a um grupo de cultivares testados em vários ambientes. A diferença entre elas origina-se nos próprios conceitos de estabilidade e nos procedimentos biométricos de medir a interação entre cultivares e ambientes (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Segundo CRUZ et al. (2004), atualmente, há mais de uma dezena de metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinadas à avaliação de um grupo de materiais genotípicos testados numa série de ambientes. Essas metodologias são fundamentadas na existência de interações e distinguem-se dos conceitos de estabilidade adotados e de certos princípios estatísticos empregados. A escolha de um método de análise depende dos dados experimentais, principalmente os relacionados ao número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Deve-se também considerar que alguns métodos são alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados conjuntamente.

A metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966) baseia-se na análise de regressão linear simples. Nesse método, a superioridade do genótipo é avaliada pela média e pelos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Um cultivar que tenha média de produção maior que a média geral e coeficiente de regressão para produtividade igual, maior ou menor que 1, a um determinado nível de probabilidade, pode ser considerado de adaptação geral, adaptação específica a ambientes favoráveis, ou adaptação específica a ambientes desfavoráveis, respectivamente. A estabilidade de comportamento refere-se à previsibilidade de comportamento, interpretada pelo desvio da regressão linear simples, de modo que o genótipo será considerado estável se esse desvio for pequeno. Esse conceito de estabilidade é aquele que interessa ao melhorista e está associado ao conceito de adaptabilidade, ou seja, a estabilidade de comportamento de um cultivar determina a confiabilidade, ou veracidade, do parâmetro adaptabilidade estimado.

A metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) condiciona uma relação linear adequada entre a resposta média de ambiente e o índice do ambiente. Se os genótipos em consideração apresentam semelhantes padrões de resposta às características ambientais, aquela condição implica a linearidade das relações entre

respostas individuais dos genótipos e o índice de ambiente. Por essa razão, a técnica de regressão linear simples tem sido aplicada com sucesso em muitos estudos de estabilidade fenotípica e adaptabilidade de plantas cultivadas.

CROSSA (1990) comenta que a obtenção de parâmetros via análise de regressão linear é bastante usada por melhoristas de plantas, por ser uma técnica matematicamente simples e biologicamente interpretável. No entanto apresenta algumas desvantagens: não é informativa quando a linearidade falha; é altamente dependente do grupo de genótipos e ambientes incluídos na análise e tende a supersimplificar padrões de resposta diferentes por explicar a variação da interação genótipos x ambientes em apenas uma dimensão (coeficiente de regressão), quando, na realidade, ela pode ser altamente complexa. O autor alerta para o perigo em sacrificar informações relevantes para facilitar interpretações estatísticas e biológicas.

Na predição da estabilidade de comportamento de um grupo de cultivares avaliado em vários ambientes, via análise de regressão, é comum um ou poucos cultivares apresentarem padrão de comportamento diferente dos demais, em função dos seus elevados desvios da regressão. Esses desvios podem não ser propriedades intrínsecas do genótipo em questão, pois se o experimento fosse conduzido com cultivares de comportamento semelhante a esses, os desvios poderiam ser não significativos (KNIGHT, 1970). Assim, segundo LIN et al. (1986), verifica-se que um cultivar estável seria tão somente com respeito aos cultivares do teste, não assegurando que ele também seria considerado se fosse testado juntamente com um novo grupo que possuísse cultivares diferentes daqueles usados na análise anterior.

Segundo MIRANDA (1993), a metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966), em comparação à de FINLAY e WILKINSON (1963), deve ser o de uso mais indicado, em virtude das maiores informações que oferece. Entre os métodos de análise de regressão bissegmentada, o de CRUZ et al. (1989) mostrou-se mais adequado que o de VERMA et al. (1978). É recomendável a utilização de um método baseado em regressão bissegmentada, avaliando-se cada cultivar no ambiente favorável e no desfavorável. Caso não haja diferença significativa, adotar-se-á um modelo de regressão linear; havendo diferença, utilizar-se-á um modelo bi-segmentado. No trabalho de MIRANDA (1993), foram avaliadas cultivares e linhagens de feijão em quatro municípios da Zona da Mata mineira.

SILVA e BARRETO (1985) propuseram o ajustamento, para cada genótipo, de uma única equação de regressão constituída de dois segmentos de reta, com união no ponto correspondente ao valor zero do índice de ambiente, permitindo estimar a

adaptabilidade e a estabilidade de comportamento. CRUZ et al. (1989) modificaram essa metodologia, tornando-a operacionalmente mais simples e com propriedades estatísticas mais adequadas aos propósitos do melhoramento. Esse método apresenta estimativas não-correlacionadas dos coeficientes de regressão e mesmos conceitos de adaptabilidade e estabilidade de VERMA et al. (1978).

Segundo esses autores, um cultivar de performance teoricamente ideal, para caracteres como produtividade de grãos, é aquele com rendimentos relativamente elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com capacidade para responder em ambientes favoráveis, isto é, à melhoria do ambiente. Assim, duas regressões são necessárias para descrever tal comportamento, e o método de CRUZ et al. (1989), entre outras vantagens, permite a identificação desses cultivares. O cultivar ideal deve, segundo esses autores, apresentar média superior à média geral, $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ estatisticamente menor e maior que a unidade, respectivamente, e desvio da regressão não significativo.

Apesar de a metodologia proposta por LIN e BINNS (1988) mostrar-se bastante promissora no uso pelos melhoristas para recomendação de cultivares, levaram-se em conta aspectos que deveriam ser abordados de modo a aprimorar o procedimento. Esses aspectos, de acordo com CARNEIRO (1998), de forma resumida, são:

A metodologia apresenta estimativas de parâmetro apenas para a recomendação geral de cultivares. Entretanto há tendências de que essa recomendação seja feita particularizando grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletirão, de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente;

A distância do genótipo a pontos ótimos extremos (máximos) pode não ser adequada para certos caracteres. Assim a definição de um referencial mais apropriado tornaria a metodologia de aplicação mais ampla;

A distribuição dos pontos ótimos extremos (máximos) pode não atender a um perfil compatível com os genótipos disponíveis. Assim a procura de genótipos estáveis em ambientes desfavoráveis e responsivos em ambientes favoráveis tem sido realizada por melhoristas.

Como a distância do genótipo ao valor máximo é fundamental para a indicação do cultivar, é necessário dispor de dados precisos, evitando-se ou minimizando a influência de valores máximos obtidos em condições experimentais em que a precisão é relativamente inferior à dos demais ensaios. Recomenda-se, nesse caso, ponderar cada desvio do genótipo em relação ao valor máximo do ambiente, por um fator estabelecido em função da precisão experimental;

Outro aspecto que deve ser considerado em relação às características dos ambientes diz respeito à similaridade. Distância, em relação a valores máximos em dois ambientes similares, deve ter menos influência na determinação da superioridade do genótipo do que dois ambientes dissimilares, porém representativos da rede;

Por fim, é necessário considerações sobre o uso da avaliação da performance genotípica, conforme defendem LIN e BINNS (1988), em análises multivariadas, em que a recomendação dos cultivares deve contemplar mutuamente mais de um caráter de importância econômica.

A metodologia do Centróide foi desenvolvida por CRUZ em 2004, avaliada por ROCHA et al (2006) e publicada em CRUZ (2006). Segundo ROCHA et al. (2005), associado à facilidade de recomendação e ordenamento dos genótipos a grupos de adaptabilidade específicos (adaptabilidade geral, adaptabilidade específicos e pouco adaptados). Associado à não-subjetividade de ordenamento e à utilização de estimativas de probabilidade espacial, que fornecem informação a respeito da confiabilidade da classificação dos genótipos, este método se diferencia dos demais descritos na literatura. Segundo esses autores esse método integra o conjunto de metodologias que o melhorista pode utilizar no estudo da interação genótipo x ambiente e recomendação de genótipos, no entanto recomenda-se que mais estudos sejam realizados visando ponderar melhor as vantagens e as desvantagens dessa metodologia.

2.4. Estudo da interação genótipos x ambientes na cultura de milho

Conforme CARNEIRO (1998), a avaliação do comportamento de genótipos frente às variações ambientais, realizada com base em estudos de adaptabilidade e estabilidade, usou o método tradicional EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989), LIN e BINS (1988) avaliaram dados do ensaio estadual de competição de cultivares de milho, referente às safras de 1992/93 a 1994/95, objetivando identificar os cultivares mais adaptados às condições ambientais das principais regiões produtoras do Paraná. Foi usado o delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições. De acordo com os resultados, foi possível identificar os cultivares com melhor desempenho em qualquer tipo de ambiente, favorável ou desfavorável, com base em todas as metodologias empregadas. Verificou-se ainda que: a) a caracterização da adaptabilidade de um genótipo, quando feita unicamente pela magnitude do coeficiente de regressão da produtividade média, em função dos índices ambientais, pode não ser apropriada; b) o parâmetro estimado, conforme LIN e BINNS (1988) é relativo a um

cultivar hipotético de adaptação geral, cujo coeficiente de regressão é igual à unidade, sendo comparável ao método de EBERHART e RUSSELL (1966), com a vantagem da unicidade do parâmetro para se estimar a performance genotípica; c) o método de CRUZ et al. (1989) é adequado e eficiente na identificação daquele (s) que mais se aproxima (m) desse cultivar.

Segundo CARVALHO et al. (2000), no ano agrícola de 1997, 21 cultivares de milho foram submetidas a 26 diferentes condições ambientais no Nordeste brasileiro, visando conhecer a estabilidade de produção desses materiais para fins de recomendação na região. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com três repetições. Eles observaram que o cultivar ideal preconizado pelo modelo CRUZ et al. (1989) não foi encontrado entre os cultivares avaliados. Da mesma forma, não foi mostrado qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação nos ambientes desfavoráveis. Apesar disso, infere-se que o híbrido BR 2121 pode ser recomendado para essa classe de ambiente por apresentar produtividade alta, ser pouco exigente nas condições desfavoráveis e apresentar estimativa de $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ semelhante à unidade. De forma semelhante, a população CMS 50 e o cultivar BR 5033, de produtividades médias superiores à média geral relativa aos cultivares, com estimativas de $\hat{\beta}_1 < 1$ e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ semelhantes à unidade, podem também ser recomendadas para ambientes desfavoráveis. Os cultivares BR 106, BR 5011 e BR 5004, de rendimentos médios superiores à média geral relativa aos cultivares, estimativas de $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2$ semelhantes à unidade justificam suas recomendações para a região. Esses cultivares repetiram o bom comportamento que vêm apresentando em outros trabalhos de competição de cultivares na região.

No trabalho realizado por MURAKAMI (2004), vários experimentos foram avaliados em três épocas, em cinco municípios da região sul do Estado de Mato Grosso. Foram avaliados 43 híbridos comerciais de milho, sendo 12 nos ensaios de safrinha/96, 16 nos ensaios de safra normal 96/97 e 15 nos ensaios de safrinha/97. Utilizou-se o delineamento em bloco ao acaso, com três repetições. As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas segundo as metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966), considerando apenas a variável produtividade de grãos e dois métodos propostos por CARNEIRO (1998) para produtividade de grãos e incluindo outras características de interesse. De acordo com os resultados, praticamente todos os híbridos testados apresentaram ampla adaptabilidade e boa estabilidade, segundo a metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966). A metodologia de CARNEIRO (1998) foi mais

discriminante que a de EBERHART e RUSSELL (1966). De modo geral, concluiu-se que: a) no ensaio de safrinha/96, os melhores híbridos foram XL 604 e C 701, pelas análises univariadas, considerando-se apenas a produtividade de grãos e, no contexto multivariado, o C-435; b) no ensaio de safra normal 96/97, os híbridos D 657 e AVANT foram os melhores em todos os procedimentos; c) no ensaio de safrinha/97, os melhores foram D 657, XL 345 e Z 8392, nas análises univariadas, enquanto no método multivariado foram Z-8452 e Z-8501.

CARVALHO et al. (2002) avaliaram 22 cultivares de milho em 45 ambientes do Nordeste brasileiro, no triênio 1998 a 2000, objetivando conhecer a adaptabilidade e a estabilidade desses materiais para fins de recomendação. Utilizou-se delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições. A análise de variância conjunta mostrou inconsistência no comportamento dos cultivares diante das variações ambientais. Para atenuar o efeito da interação cultivar x ambiente, usou-se o método de CRUZ et al. (1989).

De acordo com esse método, busca-se como cultivar ideal aquele que apresenta alta produtividade média, adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis, capacidade de responder à melhoria ambiental e, finalmente, variância dos desvios de regressão igual a zero. Além do preconizado pelo método, considerou-se como cultivar melhor adaptado aquele que expressou rendimento médio superior à média geral (MARIOTTI et al., 1976).

Os híbridos mostraram melhor adaptação que as variedades e populações, constituindo-se em alternativas viáveis para os produtores que investem em tecnologias modernas de produção. Sobressaíram-se Cargill 333 B, AG 1051 e Zeneca 8501. As variedades Sertanejo, AL 25, São Francisco, São Vicente, Asa Branca e BR 106 são importantes nos sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais da região. É importante ressaltar que o cultivar ideal preconizado pelo modelo bissegmentado não foi encontrada no conjunto avaliado. Da mesma forma, não foi encontrado qualquer cultivar que atendesse a todos os requisitos necessários para adaptação aos ambientes favoráveis e desfavoráveis.

2.5. Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade

A forma mais comum para comparar as metodologias é através da correlação entre seus parâmetros que medem a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica. As correlações mais usadas são as de Spearman e Pearson. Essa abordagem tem como

principal objetivo verificar similaridades ou divergências quanto ao ordenamento dos genótipos com os ambientes. Um outro tipo que explica a proporção da interação genótipos x ambientes. Uma terceira abordagem é a relacionada à capacidade de melhor caracterizar ou reunir informações e dos genótipos e ambientes quanto à adaptabilidade e à estabilidade, ROCHA (2002).

As metodologias de EBEHART e RUSSELL (1966), TAI (1971), WRICKE (1965) e HANSON (1967) foram comparadas por CARVALHO et al. (1983). Segundo os autores, existe considerável evidência de que a resposta dos genótipos a diferentes ambientes é linearmente relacionada com a qualidade do ambiente. Os métodos baseados em dois parâmetros de estabilidade (EBERHART e RUSSELL, 1966 e TAI, 1971) apresentam maior eficiência e são altamente associados entre si. A ecovalência apresenta correlações altamente significativas e positivas com os desvios da regressão (EBERHART e RUSSELL, 1966) e com os efeitos ambientais.

YUE et al. (1997) avaliaram cultivares de soja usando estimativas de estabilidade paramétricas: coeficiente de variância, ecovalência de WRICKE e WEBER (1986), coeficiente de regressão e desvio de regressão de EBERHART e RUSSELL (1966), variância de estabilidade, de SHUKLA (1972) e medidas não-paramétricas S_1 , diferença da classificação média, e S_2 , variância da classificação, de HUENH (1996). Esses autores encontraram que o coeficiente de regressão foi significativamente e positivamente correlacionado somente com o coeficiente de variação. As medidas não-paramétricas de estabilidade de HUEHN foram altamente correlacionadas com os parâmetros desvio de regressão e ecovalência.

MIRANDA et al. (1997) utilizaram ensaios de feijão para estudar os parâmetros de estabilidade provenientes dos seguintes métodos: tradicional, de PLAISTED e PETERSON (1959), de WRICKE (1965) e de HUENH (1990) e concluíram que, com exceção do método tradicional, que é negativamente correlacionado com a produtividade, os outros se comportaram de maneira semelhante, apresentando altas correlações entre si. Os autores ressaltaram a utilidade das medidas não paramétricas. Essas medidas diminuem a tendenciosidade causada por pontos extremos, não impõem qualquer hipótese sobre a distribuição dos valores fenotípicos, são de fácil execução e interpretação.

MIRANDA et al. (1997) compararam os métodos tradicionais, PLAISTED e PETERSON (1959), a ecovalência, a diferença de classificação média (S_1) e a variância de classificação (S_2). Concluíram que o parâmetro de PLAISTED e PETERSON (1959) é altamente correlacionado com a ecovalência, como já havia sido mencionado por CRUZ

e REGAZZI (1994). Os autores ressaltaram ainda a independência entre a ecovalência e a produção, permitindo a obtenção de cultivares produtivos e estáveis. Segundo os autores, a ecovalência apresenta a desvantagem de considerar instáveis genótipos altamente responsivos.

