

DIOGO OSWALDO SCHWANTES

**ESTUDOS VISANDO A RECOMENDAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO
SAFRINHA PARA O ESTADO DO MATO GROSSO**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S398e
2009

Schwantes, Diogo Oswaldo, 1984-

Estudos visando a recomendação de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso / Diogo Oswaldo Schwantes. – Viçosa, MG, 2009.

xi, 113f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Pedro Crescêncio Souza Carneiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 98-107.

1. Milho - Melhoramento genético. 2. *Zea mays*.
 3. Biometria. 4. Milho - Rendimento. 5. Milho - Seleção.
- I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 633.152

DIOGO OSWALDO SCHWANTES

**ESTUDOS VISANDO A RECOMENDAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO
SAFRINHA PARA O ESTADO DO MATO GROSSO**

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

APROVADA: 16 de outubro de 2009.

Prof. Dr. Paulo Roberto Cecon

Prof. Dr. Moacil Alves de Souza

**Prof. Dr. José Eustáquio de Sousa Carneiro
(Coorientador)**

**Dr. Adilson Ricken Schuelter
(Coorientador)**

**Prof. Dr. Pedro Crescêncio Souza Carneiro
(Orientador)**

À minha esposa Josiani, com todo o amor e ternura,

Aos meus pais Clautélio e Marlene, com todo o carinho,

À minha avó paterna Milda (in memoriam) e aos meus avós maternos Oswaldo (in memoriam) e Irma, com toda a admiração,

Aos meus irmãos Ismael e Luan, com toda a dedicação.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e pela presença marcante em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, pela oportunidade concedida.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio financeiro.

À empresa Du Pont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer Sementes pela oportunidade de trabalho, crescimento profissional e pela concessão dos dados utilizados para realização desse trabalho.

Ao Professor Pedro Crescêncio Souza Carneiro, pela orientação, ensinamentos e apoio nos momentos mais importantes da minha carreira profissional.

Aos coorientadores, Professor José Eustáquio de Souza Carneiro e Professor Adilson Ricken Schuelter, pela enorme ajuda em meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos pesquisadores da Du Pont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer Sementes, unidade de Toledo/PR, Almir, Eraldo, Paulo, Josiel e Delmar, pela amizade e ensinamentos fundamentais para o meu desenvolvimento.

À minha esposa Josiani, pelo amor, amizade e companheirismo, sempre fundamental para realização de qualquer dos sonhos que foram construídos em conjunto.

Aos meus pais Clautélio e Marlene que, com o suor do seu trabalho, sempre me ajudaram em tudo o que precisei e pela dedicação empregada em minha formação pessoal.

Aos meus queridos avós maternos, Oswaldo (*in memoriam*) e Irma, e minha avó parterna Milda (*in memoriam*), exemplos de vida.

À Darci da Fontoura e família, por possibilitarem a realização desse sonho.
A Oswaldo e Lea dos Santos, pelo acolhimento em sua casa como um filho.
Aos amigos do programa de melhoramento do feijoeiro da UFV.

BIOGRAFIA

Diogo Oswaldo Schwantes, filho de Clautélio e Marlene Schwantes, nasceu em 20 de janeiro de 1984, em Santa Cruz do Sul, estado do Rio Grande do Sul. Viveu com seus pais em Sinimbu, RS, até o ano de 2002, sendo que, nesse período, concluiu os estudos até o ensino médio e ajudou seus pais com a produção de tabaco.

No ano de 2003, iniciou o curso de Ciências Biológicas na Universidade Paranaense (UNIPAR), Toledo, Paraná, o qual foi concluído no ano de 2006, onde foi laureado com o título de “Melhor aluno do Curso de Ciências Biológicas do ano de 2006”. Ainda em agosto de 2003, iniciou estágio na empresa Du Pont do Brasil S.A – Divisão Pioneer Sementes, unidade de Toledo, Paraná, onde permaneceu trabalhando com melhoramento de milho até o ano de 2006.

No ano de 2007, ingressou no curso de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, trabalhando com melhoramento do feijoeiro até o final de 2007.

No início do ano de 2008, aceitou proposta de emprego na Du Pont do Brasil S.A – Divisão Pioneer Sementes, unidade de Sorriso, Mato Grosso, para o desenvolvimento das atividades de melhoramento de milho safrinha no estado.

Diogo e sua esposa Josiani ainda não têm filhos, e vivem desde janeiro de 2008 na cidade de Sorriso, Mato Grosso.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Aspectos gerais sobre o milho no mundo, no Brasil e no estado do Mato Grosso.....	3
2.2. Melhoramento Genético do Milho.....	5
2.2.1. Tecnologia de produção de híbridos.....	5
2.2.2. Melhoramento genético de milho safrinha.....	7
2.2.3. Recomendação de cultivares melhoradas.....	9
2.3. Interação genótipos x ambientes.....	10
2.4. Estratificação Ambiental.....	12
2.5. Adaptabilidade e Estabilidade.....	13
2.5.1. Métodos baseados em ANOVA.....	14
2.5.1.1. Método Tradicional.....	14
2.5.1.2. Método de Plaisted e Peterson.....	15
2.5.1.3. Método de Wricke.....	16
2.5.2. Métodos baseados em regressão linear.....	16
2.5.2.1. Método de Finlay e Wilkinson.....	17
2.5.2.2. Método de Eberhart e Russell.....	17
2.5.2.3. Método de Verma, Chahal e Murty.....	18
2.5.2.4. Método de Silva e Barreto.....	18
2.5.2.5. Método de Cruz, Torres e Vencovsky.....	19
2.5.3. Métodos não-paramétricos.....	19
2.5.3.1. Método de Huenh.....	20
2.5.3.2. Método de Annicchiarico.....	21
2.5.3.3. Método de Lin e Binns.....	21
2.5.3.4. Métodos de Carneiro.....	22
2.5.3.5. Método de Toler.....	23
2.5.3.6. Método do Centroide.....	23
CAPÍTULO 1.....	25
CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES DO ESTADO DO MATO GROSSO PARA MILHO SAFRINHA.....	25

1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
2.1. Ensaio de Valor de Cultivo e Uso de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.....	28
2.2. Análise de variância individual.....	32
2.3. Análise de variância conjunta.....	33
2.4. Estratificação Ambiental.....	35
2.4.1. Estratificação ambiental pelo método tradicional (LIN, 1982).....	35
2.4.1.1. Decomposição da interação genótipos x pares ambientes (CRUZ e CASTOLDI, 1991).....	36
2.4.2. Estratificação ambiental pela análise de fatores (MURAKAMI e CRUZ, 2004).....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
3.1. Análise de variância individual.....	39
3.2. Análise de variância conjunta.....	41
3.3. Estratificação de ambientes.....	43
3.3.1. Estratificação de ambientes pelo método tradicional (LIN, 1982).....	43
3.3.2. Estratificação de ambientes pela análise de fatores (MURAKAMI e CRUZ, 2004).....	45
4. CONCLUSÃO.....	51
CAPÍTULO 2.....	52
EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE NA RECOMENDAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO SAFRINHA PARA O ESTADO DO MATO GROSSO.....	52
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
2.1. Detalhes experimentais.....	55
2.2. Análise de variância individual.....	59
2.3. Análise de variância conjunta.....	60
2.4. Análises de adaptabilidade e estabilidade.....	62
2.4.1. Método de Plaisted e Peterson (1959).....	64
2.4.2. Método de Eberhart e Russell (1966).....	65
2.4.3. Método de Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada.....	66
2.4.4. Método de Rocha et al. (2005).....	69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
3.3. Análise de adaptabilidade e estabilidade.....	76
3.3.1. Método de Plaisted e Peterson (1959).....	76
3.3.2. Método de Eberhart e Russell (1966).....	79
3.3.3. Método de Carneiro (1998) - diferença em relação à reta bissegmentada.....	84
3.3.4. Método de Rocha et al. (2005).....	88
3.4. Eficiência dos diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade.....	91
4. CONCLUSÕES.....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
APÊNDICES.....	108

RESUMO

SCHWANTES, Diogo Oswaldo, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2009. **Estudos visando a recomendação de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.** Orientador: Pedro Crescêncio Souza Carneiro. Co-orientadores: José Eustáquio de Souza Carneiro, Cosme Damião Cruz e Adilson Ricken Schuelter.

O objetivo do trabalho foi avaliar a representatividade da rede de ensaios da empresa Du Pont do Brasil S.A – Divisão Pioneer Sementes (Pioneer) e a eficiência de diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade, visando futuras recomendações de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso. Foram utilizados dados de produtividade de grãos e notas de aparência geral, provenientes dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) da Pioneer conduzidos nos municípios de Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira, dos anos de 2004 a 2008. Para avaliar a representatividade da rede de ensaios as análises foram feitas por ano de avaliação, via análise de estratificação ambiental, utilizando os métodos de Lin (1982) e de Murakami e Cruz (2004). Já para a recomendação de híbridos de milho safrinha, foram considerados biênios (2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008), conforme exigência mínima do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento para a cultura do milho. Foram utilizados os métodos de Plaisted e Peterson (1959), Eberhart e Russell (1966), Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada – e o método do centroide (2005). A eficiência dos métodos foi avaliada pela caracterização de híbridos com adaptabilidade e estabilidade pré-definidas, baseadas no desempenho médio nos quatro biênios e histórico de comercialização e produtividade fornecido pelo departamento técnico da Pioneer. Os resultados para a estratificação ambiental evidenciaram que nenhum agrupamento se repetiu nos cinco anos de avaliação, tanto para produtividade de grãos como para

aparência geral, pelos dois métodos considerados. Assim, os municípios de Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira são indispensáveis para a recomendação de híbridos de milho safrinha no estado do Mato Grosso. O método de Carneiro (1998) destacou-se em relação aos demais, podendo ser indicado para futuras recomendações de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso e a recomendação utilizando, além da produtividade de grãos, as notas de aparência geral é mais efetiva.

ABSTRACT

SCHWANTES, Diogo Oswaldo, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, October of 2009. **Estudies aiming the recommendation of corn hybrids for the off season in the Mato Grosso state.** Adviser: Pedro Crescêncio Souza Carneiro. Co-advisers: José Eustáquio de Souza Carneiro, Cosme Damião Cruz and Adilson Ricken Schuelter.

The objective of this job was to evaluate the representativeness of the experimental web conducted by Du Pont do Brasil S.A – Divisão Pioneer Sementes and the efficiency of diverse adaptability and stability methods, aiming the recommendation of corn hybrids for the off season in the Mato Grosso state. Grain yield data and general appearance score coming from an experiment to test the Value of Cultivation and Use (VCU) conducted by Pioneer in the counties of Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Campo Verde, Primavera do Leste and Itiquira in the years from 2004 to 2008, were used. To evaluate the web representativeness, the field analyses were made considering each single evaluation year, using environmental stratification analyses, according to the Lin (1982) and to the Murakami and Cruz (2004) methods. On the other hand, for the hybrid recommendation, biennials (2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 and 2007/2008) were considered, following the minimum requests of the Brazilian Agriculture, Livestock and Supply Department for corn. For this purpose, the methods developed by Plaisted and Peterson (1959), Eberhart and Russell (1966), Carneiro (1998) – difference related to the bi-segmented straight and the centróid method (2005) were applied. The efficiency of these methods was evaluated by the characterization of hybrids with pre-defined adaptability and stability, based in the average performance in the four biennials and in the commercialization background supplied by the Pioneer's sales group. The results for environmental stratification showed that no one grouping was repeated in the five years, even for grain

yield or for general appearance, in both methods. So, the counties of Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Campo Verde, Primavera do Leste and Itiquira are indispensable for the recommendation of corn hybrids for the off season in the Mato Grosso state. The Carneiro's (1998) method – difference related to the bi-segmented straight showed a better efficiency and can be indicated to further recommendation of corn hybrids for the off season in the Mato Grosso state, and the recommendation using grain yield information and general appearance scores make it more effective.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é uma das espécies com maior importância econômica no mercado internacional e isso se deve, principalmente, ao cultivo de híbridos, os quais possibilitaram a quebra da barreira de produtividade das variedades no início do século XX.

No Brasil, em algumas regiões, o milho é cultivado em duas safras por ano, chamadas de safra de verão ou milho de 1ª safra e safrinha ou milho de 2ª safra. A safra de verão já vem sendo adotada há mais tempo e, devido às condições favoráveis de clima, investe-se mais em tecnologia nesta safra. Contudo, mesmo sendo recente o cultivo da safrinha (década de 1980), no ano agrícola de 1999/2000 a mesma já contribuía com 12,41 % da produção nacional, chegando ao ano agrícola de 2006/2007 a um percentual de 28,76 % (CONAB, 2009).

Os estados brasileiros que se destacam na produção de milho safrinha são o Mato Grosso, com 34,35 %, o Paraná, com 34,16 %, e o Mato Grosso do Sul, com 16,18 % do total produzido no ano agrícola de 2006/2007 (CONAB, 2009). Dentre esses, vale ressaltar o enorme potencial de crescimento do estado do Mato Grosso para o cultivo de milho safrinha, haja vista o clima favorável e o recente processo de instalação de agroindústrias de produção de suínos, aves e bovinos, os quais podem gerar um mercado local mais estável (BORTOLINI, 2007).

Embora a produtividade do milho safrinha tenha apresentado crescimento, esse cenário ainda está longe do ideal. Segundo Gerage *et al.* (2001), a escolha de cultivares a serem utilizadas para cada região e para cada época de semeadura na mesma região é fundamental para o desenvolvimento da cultura. Atualmente, registros de programas de melhoramento de milho exclusivos para safrinha são escassos na literatura. Contudo, conforme Raupp *et al.* (2007), a empresa Du Pont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer Sementes (Pioneer) iniciou seu programa com testes para identificação de linhagens e

híbridos de milho safrinha no ano de 1997 na região oeste do Paraná. Hoje, devido à crescente demanda para safrinha, esse programa tem como base o centro de pesquisa de Toledo (Paraná) e apoio em Sorriso (Mato Grosso) e Itumbiara (Goiás).

Visando a recomendação de potenciais híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso, a empresa Pioneer, atualmente, usa uma rede de ensaios distribuída nas três principais regiões do estado (centro-norte, oeste e sul). A região centro-norte é representada pelos municípios de Nova Mutum, Lucas do Rio Verde e Sorriso. A região oeste pelos municípios de Campo Novo do Parecis e Sapezal, enquanto que, a região sul, pelos municípios de Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira. Como a escolha desses locais foi baseada no volume de produção e compra de sementes, é de suma importância a avaliação da representatividade dessa rede, bem como avaliar a eficiência de diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade, visando futuras recomendações de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.

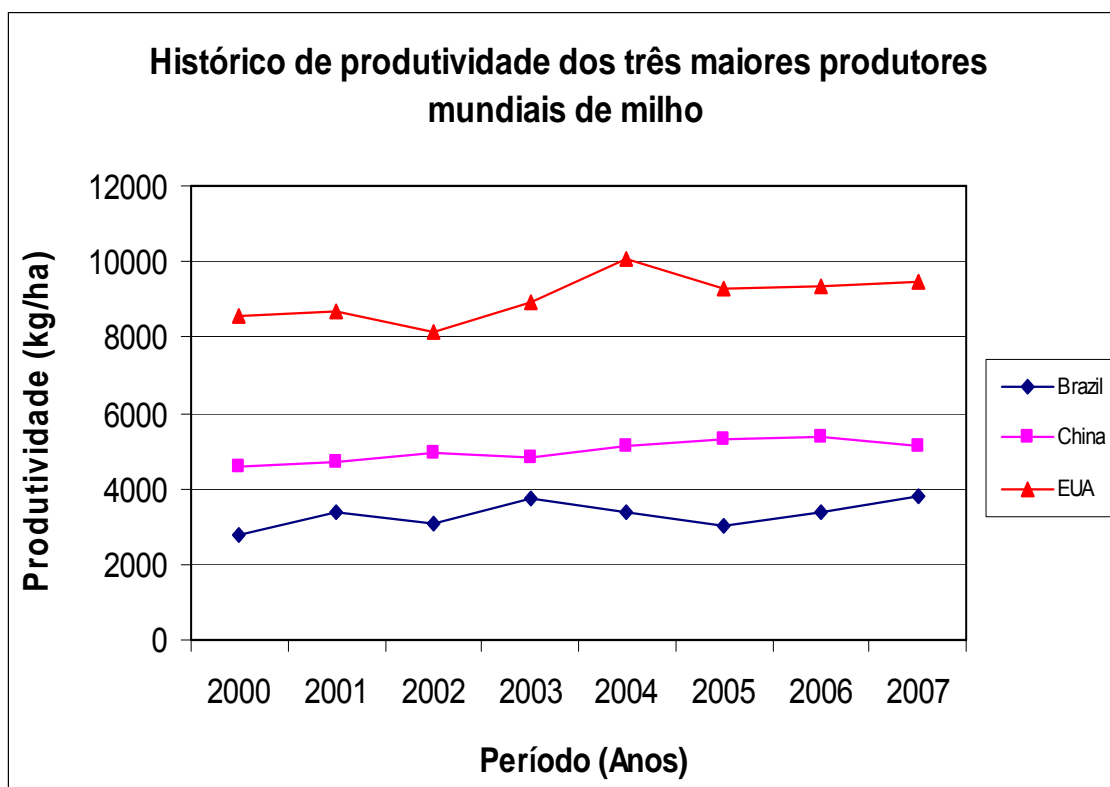
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Aspectos gerais sobre o milho no mundo, no Brasil e no estado do Mato Grosso

Atualmente o milho (*Zea mays*) está entre as culturas com maior volume de produção mundial, com 791,88 milhões de toneladas produzidas na safra de 2007/2008, conforme relatório do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA). Ainda conforme o mesmo relatório, estima-se uma produção de 789,43 milhões de toneladas para a safra de 2008/2009. Se essa estimativa for confirmada, mesmo com redução no total produzido, pode ocorrer um acréscimo nos estoques mundiais em 14 milhões de toneladas, de forma que a relação estoque/consumo, que na safra de 2007/2008 foi de 17 %, pode passar para 19 % em 2008/2009 (USDA, 2009).

O Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial, com 58,60 milhões de toneladas, atrás dos Estados Unidos da América (EUA), com 331,18 milhões de toneladas e da China, com 152,30 milhões de toneladas (USDA, 2009). O motivo da diferença tão significava entre os dois primeiros colocados e o Brasil ocorre devido às produtividades médias de cada país (Figura 1). Enquanto os EUA oscilam entre 8000 a 10000 kg/ha e a China entre 4000 a 6000 kg/ha, o Brasil não consegue alcançar a faixa dos 4000 kg/ha.

De acordo com Souza *et al.* (1998), a baixa produtividade do milho brasileiro seria decorrente do relativo atraso tecnológico do cultivo, assim como da menor fertilidade do solo, nitidamente mais pobre que as terras do Corn Belt, região produtora dos EUA. Contudo, para Galvão e Miranda (2004), a baixa produtividade não seria resultado do atraso tecnológico generalizado, mas sim de uma heterogeneidade dos sistemas de produção, visto que há regiões onde o cultivo é altamente tecnificado.



Fonte: FAO (2009).

Figura 1. Produtividade média de grãos, em kg/ha, para os três maiores produtores mundiais de milho no período de 2000 a 2007.

Peixoto (2006) verificou aumento substancial de produtividade para um grupo de produtores que adotam tecnologias avançadas. Entretanto, constatou a existência de propriedades que têm o potencial para produzir bem, mas ao final não obtêm boas produtividades. Ainda segundo o mesmo autor, esse problema poderia ser facilmente reduzido se houvesse mudança ou adoção de algumas práticas de manejo. Nesse sentido, a correta adubação nitrogenada, população de plantas e controle de insetos sugadores seriam os principais gargalos a serem observados.

No Brasil, outro aspecto importante refere-se ao plantio de duas safras por ano, chamadas de safra de verão e safrinha. A safra de verão já vem sendo adotada há mais tempo, e, devido às condições favoráveis de clima, se investe mais em tecnologia. Contudo, mesmo o cultivo da safrinha sendo recente (década de 1980), no ano agrícola de 1999/2000 a mesma já contribuía com 12,41 % da produção nacional, passando no ano agrícola de 2006/2007 a contribuir com 28,76 % (CONAB, 2009). Esse acréscimo, em parte, pode ser explicado pela melhoria do preço pago ao produtor, consequência da notícia de que o maior produtor e exportador mundial de milho em grão, os EUA, iriam reduzir a oferta do produto para exportação. Tal redução seria decorrente da utilização de parte da produção para transformação em etanol, considerado fonte alternativa de

energia limpa e renovável em substituição parcial ao consumo do petróleo (IBGE, 2007).