No trabalho de CARNEIRO (1998), o ensaio estadual de competição de cultivares de milho, avaliado em dois anos com base na metodologia tradicional, EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1998) e CARNEIRO (1998), verificou-se que: a caracterização da adaptabilidade de um genótipo, quando feita unicamente pela magnitude do coeficiente de regressão da produtividade média, em função dos índices ambientais, pode não ser apropriada; o parâmetro de estabilidade, conforme LIN e BINNS (1988), é relativo a um cultivar hipotético de adaptação geral, cujo coeficiente de regressão é igual à unidade, sendo comparado ao método de EBERHART e RUSSELL (1966), com a vantagem da unicidade do parâmetro para estimar a performance genotípica. O método de CRUZ et al. (1989) é apropriado e eficiente na identificação daqueles de performance ideal, entretanto deixa a desejar na identificação daqueles que mais se aproximam desse cultivar.

Um estudo comparativo envolvendo metodologias que apresentam parâmetros que combinam simultaneamente produtividade de grão e estabilidade foi realizado por DASHIELL et al. (1994). Foram comparados a produtividade de grão; o coeficiente de regressão e a variância dos desvios de regressão de EBERHART e RUSSELL (1966); a variância de “ranking” de HUENH (1996); a medida de superioridade máxima (P_i) de LIN e BINS (1988) e a soma de “rank” de KANG (1988). A produtividade de grãos foi correlacionada positivamente com o coeficiente de regressão (0,50) e negativamente com P_i (-0,84) e a soma de “rank” (0,58). O coeficiente de regressão foi negativamente correlacionado com P_i (-0,47), enquanto o desvio de regressão foi positivamente correlacionado com variância de “rank” de HUENH (0,72) e a soma de “rank” (0,62). Os parâmetros P_i e as somas de “rank” apresentaram a mais alta correlação entre produção de grãos e P_i . P_i é a melhor técnica que seleciona simultaneamente para produtividade e estabilidade fenotípica.

Um estudo de comparação entre os parâmetros de EBERHART e RUSSELL (1966) e as medidas não-paramétricas de estabilidade de HUENH (1996) foi conduzido por MAURO et al. (2000), para o caráter produtividade de grãos. Esse autor verificou correlações significativas entre as medidas não-paramétricas e os desvios da regressão, sendo baixas entre aquelas e o coeficiente de regressão. As medidas S_{1i} e S_{2i} mostraram-se perfeitamente correlacionadas.

A estabilidade e adaptabilidade foram analisadas para um grupo de cultivares e linhagens de soja divididas em ciclos de maturação no estado do Paraná, por ALIPRANDINI et al. (1998). Foram utilizados os métodos de EBERHART e RUSSELL (1966), VERMA et al. (1978) e as modificações no conceito de adaptabilidade definidas por ALLIPRANDINI (1992). Foi constatado que a utilização conjunta das duas metodologias, aliada à definição dos conceitos de ALLIPRANDINI (1992), permitiu uma caracterização melhor da adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos e facilitou a seleção. ALLIPRANDINI (1992) definiu estabilidade com base no coeficiente de determinação e dos desvios de regressão e adaptabilidade como consequência do desempenho do genótipo em relação à média dos genótipos avaliados e da responsividade medida pelo coeficiente de regressão.

PRADO et al. (2001) avaliaram a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia e utilizaram os métodos da ecovalência (WRICKE e WEBER, 1986), EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989). Concluíram que os métodos foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os cultivares avaliados, os de maior estabilidade e adaptabilidade.

MURAKAMI (2001) comparou as metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966) e CARNEIRO (1998), na avaliação de híbridos comerciais de milho em três safras. Com base nos resultados, na safra normal, as metodologias foram discordantes. O mesmo resultado foi observado na safrinha/96. Na safrinha/97, a relação de três genótipos superiores, e inferiores nas metodologias já citadas, apresentaram certas discordâncias. Segundo esse autor, a metodologia de CARNEIRO (1998) foi mais discriminante que a de EBERHART e RUSSELL (1966).

Para exemplificar a utilização da metodologia proposta por CRUZ (2006), ROCHA et al. (2005) avaliaram um experimento e compararam clones comerciais de *Eucalyptus*. Os resultados foram comparados com os obtidos pela metodologia de regressão proposta por EBERHART e RUSSELL (1966) e pelo método proposto por LIN e BINNS (1988). Os autores observaram altos valores de correlação entre o ordenamento dos genótipos utilizando os valores de probabilidade I do método centróide com os obtidos pelos valores do Pi geral de LIN e BINNS (1988) e pela metodologia de regressão visando à seleção dos genótipos de adaptabilidade geral. No entanto, para os outros ideótipos II, III e IV, não são esperados valores de correlação tão elevados, uma vez que a filosofia do método centróide difere da tradicional, considerando que os ideótipos de comportamento desejado são aqueles que apresentam máxima resposta em um grupo de ambientes (favorável ou desfavorável) e mínima em

outro grupo. De acordo com esses autores, o alto valor de correlação observado entre a regressão e a probabilidade I do método centróide deve-se em especial à alta correlação entre adaptabilidade e melhor desempenho per si, característica do método centróide, por outro lado observou correlação de média magnitude entre probabilidade II e regressão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No ensaio preliminar de cultivares de milho da Embrapa Milho e sorgo, realizado no período de 2000/2001, foram avaliados quatro grupos de genótipos quanto à produtividade: genótipos do grupo A (híbridos do grupo A), genótipos do grupo B (híbridos do grupo B), genótipos do grupo C (híbridos do grupo C) e genótipos do grupo QPM (Híbridos do grupo de alta qualidade protéica). Em cada grupo, foram avaliados vinte e três genótipos, acrescidos de duas testemunhas. Esses ensaios foram conduzidos nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país, num total de nove locais. No Estado de Goiás, os grupos foram avaliados em Goiânia e Goianésia. Em São Paulo, Anhembi e Birigui. No Estado das Minas Gerais, Janaúba, Paracatu, Sete Lagoas – Fértil e Sete Lagoas – Cerrado. No Paraná, Londrina. O experimento foi instalado em blocos ao acaso, com duas repetições.

3.1. Análise da interação genótipos x ambientes

Para análise de variância conjunta, adotou-se o modelo estatístico descrito a seguir.

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que

μ - é a média geral;

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

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

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

ε_{ijk} - é o erro aleatório.

O esquema da análise de variância conjunta, conforme descrito em CRUZ et al. (2004), encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Esquema da análise de variância conjunta

FV	GL	SQ	QM	E (QM)
Ambientes (A)	a - 1	SQA	QMA	$\sigma_e^2 + gr\sigma_a^2$
Genótipos (G)	g - 1	SQG	QMG	$\sigma_e^2 + rl\sigma_{ga}^2 + ar\phi_g$
G x A	(a - 1)(g - 1)	SQGA	QMGA	$\sigma_e^2 + rl\sigma_{ga}^2$
Resíduo	a(r - 1)(g - 1)	SQR	QMR	σ_e^2
Total	agr - 1	SQT		

$$l = g/(g - 1)$$

$$\phi_g = \frac{\sum_i G_i^2}{(g - 1)}$$

em que

$$C = \frac{Y_{\dots}^2}{agr}$$

$$SQA = \frac{1}{gr} \sum_j Y_{.j.}^2 - C$$

$$SQG = \frac{1}{ar} \sum_i Y_{i..}^2 - C$$

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

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

Considerando genótipos como efeitos fixos e aleatórios os demais efeitos e adotando as pressuposições conforme descrito por CRUZ et al. (2004), tem-se:

$$\hat{\sigma}_e^2 = \text{QMR}$$

$$\hat{\sigma}_{ga}^2 = \frac{\text{QMGA} - \text{QMR}}{r-1}$$

$$\hat{\sigma}_a^2 = \frac{\text{QMA} - \text{QMB}}{g-1}$$

$$\hat{\phi}_g = \frac{\text{QMG} - \text{QMGA}}{a-1}$$

Além da estimação dos componentes de variância, o pesquisador normalmente tem interesse nos testes de significância e, para isso, as expressões das E (QM) são de grande utilidade, por indicar, para determinadas hipóteses, qual o denominador apropriado para o teste F. A seguir, são apresentadas algumas hipóteses avaliadas com o teste F apropriado, com os respectivos graus de liberdade.

Hipótese (H_0)	Estatística F	Graus de liberdade
$H_1 : \sigma_a^2 = 0$	$F_1 = \text{QMA}/\text{QMB}$	(a-1), a (r-1)
$H_2 : G_i = 0$ para todo i	$F_2 = \text{QMG}/\text{QMGA}$	(g-1), (a-1) (g-1)
$H_3 : \sigma_{ga}^2 = 0$	$F_3 = \text{QMGA}/\text{QMR}$	(a-1) (g-1), a (r-1) (g-1)

No caso de H_2 , a restrição é parte integrante do modelo.

3.2. Análise de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos

3.2.1. Metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966)

Essa metodologia se baseia em análise de regressão linear simples e tem adotado um conceito simples de adaptabilidade, capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente. Os genótipos com adaptabilidade geral ou ampla são aqueles com $\beta_{1i} = 1$. Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes

favoráveis são aqueles com $\beta_{1i} > 1$. Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis são aqueles com $\beta_{1i} < 1$.

A estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente. É avaliada pela significância do componente de variância atribuído aos desvios da regressão (σ_{di}^2). Genótipos de estabilidade alta são aqueles com $\sigma_{di}^2 = 0$. Genótipos com estabilidade baixa são aqueles com $\sigma_{di}^2 > 0$.

Os parâmetros que expressam a estabilidade e a adaptabilidade são a média, a resposta linear à variação ambiental e o desvio da regressão para cada genótipo, obtidos a partir do seguinte modelo:

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

em que

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ;

β_{0i} : média geral do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, g$);

β_{1i} : resposta linear do genótipo i à variação ambiental;

I_j : índice ambiental ($j = 1, 2, \dots, a$), sendo

$$I_j = \frac{Y_{.j}}{g} - \frac{Y_{..}}{ga}$$

δ_{ij} : desvio da regressão; e

$\bar{\epsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

Merecem destaque os cálculos das seguintes somas de quadrados:

- Soma de quadrado de ambiente linear

$$SQAl = \frac{\text{ar}(\sum_j Y_{.j} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$$

- Soma de quadrado da interação genótipos x ambientes linear

$$SQG \times AI = \frac{r \sum_i (\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2} - SQA1$$

- Soma de quadrado do desvio para cada genótipo

$$SQDi = r \left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(Y_{i.})^2}{a} \right] - r \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$$

- Soma de quadrado de desvio combinado

$$SQDc = \sum_i SQDi$$

A média e as medidas da adaptabilidade e da estabilidade de cada genótipo são dadas por

- Média do genótipo

$$\hat{\beta}_{0i} = \frac{Y_{i.}}{a}$$

- Medida da adaptabilidade

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

A hipótese $H_0 : \beta_{1i} = 1$ é avaliada por meio da estatística t, conforme expressão apresentada a seguir. Essa estatística está associada ao nível α de significância e a m graus de liberdade.

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i})}}$$

- Medida da estabilidade ou previsibilidade do comportamento linear

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{QMD_i - QMR}{r}$$

em que

QMD_i - é o quadrado médio dos desvios da regressão do genótipo “i”;

QMR - é o quadrado médio do resíduo;

Para testar a hipótese $H_0 : \sigma_{di}^2 = 0$, utiliza-se a estatística $F = QMD_i / QMR$, cuja significância é avaliada ao comparar com o valor referencial $F_{\alpha, a-2, m}$, sendo α o nível de significância, a o número de ambientes e m os graus de liberdade de resíduo.

Segundo CRUZ et al. (2004), algumas vezes, pode ocorrer que muitos genótipos com produtividades médias superiores apresentem desvio de regressão estatisticamente diferente de zero. Porém pode ser necessária a seleção de alguns genótipos do grupo em que a estabilidade é baixa. Nesses casos, uma medida auxiliar de comparação entre genótipos é o coeficiente de determinação R_i^2 , dado pela equação abaixo:

$$R_i^2 = \frac{(SQ_{Regressão})_i}{SQ(A/G_i)} \times 100$$

em que

SQR.Linear_i - a soma de quadrados da regressão linear do genótipo “i”;

SQ(A/G_i) - a soma de quadrados de ambientes dentro do genótipo “i”.

O esquema da análise de variância é apresentado no Quadro 2, conforme descrito por CRUZ (2006).

Quadro 2 - Esquema da análise de variância segundo o método de EBERHART e RUSSELL (1966)

FV	GL	SQ	QM
Ambientes (A)	a-1	SQA	QMA
Genótipos (G)	g-1	SQG	QMG
Interação G x A	(a-1) (g-1)	SQGA	QMGA
Ambiente/Genótipo	(a-1)g	SQA/G	QMA/G
Ambiente linear	1	SQA1	QMA1
Desvio combinado	g(a-2)	SQDc	QMDc
Desvio/G1	a-2	SQD1	QMD1
...
Desvio/Gg	a-2	SQDg	QMDg
Resíduo	m	SQR	QMR

Os critérios de recomendação com base na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) foram apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios para recomendação de genótipos de acordo com a metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966)

Recomendação	Critério de Recomendação
Geral	Média alta* $\beta_1 = 1$ $\sigma_d^2 = 0$ ou R^2 acima de 80%
Ambientes favoráveis	Média alta $\beta_1 > 1$ $\sigma_d^2 = 0$ ou R^2 acima de 80%
Ambientes desfavoráveis	Média alta $\beta_1 < 1$ $\sigma_d^2 = 0$ ou R^2 acima de 80%

* média superior à média geral

3.2.2. Metodologia proposta por CRUZ et al. (1989)

A metodologia proposta por CRUZ et al. (1989) consiste numa alteração daquela proposta por SILVA e BARRETO (1985), que possibilita estimar os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade desprovidos de correlações residuais indesejáveis na escolha e na recomendação dos genótipos avaliados. Baseia-se na análise de regressão bissegmetada e tem como parâmetro de adaptabilidade a média e a resposta linear por ambientes favoráveis e desfavoráveis. A estabilidade dos genótipos é avaliada pelo desvio da regressão de cada genótipo, em função das variações ambientais. Nessa metodologia, o índice ambiental é calculado conforme descrito por EBERHART e RUSSELL (1966). São utilizadas as seguintes medidas para avaliação da adaptabilidade e da estabilidade: média geral ($\hat{\beta}_{0i}$) e as respostas lineares aos ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_{1i}$) e aos ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$) são os estimadores do parâmetro de adaptabilidade. O desvio da regressão ($\hat{\sigma}_d^2$) da produtividade média sobre os índices ambientais define a estabilidade de comportamento dos genótipos. O resumo dos critérios de recomendação foram apresentados no Quadro 4.

O seguinte modelo estatístico foi utilizado:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i}I_j + \beta_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

Quadro 4 - Critérios para recomendação de genótipos de acordo com a metodologia proposta por CRUZ et al. (1989)

Recomendação	Critério de Recomendação
Ideal	Média alta* $\beta_1 < 1$ $\beta_1 + \beta_2 > 1$ $\sigma_d^2 = 0$ ou R^2 acima de 80%
Geral	Média alta* $\beta_1 = 1$ $\beta_1 + \beta_2 = 1$ $\sigma_d^2 = 0$ ou R^2 acima de 80%
Favorável	Média alta* $\beta_1 < 1$ $\beta_1 + \beta_2 > 1$ $\sigma_d^2 = 0$ ou R^2 acima de 80%
Desfavorável	Média alta* $\beta_1 > 1$ $\beta_1 + \beta_2 < 1$ $\sigma_d^2 = 0$ ou R^2 acima de 80%

* média superior a média geral

em que

I_j - índice de ambiente codificado;

$T(I_j) = 0$ se $I_j < 0$; e

$T(I_j) = I_j - \bar{I}_+$ se $I_j > 0$, sendo \bar{I}_+ a média dos índices I_j positivos.

Também, nessa metodologia, o índice ambiental é calculado conforme descrito por EBERHART e RUSSELL (1966). São utilizadas as seguintes medidas para avaliação da adaptabilidade e da estabilidade:

Y_{ij} - média do genótipo i no ambiente j ;

β_{0i} - média geral do i-ésimo genótipo;

β_{1i} - resposta do i-ésimo genótipo à melhoria nos ambientes desfavoráveis;

$\beta_{1i} + \beta_{2i}$ - resposta do i-ésimo genótipo à melhoria nos ambientes favoráveis; e

σ_{di}^2 - medida da estabilidade ou previsibilidade do i-ésimo genótipo, baseada no modelo linear bissegmentado.

$\bar{\varepsilon}_{ij}$ - erro experimental médio.

Os estimadores de mínimos quadrados para a constante e para os coeficientes de regressão são dados por:

$$\hat{\beta}_{0i} = \bar{Y}_i.$$

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j - \sum_j Y_{ij} T(I_j)}{\sum_j I_j^2 - \sum_j T^2(I_j)}$$

$$\hat{\beta}_{2i} = \frac{\sum_j I_j^2 \sum_j Y_{ij} T(I_j) - \sum_j T^2(I_j) \sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j T^2(I_j) [\sum_j I_j^2 - \sum_j T^2(I_j)]}$$

$$\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} = \frac{\sum_j Y_{ij} T(I_j)}{\sum_j T^2(I_j)}$$

A esses estimadores, estão associadas as seguintes variâncias:

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{0i}) = \frac{\hat{\sigma}^2}{ar}$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{1i}) = \frac{\hat{\sigma}^2}{r[\sum_j I_j^2 - \sum_j T^2(I_j)]}$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{2i}) = \frac{\hat{\sigma}^2 \sum_j I_j^2}{r \sum_j T^2(I_j) [\sum_j I_j^2 - \sum_j T^2(I_j)]}$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}) = \frac{\hat{\sigma}^2}{r [\sum_j T^2(I_j)]}$$

em que

$\hat{\sigma}^2$ = QMR - quadrado médio do resíduo da análise de variância conjunta; e
 r- número de repetições que deram origem às médias submetidas à análise.

As estatísticas t, para avaliação das seguintes hipóteses:

a) $H_0 : \beta_{1i} = 1$

É avaliada pelo valor de t, associado ao nível de significância α e m graus de liberdade, dado por

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1i} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i})}}$$

b) $H_0 : \beta_{1i} + \beta_{2i} = 1$

É avaliada pelo valor de t, associado ao nível de significância α e m graus de liberdade, dado por

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i})}}$$

c) $H_0 : \beta_{2i} = 0$

É avaliada pelo valor de t, associado ao nível de significância α e m graus de liberdade, dado por

$$t = \frac{\hat{\beta}_{2i}}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{2i})}}$$

3.2.3. Metodologia proposta por CARNEIRO (1998)

LIN e BINNS (1988) definiram como medida, para estimar a estabilidade em plantas, o quadrado médio da distância entre a média do cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes. Desde que a resposta máxima esteja no limite superior em cada ambiente, o quadrado médio menor indicará superioridade geral do genótipo em questão. Essa superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

em que

P_i - é a estimativa do parâmetro estabilidade do genótipo i ;

X_{ij} - produtividade de grãos (kg/ha) do i -ésimo genótipo no j -ésimo local;

M_j - é a resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j ; e

n - é o número de locais.

CARNEIRO (1998) ressalta que a avaliação da “performance genotípica”, no método de LIN e BINNS (1988), é relativa a um cultivar hipotético de adaptabilidade geral, cujo coeficiente de regressão da produtividade, em função dos índices ambientais, é igual à unidade, ou seja, a estatística P_i considera o conceito de adaptabilidade geral definido por FINLAY e WILKINSON (1963).

Para que a recomendação atendesse aos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletem, de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente, foi feita a decomposição do estimador P_i (parâmetro de performance genotípica), do método proposto por LIN e BINNS (1988), nas partes devido a ambientes favoráveis e desfavoráveis. A estatística P_i foi denominada de parâmetro MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento).

A classificação desses ambientes foi feita com base nos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média dos genótipos avaliados em cada local e a média geral.

Em ambientes favoráveis, com índices positivos, incluindo o valor zero, o parâmetro MAEC (P_{if}) é assim estimado:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

em que

f- número de ambientes favoráveis;

Da mesma forma, em ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos,

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

em que d é o número de ambientes desfavoráveis.

A estimativa do parâmetro MAEC, assim decomposta, torna o método mais adequado aos propósitos da recomendação dos genótipos, pois fornece um direcionamento da resposta aos diferentes tipos de ambiente. Assim, a recomendação geral é feita com base no P_i original do método de LIN e BINNS e, para os ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição apresentada acima. No Quadro 5, foram apresentados os critérios de recomendação com base na metodologia de CARNEIRO (1998).

3.2.4. Metodologia proposta por CRUZ (2006)

Apesar de a maioria das metodologias de análise de adaptabilidade ser eficiente em apontar o desempenho, a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos estudados, muitas vezes torna-se difícil a recomendação de cultivares, em razão do grande número de informações estatísticas para essa tomada de decisão.

A metodologia do centróide consiste em empregar a metodologia de componentes principais, com o objetivo de representar a informação da performance diferencial dos genótipos diante das alterações ambientais. Nesse sentido, essa metodologia consiste na comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro referências ideais (centróides), criados com base nos dados experimentais para representar os genótipos de máxima adaptabilidade geral, máxima

adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e os genótipos de mínima adaptabilidade.

Quadro 5 - Critérios para recomendação de genótipos de acordo com a metodologia proposta por CARNEIRO (1998)

Recomendação	Critério de recomendação
Geral	Média alta* P _{if} baixo P _{id} baixo
Favorável	Média alta* P _{if} baixo P _{id} alto
Desfavorável	Média alta* P _{if} alto P _{id} baixo

* média superior a média geral;

P_{if} e P_{id} – estimativa do parâmetro MAEC, Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento, para ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

Para utilização desse método, os ambientes foram classificados em favoráveis e desfavoráveis, utilizando o índice ambiental, como proposto por FINLAY e WILKINSON (1963).

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$$

em que

Y_{ij} - é a média do genótipo i; no ambiente j;

Y_{..} - é o total das observações;

a - é o número de ambientes;

g - é o número de genótipos.

Após a classificação dos ambientes, foram criados pontos referenciais, os centróides de resposta diferenciada a ambientes favoráveis e desfavoráveis, visando à classificação dos outros pontos do gráfico considerando os valores de distância cartesiana entre os pontos a cada um dos quatro centróides. Uma medida de

confiabilidade de classificação pode ser calculada utilizando o inverso da distância entre um genótipo aos quatro centróides.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade considerando que X_{ij} representa a média de uma característica avaliada em g genótipos e a ambientes. Por essa metodologia são obtidos inicialmente, dois vetores, com os valores máximos, e mínimos obtidos pelos genótipos em cada ambiente, tendo-se:

$M_x = [M_{x1} M_{x2} M_{x3} \dots M_{xa}]$ - vetor $a \times 1$ de valores máximos.

$M_x = [mi_1 mi_2 mi_3 \dots mi_a]$ - vetor $a \times 1$ de valores mínimos

Com base nos elementos desses vetores, são gerados quatro referenciais (centróides) genotípicos, cujos valores médios para cada ambiente são dados por:

C_1 - centróide 1, cujos valores, em cada ambiente, são representados pelos máximos obtidos pelo conjunto de genótipos estudados.

C_2 - centróide 2, cujos valores, nos ambientes favoráveis, são representados pelos máximos e, nos desfavoráveis, pelos mínimos, obtidos pelo conjunto de genótipos estudados.

C_3 - centróide 3, cujos valores, nos ambientes favoráveis, são representados pelos mínimos e, nos desfavoráveis, pelos máximos, obtidos pelo conjunto de genótipos estudados.

C_4 - centróide 4, cujos valores, em cada ambiente, são representados pelos mínimos, obtidos pelo conjunto de genótipos estudados.

A Análise de adaptabilidade genotípica é feita considerando os seguintes procedimentos:

a. Análise classificatória

Consiste em calcular as distâncias euclidianas de cada genótipo aos centróides estabelecidos, por meio de:

$$D_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^a (X_{ij} - C_{ijk})^2}$$

em que D_{ik} é a distância do genótipo i ao centróide k ($k=1,2,\dots,4$). De posse dos valores $D_{i1}, D_{i2}, D_{i3}, D_{i4}$, encontra-se o menor desses valores e faz-se a seguinte classificação:

- i. Adaptabilidade geral- quando D_{i1} é o menor valor obtido.
- ii. Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis: quando D_{i2} é o menor valor obtido.
- iii. Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis: quando D_{i3} é o menor valor obtido.
- iv. não adaptado: quando D_{i4} é o menor valor obtido.

Uma medida de confiabilidade da classificação (cc_i) do genótipo em cada um dos quatro grupos de adaptabilidade considerado é dada por:

$$cc_{ik} = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{D_{ik}}{D_i} \right)$$

b. Dispersão gráfica

Realiza-se a análise de componentes principal considerando a matriz de médias, de dimensão $g \times a$, quatro linhas adicionais correspondentes aos centróides estabelecidos. A partir dos dados desses $g+4$ genótipos, é feita a análise de componentes principais da maneira usual, obtendo-se escores que serão utilizados em representação gráfica. A posição dos genótipos, no gráfico de dispersão, em relação aos centróides possibilita a sua classificação, ou seja:

- i. adaptabilidade geral: quando o genótipos estiver mais próximo do centróide 1.
- ii. adaptabilidade específica a ambientes favoráveis: quando os genótipos estiverem mais próximos do centróide 2.
- iii. adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis: quando os genótipos estiverem mais próximos do centróide 3.
- iv. adaptabilidade ruim: quando genótipos estiverem mais próximos do centróide 4.

Na representação gráfica da análise de adaptabilidade, os centróides 1, 2, 3 e 4 são representados pelos algarismos romanos I, II, III e IV, respectivamente. No Quadro 6, são apresentados os critérios de classificação dos genótipos.

Quadro 6 - Critérios para recomendação de genótipos, de acordo com a metodologia proposta por CRUZ (2006)

Recomendação	Critério de recomendação
Geral	Classe I
Favorável	Classe II
Desfavorável	Classe III
Descartável “pouco adaptado”	Classe IV

4. AVALIAÇÃO DA SIMILARIDADE ENTRE AS METODOLOGIAS

A avaliação da similaridade entre as metodologias avaliou-se as quatro situações possíveis. Na primeira, as metodologias apresentaram quatro recomendações diferentes; Na segunda, duas concordantes; na terceira situação, três concordantes na avaliação do genótipo; por fim, na quarta situação, as metodologias são totalmente concordantes, ou seja, as quatro recomendações são iguais. A partir de então, as metodologias são consideradas convergentes, quando a maioria dos genótipos são enquadrados na terceira e na quarta situação, portanto, o estudo leva em consideração a similaridade com base nas quatro metodologias.

No Quadro 7, é apresentado o esquema geral da análise de similaridade. Nesse quadro, ficou evidente que são considerados quatro distintos de milho, sendo que cada grupo foi avaliado nos mesmos nove ambientes e avaliados com quatro metodologias. Como já foi especificado no início, os genótipos foram avaliados quanto à produtividade.

As análises estatísticas dessa tese foram realizadas no Programa Genes (CRUZ, 2006).

Quadro 7 - Avaliação da similaridade entre a metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) (M1), CRUZ et al. (1989) (M2), CARNEIRO (1998) (M3), CRUZ (2006) (M4), em quatro grupos de genótipos (A, B, C e QPM), avaliados em nove locais

Grupo	Genótipo (G)	Local (L)	Método (M)	Similaridade (S)	S
A	7	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G7	A
	13	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G13	
	18	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G18	
	1	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G1	
	17	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G17	
	20	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G20	
	4	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G4	
B	2	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G2	B
	6	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G6	
	13	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G13	
	4	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G4	
	5	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G5	
	7	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G7	
	12	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G12	
	20	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G20	
	21	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G21	
23	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G23		
C	1	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G1	C
	2	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G2	
	3	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G3	
	4	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G4	
	6	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G6	
	8	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G8	
	10	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G10	
	13	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G13	
	15	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G15	
	16	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G16	
	11	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G11	
	12	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G12	
	20	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G20	
21	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G21		
9	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G9		
QPM	5	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G5	Q P M
	11	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G11	
	6	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G6	
	3	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G3	
	4	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G4	
	12	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G12	
	13	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G13	
	15	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G15	
	19	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G19	
	21	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G21	
1	L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9	M1, M2, M3 e M4	S G1		

L1,2,3,4,5,6,7,8 e 9 - Goiânia, Goianésia, São Paulo, Anhembi, Birigui, Janaúba, Paracatu, Sete Lagoas – Fértil e Sete Lagoas – Cerrado e Londrina, respectivamente.

5. RESULTADOS

5.1. Interação genótipos x ambientes

O resultado da análise conjunta de variância foi apresentado nos Quadros 8, 9, 10 e 11. Detectaram-se efeitos significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F, para ambientes, genótipos e interação genótipos x ambientes, evidenciando diferenças marcantes entre genótipos e ambientes, bem como a existência de diferenças genéticas entre os genótipos quanto à resposta desses às variações ambientais. O teste F significativo para a interação genótipos x ambientes, indica que o grupo de genótipos apresentou comportamento diferenciado em, pelo menos, um dos ambientes avaliados, mas não revela qual é, ou, quais ambientes foram responsáveis pela interação. A resposta a essa questão permite que o melhorista, ao conhecer os padrões de similaridade de resposta dos genótipos, entre outras coisas, possa escolher, dentro de um subconjunto de ambientes agrupados pela interação não significativa, aquele em que a condução dos ensaios seja mais prática, barata e eficiente.

Quadro 8 - Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg/ha) de genótipos de milho do grupo A

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	1043499222,9	130437402,8	162,8**
Genótipos (G)	24	142762367,5	5948431,9	7,4**
G x A	192	402405575,6	2095862,3	2,6**
Resíduo	144	115358976,0	801104,0	
Média Geral	8332,3			
CV (%)	10,7			

** - significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

Quadro 9 - Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg/ha) de genótipos de milho do grupo B

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	884848977,3	110606122,1	127,1**
Genótipos (G)	24	136337217,1	5680717,3	6,5**
G x A	192	383607486,4	1997955,6	2,2**
Resíduo	144	125296560,0	870115,0	
Média Geral	8242,1			
CV (%)	11,3			

** – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 10 - Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg/ha) de genótipos de milho do grupo C

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	1089537798,7	136192224,8	148,7**
Genótipos (G)	24	273259879,6	11385828,3	12,4**
G x A	192	315472308,8	1643084,9	1,7**
Resíduo	144	131868576,0	915754,0	
Média Geral	7626,9			
CV (%)	12,5			

** – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 11 - Resumo da análise de variância conjunta da produção de grãos (kg/ha) de genótipos de milho do grupo QPM

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	426769652,3	533462065	50,7**
Genótipos (G)	24	180990670,4	7541277,9	7,1**
G x A	192	304048199,0	1583584,3	1,5**
Resíduo	144	151331760,0	1050915,0	
Média Geral	7601,1			
CV (%)	13,4			

** – significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

5.2. Ensaio de avaliação dos genótipos

O desempenho médio dos genótipos em relação a produção em cada um dos ambientes, média geral e a classificação, Quadro 12, 13, 14 e 15, relativo aos genótipos do grupo A, B, C e QPM, respectivamente. Dado que a interação genótipos x ambientes foi significativa nos grupos de genótipos, fica mais difícil a recomendação dos genótipos devido ao comportamento diferenciado dos genótipos em cada um dos ambientes avaliados. Como consequência a classificação dos genótipos não é eficiente na recomendação dos mesmos.

A falta de linearidade entre a classificação local e geral é claramente observada nos grupos de genótipos avaliados. A coincidência entre a classificação do ambiente e a classificação geral foi baixa em todos os grupos. Avaliando-se o comportamento dos genótipos do grupo A ao longo dos nove ambientes, verificou-se que em 10 genótipos a classificação no ambiente é diferente da classificação geral, ou seja, a classificação geral não se refletiu na classificação local. Isso foi observada nos demais grupos, onde 13,14 e 17, nos grupos B, C e QPM, respectivamente.

Portanto, existe a necessidade de fazer estudo de adaptabilidade e estabilidade para bem recomendar os genótipos, adequando-se o genótipo e ambiente da melhor forma possível.