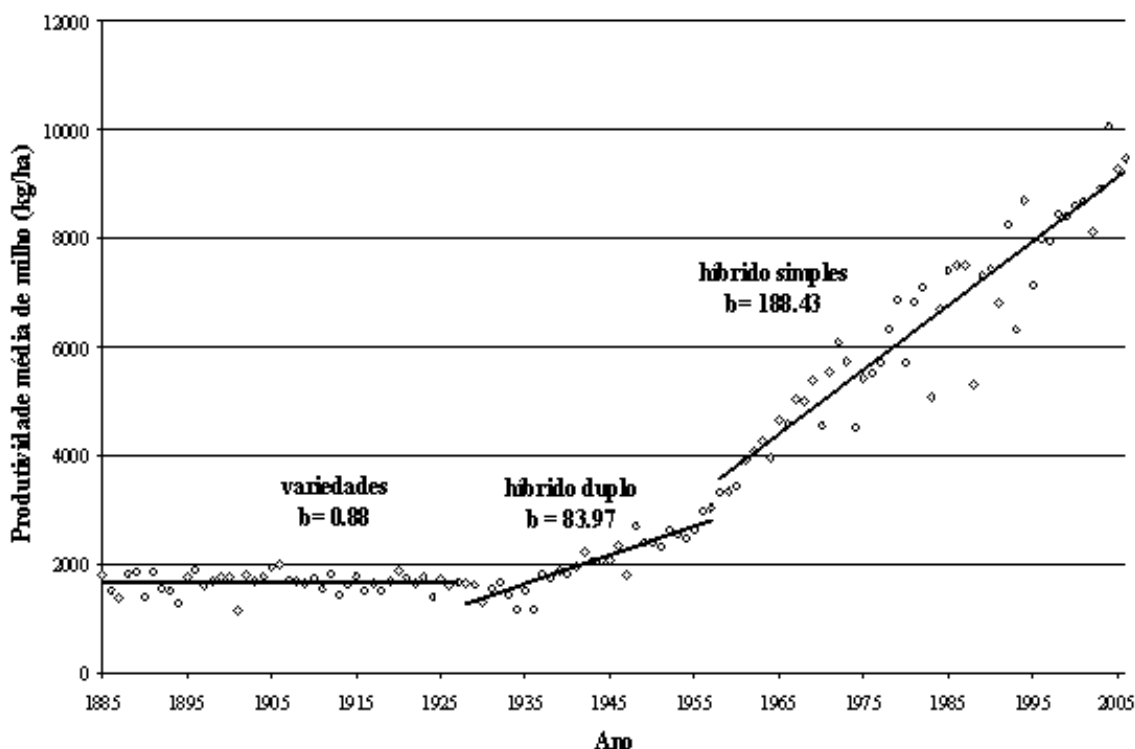
Os estados brasileiros que se destacam na produção de milho safrinha são os estados do Mato Grosso, com 34,35 %, Paraná, com 34,16 % e Mato Grosso do Sul com 16,18 % do total produzido no ano agrícola de 2006/2007 (CONAB, 2009). Dentre esses, vale a pena ressaltar o enorme potencial de crescimento do estado do Mato Grosso, haja vista o clima favorável e o recente processo de instalação de agroindústrias de produção de suínos, aves e bovinos, os quais podem gerar mercado local mais estável. Dessa forma, pode-se amenizar um dos maiores problemas do estado, a questão do transporte da produção. Segundo Bortolini (2007), o valor que se obtém pela venda do milho no centro-norte do estado é o mesmo que se gasta com o transporte até a região Sul do Brasil, principal consumidora de milho. Entretanto, resolvido essa questão de logística, o estado pode duplicar sua área de produção em pouco tempo. Na safra de 2006/2007, a área plantada de milho safrinha no estado foi de 1,42 mil hectares (CONAB, 2009), sendo que o estado tem mais seis milhões de hectares com culturas agrícolas (BORTOLINI, 2007).

Contudo, não basta apenas duplicar a área para ser competitivo. Nesse aspecto, o melhoramento genético assume fundamental importância, uma vez que contornados os problemas físicos para aumento de produtividade, precisa-se de genótipos superiores para tal.

2.2. Melhoramento Genético do Milho

2.2.1. Tecnologia de produção de híbridos

O milho possivelmente tenha sido o vegetal mais beneficiado pelo progresso do melhoramento genético. Conforme visualizado na Figura 2, usando como exemplo os EUA, vê-se que do ano de 1885 a 1925, com a utilização de variedades, os aumentos anuais obtidos eram de 0,88 kg/ha, ou seja, o processo de aumento de produtividade estava estagnado. No entanto, concomitantemente, dava-se início a grande revolução para história da cultura do milho. Com a publicação dos artigos de Shull e East (1908),



Fonte: Machado (2007).

Figura 2. Produtividade média de milho e os principais tipos de cultivares utilizadas nos Estados Unidos, de 1885 a 2006. Valores de “b” (kg/ha) indicando o ganho de produtividade por ano.

os quais relataram a existência do fenômeno da heterose, conseguiu-se quebrar a barreira de produtividade da época.

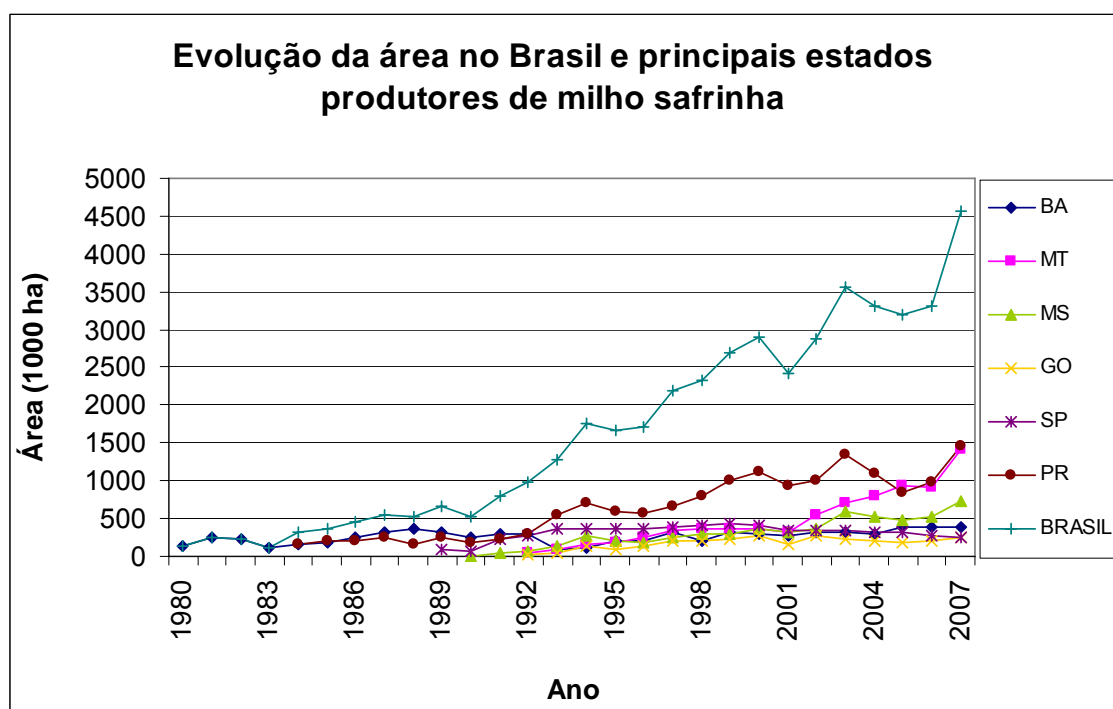
Inicialmente, a exploração da heterose em milho foi bastante restrita, reflexo da baixa produtividade das linhagens disponíveis, o que inviabilizava a produção comercial de sementes híbridas pelo alto custo de produção. O problema foi contornado após o trabalho de Jones (1918), que sugeriu a produção de híbridos duplos. Dessa forma, como a produção de sementes era realizada a partir de um híbrido simples, o processo tornou-se comercialmente viável (MACHADO, 2007). Com o surgimento dos primeiros híbridos duplos no mercado americano (Figura 2), o ganho anual passou para 88,30 kg/ha e a produtividade chegou próximo a 3000 kg/ha.

Com os avanços nas técnicas de produção de sementes e melhores híbridos, o custo de produção dos híbridos simples foi drasticamente reduzido, tornando-os mais competitivos e levando-os a conquistar o mercado de sementes dos EUA por volta de 1960 (BORÉM e MIRANDA, 2005). Esse evento contribuiu ainda mais para o sucesso da tecnologia híbrida nos EUA, que, associado às melhorias no manejo dos solos e da

cultura (COELHO *et al.*, 2003), elevou o ganho anual a 188,43 kg/ha e a produtividade ultrapassou os 9000 kg/ha (Figura 2).

2.2.2. Melhoramento genético de milho safrinha

O milho de safrinha ou 2ª safra é conceituado como a cultura de sequeiro realizada extemporaneamente (fora do período normal), semeada de janeiro a abril, em sucessão a uma cultura de primavera-verão (GERAGE e BIANCO, 1990). Esta prática iniciou-se na Bahia na década de 1980, sendo adotada pelos agricultores paranaenses que visavam uma opção para rotação com a cultura da soja semeada no verão (GONÇALVES *et al.*, 1999). A partir de então, até os dias atuais, a safrinha sofreu enormes mudanças com crescente aumento da área cultivada (Figura 3).



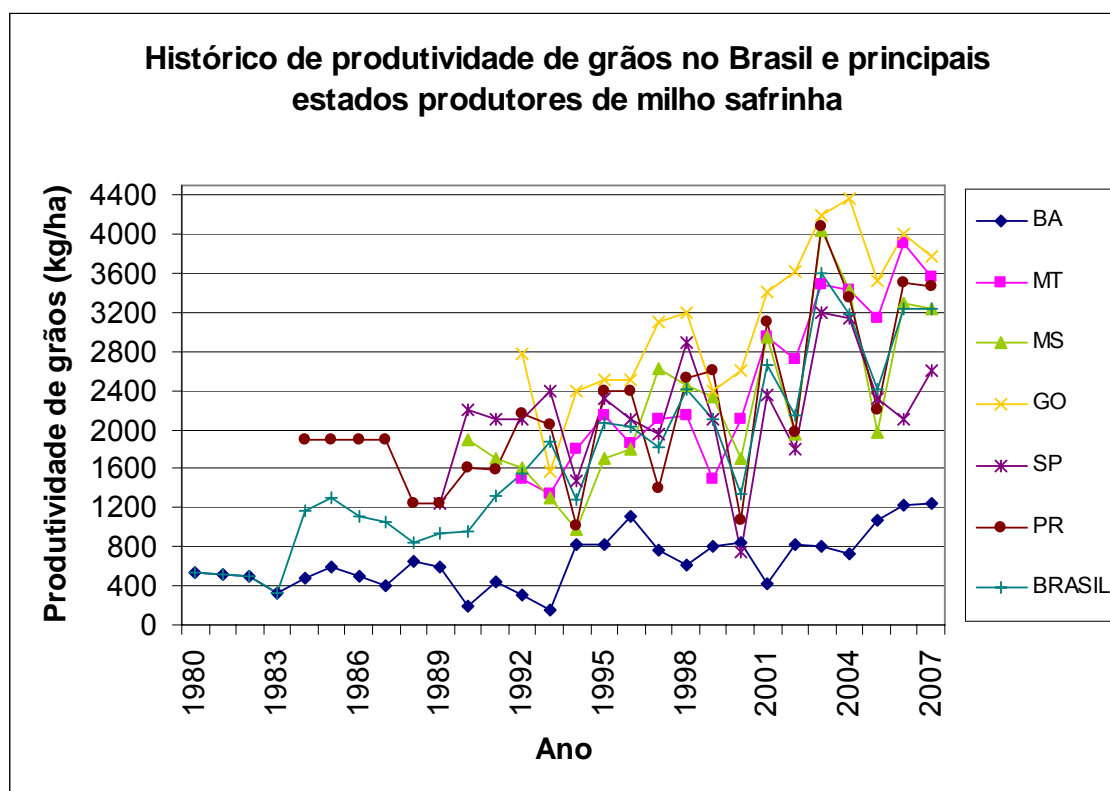
Fonte: CONAB (2009) – Levantamento de dados.

Figura 3. Evolução da área de milho safrinha no Brasil e nos estados produtores no período de 1980 a 2007.

Conforme Galvão e Miranda (2004), no início a safrinha era sinônimo de risco e baixa tecnologia, pois a produtividade era baixa e a utilização de insumos desprezíveis. Utilizavam-se, geralmente, sementes de paiol (originadas de colheita de híbridos) ou sobras de sementes do verão, independentemente da sua adaptação à safrinha, que eram comercializadas pelas empresas por preços que dependiam da quantidade disponível. Assim, os primeiros desafios da pesquisa foram estudar os efeitos dos fatores climáticos

sobre o desenvolvimento, a produtividade do milho safrinha e a determinação das principais regiões produtoras e suas melhores épocas de semeadura. Nesse sentido, os primeiros trabalhos foram desenvolvidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), na década de 1980.

As pesquisas em melhoramento genético, tanto na empresa privada quanto na pública, concentravam-se na época normal. Com o incremento da importância da safrinha, a primeira contribuição dada pelas empresas de sementes foi avaliar as cultivares disponíveis, desenvolvidas para a época normal de semeadura sob a nova condição ambiental (GONÇALVES *et al.*, 1999). Talvez um primeiro reflexo da ação positiva das instituições e empresas de melhoramento de milho para a safrinha possa ser evidenciado pelo aumento de produtividade em nível de Brasil e para quase todos os estados produtores (Figura 4). Entretanto, observa-se também que existem diferenças entre os estados, evidenciando que trabalhos específicos possam ser necessários para uma melhoria geral na produtividade.



Fonte: CONAB (2009) – levantamento de dados.

Figura 4. Histórico de produtividade de grãos de milho safrinha para o Brasil e estados produtores no período entre 1980 a 2007.

Embora a produtividade do milho safrinha tenha apresentado crescimento, esse cenário ainda está longe do ideal. Segundo Gerage *et al.* (2001), a escolha de cultivares a serem utilizadas para cada região e para cada época de semeadura é fundamental para

o bom desenvolvimento da cultura. Ainda, conforme Aguiar *et al.* (2004), no melhoramento do milho, uma etapa importante é o desenvolvimento de híbridos de linhagens adaptadas ao ambiente de milho safrinha.

Registros de programas de melhoramento de milho exclusivos para safrinha são escassos na literatura. Contudo, conforme Raupp *et al.* (2007), a empresa Pioneer iniciou seu programa com testes para identificação de linhagens e híbridos no ano de 1997 na região oeste do Paraná. Hoje, devido à crescente demanda para safrinha, esse programa tem como base o centro de pesquisa de Toledo (PR) e apoio em Sorriso (MT) e Itumbiara (GO).

Além da obtenção de linhagens e combinações específicas, esse programa de pesquisa trabalha no desenvolvimento de um *pool* de germoplasma com características específicas de safrinha. Nesse *pool* de germoplasma procura-se contemplar várias características e segmentos, como produtividade, precocidade (florescimento e maturação), tolerância à seca, tolerância a inversão térmica nas áreas mais ao sul (plântio no calor e colheita no frio), tolerância a baixas temperaturas no enchimento de grãos, resistência às doenças como a cercospora, ferrugens polysora e tropical, helmintosporiose e podridões de colmo e espiga (RAUPP *et al.*, 2007).

2.2.3. Recomendação de cultivares melhoradas

Um programa de melhoramento de milho híbrido pode ser dividido em duas etapas: uma relacionada ao desenvolvimento e outra relacionada à caracterização e comercialização do produto. Na etapa de desenvolvimento trabalha-se com os processos relacionados à obtenção de linhagens e combinações híbridas. Na etapa de caracterização e comercialização trabalha-se na observação dos híbridos em diversas condições ambientais e para diversas características de interesse. O objetivo final da segunda etapa é a obtenção de resultados úteis para o processo de recomendação de híbridos superiores, um dos pontos-chave para o sucesso de qualquer empresa de melhoramento.

Entretanto, segundo Ribeiro *et al.* (2000), um dos grandes problemas que se tem enfrentado é que, quando os genótipos são postos a competir em vários ambientes, a classificação relativa entre eles nem sempre é coincidente, o que dificulta de forma substancial a identificação daqueles efetivamente superiores. Essa dificuldade é decorrente da interação genótipos x ambientes.

2.3. Interação genótipos x ambientes

Ao se avaliar um genótipo em um determinado ambiente, geralmente as várias características são obtidas através de avaliação fenotípica. Nesse caso, o valor fenotípico refere-se ao resultado do efeito genotípico sob a influência do meio ao qual é submetido. Entretanto, na maioria das vezes, se tem o interesse de avaliar os genótipos em vários ambientes e, nesse caso, detectam-se, além dos efeitos genéticos (G) e ambientais (A), um efeito adicional, proporcionado pela interação destes, o qual é denominado de interação genótipos x ambientes (GA) (CRUZ *et al.*, 2004).

Na existência desse efeito, o comportamento relativo dos genótipos pode variar conforme a mudança de ambiente, ou seja, o melhor genótipo em determinado ambiente pode não o ser em outro. Dessa forma, a interação promove aos melhoristas dificuldades na identificação de genótipos superiores, seja por ocasião da seleção, seja no momento da indicação de cultivares (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007). Evidências da importância da interação GA são inúmeras na literatura (CARVALHO, 1999; GONÇALVES *et al.*, 1999; RIBEIRO *et al.*, 2000; HAMAWAKI e SANTOS, 2003; AGUIAR *et al.*, 2004; CRUZ *et al.*, 2004; BORÉM e MIRANDA, 2005; CRUZ e CARNEIRO, 2006; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007; GARBUGLIO *et al.*, 2007; MACHADO, 2007; RAUPP *et al.*, 2007).

As causas da interação têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos de cada cultivar. Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos alelos dos diferentes genes que controlam o caráter ou o nível de expressão dos mesmos não é coincidente entre os ambientes. Isso porque a expressão dos genes é influenciada e/ou regulada pelo ambiente (MACHADO, 2007). Resultado semelhante foi obtido por Rumin (2005), que, trabalhando com marcadores moleculares na produtividade de grãos em milho, verificou alta inconsistência na manifestação de regiões cromossômicas ao longo dos locais.

Outro ponto importante a considerar é a divisão da interação GA em simples e complexa. A divisão de natureza simples ocorre quando não há alteração das posições relativas dos genótipos avaliados, dentro de um conjunto de ambientes, tomados dois a dois. A outra, chamada de complexa, ocorre quando a correlação entre o desempenho dos genótipos ao longo dos ambientes em estudo é baixa, o que faz com que a posição relativa dos genótipos seja alterada em virtude das diferentes respostas às variações ambientais (ROBERTSON, 1959). Como se pode notar, a interação simples não

acarreta em problemas aos melhoristas, no entanto, a de natureza complexa pode tornar-se um problema.

Ainda, conforme Allard e Bradshaw (1964), a resposta relativa dos genótipos em relação à variação ambiental pode ser de dois tipos: previsível e imprevisível. A primeira inclui todos os fatores permanentes do ambiente, como as características gerais do clima e do tipo de solo, e também as características do ambiente que variam de uma maneira sistemática, como o comprimento do dia. A segunda inclui as flutuações variáveis do ambiente, como quantidade e distribuição de chuvas, variações na temperatura, entre outros.

Para a realidade da safrinha, Raupp *et al.* (2007) chamam a atenção para a grande variabilidade de ambientes e, principalmente, a variação climática em diferentes anos. O melhoramento, conforme os mesmos autores, visando estabilidade de comportamento de híbridos frente às diversas flutuações ambientais, é um aspecto que justifica um programa específico para o ambiente de milho safrinha e não apenas a transferência de materiais do verão para o plantio nessa época. Relatam ainda, que os melhoristas precisam estar bem atentos às constantes mudanças nesses ambientes, quer sejam de fatores bióticos (incidência e severidade de doenças), abióticos (seca) ou tecnológicos (melhor adubação e época de plantio).

Considerando o exposto, para que as indicações de genótipos sejam mais seguras, medidas que busquem controlar ou amenizar os efeitos da interação GA podem ser tomadas (CRUZ e CARNEIRO, 2006). No sentido biométrico, segundo Garbuglio *et al.* (2007), duas abordagens são empregadas: a relativa aos métodos de estratificação ambiental, por meio da análise da interação GA; e a dos estudos de estabilidade e adaptabilidade de diferentes genótipos em que, segundo Cruz *et al.* (2004), procura-se particularizar as respostas de cada genótipo diante das variações ambientais, para identificar aqueles de adaptabilidade ampla ou específica e, ainda, os de comportamento previsível. Contudo, em trabalho de Maranha *et al.* (2005), fala-se além das duas abordagens anteriores, uma terceira relativa à identificação de cultivares específicas para cada ambiente. Entretanto, o próprio autor revela que mesmo essa técnica sendo possível torna-se quase inexecutável, devido ao seu alto custo de implementação.

2.4. Estratificação Ambiental

O processo de estratificação ambiental consiste na subdivisão de regiões heterogêneas em sub-regiões mais uniformes, de modo que a interação GA nas sub-regiões seja não significativa. Em outras situações, admite-se interação GA significativa, porém com predominância da porção simples. Nessa última situação, a classificação dos cultivares não é alterada, não comprometendo a recomendação. Busca-se, assim, reunir ambientes de classificação genotípica similar, independentemente da qualidade ambiental (GARBUGLIO *et al.*, 2007). No entanto, Oliveira *et al.* (2005) ressaltam que esse método apresenta consistência somente para interação de genótipos x locais, e não para genótipos x anos, genótipos x safras ou genótipos x locais x anos.

O primeiro método utilizado para estudos de estratificação de ambientes, segundo Maranha *et al.* (2005), teria sido o método do quadrado mínimo da interação GA. Nesse sentido, Horney e Frey (1957) analisaram a similaridade dos ambientes de avaliação de aveia no estado de Iowa nos EUA. Esses autores usaram a magnitude do quadrado médio da interação genótipo x local entre ensaios dentro de subáreas para estabelecer a homogeneidade ou não delas. Horney e Frey (1957) observaram que havia uma relação linear entre o aumento do número de subáreas e o decréscimo da interação genótipo x local. Essa análise os levou à conclusão de que o ideal seria considerar cada local como uma área separada para a recomendação de cultivares. No entanto, como tal fato seria quase impraticável, os autores sugeriram a formação de subáreas que ao menos reduzissem de forma significativa à interação genótipo x local.

Outros dois métodos foram propostos por Abou-El-Fittouh *et al.* (1969), os quais utilizaram como medida de dissimilaridade, entre cada par de ambientes, o coeficiente de distância e como medida de similaridade a correlação de Pearson. Ao final, concluíram que, embora os métodos propostos apresentassem boa concordância, o coeficiente de distância foi mais eficiente para a realização da estratificação.

Em trabalho realizado com milho, Misevic e Dumanovic (1989) utilizaram métodos baseados em regressão linear entre as médias dos híbridos em cada local e a média geral, e a correlação de Pearson entre as médias das cultivares em cada local e a média geral. Esses métodos permitiram a identificação de locais semelhantes do ponto de vista da classificação ou ranqueamento dos híbridos, e do número mínimo de locais para avaliação de híbridos de milho na Iugoslávia.

Cruz e Regazzi (2001) descrevem outro método com base no algoritmo de Lin (1982), que agrupa os genótipos que se comportam de modo semelhante e entre os

quais, em consequência, a interação não é significativa. Ainda, no mesmo trabalho, se descreve o método de decomposição da interação GA em parte simples e complexa, com base na expressão proposta por Cruz e Castoldi (1991). Esse método pode ser usado para a inclusão ou formação de novos grupos de ambientes, considerando pares de ambientes que apresentem interação GA significativa, mas de natureza simples em predominância.

Murakami e Cruz (2004) propuseram um método que reúne as análises de adaptabilidade e estratificação ambiental, simultaneamente, pelo princípio da similaridade do desempenho genotípico, que se baseia na técnica multivariada de análise de fatores. Através dessa técnica, pode-se reduzir um número elevado de variáveis originais a um pequeno número de variáveis abstratas, também chamadas de fatores. Cada fator irá agrupar um conjunto de ambientes altamente correlacionados entre si e fracamente correlacionados com os ambientes, agrupados nos demais fatores. De acordo com Cruz e Carneiro (2006), essa técnica é mais proveitosa para programas de melhoramento genético devido à associação da estratificação ambiental, adaptabilidade e estabilidade. Além de ressaltarem que essa metodologia não utiliza um fato questionável utilizado por outras metodologias, que é o de apenas admitir, através da estratificação ambiental, dois grupos de ambientes (favoráveis e desfavoráveis).

Conforme Garbuglio *et al.* (2007), a técnica baseada em análise de fatores, aliada ao método proposto por Cruz e Castoldi (1991) mostrou-se mais eficiente no processo de estratificação ambiental, uma vez que permitiu agrupamentos entre ambientes altamente correlacionados, o que não acontece com o método tradicional de Lin (1982). Resultados similares foram obtidos por Mendonça *et al.* (2007).

2.5. Adaptabilidade e Estabilidade

Embora os estudos de estratificação ambiental contribuam para amenizar as interferências prejudiciais da interação GA e, conseqüentemente, melhorem a recomendação de cultivares, eles não fornecem informação a respeito do comportamento dos genótipos. Nesse sentido, os estudos de adaptabilidade e estabilidade são os mais utilizados. Segundo Magalhães e Paiva (1997), o uso de cultivares adaptadas é uma das poucas formas de conseguir acréscimo de produção sem custo adicional.

O primeiro problema que se encontra ao trabalhar com adaptabilidade e estabilidade refere-se à enorme gama de diferentes conceitos, dados por diversos

autores, sobre os termos. Contudo, conforme Cruz e Carneiro (2006), para caracteres como produtividade de grãos, as definições mais atuais seriam as descritas por Verma *et al.* (1978). Esses autores definiram a adaptabilidade como a capacidade dos genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com habilidade de responder à melhoria das condições ambientais. A estabilidade de comportamento de um genótipo estaria relacionada à previsibilidade de sua adaptabilidade, ou, em termos estatísticos, com o ajuste do genótipo ao modelo (linear, bissegmentado ou não linear) adotado.

O segundo problema é a existência de inúmeros métodos propostos aos estudos de adaptabilidade e estabilidade, sendo que, constantemente, surgem novos. As diferenças entre eles originam-se nos parâmetros adotados para a sua avaliação, nos procedimentos biométricos empregados para avaliá-los (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992) ou na informação ou detalhamento de sua análise (CRUZ *et al.*, 2004).

De forma geral, os diversos métodos podem ser divididos em três categorias: os métodos baseados em ANOVA; os baseados em regressão linear; e os métodos não-paramétricos. Maiores detalhes sobre as metodologias podem ser encontradas em Cruz *et al.* (2004) e Cruz e Carneiro (2006).

2.5.1. Métodos baseados em ANOVA

Métodos que são embasados em análises de variância informam sobre a estabilidade dos genótipos avaliados. As estimativas do parâmetro de estabilidade são expressas em componentes quadráticos (quadrados médios ou componentes de variância) que, em certos casos, podem ser de baixa precisão. Entretanto, esses métodos proporcionam resultados de fácil interpretação e são vantajosos por serem aplicáveis mesmo quando o número de ambientes for relativamente reduzido (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007).

2.5.1.1. Método Tradicional

Esse método foi proposto por Yates e Cochran (1938). Consiste na análise conjunta dos experimentos, considerando todos os ambientes e o posterior desdobramento da soma de quadrados dos efeitos de ambientes e da interação GA, em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo. A variação de ambientes dentro de cada genótipo é utilizada como estimativa da estabilidade, sendo que o genótipo que

proporcionar menor quadrado médio, nos vários ambientes, será considerado o mais estável. Como vantagem, tem-se que esse método pode ser aplicado nas situações em que se dispõe de um limitado número de ambientes (um mínimo de dois ambientes). Entretanto, como desvantagem, tem-se o fato do parâmetro de estabilidade ser pouco preciso e de fazer uso de conceito de estabilidade de pouco interesse do melhorista, pois, geralmente, genótipos com pouca variação apresentam-se pouco produtivos (CRUZ *et al.*, 2004; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007).

Atualmente esse método está em desuso devido aos fatos citados acima, entretanto, sua valia refere-se à contribuição inicial para os progressos nos estudos de adaptabilidade e estabilidade.

2.5.1.2. Método de Plaisted e Peterson

Ao propor um novo método, Plaisted e Peterson (1959) inovaram pelo fato de adotarem conceito de estabilidade diferente do proposto na subseção anterior. Nesse caso, o estimador do parâmetro que descreve a estabilidade é a média aritmética dos componentes de variância da interação entre pares de genótipos x ambientes que envolvem um determinado genótipo. Dessa forma, quantifica-se a contribuição relativa de cada genótipo para interação GA e identifica-se o de maior estabilidade.

Segundo Mori e Santos (1989), a metodologia é eficiente em indicar os genótipos mais estáveis por trabalhar com componentes de variância da interação genótipos x ambientes e não com o quadrado médio desse efeito, cuja estimativa envolve também o componente do erro associado a cada genótipo, que pode não ser homogêneo. Apresenta ainda a vantagem de poder ser aplicado a um número reduzido de ambientes. Entretanto, a imprecisão do parâmetro de estabilidade, a falta de informações a respeito dos ambientes avaliados e direcionamento da resposta dos cultivares à variação ambiental e o grande número de análises necessários, em certos casos, são desvantagens do método.

No trabalho de Cargnelutti Filho *et al.* (2007), os autores concluem que esse método é eficiente em indicar cultivares estáveis, mas que independem da produtividade média e da resposta às variações das condições ambientais (adaptabilidade). Resultado que condiz com Vilhegas *et al.* (2001), os quais observaram que os híbridos de milho indicados como mais estáveis para ambiente safrinha no noroeste do Paraná eram os menos produtivos pela média geral. Tal fato indica que, no caso de utilizar essa

metodologia, deve-se, de forma adicional, observar a média e o tipo de ambiente para se proceder à indicação de um cultivar.

2.5.1.3. Método de Wricke

Wricke (1965) desenvolveu um método que, ao invés de trabalhar com componentes de variância entre pares de genótipos x ambientes, trabalha com a decomposição da soma de quadrados da interação GA nas partes devidas a genótipos isolados. O parâmetro de estabilidade, nesse caso, é denominado de “ecoalência”. Contudo, conforme Cruz *et al.* (2004), os métodos de Plaisted e Peterson (1959) e Wricke (1965) estão, de certa forma, interrelacionados, uma vez que o primeiro trabalha com a decomposição do componente de variância da interação e o segundo com a decomposição da soma de quadrados da interação.

Resultados de Silva e Duarte (2006) corroboram com a afirmação de Cruz *et al.* (2004). Esses autores, através de correlação de *Spearman*, encontraram uma relação perfeita ($r=1,00$) entre os dois métodos. Esse fato evidencia informações de mesma natureza, de forma que o uso dos dois métodos, simultaneamente, pode ser redundante. Nesse sentido, as vantagens e desvantagens dos dois métodos são basicamente as mesmas.

2.5.2. Métodos baseados em regressão linear

Os métodos baseados em regressão relacionam as respostas individuais dos genótipos com o efeito do ambiente, que geralmente é estimado, utilizando o índice ambiental associado tanto à regressão linear simples quanto à regressão linear bissegmentada (CRUZ *et al.*, 2004). Entretanto, como desvantagens desses métodos, destacam-se o maior número de parâmetros, que devem ser simultaneamente avaliados para a recomendação, e um problema de ordem estatística, de existência de dependência entre o índice ambiental utilizado para classificar os ambientes e a produtividade média do cultivar (CRUZ *et al.*, 1989).

2.5.2.1. Método de Finlay e Wilkinson

Procurando obter um método mais informativo em relação aos baseados somente em análise de variância, Finlay e Wilkinson (1963) apresentaram um novo método fundamentado em regressão linear. Para cada genótipo é computada uma regressão linear simples da variável dependente considerada (normalmente produção de grãos ou de frutos), em relação a um índice ambiental. Nesse caso, esse índice é calculado pela diferença entre a média geral de todos os ambientes considerados na análise e a média de cada ambiente. Assim, ambientes com índice positivo são considerados como favoráveis e os com índices negativos como desfavoráveis. O uso desse procedimento de regressão permite descrever as respostas de adaptação dos genótipos individuais para uma série de ambientes nos quais eles foram cultivados. Além disso, fornece uma ideia da invariância do procedimento quando desenvolvido em ambientes desfavoráveis e favoráveis.

Assumindo uma relação muito íntima entre os conceitos de adaptabilidade e estabilidade, o método quantifica as duas medidas a partir de um só parâmetro – representado pelo coeficiente de regressão. Contudo, deve-se ressaltar que há uma tendência nos novos métodos de adaptabilidade e estabilidade em desassociar os conceitos para os termos, passando a estabilidade a ter uma conotação de previsibilidade. Nesse sentido, ela é melhor interpretada a partir dos desvios da regressão linear e não a partir do coeficiente de regressão, como acontece nesse método (CRUZ *et al.*, 2004).

2.5.2.2. Método de Eberhart e Russell

Eberhart e Russell (1966) expandiram o modelo proposto por Finlay e Wilkinson (1963), com proposta de desassociar o conceito de adaptabilidade e estabilidade. O parâmetro de adaptabilidade passou a ser o coeficiente de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo, em relação ao índice ambiental, e o parâmetro de estabilidade os desvios desta regressão.

Vencovsky e Barriga (1992) relatam que o método de Eberhart e Russell (1966) tem sido usado com sucesso em diversas espécies cultivadas, tais como: aveia, arroz de sequeiro, trigo, soja, feijão, sorgo, milho e mandioca. Segundo os autores, esse método é o mais indicado quando o número de ambientes é pequeno.

Cargnelutti Filho *et al.* (2007), ao comparar os métodos de Yates e Cochran (1938), Plaisted e Peterson (1959), Wricke (1965), Annicchiarico (1992), Eberhart e Russell (1966), e Lin e Binns (1988), modificado por Carneiro (1998), concluíram que o preferido deve ser o de Eberhart e Russell (1966), por considerar, simultaneamente: a produtividade, a estabilidade e a adaptabilidade a ambientes gerais, favoráveis e desfavoráveis.

Silva e Duarte (2006) concluem que a associação relativamente fraca ($r = 0,52$) entre os métodos de Eberhart e Russell (1966) e AMMI, aliada à complementaridade de suas informações, permite indicar o seu uso combinado em estudos de estabilidade e adaptabilidade fenotípica.

Apesar de sua ampla aceitação pela comunidade científica, evidenciada por inúmeras publicações encontradas na literatura, a técnica de regressão linear simples tem sido objeto de críticas. Algumas delas referem-se às violações de pressuposições da metodologia estatística empregada, que não têm consequências sérias se são devidamente consideradas as restrições que decorrem para as inferências dela derivadas (SILVA, 1995).

2.5.2.3. Método de Verma, Chahal e Murty

Verma *et al.* (1978) comentaram que os métodos para determinação de genótipos estáveis com base em apenas uma análise de regressão não são adequados, pois, segundo esses métodos, o genótipo ideal poderia ser descartado, uma vez que consideram todos os ambientes na mesma análise. Assim argumentando, eles propuseram uma técnica alternativa de regressão, que consiste no ajustamento de duas regressões lineares separadamente: uma para ambientes com índices negativos e outra para aqueles com índices positivos, incluindo também o menor índice de ambiente negativo, em valor absoluto, para a continuidade da linha de regressão. O genótipo mais estável seria escolhido através da análise conjunta dos coeficientes de regressão para os ambientes com índices positivos e negativos.

2.5.2.4. Método de Silva e Barreto

Tendo em vista a desvantagem do método de Verma *et al.* (1978) de não poder ser aplicado para poucos ambientes, Silva e Barreto (1985) desenvolveram uma técnica

em que os parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade são estimados pelo ajustamento de uma equação representada por uma reta bissegmentada.

Pode-se então estudar, comparativamente, os genótipos em uma série de ambientes através de considerações relativas ao rendimento médio nos ambientes e à estabilidade em ambientes favoráveis e desfavoráveis. A estabilidade relativa do genótipo nesses dois subconjuntos de ambientes pode ser determinada através de testes de hipóteses referentes aos parâmetros β_1 e β_2 do modelo proposto.

Segundo Torres (1988), alguns autores entendem que os procedimentos paramétricos descritos acima dão somente o aspecto individual da estabilidade sem, contudo, dar uma configuração geral da resposta. Por exemplo, um genótipo pode ser estável de acordo com uma metodologia e instável em outra, o que torna difícil todas essas afirmativas em uma conclusão unificada.

2.5.2.5. Método de Cruz, Torres e Vencovsky

Diante das críticas feitas ao método de Silva e Barreto (1985), Cruz *et al.* (1989) apresentaram uma extensão do referido método, tornando-o operacionalmente mais simples e com propriedades estatísticas mais adequadas aos propósitos do melhoramento. Esse método apresenta estimativa não-correlacionada dos coeficientes de regressão e os mesmos conceitos de adaptabilidade e estabilidade de Verma *et al.* (1978).

Cruz *et al.* (1989) afirmam que, do ponto de vista estatístico, a preferência pelo método de Eberhart e Russell (1966) em relação ao deles, pode ser avaliada pela não-rejeição, naquele método, da hipótese $H_0: \beta_2 = 0$ para cultivar i . Essa não-rejeição indica que o comportamento do cultivar pode ser predito por uma única equação de regressão. Entretanto, ressaltam que a escolha dos métodos bissegmentados deve fundamentar-se no interesse do melhorista em identificar cultivares com comportamento diferenciado nos ambientes desfavoráveis e favoráveis.

2.5.3. Métodos não-paramétricos

Na utilização dos métodos com base em ANOVA e regressão linear, algumas pressuposições devem ser atendidas: os efeitos do modelo estatístico devem ser aditivos; e os erros devem ser independentes, ter distribuição normal e apresentar homocedasticidade das variâncias. Entretanto, conforme Di Mauro *et al.* (2000), na

experimentação agrícola, muitas vezes, esses princípios básicos não são observados e, nessas situações, assume importância a existência de uma metodologia mais simples, porém efetiva na avaliação da estabilidade dos genótipos.

Campos (1983) define o teste não-paramétrico como sendo aquele que não especifica condições sobre os parâmetros da população da qual a amostra foi obtida. O autor ressalta que, quando existem pressuposições, essas são mais brandas em relação àquelas associadas com os testes paramétricos e, com isso, o emprego da estatística não-paramétrica constitui-se valiosa alternativa de trabalho, dada a sua simplicidade e versatilidade.

2.5.3.1. Método de Huenh

Huenh (1990a e 1990b) foi um dos primeiros a propor um método não-paramétrico para estimação dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade. A estabilidade do material genotípico é avaliada por meio das estatísticas S_1 , S_2 e S_3 , baseadas na classificação dos genótipos nos vários ambientes em relação aos dados originais ou aos efeitos da interação GA. Nesse caso, o significado de cada estatística é como se segue: S_1 representa a média das diferenças absolutas entre as classificações do genótipo i nos ambientes; S_2 representa a variância das classificações do genótipo i nos ambientes; e S_3 representa a soma dos desvios absolutos de cada classificação em relação à média das classificações. O genótipo com máxima estabilidade apresenta S_1 , S_2 e S_3 , iguais a zero, sendo usado o teste de qui-quadrado para avaliar as estatísticas.

Apesar da simplicidade da obtenção das estatísticas, o método recebe várias críticas. A primeira inerente a todo processo de classificação é a de não levar em consideração a grandeza dos valores obtidos, de forma que diferenças mínimas ou enormes terão o mesmo peso para que um genótipo apresente uma classificação mais, ou menos, favorecida em relação ao outro. Outro aspecto é o de que as estatísticas só contemplam a estabilidade que expressa à invariância da classificação de um genótipo quando comparados os vários ambientes, havendo a necessidade de consideração da média para que as estatísticas sejam úteis. Contudo, quando realizada a análise com os valores da interação GA, a média das classificações parece ter pouca utilidade prática, pois não está relacionada com a média do desempenho dos genótipos (CRUZ *et al.*, 2004).

2.5.3.2. Método de Annicchiarico

Pelo método de Annicchiarico (1992), a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. Esse autor considera que toda atividade agrícola envolve um risco. Desse modo, estima-se um índice de confiança (ou índice de recomendação) de um determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior. Nessa metodologia considera-se, simultaneamente, o desempenho do genótipo e sua adaptabilidade, de forma que os maiores valores dos índices de recomendação são obtidos para aqueles de maior média percentual e menor desvio. Assim, de forma mais ampla, considera-se que o índice de recomendação expressa a estabilidade e, também, a adaptabilidade genotípica.

Gonçalves *et al.* (1999), em estudo sobre interação GA na safrinha de milho, utilizaram o método Annicchiarico (1992) e, Lin e Binns (1988), na avaliação da adaptabilidade e estabilidade, observaram que ambos forneceram praticamente os mesmos resultados. Além disso, ressaltaram que os dois métodos são de fácil aplicação e interpretação.

Silva e Duarte (2006) também verificaram que os métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988) mostram forte associação entre si e produzem classificações genotípicas similares quanto à estabilidade fenotípica, recomendando que o uso simultâneo não fosse utilizado. Entretanto, sugeriram que o uso de um deles em combinação com o de Eberhart e Russell (1966) pode agregar informação à análise de estabilidade.

2.5.3.3. Método de Lin e Binns

Lin e Binns (1988) definiram como medida para estimar a performance genotípica, o quadrado médio da distância entre a média do cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes, calculada pela estatística P_i . Esse método pondera os desvios de comportamento dos cultivares nos ambientes, ou seja, considera a estabilidade de comportamento. Além disso, leva em consideração o rendimento do genótipo e a resposta relativa a um genótipo hipotético que é uma medida de adaptabilidade.

Murakami *et al.* (2004) estudaram a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho no estado do Mato Grosso, para safra normal e safrinha de milho, e observaram algumas diferenças entre os métodos de Lin e Binns (1988) e Eberhart e

Russell (1966), considerado como o método mais usado. Enquanto a metodologia de Eberhart e Russell (1966) apontava apenas dois genótipos para condições específicas, a metodologia de Lin e Binns (1988) apresentava quatro. Assim, segundo os mesmos autores, esses resultados confirmaram a metodologia de Lin e Binns (1988) como mais discriminante em relação à de Eberhart e Russell (1966). Essa afirmação condiz com a de Amorin *et al.* (2006).

2.5.3.4. Métodos de Carneiro

Carneiro (1998) propôs uma série de métodos que podem ser utilizados para estudos de adaptabilidade e estabilidade. Dentre eles, o que considera a decomposição da estatística P_i para atender à identificação de genótipos superiores nos grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, utilizando a mesma metodologia de classificação de ambientes de Eberhart e Russell (1966), tem sido o mais utilizado. Por esse método, a indicação de cultivares pode ser realizada para os diferentes tipos de ambientes (geral ou específica) sendo, portanto, mais completa que a metodologia proposta originalmente.

Considerando que a indicação de um cultivar não deve ser feita baseando-se em apenas uma única variável, mesmo que esta seja produtividade, Carneiro (1998) propôs a decomposição multivariada do método de Lin e Binns (1988), alertando que esse procedimento pode ser realizado desde que seja possível somar os valores dos P_{i_s} do genótipo, referentes a cada variável. Além disso, no cálculo da estimação do parâmetro MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento), a estatística utilizada pelo referido método considerou um fator de multiplicação dado pelo inverso dos pesos atribuídos a cada variável, a fim de balancear a importância de cada uma.

Amorin *et al.* (2006) verificaram que o método de Carneiro (1998) e Lin e Binns (1988) forneceram resultados semelhantes com fácil estimativa e, sobretudo, fácil interpretação, e deveriam ter seu uso incrementado em programas de melhoramento.