Quadro 12 - Produção média dos genótipos de milho do grupo A (kg/ha), classificação relativa (C), média geral (MG), classificação geral (CG) e coeficiente de variação (CV) em cada um dos ambientes avaliados

Genótipo	SL Cerrado	C	Goianésia	C	Goiânia	C	SL Fértil	C	Anhembi	C	Paracatu	C	Birigui	C	Janaúba	C	Londrina	C	MG	CG
1	5486,1	5	7659,1	14	11319,0	1	8667,9	10	9425,7	5	7595,5	19	11103,8	1	9903,5	6	11475,0	10	9181,7	2
2	5416,7	6	6954,4	20	8611,1	10	8087,1	15	7876,2	20	6164,4	24	10489,9	2	7684,1	25	11558,0	8	8093,5	19
3	4583,3	12	8019,5	9	7777,8	17	7727,3	19	7886,6	19	6865,5	22	10280,7	3	8886,0	18	11197,0	11	8136,0	17
4	4236,1	16	8484,6	3	6805,6	22	7159,1	23	9531,0	4	10043,0	6	9846,7	4	11014,0	2	11596,0	6	8746,2	6
5	4236,1	17	6948,4	21	6388,9	24	7462,0	20	7084,1	25	8990,3	12	9758,5	5	9595,2	9	10753,0	13	7913,0	21
6	4097,2	20	5896,1	25	6388,9	25	8333,3	12	8090,1	17	10732,0	3	9566,0	6	9153,3	15	9466,3	22	7969,2	20
7	4791,7	9	8179,6	7	9097,2	3	8169,1	14	8736,6	8	10082,0	5	9404,4	7	9989,5	5	10060,0	18	8723,4	7
8	2500,0	25	6898,0	22	7847,2	15	7253,8	21	8571,3	11	8595,4	14	9379,5	8	9837,3	7	8312,1	24	7688,3	23
9	3750,0	22	8687,2	2	9097,2	4	8282,8	13	8556,6	13	9038,3	11	9240,3	9	8111,2	21	9935,4	20	8299,9	10
10	4236,1	18	7621,3	15	8125,0	13	7960,7	18	8679,3	10	10642,0	4	9122,2	10	7803,5	23	8993,0	23	8131,4	18
11	5347,2	7	6886,2	23	7847,2	16	7127,5	24	7401,0	23	6879,9	21	9004,1	11	7777,3	24	10004,0	19	7586,1	24
12	4305,6	15	7307,5	16	8819,4	7	8977,3	8	7134,1	24	7636,3	18	8937,3	12	8231,6	20	12645,0	4	8221,6	15
13	4791,7	10	7859,6	12	7291,7	20	8617,5	11	7996,4	18	8337,5	16	8690,1	13	9121,0	16	12604,0	5	8367,7	9
14	4236,1	19	6209,8	24	7083,3	21	6313,1	25	7649,2	22	6671,0	23	8631,8	14	7846,3	22	8093,9	25	6970,5	25
15	3750,0	23	7305,8	17	8333,3	11	8005,0	17	8706,8	9	8665,3	13	8622,0	15	9483,0	11	11566,0	7	8270,8	12
16	4513,9	14	7833,5	13	6666,7	23	9356,1	4	8539,6	14	9456,4	10	8617,5	16	8574,0	19	10326,0	15	8209,3	16
17	6666,7	2	8301,6	5	7430,6	18	8844,7	9	10247,0	1	8025,3	17	8610,6	17	10799,0	3	12735,0	3	9073,4	3
18	5277,8	8	7878,2	11	8263,9	12	9110,0	5	9317,6	7	9507,7	9	8603,9	18	8945,5	17	9733,6	21	8515,3	8
19	4583,3	13	8001,7	10	8680,6	9	7222,3	22	8570,0	12	9560,0	8	8320,3	19	9163,8	14	10124,0	17	8247,3	14
20	4722,2	11	7091,0	18	8888,9	6	10025,0	1	9417,2	6	10773,0	2	8190,4	20	9550,5	10	10748,0	14	8822,9	5
21	3263,9	24	8195,0	6	8750,0	8	9015,2	7	8264,4	16	9593,0	7	7865,2	21	9317,9	12	10126,0	16	8265,6	13
22	5833,3	4	8321,1	4	8125,0	14	8017,7	16	9905,3	2	6130,7	25	7610,3	22	9737,4	8	10843,0	12	8280,4	11
23	3819,4	21	7022,9	19	7430,6	19	9602,4	3	7755,5	21	7378,7	20	6970,2	23	9272,7	13	11534,0	9	7865,2	22
24	7361,1	1	8080,9	8	10833,0	2	9103,6	6	9887,4	3	11572,0	1	6909,7	24	11644,0	1	12896,0	1	9809,7	1
25	6388,9	3	9110,9	1	9097,2	5	9753,8	2	8413,6	15	8487,8	15	6201,7	25	10017,0	4	12794,0	2	8918,3	4
Média	4727,8		7630,2		8200,0		8327,8		8545,7		8696,9		8799,1		9258,3		10804,7		8332,3	

Quadro 13 - Produção média dos genótipos de milho do grupo B (kg/ha), classificação relativa (C), média geral (MG), classificação geral (CG) e coeficiente de variação (CV) em cada um dos ambientes avaliados

Genótipo	SL Cerrado	C Birigui	C SL Fértil	C Goianésia	C Paracatu	C Anhembi	C Goiânia	C Janaúba	C Londrina	MG	CG
1	5587,1	5 6336,0	20 7704,4	13 9044,4	1 9124,6	9 9699,9	4 9860,0	8 11027,0	4 9626,1	18 8667,7	5
2	5099,4	11 9715,0	1 8581,0	6 8144,0	17 9146,6	8 9760,4	3 10664,0	4 11432,0	1 9774,6	16 9146,3	2
3	4853,5	13 7355,0	17 6594,4	25 8449,7	9 7956,7	16 8408,4	17 8869,2	15 9634,8	10 11048,0	3 8130,0	15
4	5435,4	9 9535,4	2 7671,2	15 8407,6	10 10013,0	3 9487,0	5 6705,2	23 9533,7	11 9891,4	13 8520,0	8
5	5804,6	2 7873,2	12 9180,7	3 8385,1	11 11389,0	1 9207,9	8 11312,0	2 10174,0	6 11579,0	1 9433,9	1
6	5449,8	7 7968,1	10 8526,8	8 8472,4	8 8907,3	12 8645,0	13 8731,2	18 9044,2	20 11087,0	2 8536,9	6
7	5517,6	6 8658,7	6 9542,3	1 8615,5	5 7210,5	21 7997,7	21 9882,1	7 9484,6	12 9319,4	20 8469,8	10
8	5619,0	4 6249,8	21 6791,8	23 6524,2	25 3442,5	25 7475,1	23 5309,9	25 9388,6	14 10698,0	4 6833,2	25
9	4325,9	20 6818,2	18 7590,8	18 8100,1	19 8311,3	15 6187,4	25 9395,9	11 8905,5	24 10341,0	6 7775,1	21
10	3653,4	23 7906,3	11 8544,8	7 8546,6	6 7500,0	19 8724,9	11 10114,0	6 9858,7	8 9066,9	21 8212,8	13
11	4682,7	16 9233,0	3 8915,6	5 8644,1	4 7571,1	18 6901,1	24 7865,8	21 9407,2	13 10194,0	7 8157,2	14
12	5236,7	10 5992,8	23 7639,4	16 7937,6	20 9780,6	4 8122,9	20 8738,9	16 11375,0	2 10005,0	9 8314,3	12
13	4851,9	14 8251,4	8 7527,8	19 8369,4	12 8668,9	13 9484,7	6 9027,8	14 10481,0	5 10025,0	8 8520,9	7
14	4392,2	19 6175,5	22 7632,4	17 7302,1	24 9006,4	10 8624,2	15 8391,6	19 9025,4	21 10441,0	5 7887,9	19
15	3997,5	22 5818,8	24 8933,6	4 7745,4	22 8663,9	14 8910,2	10 6887,0	22 9214,7	18 9795,0	15 7774,0	22
16	3389,6	24 6461,9	19 8401,7	9 8194,6	16 8921,3	11 8286,0	19 6196,0	24 8970,9	22 9914,6	11 7637,4	23
17	2624,2	25 7543,1	14 7750,5	12 8218,0	14 7380,8	20 8420,9	16 8735,7	17 7501,5	25 9947,6	10 7569,1	24
18	4322,7	21 7495,0	15 7430,6	21 7789,0	21 7675,3	17 9136,4	9 9580,1	10 9280,5	17 8898,0	24 7956,4	17
19	4696,3	15 3881,3	25 8090,7	10 8142,8	18 9184,7	6 8706,5	12 9221,7	13 9283,6	16 9807,3	14 7890,5	18
20	4440,5	17 8158,5	9 7516,9	20 8686,9	3 6967,2	23 10511,0	1 9244,9	12 9959,0	7 9895,5	12 8375,6	11
21	5726,8	3 8685,5	5 6700,1	24 7595,5	23 9171,7	7 8347,9	18 11251,0	3 9778,2	9 9419,3	19 8519,5	9
22	4961,3	12 7696,7	13 8062,9	11 8202,8	15 6850,0	24 8628,5	14 9693,7	9 9385,2	15 8943,6	23 8047,2	16
23	5826,5	1 9110,0	4 7187,4	22 9016,8	2 9253,8	5 9914,9	2 10469,0	5 8942,0	23 9668,2	17 8821,0	4
24	5436,2	8 7409,6	16 9514,2	2 8365,4	13 10763,0	2 9281,7	7 11846,0	1 11133,0	3 7525,5	25 9030,5	3
25	4416,5	18 8342,1	7 7690,4	14 8538,1	7 7139,4	22 7947,0	22 8189,0	20 9203,8	19 8951,9	22 7824,2	20
Média	4813,9	7546,8	7988,9	8217,5	8400,0	8672,7	9047,3	9657,0	9834,5	8242,1	

Quadro 14 - Produção média dos genótipos de milho do grupo C (kg/ha), classificação relativa (C), média geral (MG), classificação geral (CG) e coeficiente de variação (CV) em cada um dos ambientes avaliados

Genótip	SL	C	Goiânia	C	Paracatu	C	Anhembi	C	SL Fértil	C	Goianési	C	Birigui	C	Janaúba	C	Londrina	C	MG	CG
1	3402,8	19	6458,3	17	7031,3	15	8081,3	7	6970,3	18	8094,1	10	9646,3	3	10075,0	3	10699,0	11	7828,7	14
2	4097,2	12	8055,6	8	5468,8	22	8302,3	4	8750,7	6	8297,9	9	9268,0	6	9196,6	9	11253,0	6	8076,7	7
3	4444,4	8	7361,1	12	8437,5	4	7972,0	8	8605,4	8	7040,8	20	7836,0	16	8445,4	17	10316,0	15	7828,7	13
4	2916,7	24	8541,7	3	8281,3	5	7814,6	11	9639,8	1	8561,7	5	9375,8	4	9675,7	5	10275,0	16	8342,5	3
5	3819,4	15	5972,2	20	7343,8	11	7757,4	12	7983,7	10	7632,9	15	7798,7	17	7228,6	23	9804,1	19	7260,1	19
6	4027,8	13	8055,6	9	8203,1	6	6894,7	22	9004,4	5	7681,3	14	7759,1	18	9031,0	11	10144,0	17	7866,8	12
7	3333,3	20	6736,1	15	5234,4	23	6942,3	21	6479,3	22	7097,8	18	7155,4	20	6173,5	24	9244,5	24	6488,5	24
8	4305,6	10	8472,2	4	6328,1	18	7190,8	19	9250,7	3	8419,9	7	8736,3	10	8686,2	14	11100,0	8	8054,4	8
9	3819,4	16	5625,0	22	6562,5	17	6892,3	23	9243,4	4	8321,1	8	8909,5	9	7763,7	21	12083,0	2	7691,1	15
10	4652,8	7	8125,0	7	7343,8	12	7672,5	13	7031,7	17	7279,2	16	8951,8	8	8580,5	15	11304,0	5	7882,4	11
11	5763,9	3	8263,9	6	5781,3	21	8085,0	6	7538,8	13	7273,8	17	10394,8	1	9542,9	7	11878,0	3	8280,3	4
12	5208,3	4	7083,3	14	5000,0	24	7835,1	10	7791,4	11	7932,5	12	7986,8	15	9081,3	10	11191,0	7	7678,9	17
13	5208,3	5	7152,8	13	8125,0	7	7491,3	16	8340,6	9	8771,8	3	7999,8	14	9788,5	4	10809,0	10	8187,5	5
14	3333,3	21	4375,0	25	7265,6	13	7451,8	17	6805,6	21	6835,0	22	6479,7	21	8275,7	19	9590,0	21	6712,4	22
15	2916,7	25	8333,3	5	6875,0	16	8096,4	5	6816,1	20	8543,7	6	9266,4	7	9578,6	6	10550,0	13	7886,2	10
16	3958,3	14	6180,6	18	7500,0	10	8435,0	2	6208,1	24	7986,0	11	8126,7	12	10243,0	1	10576,0	12	7690,4	16
17	3680,6	18	6666,7	16	7968,8	8	7508,8	15	7432,9	15	6765,2	23	6338,6	22	8531,2	16	9653,8	20	7171,8	20
18	3819,4	17	5972,2	21	6093,8	20	6086,0	24	7426,5	16	6169,3	24	5569,9	23	7502,3	22	11094,0	9	6637,0	23
19	4319,4	9	4652,8	24	4921,9	25	5171,3	25	4224,8	25	5165,4	25	5162,7	25	5086,7	25	8353,7	25	5228,7	25
20	5000,0	6	7986,1	10	9296,9	2	7024,4	20	7707,6	12	6972,1	21	10322,2	2	8334,0	18	10463,0	14	8122,9	6
21	3125,0	22	9027,8	1	8515,6	3	8413,1	3	6860,6	19	8596,7	4	8632,3	11	7972,7	20	9990,6	18	7903,8	9
22	3125,0	23	5069,4	23	6171,9	19	7255,1	18	8710,4	7	7774,8	13	5222,0	24	8726,4	13	9415,0	22	6830,0	21
23	4236,1	11	7569,4	11	7812,5	9	7568,3	14	6273,5	23	7081,9	19	8100,7	13	8739,1	12	9318,5	23	7411,1	18
24	6319,4	2	8680,6	2	9765,6	1	9577,3	1	9460,7	2	9395,6	2	7733,2	19	10143,0	2	11487,0	4	9173,6	1
25	6458,3	1	6111,1	19	7265,6	14	7838,7	9	7526,7	14	9673,6	1	9322,4	5	9536,1	8	12216,0	1	8438,7	2
Média	4211,7		7061,1		7143,8		7574,3		7683,3		7734,6		8083,804		8637,5		10512,3		7626,9	

Quadro 15 - Produção média dos genótipos de milho do grupo QPM (kg/ha), classificação relativa (C), média geral (MG), classificação geral (CG) e coeficiente de variação (CV) em cada um dos ambientes avaliados

Genótipos	SL Cerrado	C Paracatu	C Goianésia	C Anhembi	C SL Fértil	C Janaúba	C Birigui	C Goiânia	C Londrina	MG	CG
1	3402,8	25 8281,3	3 7891,3	2 7182,7	17 8249,4	8 8125,0	13 8590,4	8 9876,5	2 9951,0	9 7950,0	7
2	5694,4	15 7187,5	12 7339,5	7 8240,6	6 7998,8	11 5902,8	24 8422,5	10 7256,0	20 9622,5	15 7518,3	17
3	5972,2	11 8437,5	2 6768,2	19 7892,4	10 9135,3	2 8159,7	12 9139,5	1 9446,4	5 9950,0	11 8322,4	3
4	6875,0	5 6171,9	20 6558,1	20 7123,1	18 7568,9	17 7500,0	19 8844,4	5 7755,7	13 10404,5	4 7644,6	11
5	4930,6	18 7343,8	11 7482,9	6 6935,6	19 7226,5	22 8437,5	8 8607,7	7 7609,9	16 10138,5	7 7634,8	12
6	6944,4	4 6250,0	19 7265,8	8 7183,9	16 8462,6	7 8645,8	5 6645,2	24 9464,6	4 9905,0	13 7863,0	9
7	5138,9	17 6562,5	16 7206,3	9 7607,5	12 8489,8	6 8854,2	3 7410,5	17 9981,8	1 7068,5	24 7591,1	15
8	4930,6	19 4140,6	23 7171,0	10 7243,2	14 9487,4	1 7673,6	17 8688,5	6 6837,0	22 9832,5	14 7333,8	21
9	5486,1	16 7421,9	9 7117,2	11 7720,1	11 6879,3	23 8263,9	11 7776,6	14 8257,4	10 9186,0	18 7567,6	16
10	4513,9	21 3593,8	25 6422,2	21 6489,8	23 6259,1	24 6076,4	23 7739,5	15 6223,1	25 9164,0	19 6275,7	24
11	6250,0	8 7421,9	10 7970,8	1 8724,1	4 8053,1	10 8368,1	9 8103,1	13 9188,9	6 9559,5	16 8182,2	4
12	5763,9	14 6718,8	14 7086,1	12 8223,6	7 7385,8	19 8715,3	4 7339,2	18 7278,2	18 10159,5	6 7630,0	13
13	6180,6	9 7812,5	6 6388,7	23 8080,6	8 7341,8	20 7847,2	15 7085,6	22 9493,4	3 9931,5	12 7795,8	10
14	5972,2	12 7500,0	8 7860,3	3 6830,4	20 6192,0	25 6979,2	22 7312,2	20 8842,5	8 10003,0	8 7499,1	18
15	6527,8	6 7109,4	13 7690,1	5 8860,6	2 7724,6	15 7916,7	14 8443,4	9 7835,9	12 10891,0	2 8111,1	5
16	4861,1	20 8125,0	4 6815,0	18 6727,5	22 7981,9	12 8298,6	10 7332,3	19 8648,9	9 9556,0	17 7594,0	14
17	5833,3	13 6640,6	15 6924,8	16 6763,6	21 7731,3	14 7222,2	20 8207,2	12 6447,0	24 7663,0	23 7048,1	22
18	6041,7	10 6328,1	18 7011,2	13 7569,0	13 8659,4	4 7569,4	18 9117,1	2 7206,5	21 7949,5	22 7494,7	19
19	7916,7	1 6406,3	17 7008,2	14 8497,5	5 7509,7	18 8958,3	2 8977,8	4 7471,0	17 9950,5	10 8077,3	6
20	4375,0	23 6093,8	21 6406,0	22 6288,8	24 7653,4	16 7152,8	21 6709,5	23 6754,3	23 8782,5	20 6690,7	23
21	4444,4	22 7578,1	7 6880,2	17 8033,5	9 7765,7	13 8611,1	6 9106,6	3 8192,3	11 10210,0	5 7869,1	8
22	6319,4	7 5234,4	22 6936,0	15 7192,4	15 8140,1	9 8576,4	7 7723,7	16 7643,1	14 8731,0	21 7388,5	20
23	3888,9	24 3906,3	24 6146,2	24 5657,8	25 7332,1	21 5763,9	25 5024,7	25 7625,3	15 6484,5	25 5758,8	25
24	7777,8	2 9296,9	1 5394,4	25 8796,8	3 8612,9	5 9722,2	1 8311,6	11 7267,5	19 11680,0	1 8540,0	2
25	7152,8	3 8125,0	5 7843,5	4 11507,0	1 8687,2	3 7708,3	16 7282,9	21 9063,5	7 10450,0	3 8646,7	1
Média	5727,8	6787,5	7023,4	7654,9	7861,1	7881,9	7917,7	8066,7	9489,0	7601,1	

5.3. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo

A

5.3.1. Análise de adaptabilidade e estabilidade

Análise de variância conjunta na metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966), observou-se efeitos significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para ambiente linear. Isto indica a presença de variações significativas no ambiente, proporcionando alterações nas médias dos genótipos. Sabe-se que a não significância da interação G x A Linear indica não haver diferenças entre os coeficientes de regressão, contudo, observou-se diferença significativa entre os coeficientes de regressão ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Constatou-se, efeito significativo de desvio combinado das regressões, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, o que indica falta de linearidade para, pelo menos, uma das equações ajustadas, mesmo com R^2 elevado (Quadro 16).

A estimativa dos parâmetros de regressão da metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989), estimativas do parâmetro MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) na metodologia de CARNEIRO (1998) e a classificação dos genótipos na metodologia de CRUZ (2006), foram importantes na recomendação dos genótipos aos nove ambientes avaliados nesse ensaio, Quadro 17.

5.3.2. Genótipos superiores

Foram comparadas as metodologias na recomendação de cada um dos sete genótipos avaliados. O estudo delas levou em conta o comportamento geral, ou seja, considerando essa em torno dos genótipos avaliados. Conforme resultado do Quadro 18, elas foram concordantes em recomendar o genótipo um como de adaptação geral e o quatro, adaptado a ambiente favorável. Neste caso as metodologias foram plenamente concordantes. Os genótipos sete, três das quatro metodologias foram concordantes em recomendá-lo como de adaptação geral. O mesmo número de metodologias foi observado em relação aos genótipos dezessete, dezoito e vinte. Esses casos, essas foram convergentes em torno deles.

As metodologias não apresentaram convergência total entre os genótipos avaliados, ou seja, um genótipo com a mesma avaliação nas metodologias utilizadas, em cada um dos genótipos, pois, apenas dois genótipos de sete apresentaram perfil. Por

Quadro 16 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de milho, no ensaio preliminar de cultivares da Embrapa Milho e Sorgo, com o método proposto por EBERHART e RUSSELL (1966)

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	1043499222,9	130437402,8	162,8**
Genótipos (G)	24	142762367,5	5948431,9	7,4**
G x A	192	402405575,6	2095862,3	2,6**
A/G	200	1445904798,5	7229523,9	9,0**
A Linear	1	1043499222,9	1043499222,9	1302,5**
G x A Linear	24	29419161,9	1225798,4	1,5 ^{ns}
Desv. Comb.	175	372986413,7	2131350,9	2,6**
Desv. G 1	7	24180540,0	3454362,8	4,3**
Desv. G 2	7	26464732,6	3780676,0	4,7**
Desv. G 3	7	13217777,1	1888253,8	2,3*
Desv. G 4	7	17050278,6	2435754,0	3,0**
Desv. G 5	7	12007208,3	1715315,4	2,1*
Desv. G 6	7	24307809,5	3472544,2	4,3**
Desv. G 7	7	6230779,7	890111,3	1,1 ^{ns}
Desv. G 8	7	18895070,0	2699295,7	3,3**
Desv. G 9	7	10503556,2	1500508,0	1,8 ^{ns}
Desv. G 10	7	17697812,8	2528258,9	3,1**
Desv. G 11	7	6711351,2	958764,4	1,1 ^{ns}
Desv. G 12	7	15047737,8	2149676,8	2,6*
Desv. G 13	7	7959347,7	1137049,6	1,4 ^{ns}
Desv. G 14	7	6750948,7	964421,2	1,2 ^{ns}
Desv. G 15	7	488517,0	69788,1	0,087 ^{ns}
Desv. G 16	7	9272048,7	1324578,3	1,6 ^{ns}
Desv. G 17	7	19090751,6	2727250,2	3,4**
Desv. G 18	7	4278860,2	611265,7	0,763 ^{ns}
Desv. G 19	7	5780331,8	825761,6	1,0 ^{ns}
Desv. G 20	7	13902499,3	1986071,3	2,4*
Desv. G 21	7	9961765,1	1423109,3	1,7 ^{ns}
Desv. G 22	7	21197538,4	3028219,7	3,7**
Desv. G 23	7	13752655,2	1964665,0	2,4*
Desv. G 24	7	36934422,3	5276346,0	6,5**
Desv. G 25	7	31302072,7	4471724,6	5,5**
Resíduo	144	115358976,0	801104,0	

** e* – significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns – não significativo (P > 5%)

outro lado, as metodologias não foram totalmente divergentes, ou seja, sem nenhuma similaridade. Nesse caso não haveria nenhuma concordância entre elas na avaliação de cada um dos genótipos. Esse comportamento não foi observado. Portanto não é correto afirmar que metodologias são totalmente similares, bem como que são similares, é correto ressaltar que há convergência intermediária entre as metodologias com base no contexto geral do experimento, principalmente considerando-se que a maioria das

Quadro 17 - Avaliação de genótipos de milho do grupo A com base na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989); CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006)

Genótipos	Média (kg/ha)	EBERHART e RUSSEL (1966)			CRUZ et al (1998)					CARNEIRO (1998)			CRUZ (2006)
		$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R_i^2 (%)	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R_i^2 (%)	PiG	PiF	PiD	Classificação
1	9181,7	0,99 ns	**	63,2	0,99 ns	0,03 ns	1,02 ns	**	63,2	2	6	3	I
2	8093,5	0,90 ns	**	56,5	0,76 ns	0,88 *	1,64 ns	**	63,8	19	23	9	IV
3	8136,0	1,03 ns	*	77,3	0,96 ns	0,43 ns	1,40 ns	*	79,2	17	17	16	IV
4	8746,2	1,2939 +	**	80,4	1,37 +	-0,52 ns	0,85 ns	**	82,2	7	1	21	II
5	7912,9	1,14 ns	*	81,9	1,14 ns	-0,04 ns	1,10 ns	*	81,9	20	9	22	II
6	7969,2	1,06 ns	**	66,0	1,25 ns	-1,19 **	0,06++	**	77,5	21	8	23	II
7	8723,3	0,94 ns	ns	85,8	1,06 ns	-0,73 *	0,33 ns	ns	92,7	3	3	4	I
8	7688,3	1,15 ns	**	74,6	1,42++	-1,63 **	-0,20++	ns	95,0	23	18	24	IV
9	8299,9	0,98 ns	ns	79,6	1,09 ns	-0,61 ns	0,47 ns	ns	83,8	12	15	11	IV
10	8131,5	0,84 ns	**	63,0	1,05 ns	-1,27 **	-0,21++	ns	82,5	16	16	15	IV
11	7586,0	0,72 +	ns	76,4	0,64 +	0,44 ns	1,09 ns	ns	80,3	24	24	18	IV
12	8221,6	1,22 ns	*	80,6	1,01 ns	1,24 **	2,26++	ns	92,1	15	20	10	IV
13	8367,7	1,17 ns	ns	87,9	1,01 ns	0,99 **	2,00++	ns	96,5	11	10	14	II
14	6970,5	0,70 +	ns	75,6	0,80 ns	-0,56 ns	0,23 +	ns	82,2	25	25	25	IV
15	8270,8	1,27 +	ns	99,3	1,26 ns	0,08 ns	1,35 ns	ns	99,4	10	7	17	II
16	8209,3	0,96 ns	ns	80,6	1,01 ns	-0,33 ns	0,67 ns	ns	82,0	14	13	19	IV
17	9073,4	0,94 ns	**	66,2	0,79 ns	0,90 *	1,70 +	**	74,4	5	5	8	I
18	8515,4	0,77 ns	ns	85,4	0,87 ns	-0,62 ns	0,24 +	ns	93,1	6	12	5	III
19	8247,3	0,92 ns	ns	86,2	0,99 ns	-0,38 ns	0,60 ns	ns	88,2	9	11	12	IV
20	8822,9	1,05 ns	*	76,9	1,14 ns	-0,58 ns	0,56 ns	*	80,1	4	4	6	I
21	8265,6	1,14Ns	ns	84,6	1,22 ns	-0,50 ns	0,716 ns	ns	86,9	13	14	13	IV
22	8280,4	0,75Ns	**	52,9	0,64 +	0,64 ns	1,29 ns	**	58,2	18	22	7	III
23	7865,2	1,19Ns	*	81,3	1,05 ns	0,86 *	1,92++	ns	87,1	22	21	20	IV
24	9809,7	0,88Ns	**	47,1	0,76 ns	0,75 *	1,52 ns	**	51,9	1	2	1	I
25	8918,3	0,86Ns	**	49,9	0,58++	1,72 **	2,30++	**	77,2	8	19	2	III
Média	8332,2												

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente; ns - não significativo (P>5%).

recomendações ocorreu em torno da recomendação geral, pois, nesse caso, a recomendação diferente, quer seja relacionado ao ambiente favorável ou desfavorável, é uma situação particular da geral, não totalmente diferente. Esse fato, de modo geral, foi observado.

Colocando em números a avaliação das metodologias, pode-se ter nenhuma, duas, três ou quatro recomendações iguais entre elas, sendo que, desses resultados, interessa computar o número de genótipos com três e quatro recomendações iguais, pois reflete o grau de similaridade entre as metodologias. O número de genótipos em que três metodologias apresentaram a mesma combinação reflete 57%, ao passo que em que as metodologias foram totalmente concordantes reflete 29%, a soma equivale a 86% e pode ser vista como um indicador de similaridade entre as metodologias na avaliação dos genótipos. Esse resultado confirma o relato acima, pois, de modo geral, existiram três recomendações semelhantes na avaliação de um mesmo genótipo.

A avaliação da estabilidade diferencia-se na forma de avaliação, pois, na metodologia paramétrica, faz-se com base no ajuste do modelo de regressão ao passo que, na metodologia de CARNEIRO, está implícito nos parâmetros MAEC de melhor classificação. Considerando-se essas particularidades, as metodologias apresentaram convergência em torno da estabilidade de comportamento, pois observou-se que, em quatro dos genótipos avaliados foram unânimes em considerá-los de comportamento estáveis. Os demais apresentam convergência total entre as metodologias.

Quadro 18 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipos	ER (1966)	CRUZ et al. (1989)	CARNEIRO (1998)	CRUZ (2006)
7	G (P)	D (P)	G	G
13	G (P)	I (P)	R	F
18	G (P)	D (P)	D	D
1	G (I)	G (I)	G	G
17	G (I)	I (I)	F	G
20	G (I)	F (P)	G	G
4	F (P)	F (P)	F	F
Média	8775,8			

ER (1966) - metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966);
I, G, F e D - genótipo ideal, de adaptação geral, ambiente favorável e desfavorável, respectivamente;
R - genótipo ruim, pouco adaptado.
P e I - genótipo de comportamento previsível e imprevisível, respectivamente.

5.3.3. Genótipos inferiores

As metodologias foram avaliadas tendo como referência os genótipos inferiores, Quadro 19. A importância desse resultado ficou evidente ao analisar o rendimento médio de grãos, 7623,9 kg/ha, o que equivale, em média, a 92,4% da produção geral do experimento; os valores médios de produção desses genótipos variaram de 82 a 95%, em torno da média. Portanto, sua recomendação envolve riscos, haja vista, o baixo desempenho.

A avaliação da estabilidade na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989), em que o rendimento médio de produção de grãos é um dos parâmetros utilizados na caracterização da adaptabilidade e estabilidade, o elevado rendimento médio do genótipo é uma condição imposta, se lhe é associado rendimento abaixo da média, é considerado pobremente adaptado aos ambientes, não sendo recomendado (NR).

Na metodologia de CARNEIRO (1998) os genótipos com alta classificação relativa do parâmetro MAEC são considerados ruins, não recomendáveis (NR). Dado que a classificação do parâmetro MAEC de melhor desempenho foi ruim, portanto, os genótipos não são recomendados aos ambientes avaliados.

Na metodologia do centróide proposta por CRUZ (2006), a avaliação é direta, pois, genótipos pouco adaptados são classificados na classe IV, ou seja, genótipo pouco adaptado as condições de ambientes avaliadas. Dois genótipos apresentaram classificação diferente da IV, portanto, a classificação dos genótipos inferiores deve ser associada com o desempenho médio dos genótipos, uma vez que a classificação por si só não completou esta vinculação.

As metodologias foram concordantes na avaliação de cada um dos genótipos, haja vista, que foram considerados pouco aptos, a maioria com quatro recomendações favoráveis ao descarte. No mais, não convém avaliar a estabilidade de genótipos com baixo desempenho, pois, com ou sem previsibilidade de comportamento são considerados pouco aptos aos ambientes avaliados; o mesmo não se tem observado em relação aos genótipos superiores.

5.3.4. Conclusão

As metodologias convergiram na avaliação do julgamento da estabilidade dos genótipos superiores, e em nenhum momento houve total divergência das metodologias;

Quadro 19 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipos	ER (1966)	CRUZ et al (1989)	CARNEIRO (1998)	CRUZ (2006)
2	NR	NR	CR	PA
5	NR	NR	CR	F
6	NR	NR	CR	F
8	NR	NR	CR	PA
11	NR	NR	CR	PA
14	NR	NR	CR	PA
23	NR	NR	CR	PA
Média	7726,5			

ER (1966) - metodologia proposta por de EBERHART e RUSSELL (1966);
NR, CR e PA - genótipos pouco adaptados.