Murakami *et al.* (2004) concluíram que a metodologia de Lin e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998), foi mais discriminante em relação a de Eberhart e Russell (1966) e, por isso, mais eficiente e mais indicada para análises de estabilidade e adaptabilidade. Afirmam ainda, que a análise multivariada permitiu conhecer melhor a performance dos genótipos, constituindo-se em importante ferramenta complementar na indicação de genótipos, de acordo com seu desempenho.

2.5.3.5. Método de Toler

Toler (1990) propôs uma metodologia baseada em análise de regressão bissegmentada não-linear, que surge como uma das alternativas para contornar os problemas relacionados à estimativa do índice ambiental. Esse método permite ainda, realizar testes de hipóteses a respeito dos parâmetros, sem violar os princípios necessários para a sua validade. Nessa metodologia, o conjunto de genótipos avaliados é classificado em cinco diferentes grupos, de acordo com o seu padrão de resposta, representando, segundo o autor, um aprimoramento da análise de estabilidade em relação aos métodos que empregam unicamente regressão linear.

Rosse e Vencovski (2000) concluíram que a metodologia de Toler (1990) mostrou-se bastante útil para classificar os genótipos segundo suas produtividades e seus padrões de resposta, contribuindo para um maior discernimento dos seus comportamentos. Resultado semelhante foi obtido por Ribeiro *et al.* (2000), os quais verificaram que a metodologia de Toler (1990) foi eficiente em prever o desempenho médio dos genótipos.

Silva e Duarte (2006) observaram boa concordância entre os métodos que utilizam regressão, isto é, Finlay e Wilkinson (1963), Eberhart e Russell (1966), Verma *et al.* (1978) e Toler (1990). Esses métodos correlacionaram-se significativamente e mostraram as maiores correlações com os demais. Segundo os autores, isso garante tranquilidade aos usuários dos métodos de regressão, já difundidos em estudos dessa natureza, entretanto, indica certo nível de informação redundante entre eles.

2.5.3.6. Método do Centróide

Rocha *et al.* (2005), objetivando propor um método alternativo para avaliação da adaptabilidade e estabilidade, apresentaram o método do centróide. Esse método baseia-se na técnica multivariada de componentes principais que permite a obtenção de um número reduzido de variáveis abstratas e independentes, visando representar em ordem de estimação o máximo da variação total contida nas variáveis originais. Com esse objetivo, o método consiste da comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro referências ideais (ideótipos), 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.

Barros *et al.* (2008), comparando vários métodos de adaptabilidade e estabilidade em soja, concluíram que as metodologias de Lin e Binns (1988), Annicchiarico (1992) e centroide foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, os de maior produtividade, estabilidade e adaptabilidade. Concluíram, ainda que, pela análise de regressão proposta por Eberhart e Russell (1966), os genótipos mais produtivos apresentaram baixa previsibilidade.

Vasconcelos *et al.* (2008), entretanto, ao invés de utilizarem apenas um método para obter conclusões sobre a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de alfafa, utilizaram os resultados de três métodos: o método tradicional (1938), o de Eberhart e Russell (1966) e o do centroide. Nesse sentido, os autores tiraram suas conclusões combinando os resultados dos três métodos, de forma a indicar genótipos produtivos e com boa adaptabilidade e estabilidade.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES DO ESTADO DO MATO GROSSO PARA MILHO SAFRINHA

1. INTRODUÇÃO

A safrinha de milho (ou milho de 2^a safra), caracterizada pelo plantio de janeiro a abril, vem crescendo significativamente ao longo dos últimos anos quanto a sua importância no mercado. Pode-se observar que no curto período entre anos agrícolas de 1999/2000 a 2006/2007, a participação dessa modalidade de cultivo passou de 12,41 para 28,76 % em relação ao total de milho produzido no Brasil. No último ano agrícola com balança comercial já definida (2006/2007), os estados do Mato Grosso e Paraná lideraram essa modalidade de cultivo com 34,35 e 34,16 % do total produzido, respectivamente (CONAB, 2009).

A grande instabilidade de clima, como riscos de geada, principalmente, faz com que o plantio de milho safrinha no estado do Paraná mereça atenção especial. Nesse sentido, o estado do Mato Grosso apresenta enorme potencial, uma vez que os riscos de geada no estado são muito baixos para a cultura. Para o estado, os principais gargalos para o aumento do cultivo de milho safrinha referem-se à distância em relação aos principais centros consumidores (no sul do País), o que diminui o preço pago ao produtor (BORTOLINI, 2007), e à escassez das chuvas, que pode comprometer a produtividade de lavouras com plantio a partir de março (SCHUELTER e BRENNER, 2009). O recente processo de instalação de indústrias de processamento de aves, bovinos e suínos pode ajudar a amenizar a questão de logística, enquanto que a escolha de cultivares de soja precoce, anteriores ao cultivo de milho safrinha, pode ajudar a ajustar épocas de plantio com menor risco em relação à estiagem.

Grande parte dos genótipos de milho cultivados na safrinha foi desenvolvida para a safra normal, sendo apenas testados no ambiente safrinha. Nesse sentido, diante da grande variabilidade de ambientes observada dentro da safra normal e da safrinha e, principalmente, entre as duas modalidades de cultivo, torna-se importante o estabelecimento de programas de melhoramento visando à obtenção de linhagens e híbridos específicos para a condição safrinha. No desenvolvimento desse novo *pool* gênico, características importantes a serem consideradas para o estado do Mato Grosso seriam: produtividade de grãos, tolerância à seca, resistência às doenças, como as ferrugens *polysora* e *tropical*, *helminthosporiose* e podridões de colmo e espiga (RAUPP *et al.*, 2007).

Uma das etapas de importância em programas de melhoramento refere-se à recomendação de cultivares. Nesse aspecto, os genótipos melhorados são avaliados em condições ambientais representativas da região alvo de recomendação. Entretanto, ao se testar genótipos (G) em diferentes ambientes (A), poderá ocorrer interação entre os efeitos de genótipos e os de ambientes (GA), de forma que um genótipo superior, em determinado ambiente, pode não o ser em outro, dificultando a recomendação. Segundo Cruz *et al.* (2004), quando se dispõe de uma rede de ambientes para avaliação dos cultivares, é fundamental avaliar o grau de representatividade dos ensaios da faixa de adaptação da cultura, pois permite tomar decisões com relação a descartes de ambientes quando existirem problemas técnicos ou escassez de recursos. Ademais, permite identificar grupos de ambientes em que os genótipos apresentem padrões similares de resposta às variações ambientais, visando maior sucesso na recomendação dos mesmos. Nesse sentido, tem sido dada certa atenção à estratificação ambiental.

O processo de estratificação ambiental consiste na subdivisão de regiões heterogêneas em sub-regiões mais uniformes, de modo que a interação GA seja não significativa ou, em algumas situações, admite-se interação significativa, mas que seja de natureza simples (GARBUGLIO *et al.*, 2007). Esse método tem apresentado melhores resultados no controle da interação de genótipos x locais do que para genótipos x anos, genótipos x safras ou genótipos x locais x anos (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Também se tem utilizado a análise de fatores com o intuito da estratificação de ambientes (MURAKAMI e CRUZ, 2004).

Visando a recomendação de potenciais híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso, a empresa Du Pont do Brasil S.A Divisão Pioneer Sementes (Pioneer) usa, atualmente, uma rede de ensaios distribuída nas três principais regiões produtoras do estado (centro-norte, oeste e sul). Na região centro-norte, entre os municípios que se

destacam na produção de milho safrinha, encontram-se Nova Mutum, Lucas do Rio Verde e Sorriso. Já na região oeste, destacam-se os municípios de Campo Novo do Parecis e Sapezal e, na região sul, os municípios de Campo Verde e Primavera do Leste.

Como a escolha dos locais que fazem parte da rede de ensaios da Pioneer vem sendo baseada no volume de produção e compra de sementes, é de suma importância avaliar a representatividade dessa rede, visando à recomendação de potenciais híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados nesse estudo foram provenientes de ensaios de valor de cultivo e uso em ambientes de produção de milho safrinha, da empresa Pioneer para o estado do Mato Grosso.

2.1. Ensaios de Valor de Cultivo e Uso de milho safrinha para o estado do Mato Grosso

Os ensaios foram conduzidos nos anos de 2004 a 2008 (Tabela 1), em sistema de cooperação com agricultores das três regiões produtoras. A região centro-norte foi representada pelos municípios de Nova Mutum, Lucas do Rio Verde e Sorriso. A região oeste pelos municípios de Campo Novo do Parecis e Sapezal, enquanto que, a região sul, pelos municípios de Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira. O número de ensaios variou em função da disponibilidade de recursos e das tendências comerciais de cada ano. O número de híbridos também variou de um ano para o outro, pois a cada ano foram incorporados novos híbridos provenientes do programa de melhoramento da empresa e alguns foram descartados, pois não apresentaram comportamento satisfatório (Tabela 2).

O delineamento experimental empregado foi o do tipo blocos casualizados, em esquema fatorial simples (ensaios dentro de cada ano x híbridos), com duas repetições. A unidade experimental constituiu-se de duas linhas de 4,2 m de comprimento, com espaçamento entre linhas, variando conforme o espaçamento utilizado pelo produtor onde o ensaio foi instalado (Tabela 2).

TABELA 1. Descrição dos locais de condução dos ensaios de avaliação de milho safrinha no período de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Ensaio	Ano	Município	Propriedade	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	2004	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667
2	2004	Lucas do Rio Verde	Fazenda Flávio Macedo	13°20'41"S	56°02'59"O	427
3	2004	Primavera do Leste	Fazenda José Patrício	15°09'31"S	54°04'08"O	606
4	2004	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
5	2004	Sorriso	Fazenda César Schawinski	12°12'04"S	55°34'09"O	348
6	2005	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
7	2005	Lucas do Rio Verde	Fazenda Sucupira	13°03'01"S	55°54'40"O	380
8	2005	Nova Mutum	Fazenda Santa Bárbara	13°49'28"S	56°04'01"O	447
9	2005	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
10	2005	Sapezal	Fazenda Tucunaré	12°58'04"S	58°46'21"O	430
11	2005	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667
12	2005	Primavera do Leste	Fazenda Jaú	15°34'25"S	54°21'04"O	653
13	2005	Itiquira	Fazenda Ribeirão I	17°11'08"S	54°09'04"O	549
14	2006	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
15	2006	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
16	2006	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
17	2006	Lucas do Rio Verde	Fazenda Santa Maria	12°58'24"S	55°52'48"O	401
18	2006	Nova Mutum	Fazenda Santa Bárbara	13°49'28"S	56°04'01"O	447
19	2006	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
20	2006	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667

Continua...

TABELA 1. Continuação

Ensaio	Ano	Município	Propriedade	Latitude	Longitude	Altitude (m)
21	2007	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
22	2007	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
23	2007	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
24	2007	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
25	2007	Nova Mutum	Fazenda Santa Cecília	13°50'24"S	56°07'18"O	480
26	2007	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
27	2007	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667
28	2007	Primavera do Leste	Fazenda Cachoeirinha	15°34'42"S	54°29'34"O	651
29	2008	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
30	2008	Lucas do Rio Verde	Fazenda Nona Sílvia	13°07'56"S	55°57'38"O	418
31	2008	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
32	2008	Nova Mutum	Fazenda Santa Cecília	13°50'24"S	56°07'18"O	480
33	2008	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
34	2008	Campo Novo do Parecis	Fazenda Água Azul	13°58'25"S	57°59'17"O	612
35	2008	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667

TABELA 2. Detalhes experimentais dos locais de condução dos ensaios de avaliação de híbridos de milho safrinha no período de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Ensaio*	Espaçamento (m)	Semeadura	Colheita	Número de híbridos
1 (CV)	0,9	13/2/2004	26/6/2004	46
2 (LRV)	0,8	4/2/2004	7/6/2004	46
3 (PL)	0,9	15/2/2004	24/6/2004	46
4 (CNP)	0,9	11/2/2004	28/6/2004	46
5 (SOR)	0,9	7/2/2004	3/6/2004	46
6 (SOR)	0,9	2/3/2005	12/6/2005	21
7 (LRV)	0,8	11/2/2005	5/6/2005	21
8 (NM)	0,8	12/2/2005	4/6/2005	21
9 (CNP)	0,8	13/2/2005	14/6/2005	21
10 (SAP)	0,9	13/2/2005	14/6/2005	21
11 (CV)	0,9	15/2/2005	17/6/2005	21
12 (PL)	0,9	17/2/2005	16/6/2005	21
13 (ITI)	0,9	18/2/2005	22/6/2005	21
14 (SOR)	0,9	8/2/2006	8/6/2006	22
15 (SOR)	0,9	11/2/2006	10/6/2006	22
16 (LRV)	0,9	12/2/2006	19/6/2006	22
17 (LRV)	0,9	13/2/2006	20/6/2006	22
18 (NM)	0,9	13/2/2006	21/6/2006	22
19 (CNP)	0,9	14/2/2006	22/6/2006	22
20 (CV)	0,9	16/2/2006	4/7/2006	22
21 (SOR)	0,9	31/1/2007	4/6/2007	34
22 (SOR)	0,9	6/2/2007	11/6/2007	34
23 (LRV)	0,9	28/1/2007	29/5/2007	34
24 (LRV)	0,9	4/2/2007	29/5/2007	34
25 (NM)	0,9	1/2/2007	28/5/2007	34
26 (CNP)	0,8	11/2/2007	14/6/2007	34
27 (CV)	0,9	8/2/2007	17/6/2007	34
28 (PL)	0,9	10/2/2007	20/6/2007	34
29 (SOR)	0,8	29/1/2008	7/6/2008	32
30 (LRV)	0,8	10/2/2008	30/6/2008	32
31 (LRV)	0,8	16/2/2008	26/6/2008	32
32 (NM)	0,8	12/2/2008	4/7/2008	32
33 (CNP)	0,8	18/2/2008	8/7/2008	32
34 (CNP)	0,8	17/2/2008	9/7/2008	32
35 (CV)	0,9	21/2/2008	18/7/2008	32

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto usando-se semeadora de duas linhas. Esta foi equipada com conjunto de corte e com dispositivo elétrico que

possibilita alternância automática de híbridos a cada 4,2 m percorridos. Juntamente à semeadura, foram aplicados inseticida (carbofuran) e fertilizante (NPK) granulado.

A adubação de base e de cobertura, o controle de plantas daninhas e pragas foram realizados conforme manejo de cada cooperado. Foi dada assistência técnica aos cooperados para que os tratos culturais fossem realizados conforme recomendado para região e, no caso de necessidade, as medidas necessárias foram tomadas.

A população de plantas foi de 60.000 plantas/ha para cada um dos cinco anos testados. Para isso foram empregadas sementes em excesso no plantio e realizado desbaste quando necessário. O desbaste foi realizado quando as plantas estavam entre os estágios V3-V4, descrito por Magalhães *et al.* (2002), com o intuito de atingir o meristema apical da planta e, assim, garantir que as mesmas não rebrotassem.

No campo foram avaliadas as características produtividade de grãos, em kg/parcela, e a aparência geral, com escala de nota variando de 1 a 9. Nesse último caso, a nota 1 se referiu aos piores híbridos e a nota 9 para os melhores, considerando as principais características agronômicas da planta, quais sejam: potencial de produtividade, severidade de doenças, tombamento de planta, quebraimento de colmo, arquitetura foliar, altura de planta e de inserção da espiga, uniformidade (no caso de híbrido triplo) e cobertura de palha na espiga. Essas notas foram atribuídas quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica no estágio R5. A avaliação da aparência geral é de suma importância, pois auxilia na tomada de decisão pela recomendação ou descarte de um híbrido, uma vez que reflete a avaliação visual das principais características agronômicas dos híbridos avaliados.

A colheita foi efetuada quando os grãos atingiram umidade abaixo de 25 %, utilizando colhedora adaptada para colheita de ensaios, que possui mecanismo eletrônico adaptado para a coleta do peso e da umidade de cada parcela. Os dados de cada parcela foram transformados em kg/ha, corrigidos em função do estande e ajustados a 15 % de umidade.

2.2. Análise de variância individual

Inicialmente, os dados de cada ensaio foram submetidos à análise de variância individual, visando detectar variabilidade entre os híbridos testados e a precisão relativa de cada experimento, com base no modelo abaixo descrito:

$$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + e_{ik}$$

em que:

Y_{ik} = valor observado do i -ésimo genótipo (híbrido), no k -ésimo bloco;

μ = média geral;

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

B_k = efeito do bloco k ($k = 1, 2, \dots, r$); e

e_{ik} = erro aleatório.

Pressuposições:

- $\sum_{i=1}^g g_i = 0$;
- $B_k \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$;
- $e_{ik} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$; e
- B_k e e_{ik} são independentes.

O esquema da análise de variância, para cada ambiente (ensaio), encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1. Esquema da análise de variância individual e esperanças de quadrado médio

FV	GL	SQ	QM	E(QM)
Blocos	$r - 1$	SQB	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos	$g - 1$	SQG	QMG	$\sigma^2 + r \phi_g$
Resíduo	$(r - 1)(g - 1)$	SQR	QMR	σ^2

$$\phi_g = \sum_i G_i^2 / (g - 1)$$

2.3. Análise de variância conjunta

Foram selecionados para as análises de variância conjuntas, aqueles ensaios que apresentaram variâncias residuais homogêneas que, segundo Pimentel-Gomes (1985), proporcionam uma relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo inferior a sete. Essas análises foram realizadas visando estimar o componente da interação genótipos x ambientes, conforme modelo a seguir:

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

em que:

Y_{ijk} = valor observado do i -ésimo genótipo, no j -ésimo ambiente e no k -ésimo bloco;

μ = média geral do ensaio;

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

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

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

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

e_{ijk} = erro médio aleatório.

Restrições:

a) $\sum_{i=1}^g g_i = 0$; e

b) $\sum_{i=1}^g ga_{ij} = 0$.

Pressuposições:

a) Os G_i 's são de efeitos fixos;

b) $B/A_{jk} \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$;

c) $A_j \sim \text{NID}(0, \sigma_a^2)$;

d) $GA_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_{ga}^2)$;

e) $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$; e

f) B/A_{jk} , A_j , GA_{ij} e e_{ijk} são independentes entre si.

O esquema da análise de variância conjunta e respectivas esperanças de quadrados médios encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2. Esquema da análise de variância conjunta e respectivas esperanças de quadrados médios

FV	GL	SQ	QM	E(QM)
Blocos/Ambientes	$a(r - 1)$	SQB	QMB	$\sigma^2 + g \sigma_{b/a}^2$
Ambientes (A)	$a - 1$	SQA	QMA	$\sigma^2 + g \sigma_{b/a}^2 + gr \sigma_a^2$
Genótipos (G)	$g - 1$	SQG	QMG	$\sigma^2 + r\alpha \sigma_{ga}^2 + ar \phi_g$
GxA	$(g - 1)(a - 1)$	SQGA	QMGA	$\sigma^2 + r\alpha \sigma_{ga}^2$
Resíduo	$a(g - 1)(r - 1)$	SQR	QMR	σ^2

$$\alpha = g/(g-1)$$

$$\phi_g = \sum_i G_i^2 / (g-1)$$

2.4. Estratificação Ambiental

Visando avaliar a representatividade da rede de avaliação de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso da empresa Pioneer, foi realizada a estratificação ambiental com base nos métodos de Lin (1982) e de Murakami e Cruz (2004), descritos a seguir. A estratificação ambiental foi feita por ano de avaliação (Tabela 1) com o intuito de utilizar um maior número de híbridos (Tabela 2), uma vez que a cada ano os híbridos avaliados nos ensaios de valor de cultivo e uso podem ser diferentes, visto que alguns híbridos são descartados enquanto outros são incluídos.

2.4.1. Estratificação ambiental pelo método tradicional (LIN, 1982)

Esse método consiste em estimar a soma de quadrados da interação entre genótipos e pares de ambientes e, posteriormente, agrupar aqueles ambientes cuja interação é não significativa (CRUZ *et al.*, 2004).

Para a obtenção da soma de quadrados da interação entre genótipos e pares de ambientes ($SQGA_{jj'}$) é utilizada a seguinte equação:

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

em que:

η é o nº de ambientes considerados na interação;

$d_{jj'}^2$ é o quadrado da distância euclidiana entre os ambientes j e j' , dado por:

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

A estimativa da soma de quadrados da interação entre genótipos e três ambientes é obtida por:

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

em que $S_{jj'k}$ = somatório das somas de quadrados da interação entre genótipos e combinações, dois a dois, dos ambientes, j , j' e k . De modo análogo, foram determinadas as outras somas de quadrados entre genótipos e quatro, cinco ou mais ambientes.

Para verificar se o grupo de ambientes proporciona interação não-significativa, foi utilizado o teste F, dado por, $F = \frac{[\theta_{jj'}/(\eta - 1)(g - 1)]}{QMR/r}$ associado à $(\eta - 1)(g - 1)$ e $a(g - 1)(r - 1)$ graus de liberdade, em que g é o número de híbridos avaliados; e QMR/r é o quadrado médio do resíduo da análise conjunta dividido pelo número de repetições de cada ensaio.

2.4.1.1. Decomposição da interação genótipos x pares ambientes (CRUZ e CASTOLDI, 1991)

Foi realizada a decomposição da interação de genótipos x pares de ambientes em partes simples e complexa segundo a metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991), conforme a expressão abaixo:

$$QMGxA = \text{simples (S)} + \text{complexa (C)}$$

$$S = \frac{1}{2} (\sqrt{QM1} - \sqrt{QM2})^2$$

$$C = \sqrt{(1-r)^3 QM1 \times QM2}$$

em que QM1 e QM2 são os quadrados médios de genótipos, nos ambientes 1 e 2, respectivamente, divididos pelo número de repetições, e r é a correlação entre as médias dos genótipos nos dois ambientes.