As metodologias convergiram na avaliação da estabilidade de comportamento dos genótipos superiores, contudo, ficou evidente a divergência das metodologias no caso em que a avaliação da previsibilidade convergiu em torno da baixa previsibilidade.

As metodologias foram eficientes em descartar os genótipos inferiores, ou seja, com baixo potencial de resposta aos investimentos em tecnologias no cultivo da cultura do milho.

5.4. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo B

5.4.1. Metodologias de adaptabilidade e estabilidade

Na análise de estabilidade de variância conjunta proposta por EBERHART E RUSSELL (1966) (Quadro 20), observaram-se efeitos significativos ao nível de 1% pelo teste F, para ambiente linear. Isto indica a presença de variações significativas no ambiente para proporcionar alterações nas médias dos genótipos. A interação G x A Linear foi não significativa ao nível de 5% pelo teste F, indicando que não há diferenças entre os coeficientes de regressão do grupo de genótipos avaliados. Constatou-se ainda efeito significativo de desvio combinado das regressões, a 1% de probabilidade pelo teste F, o que indica falta de linearidade para, pelo menos, uma das equações ajustadas, mesmo com R² elevado.

A estimativa dos parâmetros de regressão, parâmetros MAEC e a classificação dos genótipos constam no Quadro 21.

Quadro 20 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de milho, no ensaio preliminar de cultivares da Embrapa Milho e Sorgo, pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966)

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	884848977,3	110606122,1	127,1**
Genótipos (G)	24	136337217,1	5680717,3	6,5**
G x A	192	383607486,4	1997955,6	2,2**
A/G	200	1268456463,8	6342282,3	7,289**
A. Linear	1	884848977,3	884848977,3	1016,9**
GxA Linear	24	20389358,5	849556,6	0,9764 ^{ns}
Desv. Comb.	175	363218127,9	2075532,1	2,3**
Desv. G 1	7	10591195,3	1513027,9	1,7 ^{ns}
Desv. G 2	7	10260468,6	1465781,2	1,6 ^{ns}
Desv. G 3	7	6973705,7	996243,6	1,1 ^{ns}
Desv. G 4	7	22496711,9	3213815,9	3,6**
Desv. G 5	7	14321479,0	2045925,5	2,3*
Desv. G 6	7	4595659,9	656522,8	0,7545 ^{ns}
Desv. G 7	7	11150066,6	1592866,6	1,8 ^{ns}
Desv. G 8	7	56494592,8	8070656,1	9,2**
Desv. G 9	7	12043613,9	1720516,2	1,9 ^{ns}
Desv. G 10	7	7639648,7	1091378,3	1,2 ^{ns}
Desv. G 11	7	17738400,0	2534057,1	2,9**
Desv. G 12	7	15534902,4	2219271,7	2,5*
Desv. G 13	7	2760025,6	394289,3	0,4531 ^{ns}
Desv. G 14	7	6408980,5	915568,6	1,0 ^{ns}
Desv. G 15	7	15322241,0	2188891,5	2,5*
Desv. G 16	7	17625426,4	2517918,0	2,8**
Desv. G 17	7	11294200,9	1613457,2	1,8 ^{ns}
Desv. G 18	7	4080666,1	582952,3	0,67 ^{ns}
Desv. G 19	7	25498044,3	3642577,7	4,1**
Desv. G 20	7	12171979,4	1738854,2	1,9 ^{ns}
Desv. G 21	7	17854274,1	2550610,5	2,9**
Desv. G 22	7	6261563,3	894509,0	1,0 ^{ns}
Desv. G 23	7	11468943,1	1638420,4	1,8 ^{ns}
Desv. G 24	7	36771469,2	5253067,0	6,0**
Desv. G 25	7	5859867,9	837123,9	0,9621 ^{ns}
Resíduo	144	125296560,0	870115,0	

** e* – significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;
ns – não significativo ($P > 5\%$).

5.4.2. Genótipos superiores

Dez genótipos foram avaliados, de acordo com os resultados, as metodologias apresentaram total concordância na recomendação de dois dos genótipos recomendados como de adaptação geral; em seis genótipos ocorreu de as metodologias apresentarem três recomendações iguais, adaptação geral; em dois genótipos as metodologias apresentaram duas recomendações iguais em cada um dos genótipos, Quadro 22.

Quadro 21 - Avaliação de genótipos de milho do grupo B com base na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989); CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006)

Genótipos	Média (kg/ha)	EBERHART e RUSSELL (1966)			CRUZ et al (1989)					CARNEIRO (1998)			CRUZ (2006) Classificação
		$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R_i^2(\%)$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R_i^2(\%)$	PiG	PiF	PiD	
1	8667,7	1,05 ns	ns	79,0	1,094 ns	-0,3976 ns	0,69652 ns	ns	79,8	6	3	16	I
2	9146,3	1,09 ns	ns	80,5	1,118 ns	-0,27 ns	0,84 ns	ns	80,9	2	2	3	I
3	8130,0	1,10 ns	ns	86,2	1,03 ns	0,81 ns	1,85 ns	ns	89,9	14	12	18	I
4	8520,0	0,72 ns	**	45,5	0,78 ns	-0,69 ns	0,09 ns	**	48,8	13	16	5	I
5	9433,9	1,19 ns	*	75,6	1,19 ns	-0,88 ns	0,31 ns	*	79,3	1	1	4	I
6	8536,9	0,90 ns	ns	86,3	0,88 ns	0,27 ns	1,15 ns	ns	86,9	8	10	6	I
7	8469,8	0,74 ns	ns	64,0	0,68 ns	0,73 ns	1,42 ns	ns	68,9	9	17	1	I
8	6833,2	0,72 ns	**	24,9	0,40++	3,79**	4,19++	**	78,3	25	25	24	IV
9	7775,1	1,06 ns	ns	77,1	1,00 ns	0,72 ns	1,73 ns	ns	79,8	19	19	17	II
10	8212,8	1,19 ns	ns	86,8	1,20 ns	-0,13 ns	1,07 ns	ns	86,9	10	13	13	I
11	8157,2	0,85 ns	**	59,2	0,74 ns	1,31 *	2,05 +	*	70,3	18	22	2	III
12	8314,3	1,12 ns	*	74,2	1,11 ns	0,09 ns	1,20 ns	**	74,2	11	8	21	II
13	8520,9	1,07 ns	ns	93,7	1,08 ns	-0,06 ns	1,01 ns	ns	93,7	5	7	10	I
14	7887,9	1,12Ns	ns	87,4	1,14 ns	-0,32 ns	0,82 ns	ns	88,0	17	11	23	II
15	7774,0	1,08Ns	*	73,1	1,11 ns	-0,37 ns	0,73 ns	*	73,8	22	20	22	II
16	7637,4	1,13Ns	**	72,0	1,16 ns	-0,35 ns	0,80 ns	**	72,5	24	24	19	IV
17	7569,1	1,23Ns	ns	82,7	1,27 ns	-0,40 ns	0,86 ns	ns	83,4	23	21	20	IV
18	7956,4	1,02Ns	ns	90,0	1,05 ns	-0,44 ns	0,61 ns	ns	91,4	15	15	15	I
19	7890,5	1,14Ns	**	64,7	1,21 ns	-0,74 ns	0,46 ns	**	66,8	21	9	25	II
20	8375,6	1,12Ns	ns	78,6	1,11 ns	0,14 ns	1,26 ns	*	78,7	12	14	12	I
21	8519,6	0,86Ns	**	60,0	0,90 ns	-0,43 ns	0,46 ns	**	61,2	7	5	14	I
22	8047,2	0,87Ns	ns	81,3	0,84 ns	0,35 ns	1,20 ns	ns	82,4	16	18	11	I
23	8821,0	0,78Ns	ns	65,4	0,873 ns	-1,04 ns	-0,17 +	ns	74,6	3	4	7	I
24	9030,5	0,93Ns	**	45,8	1,11 ns	-2,11**	-1,00++	**	64,2	4	6	8	I
25	7824,2	0,86Ns	ns	81,9	0,82 ns	0,45 ns	1,28 ns	ns	83,7	20	23	9	III
Média	8242,1												

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente; ns - não significativo ($P > 5\%$).

Quadro 22 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipo	ER (1966)	CRUZ (1989)	CARNEIRO (1998)	CRUZ (2006)
2	G (P)	G (P)	G	G
6	G (P)	G (P)	D	G
13	G (P)	G (P)	F	G
4	G (I)	G (I)	D	G
5	G (I)	G (I)	G	G
7	G (P)	G (I)	D	G
12	G (I)	G (I)	F	F
20	G (P)	G (I)	CR	G
21	G (I)	G (I)	F	G
23	G (P)	D (I)	F	G
Média	8665,8			

ER (1966) - metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966);

G - genótipo de adaptação geral;

F e D - genótipo de adaptado aos ambientes favoráveis e desfavoráveis;

I - genótipo ideal;

CR - genótipo pouco adaptado;

P e I - genótipo de comportamento previsível e imprevisível, respectivamente.

Portanto, houve concordância das metodologias na recomendação dos genótipos, haja vista, que a maioria dos genótipos apresentaram similaridade entre as recomendações, a exceção de dois genótipos, em que não teve predomínio de uma recomendação entre as metodologias.

Ressalte-se que a maioria dos genótipos apresentaram concordância no que se refere a estabilidade de comportamento dos genótipos, com base nas metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989) e CARNEIRO (1998). A maioria dos genótipos foi avaliado como estável nas metodologias, contudo, quatro genótipos foram concordantes em torno da baixa previsibilidade de comportamento. Esta discrepância deve ser vista como reflexo da diferença conceitual entre as metodologias do conceito de estabilidade. Mesmo assim, há semelhança na maioria das avaliações.

5.4.3. Genótipos inferiores

A produção média dos genótipos foi de 7623,9 kg/ha equivalente a 92% da média geral dos experimentos, ou seja, é extremamente importante que os genótipos de baixo desempenho, não sejam recomendados pelas metodologias, principalmente ao avaliar o percentual de produção em relação as médias dos genótipos nos ambientes que variou de 83 a 96%. Neste ponto, é importante ressaltar que a seleção de um genótipo de

baixo desempenho para uma agricultura de alta tecnologia implicaria em prejuízo, pois, não se espera que haja resposta ao investimento, dada a falta de capacidade do genótipo em responder de forma satisfatória o investimento realizado. Na avaliação desses genótipos com base nas metodologias paramétricas e não-paramétricas confirmou a similaridade de recomendação entre as metodologias em torno do descarte dos genótipos dado a baixa adaptabilidade aos ambientes avaliados, ou seja, os genótipos inferiores não foram recomendados, Quadro 23.

É importante discutir o resultado da avaliação da metodologia do Centróide, que apresentou três genótipos recomendados para ambientes favoráveis, portanto, o desempenho médio é uma informação importante na avaliação de genótipos pouco aptos.

Portanto, as metodologias foram plenamente similares, concordantes em classificar os genótipos como pouco aptos.

Quadro 23 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipos	ER (1966)	CRUZ (1989)	CARNEIRO (1998)	CRUZ (2006)
8	NR	NR	CR	PA
9	NR	NR	CR	F
14	NR	NR	CR	F
15	NR	NR	CR	F
16	NR	NR	CR	PA
17	NR	NR	CR	PA
19	NR	NR	CR	F
Média	7623,9			

ER (1966) - metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966);
 NR, CR e PA - não recomendado, pouco apto;
 F - adaptação à ambiente favorável.

5.4.4. Conclusão

Não foi possível observar a concordância total das metodologias nas recomendações dos genótipos, contudo, no geral, prevaleceu a similaridade das metodologias em torno da adaptação geral dos genótipos, o que enfatiza convergência das metodologias.

As metodologias são concordantes na recomendação dos genótipos superiores, pois, prevaleceu a similaridade entre torno da recomendação geral, bem como a previsibilidade de comportamento; foram similares na avaliação dos genótipos, pouco apto ao cultivo nos ambientes avaliados.

5.5. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo C

5.5.1 Metodologias de adaptabilidade e estabilidade

Na análise de estabilidade de variância conjunta proposta por EBERHART E RUSSELL (1966) (Quadro 24), observou-se efeitos significativos ao nível de 1%, pelo teste F, para ambiente linear. Isso indica a presença de variações significativas no ambiente para proporcionar alterações nas médias dos genótipos. A interação G x A Linear foi não significativa pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, contudo, houve diferença entre os coeficientes de regressão do grupo de genótipos avaliados. No mais, observou-se efeito significativo para desvio combinado das regressões, o que indica falta de linearidade para, pelo menos, uma das equações ajustadas, mesmo com R^2 elevado.

A estimativa dos parâmetros de regressão das metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989), as estimativas dos parâmetros MAEC na metodologia de CARNEIRO (1998) e a classificação dos genótipos na metodologia de CRUZ (2006) foram apresentados no Quadro 25. Com base nesse resultado analisou-se a similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos superiores e inferiores.

5.5.2. Genótipos superiores

Quinze genótipos foram avaliados com base nas metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989), CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006), Quadro 26. Em quatro genótipos, houve igualdade de recomendação em duas das metodologias; em nove genótipos, três metodologias apresentaram a mesma recomendação, portanto apenas uma das recomendações foi diferente. Em dois dos genótipos avaliados, as metodologias apresentaram a mesma recomendação. Por fim, não houve genótipos em que as metodologias foram totalmente discordantes quanto à recomendação dos genótipos. É importante observar que as metodologias não foram convergentes em quatro dos genótipos avaliados, nesses, genótipos houve duas recomendações iguais, ou seja, duas metodologias apresentaram a mesma recomendação.

Fazendo uma avaliação geral dos dados, considerando o número de genótipos em que não existiu metodologias com a mesma recomendação, em que existiu duas, três e quatro semelhantes, resultou em 0, 30, 60 e 10% para a classe com zero, duas, três e

Quadro 24 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de milho, no ensaio preliminar de cultivares da Embrapa Milho e Sorgo, pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966)

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	1089537798,7	136192224,8	148,7**
Genótipos (G)	24	273259879,6	11385828,3	12,4**
G x A	192	315472308,8	1643084,9	1,7**
A/G	200	1405010107,5	7025050,5	7,6**
A Linear	1	1089537798,7	1089537798,7	1189,7**
G x A Linear	24	29959993,9	1248333,0	1,3 ^{ns}
Desv. Comb.	175	285512314,9	1631498,9	1,7**
Desv. G 1	7	9077653,2	1296807,6	1,4 ^{ns}
Desv. G 2	7	11032852,6	1576121,8	1,7 ^{ns}
Desv. G 3	7	5578894,6	796984,9	0,8 ^{ns}
Desv. G 4	7	14254928,2	2036418,3	2,2*
Desv. G 5	7	5462256,2	780322,3	0,8 ^{ns}
Desv. G 6	7	8343635,9	1191947,9	1,3 ^{ns}
Desv. G 7	7	6702242,7	957463,2	1,0 ^{ns}
Desv. G 8	7	9528276,2	1361182,3	1,4 ^{ns}
Desv. G 9	7	15290351,6	2184335,9	2,3*
Desv. G 10	7	5598815,5	799830,7	0,8 ^{ns}
Desv. G 11	7	20757492,3	2965356,0	3,2**
Desv. G 12	7	12702144,2	1814592,0	1,9 ^{ns}
Desv. G 13	7	3846860,6	549551,5	0,6 ^{ns}
Desv. G 14	7	11218719,3	1602674,1	1,7 ^{ns}
Desv. G 15	7	10735310,8	1533615,8	1,6 ^{ns}
Desv. G 16	7	12207708,0	1743958,2	1,9 ^{ns}
Desv. G 17	7	7793117,6	1113302,5	1,2 ^{ns}
Desv. G 18	7	12323687,7	1760526,8	1,9 ^{ns}
Desv. G 19	7	10088843,8	1441263,4	1,5 ^{ns}
Desv. G 20	7	18496810,6	2642401,5	2,8**
Desv. G 21	7	18758755,1	2679822,1	2,9**
Desv. G 22	7	21780960,1	3111565,7	3,3**
Desv. G 23	7	6670846,1	952978,0	1,0 ^{ns}
Desv. G 24	7	9031977,0	1290282,4	1,4 ^{ns}
Desv. G 25	7	18229173,5	2604167,6	2,8**
Resíduo	144	131868576,0	915754,0	

** e* – significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F;
ns – não significativo (P > 5%)

quatro recomendações semelhantes, respectivamente. Dentre essas classes, a segunda e a terceira colaboram com a hipótese de que as metodologias são convergentes na avaliação de genótipos quanto ao julgamento da adaptabilidade e da estabilidade de comportamento dos genótipos. É importante enfatizar que o percentual de semelhança dessas classes somadas é igual a 90%.

Em relação a estabilidade de comportamento com base nas metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989) e CARNEIRO (1998), as

Quadro 25 - Avaliação de genótipos de milho do grupo C com base na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989); CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006)

Genótipos	Média (kg/ha)	EBERHART e RUSSELL (1966)			CRUZ et al (1989)					CARNEIRO (1998)			CRUZ (2006) Classificação
		$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R_i^2(\%)$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R_i^2(\%)$	PiG	PiF	PiD	
1	7828,7	1,26 ns	ns	88,5	1,34 +	-0,32 ns	1,02 ns	ns	89,6	14	9	17	II
2	8076,7	1,18 ns	ns	84,7	1,26 ns	-0,32 ns	0,93 ns	ns	85,9	10	1	18	II
3	7828,7	0,88 ns	ns	86,0	0,87 ns	0,02 ns	0,90 ns	ns	86,0	9	15	3	I
4	8342,5	1,19 ns	*	81,3	1,45 ++	-1,04 **	0,40 +	ns	93,1	4	3	10	I
5	7260,1	0,92 ns	ns	87,1	0,99 ns	-0,28 ns	0,70 ns	ns	88,7	19	18	16	II
6	7866,8	0,94 ns	ns	82,4	1,02 ns	-0,32 ns	0,70 ns	ns	84,2	11	12	8	I
7	6488,5	0,88 ns	ns	83,5	0,89 ns	-0,04 ns	0,84 ns	ns	83,5	24	24	23	IV
8	8054,4	1,06 ns	ns	83,9	1,15 ns	-0,33 ns	0,81 ns	ns	85,5	7	5	14	I
9	7691,1	1,30 +	*	82,9	1,35 +	-0,19 ns	1,15 ns	*	83,3	17	6	20	II
10	7882,4	1,01 ns	ns	88,9	0,89 ns	0,48 ns	1,38 ns	ns	92,8	8	14	5	I
11	8280,3	1,02 ns	**	68,7	0,89 ns	0,51 ns	1,41 ns	*	72,1	6	8	11	I
12	7678,9	0,99 ns	ns	77,4	0,92 ns	0,28 ns	1,21 ns	**	78,6	16	11	19	II
13	8187,5	0,91 ns	ns	90,5	0,92 ns	-0,04 ns	0,88 ns	ns	90,6	2	7	4	I
14	6712,4	1,02 ns	ns	80,3	1,01 ns	0,04 ns	1,05 ns	ns	80,4	21	22	22	IV
15	7886,2	1,24 ns	ns	86,4	1,34 +	-0,39 ns	0,95 ns	ns	88,0	13	10	15	I
16	7690,4	1,13 ns	ns	82,1	1,09 ns	0,14 ns	1,24 ns	*	82,4	15	17	12	I
17	7171,8	0,91 ns	ns	82,4	0,88 ns	0,12 ns	1,00 ns	ns	82,7	20	20	13	IV
18	6637,0	1,07 ns	ns	80,5	0,88 ns	0,77 *	1,65 +	ns	88,3	23	23	21	IV
19	5228,7	0,56 ++	ns	58,2	0,32 ++	0,97 **	1,29 ns	ns	90,4	25	25	25	IV
20	8122,9	0,82 ns	**	61,8	0,80 ns	0,09 ns	0,90 ns	**	62,0	5	13	2	I
21	7903,8	1,00 ns	**	69,9	1,08 ns	-0,32 ns	0,75 ns	**	71,3	12	16	6	I
22	6830,0	1,04 ns	**	68,6	1,17 ns	-0,49 ns	0,67 ns	**	71,6	22	21	24	IV
23	7411,1	0,80 ns	ns	81,0	0,78 ns	0,09 ns	0,88 ns	ns	81,2	18	19	7	III
24	9173,6	0,76 ns	ns	74,0	0,72 ns	0,16 ns	0,89 ns	ns	74,7	1	4	1	I
25	8438,7	0,97 ns	**	69,3	0,86 ns	0,40 ns	1,27 ns	**	71,6	3	2	9	I
Média	7626,9												

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente; ns - não significativo ($P > 5\%$).

Quadro 26 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipos	ER (1966)	CRUZ (1989)	CARNEIRO(1998)	CRUZ (2006)
1	G (P)	F (P)	F	F
2	G (P)	G (P)	F	F
3	G (P)	G (P)	D	G
4	G (P)	F (P)	F	G
6	G (P)	G (P)	D	G
8	G (P)	G (P)	F	G
10	G (P)	G (P)	D	G
13	G (P)	G (P)	G	G
15	G (P)	F (P)	CR	G
16	G (P)	G (P)	CR	G
11	G (I)	G (I)	F	G
12	G (P)	G (I)	CR	F
20	G (I)	G (I)	D	G
21	G (I)	G (I)	D	G
9	F (P)	F (P)	F	F
Média	7938,3			

ER (1966) - metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966);

I, G, F e D - genótipo ideal, de adaptação geral, de adaptação a ambiente favorável e desfavorável, respectivamente;

CR - genótipo ruim, pouco adaptado;

P e I - genótipo de comportamento previsível e imprevisível, respectivamente.

metodologias foram unânimes em estabelecer a concordância da estabilidade de comportamento entre os genótipos avaliados. Dentre os quinze avaliados, em doze, genótipos as metodologias apresentaram concordância quanto a estabilidade de comportamento; nos demais se mostraram-se concordantes quanto a falta de previsibilidade. Observou-se que, em apenas dois genótipos, as metodologias de regressão apresentaram julgamento de previsibilidade em desacordo com o parâmetro MAEC da metodologia de CARNEIRO (1998), o que evidencia a similaridade e a sintonia das metodologias.

Embora não se tenha como objetivo caracterizar a recomendação geral dos genótipos, observou-se que a recomendação das metodologias se deu em torno de adaptação a ambiente favorável e, principalmente, com já observado nos genótipos do grupo A e B, em genótipos de adaptação geral. Contudo, foi possível observar a convergência das metodologias em torno de genótipos aptos a ambientes desfavoráveis.

5.5.3. Genótipos inferiores

As metodologias foram extremamente concordantes na avaliação de cada um dos genótipos, e permitiu excluí-los da recomendação ao cultivo (Quadro 27). O rendimento médio desses genótipos equivale a 86,7% da produção de grãos dos genótipos que apresentaram desempenho superior. É importante observar que não convém avaliar a estabilidade de comportamento de genótipos de baixa capacidade produtiva, independente da adaptabilidade de comportamento apresentada ao ambiente. Por isso, há importância de se fazer a avaliação da adaptabilidade e da estabilidade de comportamento na avaliação do comportamento de genótipos, ou seja, permite fazer uma avaliação que avalia mais não apenas o desempenho médio, mas previsibilidade de comportamento e rendimento.

Quadro 27 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipos	ER (1966)	CRUZ (1989)	CARNEIRO (1998)	CRUZ (2006)
5	NR	NR	CR	F
7	NR	NR	CR	PA
14	NR	NR	CR	PA
17	NR	NR	CR	PA
18	NR	NR	CR	PA
19	NR	NR	CR	PA
22	NR	NR	CR	PA
Média	6618,4			

ER (1966) – metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966);
NR, CR, PA- genótipo não recomendado.

5.5.4. Conclusão

As metodologias foram convergentes na avaliação de genótipos que apresentaram rendimentos de grãos superiores e inferiores, na avaliação da adaptabilidade e da estabilidade de comportamento.

5.6. Similaridade entre as metodologias na recomendação de genótipos do grupo QPM

5.6.1. Metodologias de adaptabilidade e estabilidade

Na análise de estabilidade de variância conjunta proposta por EBERHART E RUSSELL (1966) (Quadro 28), observaram-se efeitos significativos ao nível de 1% pelo teste F, para ambiente linear. Isso indica a presença de variações significativas no ambiente para proporcionar alterações nas médias dos genótipos. A interação G x A

Linear foi não significativa, ao nível de 5% de probabilidade, porém houve diferença em dois coeficientes de regressão do grupo de genótipos avaliados. Observou-se efeito significativo de desvio combinado das regressões, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, o que indica falta de linearidade para, pelo menos, uma das equações ajustadas, mesmo com R^2 elevado.

5.6.2. Genótipos superiores

A estimativa dos parâmetros de regressão das metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989), bem como as estimativas dos parâmetros MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) da metodologia de CARNEIRO (1998) e a classificação dos genótipos de acordo com a metodologia de CRUZ constam no Quadro 29. Com base nesses resultados, analisou-se o estudo de similaridade entre as metodologias, na recomendação de genótipos superiores e inferiores.

Com base na avaliação das metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966), CRUZ et al. (1989), CARNEIRO (1998) E CRUZ (2006), houve similaridade entre as recomendações das metodologias, com destaque aos genótipos de adaptação geral, pois quatro deles apresentaram as recomendações totalmente convergentes na avaliação dos genótipos, ao passo que seis outros apresentaram três classificações dentre as quatro, cinco de adaptação geral e um de adaptação a ambiente favorável. Apenas um genótipo apresentou duas recomendações semelhantes, sendo portanto, pouco conclusivo. É importante observar que a convergência basicamente ocorreu em torno da adaptação geral, como já observado e sem ocorrência de convergência em torno de ambientes desfavoráveis. É importante observar que nesses genótipos, a semelhança das metodologias em torno da recomendação dos mesmos foi mais pronunciada, evidentemente, respaldado pelo fato de não se ter nenhuma genótipo em que as recomendações fossem divergentes, Quadro 30.

Não foi só a adaptabilidade que foi bastante pronunciada, pois o estudo de adaptabilidade evidenciou que a maioria dos genótipos apresentou estabilidade de comportamento. No mínimo, em duas metodologias, no total de três consideradas. Portanto, considerando-se as avaliações de estabilidade de comportamento das metodologias de regressão e de CARNEIRO (1998), 55% por cento dos genótipos apresentaram duas das três avaliações semelhantes. Nesse grupo, apenas um genótipo foi considerado como de baixa estabilidade de comportamento; ao passo que os demais,

55%, foram avaliados como genótipos estáveis. Aqui e ali vem sendo ressaltado o número de genótipos e a sua especificidade em relação à estabilidade de comportamento, contudo o interesse principal é analisar a convergência das metodologias no que se refere ao perfil de similaridade das mesmas e concluir quanto à convergência das metodologias na avaliação de grupos de genótipos.

Quadro 28 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de milho, no ensaio preliminar de cultivares da Embrapa Milho e Sorgo, pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966)

FV	GL	SQ	QM	F
Ambientes (A)	8	426769652,3	533462065	50,7**
Genótipos (G)	24	180990670,4	7541277,9	7,1**
G x A	192	304048199,0	1583584,3	1,5**
A/G	200	730817851,4	3654089,2	3,4**
A. Linear	1	426769652,3	426769652,3	406,0**
G x A Linear	24	28120364,3	1171681,8	1,1 ^{ns}
Desv. Comb.	175	275927834,7	1576730,4	1,5**
Desv. G 1	7	18138574,3	2591224,9	2,4*
Desv. G 2	7	10626836,1	1518119,4	1,4 ^{ns}
Desv. G 3	7	6958388,2	994055,4	0,9459 ^{ns}
Desv. G 4	7	8385540,8	1197934,4	1,1 ^{ns}
Desv. G 5	7	6062891,8	866127,4	0,8242 ^{ns}
Desv. G 6	7	12162720,2	1737531,4	1,6 ^{ns}
Desv. G 7	7	21953753,8	3136250,5	2,9**
Desv. G 8	7	20024455,6	2860636,5	2,7*
Desv. G 9	7	3297291,0	471041,5	0,4482 ^{ns}
Desv. G 10	7	12176960,0	1739565,7	1,6 ^{ns}
Desv. G 11	7	2223423,9	317631,9	0,3022 ^{ns}
Desv. G 12	7	5151168,6	735881,2	0,7002 ^{ns}
Desv. G 13	7	9377038,5	1339576,9	1,2 ^{ns}
Desv. G 14	7	13084986,3	1869283,7	1,7 ^{ns}
Desv. G 15	7	5149191,2	735598,7	0,7 ^{ns}
Desv. G 16	7	8415720,5	1202245,7	1,1 ^{ns}
Desv. G 17	7	4624332,7	660618,9	0,6286 ^{ns}
Desv. G 18	7	8861227,6	1265889,6	1,2 ^{ns}
Desv. G 19	7	11580127,7	1654303,9	1,5742 ^{ns}
Desv. G 20	7	2560822,4	365831,7	0,3481 ^{ns}
Desv. G 21	7	5103714,9	729102,1	0,6938 ^{ns}
Desv. G 22	7	7496196,8	1070885,2	1,0 ^{ns}
Desv. G 23	7	16086216,8	2298030,9	2,1*
Desv. G 24	7	32120501,7	4588643,1	4,3**
Desv. G 25	7	24305752,0	3472250,2	3,3**
Resíduo	144	151331760,0	1050915,0	

** e* – significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns – não significativo.(P > 5%).

Quadro 29 - Avaliação de genótipos de milho do grupo QPM com base na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) e CRUZ et al. (1989); CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006)

Genótipos	Média (kg/ha)	EBERHART e RUSSELL (1966)			CRUZ et al (1989)					CARNEIRO (1998)			CRUZ (2006)
		$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R_i^2(\%)$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	$R_i^2(\%)$	PiG	PiF	PiD	Classificação
1	7950,0	1,55 +	*	69,4	1,68 +	-0,51 ns	1,16 ns	*	70,9	13	8	21	I
2	7518,3	0,89 ns	ns	56,2	0,80 ns	0,33 ns	1,14 ns	ns	57,8	16	18	9	III
3	8322,4	1,07 ns	ns	74,0	1,15 ns	-0,29 ns	0,85 ns	ns	75,1	4	4	2	I
4	7644,6	1,03 ns	ns	68,5	0,80 ns	0,85 ns	1,66 ns	ns	77,5	12	13	15	I
5	7634,8	1,22 ns	ns	81,0	1,13 ns	0,37 ns	1,50 ns	ns	82,4	15	15	16	I
6	7863,0	0,92 ns	ns	54,8	0,80 ns	0,45 ns	1,26 ns	ns	57,4	10	11	11	I
7	7591,1	0,73 ns	**	29,8	1,23 ns	-1,87 **	-0,64++	ns	67,1	19	19	18	IV
8	7333,8	1,49 +	*	65,6	1,64 +	-0,56 ns	1,07 ns	**	67,4	21	14	23	II
9	7567,6	0,90 ns	ns	81,0	0,91 ns	-0,02 ns	0,89 ns	ns	81,0	11	12	10	III
10	6275,8	1,31 ns	ns	70,9	1,23 ns	0,32 ns	1,55 ns	ns	71,7	24	24	24	IV
11	8182,2	0,87 ns	ns	85,4	0,94 ns	-0,27 ns	0,67 ns	ns	87,1	3	3	3	I
12	7630,0	1,09 ns	ns	79,9	1,01 ns	0,31 ns	1,32 ns	ns	81,1	9	10	13	I
13	7795,8	0,97 ns	ns	63,4	0,86 ns	0,40 ns	1,27 ns	ns	65,6	7	9	7	I
14	7499,1	0,86 ns	ns	49,7	0,52 ns	1,31 *	1,83 ns	ns	71,7	17	21	6	III
15	8111,1	1,07 ns	ns	79,2	0,90 ns	0,64 ns	1,54 ns	ns	84,7	5	5	5	I
16	7594,0	1,11 ns	ns	71,5	1,07 ns	0,14 ns	1,21 ns	ns	71,8	14	16	12	III
17	7048,1	0,48 +	ns	46,5	0,57 ns	-0,35 ns	0,22 ns	ns	51,2	22	22	14	III
18	7494,7	0,64 ns	ns	44,6	0,89 ns	-0,95 ns	-0,05 +	ns	63,4	18	20	17	III
19	8077,3	0,69 ns	ns	41,7	0,61 ns	0,31 ns	0,92 ns	ns	43,3	6	7	8	I
20	6690,7	1,09 ns	ns	88,8	1,07 ns	0,08 ns	1,15 ns	ns	89,0	23	23	22	IV
21	7869,1	1,44 ns	ns	87,5	1,55 ns	-0,40 ns	1,15 ns	ns	88,9	8	6	19	I
22	7388,5	0,85 ns	ns	62,5	0,95 ns	-0,39 ns	0,56 ns	ns	65,0	20	17	20	IV
23	5758,9	0,84 ns	*	43,0	1,05 ns	-0,78 ns	0,26 ns	*	50,3	25	25	25	IV
24	8540,0	0,96 ns	**	33,2	0,69 ns	1,04 ns	1,73 ns	**	40,7	2	2	4	I
25	8646,7	0,79 ns	**	30,5	0,83 ns	-0,15 ns	0,68 ns	**	30,8	1	1	1	I
Média	7601,1												

*, ** - significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente; ns - não significativo ($P > 5\%$).