Quando as interações entre genótipos e um par de ambientes são de natureza simples em predominância, Cruz *et al.* (2004) comentam que a ordem de classificação dos genótipos é, em predominância, mantida em cada ambiente e, nesse sentido, essa interação não traria grandes problemas à recomendação de cultivares. Assim, foram adicionados locais aos grupos obtidos pela metodologia de Lin (1982), desde que o ambiente incorporado apresentasse interação GA predominantemente de natureza simples, ou seja, com percentual acima de 50 % com qualquer local já agrupado.

2.4.2. Estratificação ambiental pela análise de fatores (MURAKAMI e CRUZ, 2004)

O modelo de análise de fatores é dado por:

$$X_j = I_{j1}F_1 + I_{j2}F_2 + \dots + I_{jm}F_m + \varepsilon_j$$

em que:

X_j = média no j -ésimo ambiente ($j = 1, 2, \dots, v$);

I_{jk} = carga fatorial para a j -ésima variável associada ao k -ésimo fator, sendo $k = 1, 2, \dots, m$;

F_k = k -ésimo fator comum; e

ε_j = fator específico.

A análise de fatores procura explicar o máximo da variação em X_j com o menor número possível de fatores, tornando ε_j mínimo. Nesse trabalho foi estabelecido, segundo recomendação de Cruz e Carneiro (2006), que o número de fatores finais seria igual ao número de autovalores superiores à unidade existente na matriz de correlações fenotípicas das variáveis padronizadas ou até obter proporção adequada de variabilidade, geralmente maior que 80 % da variação total.

O agrupamento de ambientes foi baseado nas cargas fatoriais finais conforme descrito por Johnson e Wichern (1992). Cargas fatoriais superiores ou iguais a 0,70 e de mesmo sinal indicam ambientes com alto padrão de similaridade e estes foram agrupados dentro de cada fator. A extração das cargas fatoriais foi feita pelo método dos

componentes principais, e os fatores foram estabelecidos pelo método de rotação varimax, com máximo de 50 rotações.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Programa Genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de variância individual

Na Tabela 3 são apresentados os resumos das análises de variância em cada ambiente (ensaio), a média e o coeficiente de variação experimental (CV) para os caracteres produtividade de grãos e aparência geral. As análises evidenciaram boa precisão experimental, avaliada pelo CV (Pimentel-Gomes, 1985), com estimativas inferiores a 13,92 % para produtividade de grãos, e 16,25 %, para aparência geral.

Considerando a produtividade de grãos, observou-se que, em 88,57 % dos ensaios (31 locais), houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os híbridos. Os ensaios 6 (Sorriso), 9 (Campo Novo do Parecis), 10 (Sapezal) e 35 (Campo Verde) foram os que não apresentaram diferenças significativas para produtividade de grãos. A ausência de diferenças significativas entre os híbridos no ensaio 6 (Sorriso) pode ter sido ocasionada pelo estresse com a seca, em função da data de plantio tardia, de forma que todos os híbridos apresentaram baixas produtividades. Já os ensaios 9 (Campo Novo do Parecis), 10 (Sapezal) e 35 (Campo Verde) tiveram boas condições ambientais para o desenvolvimento dos híbridos. Em relação à aparência geral, observou-se que 85,71 % dos ensaios (30 locais) apresentaram diferenças significativas para os híbridos. Os ensaios 6 (Sorriso), 10 (Sapezal), 13 (Itiquira), 17 (Lucas do Rio Verde) e 18 (Nova Mutum) foram os que não apresentaram significância para o efeito de híbridos. Observou-se que alguns desses ensaios não foram coincidentes com os resultados para produtividade de grãos, indicando que os caracteres produtividade de grãos e a aparência geral são complementares na avaliação dos híbridos.

TABELA 3. Quadrados médios, médias e coeficientes de variação (CV) para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) avaliados em 35 ensaios de milho safrinha entre os anos de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Ensaio ¹	Ano	PG			AG		
		QM (híbridos)	Média (kg/ha)	CV (%)	QM (híbridos)	Média (nota)	CV (%)
1 (CV)	2004	812402,06**	6073,35	8,42	0,90**	5,90	8,23
2 (LRV)	2004	1095048,89**	6058,78	9,19	1,26**	5,39	13,21
3 (PL)	2004	1480940,44**	6100,95	8,99	1,07**	5,83	8,33
4 (CNP)	2004	1063811,66**	6768,79	7,89	1,49**	5,95	5,73
5 (SOR)	2004	781771,25**	5112,62	10,78	1,63**	5,45	16,25
6 (SOR)	2005	261226,47 ^{ns}	3472,48	13,92	0,75 ^{ns}	5,55	10,88
7 (LRV)	2005	940935,49**	5426,66	9,26	1,13**	5,29	9,59
8 (NM)	2005	425878,51*	3841,09	11,56	0,82**	4,98	8,88
9 (CNP)	2005	902027,22 ^{ns}	5941,97	13,15	0,58*	5,10	9,28
10 (SAP)	2005	346762,97 ^{ns}	5439,84	11,12	0,27 ^{ns}	5,02	12,01
11 (CV)	2005	936006,20**	6710,64	6,77	2,22**	5,02	9,42
12 (PL)	2005	1002689,30**	5655,35	6,16	1,32**	4,83	10,64
13 (ITI)	2005	611834,96**	3372,11	11,13	0,36 ^{ns}	5,07	8,22
14 (SOR)	2006	719167,21**	7487,51	5,96	1,18**	5,23	8,99
15 (SOR)	2006	562572,63**	7431,87	5,13	1,30**	5,43	10,58
16 (LRV)	2006	1215967,05**	7573,84	8,49	1,12**	4,32	14,21
17 (LRV)	2006	1063296,64**	6732,54	8,32	0,85 ^{ns}	4,45	15,14
18 (NM)	2006	540979,65**	5160,50	6,31	0,90 ^{ns}	4,39	15,17
19 (CNP)	2006	1275941,30*	6961,65	10,32	1,54**	5,43	11,70
20 (CV)	2006	1444059,18**	7071,52	9,42	0,58**	5,14	7,25
21 (SOR)	2007	1171004,18**	7042,50	6,09	1,20**	5,59	6,59
22 (SOR)	2007	1159440,23**	7478,62	5,69	1,05**	5,85	7,14
23 (LRV)	2007	1157068,75**	6174,77	6,08	1,01**	5,49	8,68
24 (LRV)	2007	530807,30*	5524,64	9,23	0,88**	5,47	7,76
25 (NM)	2007	729508,38**	5257,64	9,34	1,38**	5,01	13,08
26 (CNP)	2007	755693,42**	7206,22	7,77	1,10**	5,63	8,39
27 (CV)	2007	1062732,55**	6774,15	7,32	1,39**	5,66	7,20
28 (PL)	2007	594956,58**	5339,86	7,57	0,90**	5,44	6,76
29 (SOR)	2008	1750864,21**	7683,28	8,28	1,42**	5,72	7,97
30 (LRV)	2008	1404321,07**	8786,98	7,64	1,00**	5,77	7,70
31 (LRV)	2008	1867555,49**	8761,55	7,89	0,90**	5,97	7,37
32 (NM)	2008	696538,63*	6114,19	9,90	0,76*	5,41	11,39
33 (CNP)	2008	999104,36*	7774,37	9,17	0,71**	5,77	8,45
34 (CNP)	2008	1655400,06**	8786,61	8,42	1,02**	6,19	5,62
35 (CV)	2008	563373,54 ^{ns}	7079,83	8,13	0,74**	6,38	7,68

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

¹ Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

Quanto às médias para a produtividade de grãos nos ensaios, houve grande variação, com extremos de 3372,11 kg/ha no ensaio 13 (Itiquira), e 8786,98 kg/ha no ensaio 30 (Lucas do Rio Verde). Dos 35 ensaios, apenas os ensaios 6 (Sorriso), 8 (Nova Mutum) e 13 (Itiquira), conduzidos em 2005, apresentaram produtividade média inferior à do estado, que, no ano agrícola de 2006/2007, foi de 3900 kg/ha (CONAB, 2009). Em contrapartida, constatou-se que, no ano agrícola de 2008, foram obtidas as maiores médias para produtividade de grãos, o que pode ser explicado, em parte, pelas condições edafoclimáticas que foram favoráveis ao cultivo, além do incremento nos investimentos por parte dos produtores (SODRÉ, 2008). Nesse sentido, nos ensaios 30 (Lucas do Rio Verde), 31 (Lucas do Rio Verde) e 34 (Campo Novo do Parecis) foram obtidas as maiores médias, com valores superiores a 8700 kg/ha, superando a média de produtividade do estado em mais de 120 %.

3.2. Análise de variância conjunta

A análise de variância conjunta foi realizada por ano de avaliação (Tabela 4), considerando o exposto por Oliveira *et al.* (2005), na qual sugerem que as análises de estratificação ambiental têm sido mais eficientes para interação genótipos x locais do que para genótipos x anos, genótipos x safras ou genótipos x locais x anos. A relação entre o maior e menor quadrado médio do resíduo não superou o valor 7, que, segundo Pimentel-Gomes (1985), indica homogeneidade das variâncias residuais. Observou-se para todos os anos avaliados (Tabela 4) que os coeficientes de variação apresentaram valores relativamente baixos, tanto para produtividade de grãos ($\leq 10,35$ %), quanto para aparência geral ($\leq 11,84$ %), confirmando boa precisão na condução dos ensaios nos diferentes anos.

Nos diferentes anos avaliados detectaram-se efeitos significativos a 5 % de probabilidade para Genótipos (híbridos), Ambientes (ensaios) e para a interação Genótipos x Ambientes (GA) para as duas características em avaliação, produtividade de grãos e aparência geral (Tabela 4). O efeito significativo de genótipos na presença de interação GA, com variância também significativa, evidencia elevada variabilidade entre os híbridos para as características avaliadas dentro de cada ano. Isso porque o componente de variância da interação GA tende a reduzir ou consumir a

TABELA 4. Resumo das análises de variâncias conjuntas para os anos de 2004 a 2008, considerando a produtividade de grãos (PG) e a aparência geral (AG) avaliadas em híbridos de milho safrinha. Mato Grosso – Brasil

PG										
FV	2004		2005		2006		2007		2008	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos/Ambientes	5	605415,58	8	171208,65	7	299733,68	8	191234,45	7	280396,80
Genótipos (Híbridos)	45	2811838,61**	20	1615866,72**	21	2951688,70**	33	4131574,20**	31	4113424,72**
Ambientes (Ensaio)	4	32082413,24**	7	65655102,47**	6	30559367,73**	7	54321313,96**	6	66406688,11**
Genótipos x Ambientes	180	605533,92**	140	544499,20**	126	645049,16**	231	432805,31**	186	803955,44**
Resíduo	225	292310,10	160	265972,39	147	305391,43	264	216151,79	217	440959,59
MÉDIA		6022,90		4982,52		6917,06		6349,8		7855,26
CV(%)		8,98		10,35		7,99		7,32		8,45
AG										
FV	2004		2005		2006		2007		2008	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos/Ambientes	5	0,40	8	0,46	7	0,40	8	0,60	7	0,31
Genótipos (Híbridos)	45	3,17**	20	2,33**	21	3,51**	33	5,82**	31	3,28**
Ambientes (Ensaio)	4	6,37**	7	2,00*	6	11,21**	7	4,02**	6	6,66**
Genótipos x Ambientes	180	0,80**	140	0,73**	126	0,66**	231	0,44**	186	0,54**
Resíduo	225	0,38	160	0,26	147	0,34	264	0,21	217	0,23
MÉDIA		5,70		5,11		4,91		5,52		5,88
CV(%)		10,75		9,95		11,84		8,28		8,06

*,** Significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste de F, respectivamente.

variabilidade estimada entre os híbridos. Já o efeito significativo de ambientes possibilita concluir que os ensaios foram conduzidos em ambientes que apresentaram variação suficiente para discriminar os híbridos testados. Por outro lado, a significância da interação GA indica que os genótipos apresentaram comportamento diferencial nos ambientes avaliados.

3.3. Estratificação de ambientes

3.3.1. Estratificação de ambientes pelo método tradicional (LIN, 1982)

Na Tabela 5 encontram-se os grupos de ambientes obtidos a partir do algoritmo de Lin (1982), para as características produtividade de grãos e aparência geral nos cinco anos avaliados. Observou-se, para ambas as características, que nenhum par de ambientes permaneceu agrupado nos diferentes anos de avaliação. Apenas os ensaios de Campo Novo do Parecis e Campo Verde agruparam-se nos anos de 2004, 2007 e 2008 e os ensaios de Campo Novo do Parecis e Primavera do Leste, nos anos de 2004 e 2007, considerando a característica produtividade de grãos. Já para aparência geral, foi observado que somente o primeiro par de ambientes (Campo Novo do Parecis e Campo Verde) permaneceu agrupado nos anos de 2004, 2006 e 2007.

Esses resultados indicam que os municípios de Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Sapezal, Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira, normalmente utilizados nos ensaios de valor de cultivo e uso pela empresa Pioneer, apresentaram condições edafoclimáticas distintas ao longo dos cinco anos. Isso mostra que esses ambientes de avaliação são indispensáveis para uma caracterização eficiente de híbridos de milho safrinha, visando à recomendação para o estado do Mato Grosso. Esses resultados ainda sugerem que a interação genótipo x ano teve maior importância na caracterização dos híbridos em relação à interação genótipo x ensaio dentro de cada ano.

É importante ressaltar que até ensaios conduzidos no mesmo município não apresentaram consistência de agrupamento ao longo dos cinco anos de avaliação, com

TABELA 5. Resumo da estratificação de ambientes obtida pelo método de Lin (1982) para as características produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG), avaliadas em híbridos de milho safrinha nos anos de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Grupo/Ano	Grupos de ambientes para PG*				
	2004	2005	2006	2007	2008
I	1 (CV)	6 (SOR)	14 (SOR)	25 (NM)	32 (NM)
	3 (PL)	8 (NM)	15 (SOR)	26 (CNP)	33 (CNP)
	4 (CNP)	10 (SAP)	17 (LRV)	28 (PL)	35 (CV)
		13 (ITI)	20 (CV)		
II	2 (LRV)	9 (CNP)	16 (LRV)	23 (LRV)	30 (LRV)
		13 (ITI)	17 (LRV)	28 (PL)	32 (NM)
III	5 (SOR)	7 (LRV)	15 (SOR)	26 (CNP)	29 (SOR)
			16 (LRV)	27 (CV)	
IV	-	11 (CV)	18 (NM)	24 (LRV)	31 (LRV)
				28 (PL)	
V	-	12 (PL)	19 (CNP)	21 (SOR)	34 (CNP)
VI	-	-	-	22 (SOR)	-
Grupo/Ano	Grupos de ambientes para AG				
	2004	2005	2006	2007	2008
I	1 (CV) 3 (PL)	6 (SOR)	14 (SOR)	21 (SOR)	31 (LRV)
		9 (CNP)	15 (SOR)	23 (LRV)	
		10 (SAP)	16 (LRV)	24 (LRV)	
		13 (ITI)	20 (CV)	28 (PL)	
II	1 (CV) 4 (CNP)	6 (SOR)	17 (LRV)	26 (CNP)	29 (SOR)
		7 (LRV)	20 (CV)	27 (CV)	
III	2 (LRV)	8 (NM)	14 (SOR)	22 (SOR)	30 (LRV)
		13 (ITI)	19 (CNP)	24 (LRV)	
IV	5 (SOR)	9 (CNP)	19 (CNP)	22 (SOR)	32 (NM)
		12 (PL)	20 (CV)	23 (LRV)	
V	-	11 (CV)	18 (NM)	25 (NM)	33 (CNP)
VI	-	-	-	-	35 (CV)

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

base no desempenho dos híbridos de milho safrinha, tanto para produtividade de grãos quanto para a aparência geral (Tabela 5). Verificou-se que os dois ensaios conduzidos em Sorriso e os dois em Lucas do Rio Verde se agruparam no ano de 2006, considerando a produtividade de grãos. Entretanto, em 2007, esses mesmos ensaios não

se agruparam. Cabe ressaltar, para o referido ano, que a semeadura foi realizada em datas diferentes. Já quando se considerou a aparência geral, apenas os dois ensaios de Sorriso agruparam-se no ano 2006 e os dois de Lucas do Rio Verde no ano de 2007. Esses resultados sugerem que a condução de ensaios em mais de um local por município pode tornar a recomendação mais consistente, desde que se utilizem datas de plantio distintas para cada ensaio. Gonçalves *et al.* (1999) ressaltam que o uso de plantio em épocas diferentes, mesmo que na mesma propriedade, pode contribuir para reduzir os efeitos prejudiciais da interação genótipo x ano, sem, contudo, onerar custos com a condução dos ensaios. Também em seu trabalho, a interação genótipo x ano foi considerada a mais importante.

A decomposição do quadrado médio da interação GA, considerando cada par de ambientes, realizada segundo a metodologia de Cruz e Castoldi (1991), mostrou que a grande maioria dos pares de ambientes apresentou interação complexa em predominância, com 94,44 % dos pares para a produtividade de grãos e 90,73 % para a aparência geral (Tabela 6). Assim, nenhum outro ambiente pode ser incluído aos grupos de ambientes obtidos pela metodologia de Lin (1982), uma vez que nenhum dos ambientes não agrupados apresentou interação de natureza simples em predominância com aqueles componentes de cada grupo.

3.3.2. Estratificação de ambientes pela análise de fatores (MURAKAMI e CRUZ, 2004)

Por esse método se agrupa em um mesmo fator ambientes com alta correlação entre si, considerando o desempenho dos genótipos, e com baixa correlação em relação aos demais fatores. Para que se obtivesse a porcentagem da variação explicada pelos fatores acima de 80 %, conforme sugerido por Cruz e Carneiro (2006), foi necessário considerar três fatores em 2004 e 2006, cinco fatores em 2005 e quatro fatores em 2007 e 2008 para a característica produtividade de grãos. Para a aparência geral foram necessários três fatores em 2004 e 2007 e quatro fatores em 2005, 2006 e 2008. O número de fatores descritos acima para cada variável e em cada ano foi utilizado para obtenção das cargas fatoriais após rotação.

Exceto para o local 16 (Lucas do Rio Verde), considerando a produtividade de grãos, as comunalidades foram todas acima de 0,64, que, conforme Cruz e Carneiro

TABELA 6. Porcentagem da parte simples (PS%) da interação GA, conforme Cruz e Castoldi (1991), e a correlação de Pearson (r), considerando pares de ensaios para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) nos anos de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Par de Ensaio*	Ano	PG		AG		Par de Ensaio	Ano	PG		AG	
		PS%	r	PS%	r			PS%	r	PS%	r
1 x 2	2004	18,08	0,31	31,22	0,50	12 x 13	2005	21,75	0,33	40,09	0,36
1 x 3	2004	66,18	0,82	38,02	0,61	14 x 15	2006	57,01	0,80	42,02	0,66
1 x 4	2004	44,22	0,67	40,88	0,59	14 x 16	2006	31,35	0,47	43,16	0,68
1 x 5	2004	13,46	0,25	17,48	0,24	14 x 17	2006	56,99	0,78	24,30	0,40
2 x 3	2004	19,01	0,32	25,90	0,44	14 x 18	2006	7,65	0,13	4,78	0,08
2 x 4	2004	15,37	0,28	14,26	0,26	14 x 19	2006	5,50	0,03	38,78	0,61
2 x 5	2004	17,14	0,29	8,04	0,14	14 x 20	2006	50,26	0,66	49,13	0,64
3 x 4	2004	43,07	0,65	24,70	0,41	15 x 16	2006	39,00	0,51	36,38	0,59
3 x 5	2004	18,19	0,24	27,97	0,44	15 x 17	2006	49,89	0,67	23,88	0,38
4 x 5	2004	22,82	0,38	16,60	0,30	15 x 18	2006	5,00	0,10	6,60	0,10
6 x 7	2005	21,57	0,07	41,94	0,62	15 x 19	2006	19,93	0,21	25,03	0,43
6 x 8	2005	11,17	0,15	3,53	0,07	15 x 20	2006	69,36	0,78	47,41	0,60
6 x 9	2005	15,37	-0,02	18,93	0,33	16 x 17	2006	38,67	0,62	17,37	0,30
6 x 10	2005	19,82	0,34	47,62	0,55	16 x 18	2006	14,05	0,12	6,97	0,12
6 x 11	2005	16,38	-0,02	7,99	-0,10	16 x 19	2006	8,66	0,17	36,95	0,58
6 x 12	2005	18,43	-0,01	6,12	0,04	16 x 20	2006	24,46	0,42	52,13	0,68
6 x 13	2005	23,89	0,27	10,51	0,08	17 x 18	2006	21,61	0,28	-1,92	-0,04
7 x 8	2005	5,50	-0,04	16,23	0,27	17 x 19	2006	5,55	0,10	19,06	0,26
7 x 9	2005	18,87	0,34	26,51	0,36	17 x 20	2006	32,41	0,52	17,85	0,29
7 x 10	2005	5,86	-0,10	51,17	0,47	18 x 19	2006	-2,72	-0,22	6,99	0,07
7 x 11	2005	25,37	0,44	4,20	-0,02	18 x 20	2006	19,37	0,15	1,32	-0,02
7 x 12	2005	9,94	0,19	8,89	0,16	19 x 20	2006	6,17	0,12	47,15	0,55
7 x 13	2005	23,08	0,36	33,78	0,32	21 x 22	2007	43,00	0,68	44,50	0,69
8 x 9	2005	23,05	0,28	-8,62	-0,21	21 x 23	2007	22,87	0,41	59,28	0,83
8 x 10	2005	4,05	0,07	25,93	0,21	21 x 24	2007	33,60	0,43	51,77	0,74
8 x 11	2005	0,38	-0,13	-6,29	-0,35	21 x 25	2007	24,58	0,38	28,36	0,48
8 x 12	2005	7,89	-0,01	-9,30	-0,25	21 x 26	2007	33,17	0,51	28,07	0,48
8 x 13	2005	28,14	0,45	27,04	0,33	21 x 27	2007	34,36	0,57	29,32	0,50
9 x 10	2005	18,74	0,15	47,67	0,61	21 x 28	2007	31,11	0,43	45,26	0,68
9 x 11	2005	26,22	0,46	63,05	0,63	22 x 23	2007	29,77	0,51	45,39	0,70
9 x 12	2005	15,09	0,28	48,69	0,61	22 x 24	2007	34,28	0,44	44,71	0,69
9 x 13	2005	30,51	0,48	12,73	0,19	22 x 25	2007	28,40	0,44	34,02	0,55
10 x 11	2005	7,76	-0,06	64,35	0,45	22 x 26	2007	40,51	0,60	45,38	0,70
10 x 12	2005	34,34	0,35	58,16	0,51	22 x 27	2007	35,98	0,59	39,88	0,62
10 x 13	2005	19,73	0,28	22,82	0,38	22 x 28	2007	46,07	0,62	42,85	0,67
11 x 12	2005	22,68	0,40	48,65	0,68	23 x 24	2007	36,30	0,47	57,98	0,82
11 x 13	2005	-0,38	-0,05	43,32	0,22	23 x 25	2007	33,93	0,51	27,31	0,45

Continua...