Quadro 30 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipos	ER (1966)	CRUZ (1989)	CARNEIRO	CRUZ (2006)
5	G (P)	G (P)	R	G
11	G (P)	G (P)	G	G
6	G (P)	G (I)	R	G
3	G (P)	G (I)	G	G
4	G (P)	G (I)	R	G
12	G (P)	G (P)	F	G
13	G (P)	G (I)	D	G
15	G (P)	G (P)	G	G
19	G (P)	G (I)	G	G
21	G (P)	F (P)	F	G
1	F (I)	F (I)	F	G
Média	7916,4			

ER - metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966);

I, G, F e D - genótipo ideal, de adaptação geral, de adaptação a ambiente favorável e desfavorável, respectivamente;

R - genótipo ruim, pouco adaptado;

P e I - genótipo de comportamento previsível e imprevisível, respectivamente.

5.6.3. Genótipos inferiores

É importante considerar que a média da produção de grãos dos genótipos equivaleu a 90,1% da média geral e variou de 75 a 96% entre os genótipos, sendo que a média foi 9,9% inferior à geral. Esse fato evidencia o risco que se corre ao recomendar genótipos de baixo rendimento produtivo.

A avaliação dos genótipos permitiu concluir que nenhum deles apresentaram, no mínimo, três recomendações iguais na avaliação da adaptabilidade de comportamento, ou seja, três recomendações de pouco apto ao cultivo nos ambientes em consideração. Esses resultados corroboram com a eficiência das metodologias no descarte de genótipos inferiores, ou seja, genótipos que, mesmo com estabilidade, não são adaptados e, por isso, não são confiáveis nos ambientes analisados, Quadro 31.

5.6.4. Conclusão

As metodologias apresentaram ótima similaridade na avaliação dos genótipos superiores quanto a avaliação da adaptabilidade e da estabilidade. Quanto aos inferiores, as metodologias foram unânimes em julga-los como pouco aptos ao cultivo nos ambientes avaliados.

Quadro 31 - Comparação de metodologias de adaptabilidade e estabilidade na avaliação de genótipos de milho com base em produção de grãos (kg/ha)

Genótipos	ER (1966)	CRUZ (1989)	CARNEIRO (1998)	CRUZ (2006)
8	NR	NR	CR	F
10	NR	NR	CR	PA
17	NR	NR	CR	D
18	NR	NR	CR	D
20	NR	NR	CR	PA
22	NR	NR	CR	PA
23	NR	NR	CR	PA
Média	6855,8			

ER (1966) - metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966);
NR, CR e PA - genótipo não recomendado.

6. Estimativas de correlação

6.1. Metodologia de CARNEIRO (1998)

A estimativa de correlação entre a classificação média dos genótipos com os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade: Pi geral, favorável e desfavorável (Quadro 32) revelou a especificidade dos parâmetros MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade).

Nos genótipos do grupo A, a classificação geral foi altamente correlacionada (0,95) com o Pi geral. A classificação da média dos genótipos em ambiente favorável foi altamente correlacionado (0,96) com o Pi favorável. A classificação da média dos genótipos em ambiente favorável foi altamente correlacionada (0,97) com o Pi desfavorável. Nos genótipos do grupo B, a correlação entre classificação da média geral e do Pi geral foi de 0,96; a correlação entre classificação média dos genótipos em ambientes favoráveis e do Pi favorável foi de 0,97; a correlação entre a classificação da média dos genótipos em ambientes desfavoráveis e o Pi desfavorável foi de 0,98. Nos genótipos do grupo C, a correlação entre classificação geral, favorável e desfavorável, entre Pi geral, favorável e desfavorável, foi de 0,97, 0,98 e 0,96, respectivamente. Nos genótipos do grupo QPM, a correlação entre classificação geral, favorável e desfavorável, com o Pi geral, favorável e desfavorável, foi 0,95 em cada uma das correlações.

De acordo com os valores de correlações estimados nos quatro grupos de genótipos, o parâmetro MAEC pode ser assim caracterizado: o Pi geral é o mais

indicado para selecionar genótipos de adaptação geral; o Pi favorável, o mais apto na recomendação de genótipos para ambiente favorável o Pi desfavorável, o mais indicado na recomendação de genótipos para ambientes desfavoráveis.

Quadro 32 - Correlação de Spearman entre classificação dos genótipos e parâmetro MAEC, determinados com base no desempenho médio dos genótipos

Grupos	Classificação	PiG	PiF	PiD
A	Geral	0,95	0,67	0,79
	Favorável	0,81	0,96	0,37
	Desfavorável	0,76	0,28	0,97
B	Geral	0,96	0,83	0,70
	Favorável	0,88	0,97	0,28
	Desfavorável	0,71	0,35	0,98
C	Geral	0,97	0,87	0,71
	Favorável	0,83	0,98	0,41
	Desfavorável	0,87	0,52	0,96
QPM	Geral	0,95	0,95	0,73
	Favorável	0,87	0,95	0,57
	Desfavorável	0,82	0,69	0,95

PiG, PiF e PiD - estimativa do parâmetro MAEC, em termos gerais, favoráveis e desfavoráveis, respectivamente;
 MAEC - Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento.

6.2. Metodologia de CRUZ (2005)

O estudo envolvendo essa metodologia, a do centróide, foi realizado com base na correlação de Spearman entre os seus parâmetros de avaliação de adaptação geral, favorável e desfavorável, considerando-se apenas as classes de adaptação geral, favorável e desfavorável, sem considerar as classes dos genótipos pouco aptos ao cultivo.

Poder-se-ia destacar a magnitude de correlação de cada um dos grupos de genótipos avaliados, contudo, dado o padrão de comportamento geral nos grupos, convém destacar, de forma geral, os valores observados, ou seja, em todos os grupos, os genótipos de adaptação geral, as metodologias foram altamente correlacionadas, com uma correlação média de 0,98. No que concerne aos ambientes favoráveis, as metodologias não foram altamente e sim medianamente correlacionadas, com uma correlação média de 0,67; nos ambientes desfavoráveis, as metodologias apresentaram baixos valores de correlação (0,35), (Quadro 33).

Quadro 33 - Correlação de Spearman entre os parâmetros das metodologias de CARNEIRO (1998) e CRUZ (2006)

Grupos		PI	PII	PIII
A	PiG	0,97		
	PiF		0,77	
	PiD			0,64
B	PiG	0,98		
	PiF		0,43	
	PiD			0,09
C	PiG	0,99		
	PiF		0,77	
	PiD			0,41
QPM	PiG	0,98		
	PiF		0,73	
	PiD			0,35

PiG, PiF e PiD - estimativa do parâmetro MAEC, em termos gerais, favoráveis e desfavoráveis, respectivamente;

PI, PII e PIII - genótipos de adaptação geral, favorável e desfavorável, respectivamente.

7. Discussão

Existem várias metodologias para fazer estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos, sendo importante ressaltar que a diferença entre elas origina-se nos conceitos e procedimentos biométricos no estudo da interação genótipos x ambientes. Entre as metodologias, existem aquelas que são baseadas na interação genótipos x ambientes, modelos de regressão linear, modelos não lineares e estatística não-paramétrica. Segundo HUENH (1990), os métodos não-paramétricos apresentam algumas vantagens em relação aos que usam estatísticas paramétricas. Contudo, ao comparar as metodologias com suas particularidades, vantagens e desvantagens, qual o grau de similaridade entre as metodologias, importante na seleção de metodologias eficientes e de fácil interpretação.

No que diz respeito a avaliação dos quatro grupos de genótipos, não se observou similaridade nem divergência total das metodologias na avaliação dos genótipos superiores. Nesse caso, a recomendação foi importante na avaliação das metodologias. No grupo A, com sete genótipos superiores, a produtividade média de grãos de todos os genótipos avaliados nos experimentos foi de 8775,8 kg/ha, e a similaridade entre as metodologias foi de 86%; no grupo B, com dez genótipos superiores, e a produtividade média foi de 8665,8 kg/ha e a similaridade entre as metodologias na recomendação dos genótipos superiores foi de 80%; no grupo C, em que foram avaliados quinze genótipos superiores, produtividade média de 7938,3 kg/ha e uma similaridade de 73% entre as

metodologias; por fim, no grupo QPM, com onze genótipos superiores, uma produtividade média de 7916,4 kg/ha e uma similaridade de 91% entre as metodologias. A similaridade média dos quatro grupos foi de 85%. Essa estimativa média da similaridade entre as metodologias, assim como a similaridade de cada grupo de genótipo avaliado representam uma tendência de as metodologias serem similares na avaliação de genótipos. Com base na média dos grupos avaliados, em 58% dos genótipos, existiram três recomendações semelhantes; por outro lado, 24,5% deles apresentaram similaridade total, ou seja, semelhança total entre as metodologias.

De acordo como os relatos da literatura, as correlações têm importância na compreensão da similaridade entre as metodologias. ROCHA et al (2005) observaram alta correlação entre os genótipos de adaptação geral e, em menor parte, as demais classes.

De acordo com esses resultados, as metodologias de CRUZ (2006), CARNEIRO (1998) e EBERHART e RUSSELL (1966) apresentaram alta correlação entre os parâmetros de adaptação geral. Nesse trabalho a relação entre a metodologia de CARNEIRO e CRUZ se deu conforme o resultado e ROCHA et al. (2005), ou seja, alta correlação entre os parâmetros de adaptação geral. De acordo com esses resultados, a similaridade entre as metodologias é devido, basicamente, aos genótipos de adaptação geral. Apesar de a maior parte dos genótipos assim, o estudo de similaridade com base na recomendação é muito mais adequada na avaliação do comportamento de metodologias. No mais, é importante lembrar que um parâmetro é um elemento considerado na recomendação, ou seja, o fato de duas metodologias apresentarem parâmetros altamente correlacionados não implica, necessariamente, em alta similaridade. Além de concluir pela similaridade entre as metodologias é importante frisar que, na avaliação dos genótipos superiores, prevaleceram os de adaptação geral.

Nesse trabalho, foi possível quantificar a especificidade da metodologia de CARNEIRO (1998) na recomendação de genótipos de adaptação geral, ambiente favorável e desfavorável, o que justifica as observações de MURAKAMI (2001) ao concluir que a metodologia de CARNEIRO foi mais discriminante que a metodologia proposta por EBERHART e RUSSELL (1966).

8. BIBLIOGRAFIA

ALLIPRANDINI, L. F. **Estudo dos efeitos ambientais, estabilidade e ganho genético em linhagens de soja (*Glycine max* (L) Merrill) no Estado do Paraná.** Londrina, 1992. 122p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina.

BECKER, H. C. Correlation among some statistical, measures of phenotypic stability. **Euphytica**, v.30, n.3, p.835-840, 1981.

BECKER, C. H.; LÉON, L. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, v.101, n.1, p.1-23, 1988.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 168p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; RINALDI, D. A.; LIMA, V. E. N. Adaptabilidade e estabilidade de populações de milho-pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.1, p.87-90, 2005.

CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C.; NODARI, R. O.; STORCK, L. Comparison among stability models in evaluating genotypes. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.6, n.4, p.667-691, 1983.

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.

CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; TABOSA, J. N.; CARVALHO, B. C. L.; LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.11, p.1581-1588, 2002.

COCKERHAM, C. C. Estimation of genetics variance. In: HANSON, W. D.; ROBINSON, H. F. (Eds.). *Statistical genetics and plant breeding*. Madison: **National Academy of Sciences**, 1963. p.53-94.

CROSSA, J. Statistical analyses of multilocation trials. **Advanced in Agronomy**, v. 44, p.55-85, 1990.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: Biometria** – Versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2006. 648p.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed, Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2003.v.2. 585p.

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.567-580, 1989.

DASHIEL, K. E.; ARIYO, O. J.; BELLO, L.; OJO, K. Genotype x environment interaction and simultaneous selection for high yield and stability in soybeans. **Annals of applied biology**, v. 124, n.1, p.133-139, 1994.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, p.36-40, 1966.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de M.A. SILVA e J.C. SILVA. Viçosa, MG: UFV, 1989. 279p.

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

GIECO, J. O. **Interação genótipos x ambientes e implicações para o melhoramento de soja**. Tese de doutorado – Piracicaba, 1997 – ESALQ – São Paulo – 98p.

HANSON, W. D. Genotypic stability. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.40, p.226-231, 1970.

- HUEHN, M. Nonparametric analysis of genotype x environment interactions by ranks. IN: KANG, M. S.; GAUCH Jr., H.G. (Ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. cap.9, p.235-271.
- HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. **Euphytica**, v.47, p.189-194, 1990.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. New Jersey-USA: Englewood Cliffs, 1992. 642p.
- KANG, M. S. Interactive BASIC program for calculating stability-variance parameters. **Agronomy Journal**, v.80, p.153, 1988.
- KNIGHT, R. The measurement and interpretation of genotype environment interactions. **Euphytica**, v.19, n.2, p.225-235, 1970.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.3, p.193-198, 1988.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFKOVITCH, L. P. Stability analysis: where do we stand? **Crop Science**, v.26, n.5, p.894-899, 1986.
- LIN, C. S.; BINNS, M.R.; LEFKOVICTH, L.P.; Stability analysis: where do we stand? **Crop Science**, Madison, v.28, n.2, p.218-222, 1988.
- MARIOTTI, I. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, Tucumán, v.13, n.14, p.105-127, 1976.
- MAURO, A. O.; CURCIOLI, V. B.; NÓBREGA, J. C. M.; BANZATO, D. A.; SEDYAMA, T. Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.4, p.687-696, 2000.
- MIRANDA, G. V. **Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares: exemplo com a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 120p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa.
- MURAKAMI, D. M.; CRUZ, C. D. Proposal of methodologies for environment stratification and analysis of genotype adaptability. **Crop Breeding And Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v.4, p.7-11, 2004.
- NOGUEIRA NETTO, V. S. **Impactos do mercosul na produção e comercialização do milho e da soja na região centro-oeste**. Viçosa, MG, 1996. 90p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

NOR, K. M.; CADY, F. B. Methodology for identifying wide adaptability in crops. **Agronomy journal**, v.71, p.556-559, 1979.

PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, v.36, n.11, p.381-385, 1959.

PRADO, E. E.; HIROMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; VTUMI, M. M.; RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, p.625-633, 2001.

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

RIBEIRO, P. H. E.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.11, p.2213-2222, 2000.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations**. Biometrical genetics. New York: Pergamon, 1959. 186p.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAÚJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Agroforestal**, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

SANTOS, J. B. **Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais**. Piracicaba, ESALQ. 1980. 110 p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

SILVA, J. G. C. Análise da adaptabilidade através de regressão linear segmentada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.4, p.435-448, 1995.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipos x ambientes. In: SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA, 1, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1985. p.49-50.

SHUKLA, G. K. Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. **Heredity**, v.29, p.237-245, 1972.

TAI, G. C. C. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v.11, n.2, p.184-190, 1971.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. Ribeirão Preto, SP: **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, 1992. 486p.

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

WRICKE, G.; WEBER, E. W. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin – New York: Walter de Gruyter, 1986. 406p.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Pflanzenzuchtung**, Berlin, v.52, p.127-138, 1965.

YUE, G. L.; ROOZEBOOM, K. L.; SCHAPAUGH Jr., W. T.; LIANG, G. H.. Evaluation of soybean cultivars using parametric and nonparametric stability estimates. **Plant Breeding**, v.116, p.271-275, 1997.