TABELA 6. Continuação

Par de Ensaios	Ano	PG		AG		Par de Ensaios	Ano	PG		AG	
		PS%	r	PS%	r			PS%	r	PS%	r
23 x 26	2007	34,02	0,52	36,23	0,59	29 x 34	2008	17,50	0,32	11,87	0,20
23 x 27	2007	34,57	0,57	42,22	0,64	29 x 35	2008	34,10	0,33	20,65	0,28
23 x 28	2007	54,41	0,71	40,92	0,65	30 x 31	2008	26,68	0,44	37,99	0,61
24 x 25	2007	27,87	0,46	35,63	0,54	30 x 32	2008	30,08	0,40	39,55	0,62
24 x 26	2007	23,31	0,38	42,42	0,66	30 x 33	2008	17,12	0,29	16,11	0,27
24 x 27	2007	40,39	0,54	39,51	0,59	30 x 34	2008	21,91	0,38	33,08	0,55
24 x 28	2007	26,06	0,45	51,30	0,76	30 x 35	2008	28,41	0,32	35,81	0,57
25 x 26	2007	36,64	0,60	22,73	0,39	31 x 32	2008	24,74	0,24	23,23	0,40
25 x 27	2007	25,16	0,41	17,20	0,31	31 x 33	2008	30,23	0,43	19,90	0,34
25 x 28	2007	33,85	0,55	37,88	0,57	31 x 34	2008	34,80	0,57	47,25	0,72
26 x 27	2007	45,98	0,68	55,19	0,79	31 x 35	2008	39,89	0,39	33,05	0,54
26 x 28	2007	46,67	0,70	44,77	0,69	32 x 33	2008	15,92	0,26	14,53	0,27
27 x 28	2007	44,32	0,62	36,95	0,56	32 x 34	2008	33,60	0,41	30,85	0,50
29 x 30	2008	29,25	0,49	29,12	0,47	32 x 35	2008	20,69	0,36	19,71	0,36
29 x 31	2008	31,22	0,53	21,86	0,34	33 x 34	2008	25,99	0,39	25,28	0,41
29 x 32	2008	25,23	0,26	30,59	0,43	33 x 35	2008	28,68	0,42	21,52	0,38
29 x 33	2008	24,38	0,36	15,08	0,17	34 x 35	2008	32,69	0,33	35,19	0,56

* 1 Campo Verde; 2 Lucas do Rio Verde; 3 Primavera do Leste; 4 Campo Novo do Parecis; 5 Sorriso; 6 Sorriso; 7 Lucas do Rio Verde; 8 Nova Mutum; 9 Campo Novo do Parecis; 10 Sapezal; 11 Campo Verde; 12 Primavera do Leste; 13 Itiquira; 14 Sorriso; 15 Sorriso; 16 Lucas do Rio Verde; 17 Lucas do Rio Verde; 18 Nova Mutum; 19 Campo Novo do Parecis; 20 Campo Verde; 21 Sorriso; 22 Sorriso; 23 Lucas do Rio Verde; 24 Lucas do Rio Verde; 25 Nova Mutum; 26 Campo Novo do Parecis; 27 Campo Verde; 28 Primavera do Leste; 29 Sorriso; 30 Lucas do Rio Verde; 31 Lucas do Rio Verde; 32 Nova Mutum; 33 Campo Novo do Parecis; 34 Campo Novo do Parecis; e 35 Campo Verde.

(2006) têm sido aceitas como valores razoáveis. As comunalidades representam a proporção da variância da variável padronizada j (nesse caso, os ensaios) devido aos fatores comuns. Além disso, comunalidades altas demonstram boa qualidade de fatoração, com pequena variância específica.

Analisando as cargas fatoriais obtidas após a rotação, observou-se que alguns ambientes não puderam ser associados a nenhum fator, devido ao fato de apresentarem cargas fatoriais menores que 0,70. Entre eles, encontram-se os ensaios 9 (Campo Novo do Parecis), 13 (Itiquira), 16 (Lucas do Rio Verde), 26 (Campo Novo do Parecis), 27 (Campo Verde) e 31 (Lucas do Rio Verde) para a característica produtividade de grãos. Já para a aparência geral relacionam-se os ensaios 3 (Primavera do Leste), 10 (Sapezal), 22 (Sorriso), 28 (Primavera do Leste) e 30 (Lucas do Rio Verde).

O resumo da estratificação de ambientes, segundo a metodologia de Murakami e Cruz (2004), está apresentado na Tabela 7. Notou-se que nenhum dos ambientes

TABELA 7. Resumo da estratificação de ambientes obtida pelo método da análise de fatores, proposto por Murakami e Cruz (2004), para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) nos anos de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Grupo/Ano	Grupos de ambientes para PG*				
	2004	2005	2006	2007	2008
I	1 (CV)	10 (SAP)	14 (SOR)	21 (SOR)	29 (SOR)
	3 (PL)		15 (SOR)		
	4 (CNP)		17 (LRV)		
			20 (CV)		
II	2 (LRV)	6 (SOR)	16 (LRV)	23 (LRV) 28 (PL)	33 (CNP) 35 (CV)
III	5 (SOR)	7 (LRV)	18 (NM)	24 (LRV)	31 (LRV)
IV	-	8 (NM)	19 (CNP)	25 (NM)	32 (NM)
V	-	9 (CNP)	-	26 (CNP)	34 (CNP)
VI	-	11 (CV)	-	27 (CV)	-
VII	-	13 (ITI)	-	-	-
Grupo/Ano	Grupos de ambientes para AG				
	2004	2005	2006	2007	2008
I	1 (CV)	9 (CNP)	14 (SOR)	21 (SOR)	31 (LRV)
	4 (CNP)	11 (CV)	15 (SOR)	23 (LRV)	34 (CNP)
		12 (PL)	16 (LRV)	24 (LRV)	35 (CV)
			20 (CV)		
II	2 (LRV)	6 (SOR) 7 (LRV)	17 (LRV)	26 (CNP) 27 (CV)	29 (SOR)
III	3 (PL)	8 (NM)	18 (NM)	22 (SOR)	30 (LRV)
IV	5 (SOR)	10 (SAP)	19 (CNP)	25 (NM)	32 (NM)
V	-	13 (ITI)	-	28 (PL)	33 (CNP)

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

permaneceu agrupado durante os cinco anos de avaliação, tanto para a produtividade de grãos como para a aparência geral. Contudo, os ensaios de Sorriso e Lucas do Rio Verde nos anos de 2006 e 2008 e os ensaios de Campo Novo do Parecis e Campo Verde nos anos de 2004 e 2008 permanecem agrupados, considerando a produtividade de

grãos. Relativo à aparência geral, registra-se que os ensaios de Campo Novo do Parecis e Campo Verde aparecem agrupados nos anos de 2004, 2006, 2007 e 2008, os ensaios de Sorriso e Lucas do Rio Verde nos anos de 2005, 2006 e 2007 e os ensaios de Campo Verde e Lucas do Rio Verde nos anos de 2006 e 2008. Esses resultados mostram que todos os municípios considerados nesse estudo, assim como verificado pelo método de Lin (1982), representados por Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Sapezal, Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira são indispensáveis para uma caracterização eficiente de híbridos de milho safrinha, visando à recomendação para o estado do Mato Grosso. Também verifica-se por esse método, que a interação genótipos x anos teve maior importância na caracterização dos híbridos do que a interação genótipos x ensaios dentro de cada ano.

Os dois métodos utilizados nesse estudo apontaram maior similaridade para os ambientes Campo Novo do Parecis e Campo Verde, tanto para produtividade de grãos como para aparência geral. Cabe ressaltar que os municípios de Campo Novo do Parecis e Campo Verde ficam a aproximadamente 500 km de distância um do outro.

Observou-se que o método de Lin (1982), Tabela 5, agrupou mais ambientes durante os cinco anos de avaliação do que o método de Murakami e Cruz (2004), Tabela 7, para as duas características estudadas. Contudo, ao analisar todos os pares de ambientes agrupados pelo método de Lin (1982), notou-se que nos anos de 2005, 2007 e 2008 foram agrupados pares de ambientes com correlação abaixo de 0,50 para característica produtividade de grãos (Tabela 6). Já para a característica aparência geral foram agrupados ambientes com correlação abaixo de 0,50 nos anos de 2005 e 2006.

O método de Murakami e Cruz (2004) mostrou-se mais seletivo na formação dos grupos, que, em geral, apresentaram alta correlação. Entretanto, no ano de 2005, observou-se que o método agrupou os ambientes 10 (Sapezal) x 12 (Primavera do Leste), e, no ano de 2008, os ambientes 29 (Sorriso) x 30 (Lucas do Rio Verde) e 33 (Campo Novo do Parecis) x 35 (Campo Verde) que apresentaram correlação abaixo de 0,5 – considerando a característica produtividade de grãos. Tais resultados evidenciam menor eficiência do agrupamento, quando as correlações entre os ambientes foram em geral todas baixas, como no ano de 2005 e 2008 para a característica produtividade de grãos. Ainda, cabe ressaltar o fato do método não considerar a significância da interação GA entre os ambientes agrupados e nem mesmo sua natureza, simples ou complexa. Nesse sentido, observou-se que os ambientes agrupados no primeiro grupo no ano de 2005, 2007 e 2008, para produtividade de grãos, e para aparência geral nos anos de

2005 e 2008 apresentaram interação de natureza complexa em predominância (Tabela 6).

Garbuglio *et al.* (2007), considerando ambientes de milho verão no estado do Paraná, também notaram que um dos grupos formados pela análise de fatores apresentava interação GA de natureza complexa em predominância. Entretanto, os mesmos autores, combinaram os resultados do método da análise de fatores com o método da decomposição de interação GA em parte simples e complexa de Cruz e Castoldi (1991) e concluíram que essa combinação foi mais eficiente que o método de Lin (1982) para formação dos grupos. O mesmo resultado foi obtido por Mendonça *et al.* (2007), trabalhando com a cultura da soja para os estados do Paraná e Santa Catarina.

4. CONCLUSÃO

Os municípios de Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Campo Novo do Parecis, Sapezal, Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira são indispensáveis para a caracterização de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.

CAPÍTULO 2

EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE NA RECOMENDAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO SAFRINHA PARA O ESTADO DO MATO GROSSO

1. INTRODUÇÃO

O milho safrinha ou de 2ª safra é cultivado de janeiro a abril em sucessão a uma cultura de primavera-verão (GERAGE e BIANCO, 1990). Essa prática iniciou-se na Bahia na década de 1980, sendo adotada pelos agricultores paranaenses, que visavam uma opção para rotação com a cultura da soja semeada no verão (GONÇALVES *et al.*, 1999). A partir de então a safrinha sofreu enormes mudanças, com aumento da área cultivada de 146 mil hectares para 4,561 milhões de hectares e a contribuição com a produção nacional, passando de 78,80 mil toneladas para 14,773 milhões de toneladas no agrícola de 2006/2007. Atualmente, o estado do Mato Grosso é o maior produtor de milho safrinha, contribuindo com 34,35 % da produção nacional (CONAB, 2009).

Registros de programas de melhoramento de milho exclusivos para a safrinha são escassos na literatura. Contudo, conforme Raupp *et al.* (2007), a empresa Du Pont do Brasil S.A – Divisão Pioneer Sementes (sigla Pioneer), iniciou seu programa com testes para identificação de linhagens e híbridos no ano de 1997 na região oeste do Paraná. Hoje, devido à crescente demanda para safrinha, esse programa tem como base o centro de pesquisa de Toledo (Paraná) e apoio em Sorriso (Mato Grosso) e Itumbiara (Goiás).

Uma das etapas importantes de um programa de melhoramento é a avaliação dos genótipos (G) em vários ambientes (A) de adaptação da cultura de interesse, visando à recomendação dos genótipos melhorados. Entretanto, ao avaliar vários genótipos em

diferentes ambientes, é comum a ocorrência de interação GA com efeito significativo, dificultando a recomendação. Isso porque o melhor genótipo em um ambiente pode não o ser em outro. Uma das alternativas utilizadas para contornar os inconvenientes proporcionados pela interação GA tem sido a identificação de genótipos adaptados e estáveis para ambientes específicos ou gerais (CARVALHO, 1999; GONÇALVES *et al.*, 1999; RIBEIRO *et al.*, 2000; HAMAWAKI e SANTOS, 2003; AGUIAR *et al.*, 2004; CRUZ *et al.*, 2004; BORÉM e MIRANDA, 2005; CRUZ e CARNEIRO, 2006; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007; GARBUGLIO *et al.*, 2007; MACHADO, 2007; RAUPP *et al.*, 2007).

Na literatura existem vários métodos que se propõem aos estudos de adaptabilidade e estabilidade e constantemente surgem novos. De forma geral, podem ser divididos em três categorias: aqueles baseados em análise de variância (ANOVA), os baseados em regressão linear e os não-paramétricos.

Nos métodos baseados em ANOVA, as estimativas do parâmetro de estabilidade são expressas em componentes quadráticos (quadrados médios ou componentes de variância) que, em certos casos, podem ser de baixa precisão. Entretanto, esses métodos proporcionam resultados de fácil interpretação e são vantajosos por serem aplicáveis mesmo quando o número de ambientes for relativamente reduzido (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007). Esses métodos, embora antigos, ainda podem ser úteis na recomendação de cultivares. Isso ocorre quando o interesse for por características em que se espera comportamento invariante dos genótipos ao longo dos ambientes, como, por exemplo, resistência às doenças ou notas de aparência geral.

Os métodos baseados em regressão linear relacionam as respostas individuais dos genótipos com o efeito do ambiente que, geralmente, é estimado, utilizando o índice ambiental, tanto associados à regressão linear simples quanto à regressão linear bissegmentada (CRUZ *et al.*, 2004). Dentre esses, o método de Eberhart e Russell (1996) tem sido o mais utilizado (PELÚZIO *et al.*, 2005; ATTA, *et al.*, 2009).

Na utilização dos métodos com base em ANOVA e regressão linear, algumas pressuposições devem ser atendidas: os efeitos do modelo estatístico devem ser aditivos; e os erros devem ser independentes, ter distribuição normal e apresentar homocedasticidade das variâncias. Entretanto, conforme Di Mauro *et al.* (2000), na experimentação agrícola, muitas vezes, esses princípios básicos não são observados. Nessas situações, assumem importância os métodos não paramétricos, os quais não especificam condições sobre os parâmetros da população da qual a amostra foi obtida (CAMPOS, 1983). Dentre eles, os métodos de Carneiro (1998) tem se mostrado

promissores (MURAKAMI *et al.*, 2004; AMORIN *et al.*, 2006), assim como o método do centroide (ROCHA *et al.* 2005), conforme trabalho realizado por Barros *et al.* (2008).

Visando a recomendação de potenciais híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso, a empresa Pioneer, atualmente, usa uma rede de ensaios distribuída nas três principais regiões do estado (centro norte, oeste e sul). A região centro-norte é representada pelos municípios de Nova Mutum, Lucas do Rio Verde e Sorriso. A região oeste pelos municípios de Campo Novo do Pareçis e Sapezal, enquanto que, a região sul, pelos municípios de Campo Verde, Primavera do Leste e Itiquira. Na recomendação dos híbridos a empresa Pioneer vem utilizando, com sucesso, as médias dos ensaios com base em produtividade de grãos e notas de aparência geral. Haja vista que híbridos como o 30F90, lançado em 2001, o 30F35, lançado em 2005, e 30S31, lançado em 2007, permanecem no mercado até os dias atuais com excelente aceitação pelos produtores. Entretanto, a análise de adaptabilidade e estabilidade permite avaliar o comportamento pormenorizado na recomendação dos híbridos, tendo em vista condições ambientais específicas ou amplas.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade, visando futuras recomendações de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no presente estudo foram provenientes de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) para milho safrinha no estado do Mato Grosso, avaliados pela empresa Du Pont do Brasil S.A. – Divisão Pioneer Sementes (Pionner) nos anos de 2004 a 2008.

2.1. Detalhes experimentais

Os ensaios de VCU foram instalados em propriedades de agricultores tradicionais de milho de diferentes municípios do estado do Mato Grosso e na estação experimental da Pionner nesse mesmo estado (Tabela 1).

O delineamento experimental empregado foi do tipo blocos casualizados com duas repetições. A unidade experimental constituiu-se de duas linhas de 4,2 m de comprimento, com espaçamento entre linhas, variando conforme o espaçamento utilizado pelo produtor onde o experimento foi instalado (Tabela 2).

A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, usando-se semeadora de duas linhas equipada com conjunto de corte e com dispositivo elétrico, que possibilita alternância automática de híbridos a cada 4,2 m percorridos. Juntamente à semeadura, foram aplicados inseticida (carbofuran) e fertilizante (NPK) granulado.

TABELA 1. Descrição do local de condução de ensaios de avaliação de milho safrinha no período de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Ensaio	Ano	Município (MT)	Propriedade	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	2004	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667
2	2004	Lucas do Rio Verde	Fazenda Flávio Macedo	13°20'41"S	56°02'59"O	427
3	2004	Primavera do Leste	Fazenda José Patrício	15°09'31"S	54°04'08"O	606
4	2004	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
5	2004	Sorriso	Fazenda César Schawinski	12°12'04"S	55°34'09"O	348
6	2005	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
7	2005	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
8	2005	Lucas do Rio Verde	Fazenda Sucupira	13°03'01"S	55°54'40"O	380
9	2005	Nova Mutum	Fazenda Santa Bárbara	13°49'28"S	56°04'01"O	447
10	2005	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
11	2005	Sapezal	Fazenda Tucunaré	12°58'04"S	58°46'21"O	430
12	2005	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667
13	2005	Primavera do Leste	Fazenda Jaú	15°34'25"S	54°21'04"O	653
14	2005	Itiquira	Fazenda Ribeirão I	17°11'08"S	54°09'04"O	549
15	2006	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
16	2006	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
17	2006	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
18	2006	Lucas do Rio Verde	Fazenda Santa Maria	12°58'24"S	55°52'48"O	401
19	2006	Nova Mutum	Fazenda Santa Bárbara	13°49'28"S	56°04'01"O	447
20	2006	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
21	2006	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667

Continua...

TABELA 1. Continuação

Ensaio	Ano	Município (MT)	Propriedade	Latitude	Longitude	Altitude (m)
22	2007	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
23	2007	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
24	2007	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
25	2007	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
26	2007	Nova Mutum	Fazenda Santa Cecília	13°50'24"S	56°07'18"O	480
27	2007	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
28	2007	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667
29	2007	Primavera do Leste	Fazenda Cachoeirinha	15°34'42"S	54°29'34"O	651
30	2008	Sorriso	Estação de pesquisa da Pioneer	12°44'50"S	55°49'32"O	398
31	2008	Lucas do Rio Verde	Fazenda Nona Sílvia	13°07'56"S	55°57'38"O	418
32	2008	Lucas do Rio Verde	Fazenda Palmeira	13°01'30"S	55°57'09"O	406
33	2008	Nova Mutum	Fazenda Santa Cecília	13°50'24"S	56°07'18"O	480
34	2008	Campo Novo do Parecis	Fazenda Morro Azul	14°16'03"S	58°00'04"O	661
35	2008	Campo Novo do Parecis	Fazenda Água Azul	13°58'25"S	57°59'17"O	612
36	2008	Campo Verde	Fazenda De Bortoli	15°23'27"S	54°51'28"O	667

TABELA 2. Detalhes experimentais dos ensaios de avaliação de milho safrinha no período de 2004 a 2008. Mato Grosso – Brasil

Ensaio*	Espaçamento entre linhas (m)	Plantio	Colheita
1 (CV)	0,90	13/02/2004	26/06/2004
2 (LRV)	0,80	04/02/2004	07/06/2004
3 (PL)	0,90	15/02/2004	24/06/2004
4 (CNP)	0,90	11/02/2004	28/06/2004
5 (SOR)	0,90	07/02/2004	03/06/2004
6 (SOR)	0,90	07/02/2005	07/06/2005
7 (SOR)	0,90	02/03/2005	12/06/2005
8 (LRV)	0,80	11/02/2005	05/06/2005
9 (NM)	0,80	12/02/2005	04/06/2005
10 (CNP)	0,80	13/02/2005	14/06/2005
11 (SAP)	0,90	13/02/2005	14/06/2005
12 (CV)	0,90	15/02/2005	17/06/2005
13 (PL)	0,90	17/02/2005	16/06/2005
14 (ITI)	0,90	18/02/2005	22/06/2005
15 (SOR)	0,90	08/02/2006	08/06/2006
16 (SOR)	0,90	11/02/2006	10/06/2006
17 (LRV)	0,90	12/02/2006	19/06/2006
18 (LRV)	0,90	13/02/2006	20/06/2006
19 (NM)	0,90	13/02/2006	21/06/2006
20 (CNP)	0,90	14/02/2006	22/06/2006
21 (CV)	0,90	16/02/2006	04/07/2006
22 (SOR)	0,90	31/01/2007	04/06/2007
23 (SOR)	0,90	06/02/2007	11/06/2007
24 (LRV)	0,90	28/01/2007	29/05/2007
25 (LRV)	0,90	04/02/2007	29/05/2007
26 (NM)	0,90	01/02/2007	28/05/2007
27 (CNP)	0,80	11/02/2007	14/06/2007
28 (CV)	0,90	08/02/2007	17/06/2007
29 (PL)	0,90	10/02/2007	20/06/2007
30 (SOR)	0,80	29/01/2008	07/06/2008
31 (LRV)	0,80	10/02/2008	30/06/2008
32 (LRV)	0,80	16/02/2008	26/06/2008
33 (NM)	0,80	12/02/2008	04/07/2008
34 (CNP)	0,80	18/02/2008	08/07/2008
35 (CNP)	0,80	17/02/2008	09/07/2008
36 (CV)	0,90	21/02/2008	18/07/2008

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

A adubação de base e de cobertura, e o controle de plantas daninhas e de pragas foram realizados conforme manejo de cada cooperado. Foi dada assistência técnica aos

cooperados para que os tratos culturais fossem realizados conforme recomendação técnica e, no caso de necessidade, as medidas necessárias foram tomadas.

A população de plantas foi de 60.000 plantas/ha para cada um dos cinco anos testados. Para isso foram empregadas sementes em excesso no plantio e realizado desbaste quando necessário. O desbaste foi realizado quando as plantas estavam entre os estágios V3-V4, descrito por Magalhães *et al.* (2002), com o intuito de atingir o meristema apical da planta e, assim, garantir que as mesmas não rebrotassem.

No campo foram avaliadas as características produtividade de grãos, em kg/parcela, e a aparência geral, com escala de nota variando de 1 a 9. Nesse último caso, a nota 1 se referiu aos piores híbridos e a nota 9 para os melhores, considerando as principais características agronômicas da planta, quais sejam: potencial de produtividade, severidade de doenças, acamamento de raiz, quebraimento de colmo, arquitetura foliar, altura de planta e de inserção da espiga, uniformidade (no caso de híbrido triplo) e cobertura de palha na espiga. Essas notas foram atribuídas quando as plantas atingiram a maturidade fisiológica no estágio R5. A avaliação da aparência geral torna-se de suma importância, pois auxilia na tomada de decisão pela recomendação ou descarte de um híbrido, uma vez que reflete a avaliação visual das principais características agronômicas dos híbridos avaliados.

A colheita foi efetuada quando os grãos atingiram umidade inferior à 25 %, utilizando colhedora adaptada para colheita de ensaios. Essa colhedora possui mecanismo eletrônico que coleta o peso e a umidade de cada parcela. Os dados de cada parcela foram transformados em kg/ha, corrigidos em função do espaço perdido entre plantas dentro de parcela e ajustados a 15 % de umidade.

2.2. Análise de variância individual

Inicialmente, os dados de cada ensaio foram submetidos à análise de variância individual, visando detectar variabilidade entre os híbridos testados e a precisão relativa do ensaio, com base no modelo abaixo descrito:

$$Y_{ik} = \mu + G_i + B_k + e_{ik}$$

em que:

Y_{ik} = valor observado do i -ésimo genótipo (híbrido), no k -ésimo bloco;

μ = média geral;

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

B_k = efeito do bloco k ($k = 1, 2, \dots, r$); e

e_{ik} = erro aleatório.

Pressuposições:

e) $\sum_{i=1}^g g_i = 0$;

f) $B_k \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$;

g) $e_{ik} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$; e

h) B_k e e_{ik} são independentes.

O esquema da análise de variância, para cada ambiente (ensaio), encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1. Esquema da análise de variância individual e esperanças de quadrado médio

FV	GL	SQ	QM	E(QM)
Blocos	$r - 1$	SQB	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_b^2$
Genótipos	$g - 1$	SQG	QMG	$\sigma^2 + r \phi_g$
Resíduo	$(r - 1)(g - 1)$	SQR	QMR	σ^2

$$\phi_g = \sum_i G_i^2 / (g - 1)$$

2.3. Análise de variância conjunta

Foram selecionados para as análises de variância conjuntas aqueles ensaios que apresentaram variâncias residuais homogêneas, que, segundo Pimentel-Gomes (1985), proporcionam uma relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo inferior que sete. Essas análises foram realizadas visando estimar o componente da interação genótipo x ambiente, conforme modelo a seguir:

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

em que:

Y_{ijk} = valor observado do i -ésimo genótipo, no j -ésimo ambiente e no k -ésimo bloco;

μ = média geral do ensaio;

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

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

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

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

e_{ijk} = erro aleatório.

Restrições:

c) $\sum_{i=1}^g g_i = 0$; e

d) $\sum_{i=1}^g ga_{ij} = 0$.

Pressuposições:

g) Os G_i 's são de efeitos fixos;

h) $B/A_{jk} \sim \text{NID}(0, \sigma_b^2)$;

i) $A_j \sim \text{NID}(0, \sigma_a^2)$;

j) $GA_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_{ga}^2)$;

k) $e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$; e

l) B/A_{jk} , A_j , GA_{ij} e e_{ijk} são independentes entre si.

O esquema da análise de variância conjunta e respectivas esperanças de quadrados médios encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2. Esquema da análise de variância conjunta e respectivas esperanças de quadrados médios

FV	GL	SQ	QM	E(QM)
Blocos/Ambientes	$a(r - 1)$	SQB	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_{b/a}^2$
Ambientes (A)	$a - 1$	SQA	QMA	$\sigma^2 + g\sigma_{b/a}^2 + gr\sigma_a^2$
Genótipos (G)	$g - 1$	SQG	QMG	$\sigma^2 + ra\sigma_{ga}^2 + ar\phi_g$
GxA	$(g - 1)(a - 1)$	SQGA	QMGA	$\sigma^2 + ra\sigma_{ga}^2$
Resíduo	$a(g - 1)(r - 1)$	SQR	QMR	σ^2

$$\alpha = g/(g-1)$$

$$\phi_g = \sum_i G_i^2/(g-1)$$

2.4. Análises de adaptabilidade e estabilidade

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, conforme a portaria n.º 294 de 14 de Outubro de 1998, estabeleceu exigências mínimas na condução de ensaios de VCU, visando a recomendação de cultivares. Para o milho, a avaliação precisa ser realizada em pelo menos dois anos consecutivos e em três diferentes locais na região de interesse da recomendação. Assim, para a análise de adaptabilidade e estabilidade, considerando diferentes métodos, foram considerados dados dos biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, em que o número de ensaios para cada biênio foi de 14, 16, 15 e 15, respectivamente (Tabela 1). O número de híbridos de milho safrinha também variou nos ensaios dos quatro biênios, com 14, 17, 14 e 21 híbridos avaliados, respectivamente (Tabela 3).

Visando futuras recomendações de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso, os dados dos quatro biênios foram submetidos à análise de adaptabilidade e estabilidade com base nos métodos de Plaisted e Peterson (1959), de Eberhart e Russell (1966), Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada – e método do centroide (ROCHA *et al.*, 2005).

TABELA 3. Informações sobre os híbridos e biênios de avaliação. Mato Grosso – Brasil

Nome ¹	Marca	Tipo ²	RA ³	Biênio avaliado ⁴			
				04/05	05/06	06/07	07/08
3021	Pioneer	HT	S, SF, CA	1	1	1	1
30F33	Pioneer	HS	S, SF, CA, CB	1	-	-	-
30F35	Pioneer	HS	SF, CA, CB	1	1	1	1
30F80	Pioneer	HS	SF, CA, CB	-	-	-	1
30F87	Pioneer	HT	SF, CA, CB	1	1	1	1
30F90	Pioneer	HS	SF, CA, CB	1			1
30F98	Pioneer	HT	S, SF, CB	1	1	1	1
30K73	Pioneer	HS	SF, CA, CB	-	-	1	1
30K75	Pioneer	HSm	S, SF, CA	-	-	1	1
30P34	Pioneer	HT	S	1	-	-	-
30P70	Pioneer	HS	S, SF, CA, CB	1	1	-	-
30R32	Pioneer	HS	SF	1	1	1	1
30S31	Pioneer	HS	SF	-	-	-	1
30S40	Pioneer	HS	SF, CA, CB	1	1	1	1
BG7049	Biogene	HT	SF, CA, CB	-	-	1	1
P3340	Pioneer	HS	SF	-	-	-	1
Test 1	Dow	HS	S, SF, CA, CB	-	-	-	1
Test 2	Agroceres	HS	S, SF, CA, CB	-	1	1	1
Test 3	Dekalb	HS	SF	-	-	-	1
Test 4	Dekalb	HT	SF	1	1	1	-
Test 5	Dekalb	HS	SF	-	-	-	1
Test 6	Syngenta	HT	S, SF, CA, CB	-	1	-	-
Exp 1	Pioneer	HS	I	1	-	-	-
Exp 2	Pioneer	HS	I	-	1	-	-
Exp 3	Pioneer	HS	I	-	1	-	-
Exp 4	Pioneer	HS	I	-	1	-	-
Exp 5	Pioneer	HT	I	-	1	-	-
Exp 6	Pioneer	HT	I	-	1	-	-
Exp 7	Pioneer	HT	I	1	-	-	-
Exp 8	Pioneer	HT	I	1	-	-	-
Exp 9	Pioneer	HS	I	-	1	-	-
Exp 10	Pioneer	HS	I	-	1	-	-
Exp 11	Pioneer	HS	I	-	-	1	-
Exp 12	Pioneer	HS	I	-	-	1	-
Exp 13	Pioneer	HT	I	-	-	1	-
Exp 14	Pioneer	HS	I	-	-	-	1
Exp 15	Pioneer	HT	I	-	-	-	1
Exp 16	Pioneer	HS	I	-	-	-	1
Exp 17	Pioneer	HS	I	-	-	-	1
Total de híbridos/biênio				14	17	14	21

¹ Exp, híbrido experimental; Test, testemunha.

² HS, híbrido simples; HSm, híbrido simples modificado; e HT, híbrido triplo.

³ RA, Região de Adaptação. S, Sul; CA, Centro Alto (altitude acima de 700m); CB, Centro Baixo (altitudes abaixo de 700m), SF, Safrinha e I, indefinido. Informações obtidas em Pioneer (2009), Agroceres (2009), Dekalb (2009), Syngenta (2009) e Dow Agrociences (2009).

⁴ Híbridos identificados com número 1 participaram da análise no referido biênio.

2.4.1. Método de Plaisted e Peterson (1959)

Segundo o princípio da metodologia proposta por Plaisted e Peterson (1959), quando se testa genótipos (G) em vários ambientes (A), cada genótipo contribui com uma fração da variância atribuída à interação GA. Assim, os autores descrevem o estimador do parâmetro de estabilidade como sendo a média aritmética dos componentes de variância da interação entre pares de genótipos x ambientes que envolve um determinado genótipo. Dessa forma, quantifica-se a contribuição relativa de cada genótipo para a interação GA e identifica-se o de maior estabilidade (com menor θ_i). O estimador do parâmetro é conforme segue:

$$\theta_i = \frac{1}{g-1} \left[\sum_{i'} \hat{\sigma}_{ga_{ii'}}^2 \right] \quad \begin{array}{l} (i' \neq i) \\ (i' = 1, 2, \dots, g) \\ (i = 1, 2, \dots, g) \end{array}$$

Para obtenção das estimativas dos parâmetros de estabilidade, são necessárias análises de variâncias entre cada par de genótipos, o que totaliza $g(g-1)/2$ análises. Esse grande número de análises tem, muitas vezes, inviabilizado o uso desta técnica (CRUZ et al. 2004). Uma maneira operacionalmente mais simples para obtenção dos componentes de variância associados à interação entre pares de genótipos e ambientes é demonstrada a seguir.

Seja $d_{ii'}^2$ o quadrado da distância euclidiana entre os genótipos i e i' , com base no comportamento desses em a ambientes. Assim:

$$d_{ii'}^2 = \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'j})^2 \quad (j = 1, 2, \dots, a)$$

Pode-se deduzir que:

$$SQ(G_{ii'} \times A) = \frac{r}{2} \left[d_{ii'}^2 - \frac{1}{a} (Y_i - Y_{i'})^2 \right]$$

Logo, para modelos aleatórios, tem-se que:

$$\hat{\sigma}_{ga_{ii'}}^2 = \frac{[SQ(G_{ii'} \times A)/(a-1)] - QMR}{r}$$

A contribuição relativa de cada genótipo é calculada por:

$$\theta_i (\%) = \frac{\theta_i \times 100}{\sigma_{ga_{ii}}^2}$$

2.4.2. Método de Eberhart e Russell (1966)

O método baseia-se na análise de regressão linear, que mede a resposta de cada genótipo às variações ambientais. O coeficiente de regressão dos valores fenotípicos de cada genótipo em relação ao índice ambiental e os desvios dessa regressão proporcionam estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, respectivamente. É adotado o seguinte modelo de regressão linear:

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

sendo:

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

β_{oi} : média geral do genótipo i ;

β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente;

I_j : índice ambiental codificado $\left(\sum_j I_j = 0 \right)$;

δ_{ij} : desvio da regressão; e

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

As constantes e os coeficientes de regressão são estimados da mesma maneira como proposto pela metodologia de Finlay e Wilkinson (1963), ou seja:

$$\hat{\beta}_{oi} = \bar{Y}_i \qquad \hat{v}(\hat{\beta}_{oi}) = \frac{1}{a} \hat{\sigma}_\epsilon^2$$

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2} \qquad \hat{v}(\hat{\beta}_{1i}) = \frac{1}{\sum_j I_j^2} \hat{\sigma}_\epsilon^2$$

sendo:

$$\hat{\sigma}_{\varepsilon}^2 = \frac{1}{r} \hat{\sigma}^2 = \frac{QMR}{r}$$

A hipótese $H_0 : \beta_{1i} = 1$ versus $H_a : \beta_{1i} \neq 1$ é avaliada pela estatística t, dada por:

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

O parâmetro de estabilidade (σ_{di}^2) é estimado, pelo método da análise de variância, a partir do quadrado médio do desvio da regressão de cada genótipo (QMD_i) e do quadrado médio do resíduo, isto é:

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \sum_j \hat{\delta}_{ij}^2 / (a-2) = \frac{QMD_i - QMR}{r} \quad (i = 1, 2, \dots, g)$$

em que:

$$QMD_i = \frac{r}{a-2} \left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{Y_{i.}^2}{a} - \frac{\left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2}{\sum_j I_j^2} \right] \quad (\text{válido para qualquer } i)$$

A hipótese $H_0 : \sigma_{di}^2 = 0$ é avaliada pela estatística F, dada por: $F = \frac{QMD_i}{QMR}$, associada a um nível de significância α e a a-2 e **m** graus de liberdade, sendo **m** o número de graus de liberdade do resíduo obtido na análise conjunta.

Eberhart e Russell (1966) consideram como genótipo ideal aquele que apresenta alta produção média, coeficiente de regressão igual a 1,0 e desvios da regressão tão pequenos quanto possíveis. Os conceitos sobre adaptabilidade e estabilidade utilizados, conforme exposto em Cruz *et al.* (2004), são os seguintes:

- Adaptabilidade: refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, classificando-se em:

- a) Genótipos com adaptabilidade geral ou ampla: são aqueles com β_{1i} igual a 1;
- b) Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis: são aqueles com β_{1i} maior que 1; e

c) Genótipos com adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis: são aqueles com β_{1i} menor que 1.

- Estabilidade: refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente. É avaliada pelo componente de variância atribuído aos desvios da regressão (σ_{di}^2), sendo verificados os seguintes tipos de genótipos:

a) Genótipos com estabilidade ou previsibilidade alta: são aqueles com σ_{di}^2 igual a 0; e

b) Genótipos com estabilidade ou previsibilidade baixa: são aqueles com σ_{di}^2 maior que 0.

2.4.3. Método de Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada

Carneiro (1998) propôs modificação na metodologia de Lin e Binns (1988). Nessa modificação, o conceito de cultivar ideal passou a ser como definido por Verma *et al.* (1978), o qual apresenta baixa resposta em ambientes desfavoráveis ($\beta_1 < 1$) e responsivo em condições favoráveis ($\beta_1 + \beta_2 > 1$). Essa cultivar hipotética, ou referencial, foi definida a seguir, baseando-se no modelo de Cruz *et al.* (1989).

$$Y_{mj} = b_{0m} + b_{1m}I_j + b_{2m}T(I_j)$$

em que:

Y_{mj} = resposta ideal do genótipo hipotético no ambiente j;

b_{0m} = valor fornecido para que a resposta ideal seja máxima para todos os locais;

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.

Para a análise da característica produtividade de grãos foram estabelecidos os valores dos coeficientes de regressão conforme recomendado por Cruz e Carneiro (2006), onde $\beta_1 = 0,5$ e $\beta_2 = 1,0$. Esses coeficientes refletem um genótipo de baixa

resposta aos ambientes desfavoráveis ($\beta_1 = 0,5$) e responsivo às condições favoráveis ($\beta_1 + \beta_2 = 1,5$). Ao β_0 foi atribuído o valor máximo da variável no conjunto de ensaios utilizados na análise, eliminando o risco de excluir algum genótipo por apresentar valores que ultrapassem o genótipo ideal em qualquer que seja o ambiente considerado.

Já para a característica aparência geral, foram definidos os coeficientes de regressão como sendo nulos e o β_0 como sendo o máximo observado. Assim, o genótipo mais adaptado e estável será aquele que mais se aproximar do máximo, independente do tipo de ambiente (favorável ou desfavorável). Para aparência geral, esta definição de genótipo ideal é importante, pois se deseja que o comportamento do mesmo quanto às principais características agronômicas seja sempre o melhor, independente das condições ambientais.

As estimativas do parâmetro MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) para recomendação em ambientes favoráveis foram obtidas conforme demonstrado a seguir:

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

em que:

f é o número de ambientes favoráveis; e

X_{ij} e **Y_{mj}** como definidos acima;

Da mesma forma, para os ambientes desfavoráveis, as estimativas do parâmetro MAEC foram obtidas conforme se segue:

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

em que **d** é o número de ambientes desfavoráveis.

A classificação dos genótipos foi realizada seguindo recomendações de Oliveira *et al.* (2006). Conforme os autores, os genótipos de adaptabilidade geral obterão valores de P_i semelhantes e de pequena magnitude, nas duas condições ambientais (favorável e desfavorável). Os genótipos de adaptabilidade específica, para condições favoráveis ou desfavoráveis, apresentarão valores de P_i de pequena magnitude, apenas nessas condições.

2.4.4. Método de Rocha *et al.* (2005)

O método consiste na comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro referências ideais (ideótipos). Esses ideótipos são 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. O ideótipo de máxima adaptabilidade geral é aquele que apresenta os valores máximos observados para todos os ambientes (favoráveis e desfavoráveis) estudados (ideótipo I). Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) – ou máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores observados em todos os ambientes estudados (ideótipo IV).

Para utilização desse método, os ambientes são classificados em favoráveis e desfavoráveis, utilizando o índice ambiental como proposto por Finlay e Wilkinson (1963):

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

Após a classificação dos ambientes, são criados os pontos referenciais visando à classificação dos outros pontos do gráfico, considerando os valores de distância cartesiana entre os pontos a cada um dos quatro ideótipos. A probabilidade espacial é calculada utilizando o inverso da distância entre um tratamento aos quatro ideótipos:

$$P_{d(i,j)} = \frac{\left(\frac{1}{di}\right)}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{di}}$$

em que:

$P_{d(i,j)}$ é a probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao j-ésimo centroide; e

d_i é a distância do i-ésimo ponto ao j-ésimo centroide.

Segundo Rocha *et al.* (2005), o conceito de adaptabilidade e estabilidade utilizado no método do centroide se diferencia dos demais. Nesse método, o genótipo de máxima adaptação específica não é aquele que apresenta bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim o genótipo que mostra valores máximos para determinado grupo de ambientes (favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para o outro conjunto.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Programa Genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de variância individual dos biênios

Para os quatro biênios avaliados observou-se que o coeficiente de variação (CV) foi inferior a 20 %, exceto para o ensaio 7 (Sorriso), considerando a característica produtividade de grãos nos biênios de 2004/2005 e 2005/2006 (Tabela 4). A menor precisão experimental do ensaio 7 (Sorriso) pode estar relacionada ao fato de que, para esse ensaio, ocorreram apenas 50 dias de chuvas regulares, em função da data de plantio tardia (Tabela 2). Com isso, o controle de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e da espiga (*Helicoverpa zea*) foi menos eficiente, ocasionando maiores prejuízos às plantas. Segundo Pimentel-Gomes (1985), ensaios com CV abaixo de 20 % podem ser considerados de qualidade experimental entre média a alta.

Considerando o biênio de 2004/2005, notou-se que 50 % dos locais avaliados para produtividade de grãos apresentaram significância em relação ao efeito dos híbridos, enquanto que, para aparência geral, detectou-se em mais de 80 % dos locais (Tabela 4). Essa diferença entre as variáveis avaliadas decorre do fato da aparência geral ser mais abrangente, a qual envolve atributos como potencial produtivo, empalhamento da espiga, podridão de colmo, entre outras. Esses resultados mostram a importância do uso da característica aparência geral, além da produtividade de grãos na avaliação dos híbridos. Resultados similares foram obtidos para os biênios 2006/2007 e 2007/2008, exceto para o biênio de 2005/2006.

TABELA 4. Quadrados médios, médias e coeficientes de variação (CV) de híbridos de milho safrinha para os biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, considerando a produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG). Mato Grosso – Brasil

Biênio de 2004/2005						
Ensaio ¹	PG			AG		
	QM (híbridos)	Média (kg/ha)	CV (%)	QM (híbridos)	Média (nota)	CV (%)
1 (CV)	1483369,61**	6028,01	6,70	1,36**	5,79	8,10
2 (LRV)	702221,05 ^{ns}	6128,13	11,42	1,37*	5,57	10,97
3 (PL)	2942518,15**	6108,79	12,50	1,21**	6,21	6,96
4 (CNP)	1556697,10**	6553,21	8,86	2,05**	5,68	5,91
5 (SOR)	1379002,28 ^{ns}	5059,28	14,51	2,88**	5,86	11,03
6 (SOR)	1065858,54**	6353,49	5,57	-	-	-
7 (SOR)	315515,30 ^{ns}	3442,00	20,11	1,37**	5,57	7,76
8 (LRV)	1714353,38*	5316,01	13,02	2,44**	5,25	6,39
9 (NM)	497489,02 ^{ns}	3828,34	14,79	1,32**	4,89	7,50
10 (CNP)	459622,33 ^{ns}	6051,97	14,72	0,71*	5,11	10,11
11 (SAP)	368676,16 ^{ns}	5487,23	12,17	0,42 ^{ns}	5,14	9,99
12 (CV)	577504,80*	6921,81	6,36	1,77**	5,50	10,09
13 (PL)	807680,82*	5838,40	7,90	0,91**	4,93	7,67
14 (ITI)	617768,60*	3445,35	12,36	0,60 ^{ns}	4,93	10,42
Biênio de 2005/2006						
Ensaio	PG			AG		
	QM (híbridos)	Média (kg/ha)	CV (%)	QM (híbridos)	Média (nota)	CV (%)
6 (SOR)	816712,02*	6432,91	7,79	-	-	-
7 (SOR)	383247,94 ^{ns}	3422,67	20,91	1,18**	5,56	10,52
8 (LRV)	1434370,80**	5386,10	11,51	1,75**	5,29	10,05
9 (NM)	365971,42 ^{ns}	3692,15	12,20	0,51 ^{ns}	4,76	10,34
10 (CNP)	677695,97 ^{ns}	5887,23	14,34	0,78*	5,12	10,79
11 (SAP)	414599,58 ^{ns}	5291,52	15,73	0,49 ^{ns}	5,06	9,74
12 (CV)	570332,12**	6870,64	3,94	0,78 ^{ns}	5,47	11,08
13 (PL)	617145,95*	5700,01	8,54	0,31 ^{ns}	5,06	8,56
14 (ITI)	493213,46*	3344,86	13,54	0,39 ^{ns}	4,91	10,47
15 (SOR)	580529,44**	7513,09	4,31	1,19**	5,26	8,85
16 (SOR)	630513,34**	7458,64	5,17	1,22**	5,47	10,10
17 (LRV)	1473032,00**	7683,78	6,35	1,06*	4,32	14,71
18 (LRV)	917912,42 ^{ns}	6725,30	11,33	0,84 ^{ns}	4,53	13,45
19 (NM)	551697,27**	5127,75	5,22	1,19*	4,29	16,35
20 (CNP)	1271494,93 ^{ns}	6669,84	13,23	1,72*	5,53	13,47
21 (CV)	1246525,85*	7143,58	9,67	0,68**	5,18	6,83

Continua...

TABELA 4. Continuação

Biênio de 2006/2007						
Ensaio	PG			AG		
	QM (híbridos)	Média (kg/ha)	CV (%)	QM (híbridos)	Média (nota)	CV (%)
15 (SOR)	759165,38*	7483,29	7,03	0,73*	5,14	9,99
16 (SOR)	629559,79**	7404,88	5,14	1,82**	5,32	8,18
17 (LRV)	923727,86 ^{ns}	7565,22	8,99	0,75 ^{ns}	4,29	15,85
18 (LRV)	1073688,23 ^{ns}	6756,57	10,69	0,85 ^{ns}	4,50	15,97
19 (NM)	416638,84**	5253,50	4,80	0,89 ^{ns}	4,32	18,35
20 (CNP)	965238,52 ^{ns}	6727,04	14,37	0,99*	5,43	10,03
21 (CV)	1649683,05**	7187,35	8,17	0,80**	5,04	3,75
22 (SOR)	1341011,17**	7110,06	7,04	1,04**	5,46	5,51
23 (SOR)	1170423,95**	7457,93	3,31	0,55 ^{ns}	5,61	9,21
24 (LRV)	888464,09**	5983,48	7,38	0,59 ^{ns}	5,32	10,65
25 (LRV)	444548,11*	5617,92	6,78	0,40*	5,39	6,22
26 (NM)	568166,22 ^{ns}	5188,36	9,63	0,89*	4,82	11,76
27 (CNP)	358114,70 ^{ns}	7153,80	8,52	1,08**	5,50	4,67
28 (CV)	779006,54*	6912,34	6,00	1,12**	5,68	5,91
29 (PL)	187187,81 ^{ns}	5352,33	8,38	0,78**	5,39	3,50
Biênio de 2007/2008						
Ensaio	PG			AG		
	QM (híbridos)	Média (kg/ha)	CV (%)	QM (híbridos)	Média (nota)	CV (%)
22 (SOR)	1020557,20**	7189,24	6,87	1,23**	5,76	6,61
23 (SOR)	1197432,31**	7523,53	6,21	1,07**	6,02	6,73
24 (LRV)	1076243,75**	6149,68	4,81	0,92**	5,67	8,82
25 (LRV)	415092,71 ^{ns}	5518,32	10,14	0,78**	5,60	7,90
26 (NM)	406731,64 ^{ns}	5214,71	9,40	0,88 ^{ns}	5,10	13,41
27 (CNP)	609771,17*	7313,44	7,32	1,08**	5,76	7,38
28 (CV)	684964,07*	6962,50	7,51	0,98**	5,90	7,48
29 (PL)	463259,20**	5304,92	6,86	0,98**	5,60	7,90
30 (SOR)	1909068,32**	7429,56	8,67	1,52**	5,69	7,76
31 (LRV)	1702301,15**	8598,97	8,61	1,03**	5,71	7,44
32 (LRV)	2062592,38**	8392,73	7,42	1,08**	5,90	7,57
33 (NM)	494822,40 ^{ns}	5972,78	10,18	0,87*	5,48	10,12
34 (CNP)	714412,17 ^{ns}	7567,90	9,38	0,47*	5,69	7,12
35 (CNP)	1685115,40**	8461,80	8,02	1,15**	6,05	6,30
36 (CV)	517656,53 ^{ns}	6833,12	7,58	0,63*	6,21	7,69

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

¹ Locais de avaliação: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

As médias de produtividade de grãos dos ensaios variaram de 3442,00 a 6921,81 kg/ha no biênio de 2004/2005, de 3344,86 a 7683,78 kg/ha no biênio de 2005/2006, de

5253,50 a 7565,22 no biênio de 2006/2007 e de 5214,71 a 8598,97 kg/ha no biênio de 2007/2008 (Tabela 4). Apenas os ensaios 7 (Sorriso), 9 (Nova Mutum) e 14 (Itiquira), considerados nos biênios de 2004/2005 e 2005/2006, apresentaram média inferior à do estado do Mato Grosso, que, atualmente, é de 3900,00 kg/ha (CONAB, 2009). Por outro lado, os ensaios 24 (Lucas do Rio Verde), 25 (Lucas do Rio Verde) e 28 (Campo Verde), considerados no biênio de 2007/2008, apresentaram médias superiores a 8300,00 kg/ha, superando em mais de 100% a média do estado. Esses resultados demonstram haver grande variabilidade entre os ambientes utilizados na discriminação dos híbridos de milho safrinha, visando à recomendação no estado do Mato Grosso.

3.2. Análise de variância conjunta por biênios

Observou-se no biênio de 2005/2006, que a relação entre o maior e menor quadrado médio do resíduo foi superior a sete para produtividade de grãos, enquanto que, para o biênio de 2006/2007, para as duas características avaliadas. Dessa forma, para manter a relação abaixo de sete, foram descartados da análise de variância conjunta os ensaios 7 (Sorriso), 10 (Campo Novo do Parecis), 11 (Sapezal), 18 (Lucas do Rio Verde) e 20 (Campo Novo do Parecis), para o biênio de 2005/2006. Já para o biênio de 2006/2007, não foram considerados na análise de variância conjunta os ensaios 17 (Lucas do Rio Verde), 18 (Lucas do Rio Verde) e 20 (Campo Novo do Parecis), para a característica produtividade de grãos e 17 (Lucas do Rio Verde), 18 (Lucas do Rio Verde), 19 (Nova Mutum), 21 (Campo Verde) e 29 (Primavera do Leste) para a aparência geral.

Na Tabela 5 estão apresentados os resumos das análises conjuntas para os quatro biênios considerados. Foi observada diferença significativa a 1 % de probabilidade para os efeitos de Genótipos (híbridos), de Ambientes (ensaios) e da interação Genótipos x Ambientes (GA) para a produtividade de grãos e aparência geral em todos os biênios avaliados. O efeito significativo de genótipos na presença de interação GA, com variância também significativa, evidencia elevada variabilidade entre os híbridos para as características avaliadas dentro de cada biênio. Isso porque o componente de variância da interação GA tende a reduzir ou consumir a variabilidade estimada entre os híbridos. Já o efeito significativo de ambientes possibilita concluir que os ensaios foram

TABELA 5. Resumo das análises de variâncias conjuntas para os biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, considerando a produtividade de grãos (PG) e a aparência geral (AG) avaliadas em híbridos de milho safrinha. Mato Grosso – Brasil

FV	PG							
	2004/2005		2005/2006		2006/2007		2007/2008	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos/Ensaio	14	333731,23	11	562465,55	12	122891,80	15	213743,41
Genótipos (Híbridos)	13	5192099,76**	16	3016542,01**	13	4001459,20**	20	5738273,68**
Ambientes (Ensaio)	13	36159466,14**	10	78532071,28**	11	24896217,96**	14	52771353,00**
Genótipos x Ambientes	169	715090,57**	160	576350,16**	143	471864,59**	280	658696,19**
Resíduo	182	381612,37	176	217703,43	156	206301,45	300	316551,58
MÉDIA		5468,72		6032,14		6508,77		6962,21
CV(%)		11,30		7,74		6,98		8,08
FV	AG							
	2004/2005		2005/2006		2006/2007		2007/2008	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos/Ensaio	13	0,40	15	0,18	10	0,20	15	0,71
Genótipos (Híbridos)	13	7,48**	16	4,92**	13	4,27**	20	6,84**
Ambientes (Ensaio)	12	4,76**	14	5,92**	9	1,68**	14	2,98**
Genótipos x Ambientes	156	0,91**	224	0,66**	117	0,55**	280	0,56**
Resíduo	169	0,23	240	0,31	130	0,20	300	0,21
MÉDIA		5,42		5,05		5,37		5,74
CV(%)		8,85		11,08		8,42		8,07

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

conduzidos em condições ambientais que apresentaram variação suficiente para discriminar os híbridos testados. Por outro lado, a significância da interação GA indica que os híbridos apresentaram comportamento diferencial nos ambientes testados. Esses resultados indicam trocas na classificação relativa dos híbridos ou diferença na magnitude das respostas dos mesmos em função da variação dos ambientes, tanto para produtividade de grãos quanto para aparência geral. Interação GA, com efeito significativo, é comumente observada na literatura, como na cultura do milho (CARVALHO *et al.*, 1999; AGUIAR *et al.*, 2004; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007; GARBUGLIO *et al.*, 2007; RAUPP *et al.*, 2007), da soja (OLIVEIRA *et al.*, 2003; MENDONÇA *et al.* 2007; BARROS *et al.*, 2008), do feijoeiro (COIMBRA, *et al.* 1999; MELO, *et al.*, 2007; ROSSE e VENCOVSKY, 2000), do algodoeiro (MARANHA *et al.*, 2005; HOOGERHEIDE *et al.*, 2007), entre outros.

3.3. Análise de adaptabilidade e estabilidade

3.3.1. Método de Plaisted e Peterson (1959)

As médias de produtividade de grãos e de aparência geral, bem como as estimativas do parâmetro de estabilidade fenotípica pelo método de Plaisted e Peterson (1959) para cada híbrido avaliado – considerando os quatro biênios –, estão apresentadas na Tabela 6. Observou-se para as duas características, que em todos os biênios avaliados, o híbrido mais estável (com menor valor de θ_i) pelo método de Plaisted e Peterson (1959) não apresentou a maior média para produtividade de grãos, o mesmo acontecendo para aparência geral. Inclusive, em grande parte das vezes, os híbridos mais estáveis apresentaram produtividade de grãos e nota de aparência geral abaixo da média geral do biênio (Tabela 6).

Assim, mesmo para a característica aparência geral, em que a invariância ao longo dos ambientes é desejada, os híbridos de maiores notas não seriam recomendados para determinada região, a exemplo, os híbridos 30F35 e 30S31. Cabe ressaltar, segundo informações do departamento técnico da Pioneer, que esses híbridos são amplamente utilizados em lavouras comerciais no estado do Mato Grosso e apresentam altas médias

TABELA 6. Médias e parâmetros de estabilidade de híbridos de milho safrinha para os biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, conforme método de Plaisted e Peterson (1959), considerando produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG). Mato Grosso – Brasil

Biênio de 2004/2005							
Híbrido ¹	PG			Híbrido	AG		
	Média	θ_i	θ_i (%)		Média	θ_i	θ_i (%)
30F90	6141,03	211651,50	9,07	30F90	6,62	0,17	3,65
30F35	6076,35	211564,22	9,06	30F35	6,15	0,32	6,67
Exp 1	5996,73	183858,72	7,88	30S40	5,81	0,20	4,12
Exp 8	5820,81	144557,77	6,19	Exp 1	5,62	0,35	7,28
30S40	5761,12	177764,11	7,62	Exp 7	5,58	0,35	7,25
Exp 7	5691,00	92179,33	3,95	30F98	5,54	0,32	6,74
30F33	5304,11	201235,85	8,62	Test 4	5,46	0,50	10,46
30F98	5236,19	121450,95	5,20	Exp 8	5,38	0,31	6,47
30F87	5225,34	108500,26	4,65	30F87	5,31	0,16	3,35
30P34	5161,03	458541,23	19,64	30P34	5,00	0,65	13,69
30P70	5157,46	165316,23	7,08	3021	4,92	0,22	4,54
30R32	5095,97	87509,57	3,75	30R32	4,92	0,43	8,93
Test 4	5084,08	94576,12	4,05	30F33	4,85	0,37	7,70
3021	4810,79	75641,54	3,24	30P70	4,69	0,44	9,15
Biênio de 2005/2006							
Híbrido	PG			Híbrido	AG		
	Média	θ_i	θ_i (%)		Média	θ_i	θ_i (%)
30F35	6589,84	213731,28	7,01	30F35	5,77	0,21	7,30
Exp 3	6434,05	139391,50	4,57	Exp 6	5,67	0,39	13,34
30S40	6417,25	160518,20	5,27	Exp 4	5,63	0,18	6,25
Exp 2	6383,61	195924,67	6,43	30S40	5,30	0,12	4,06
Exp 5	6358,24	82790,02	2,72	30F98	5,20	0,18	6,31
Exp 6	6320,44	464823,51	15,25	Exp 10	5,17	0,19	6,69
Exp 4	6255,14	214399,07	7,03	Exp 2	5,13	0,06	1,98
Test 2	6074,93	133762,59	4,39	Exp 5	5,13	0,15	5,33
Exp 10	6065,76	112529,85	3,69	Test 4	5,03	0,27	9,34
Exp 9	5925,72	106586,38	3,50	30F87	4,93	0,08	2,93
30F87	5900,85	155156,07	5,09	Test 2	4,93	0,16	5,58
30F98	5882,00	133206,65	4,37	3021	4,90	0,16	5,54
30P70	5880,19	199248,73	6,54	Exp 3	4,90	0,12	4,31
3021	5633,90	245615,57	8,06	30R32	4,77	0,12	3,99
Test 4	5591,86	197669,52	6,48	Exp 9	4,77	0,13	4,53
30R32	5521,46	148546,14	4,87	30P70	4,53	0,21	7,07
Test 6	5311,12	144597,51	4,74	Test 6	4,17	0,16	5,45

Continua...

TABELA 6. Continuação

Biênio de 2006/2007							
Híbrido	PG			Híbrido	AG		
	Média	θ_i	θ_i (%)		Média	θ_i	θ_i (%)
30F35	7348,35	255634,76	13,75	30F35	6,45	0,15	6,35
Exp 12	6982,35	155610,80	8,37	BG7049	6,00	0,29	12,23
BG7049	6903,65	298284,73	16,05	30S40	5,70	0,26	10,80
Exp 11	6793,39	51028,73	2,75	30F98	5,65	0,18	7,65
Test 2	6662,38	111181,03	5,98	30K75	5,45	0,27	11,16
Exp 13	6623,17	146045,07	7,86	Exp 12	5,45	0,27	11,43
30S40	6510,07	134474,30	7,23	Test 2	5,30	0,34	14,33
3021	6404,83	67227,79	3,62	3021	5,25	0,18	7,51
30F98	6389,57	54784,42	2,95	Test 4	5,15	0,07	3,11
30K73	6369,19	99633,42	5,36	Exp 11	5,15	0,07	3,02
30F87	6145,92	123404,09	6,64	30F87	4,95	0,05	2,07
Test 4	6022,99	120070,71	6,46	30K73	4,95	0,08	3,14
30R32	6000,99	144559,81	7,78	30R32	4,90	0,07	2,84
30K75	5965,92	97002,30	5,22	Exp 13	4,80	0,10	4,35
Biênio de 2007/2008							
Híbrido	PG			Híbrido	AG		
	Média	θ_i	θ_i (%)		Média	θ_i	θ_i (%)
30S31	7902,28	369559,59	10,29	30S31	7,00	0,27	7,49
30F90	7523,30	242824,05	6,76	Exp 16	6,40	0,16	4,53
Exp 15	7482,97	247481,42	6,89	30F90	6,37	0,14	3,95
Exp 16	7443,36	111150,12	3,09	30F35	6,27	0,24	6,65
Exp 14	7379,98	187099,08	5,21	Exp 17	6,10	0,15	4,24
30F35	7362,66	312761,76	8,71	Exp 14	5,97	0,24	6,72
Exp 17	7196,35	272780,23	7,59	Exp 15	5,97	0,20	5,61
BG7049	7158,35	171900,82	4,78	BG7049	5,80	0,13	3,64
30S40	7047,38	166099,06	4,62	30F80	5,77	0,10	2,76
Test 5	7045,34	60203,92	1,68	30S40	5,73	0,23	6,35
P3340	6917,00	91217,04	2,54	Test 2	5,63	0,19	5,22
30F98	6778,76	182264,54	5,07	Test 5	5,60	0,19	5,27
Test 2	6724,19	138254,49	3,85	P3340	5,47	0,19	5,34
30R32	6688,51	116022,53	3,23	30F98	5,43	0,17	4,81
Test 3	6652,74	166083,19	4,62	30K73	5,43	0,17	4,58
Test 1	6593,03	194350,12	5,41	30R32	5,43	0,17	4,81
3021	6558,51	139429,29	3,88	Test 3	5,37	0,17	4,69
30K73	6553,63	57704,28	1,61	30K75	5,30	0,18	4,97
30F87	6438,92	139592,94	3,89	Test 1	5,20	0,10	2,89
30F80	6382,97	121658,43	3,39	3021	5,20	0,11	2,99
30K75	6376,28	104081,53	2,90	30F87	5,17	0,09	2,47

¹ Híbridos posicionados acima da linha tracejada apresentam média superior a média geral do biênio.

de produtividade. Esses resultados demonstram a baixa eficiência desse método na recomendação de híbridos de milho safrinha para as características produtividade de grãos e aparência geral.

Entretanto, no biênio de 2004/2005, observou-se que, para a aparência geral, o híbrido 30F90 e o 30S40, classificados em primeiro e terceiro para média geral, foram também classificados como estáveis. Isso significa que, embora alguns autores (VERONESI, 1995; VILHEGAS *et al.*, 2001; CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007) afirmam que os genótipos mais estáveis pela metodologia de Plaisted e Perterson (1959) apresentam baixo desempenho médio, é possível encontrar híbridos que unam média alta e estabilidade.

3.3.2. Método de Eberhart e Russell (1966)

A classificação dos ensaios, baseada nos índices ambientais, está apresentada na Tabela 7 e as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, segundo o método de Eberhart e Russell (1966), na Tabela 8. De modo geral, os ambientes, tanto considerando a produtividade de grãos quanto a aparência geral, foram igualmente classificados em ambientes favoráveis (com índices positivos) e desfavoráveis (com índices negativos). As exceções observadas podem ser explicadas devido à aparência geral ser uma escala de notas, em que várias características agronômicas são consideradas. Dessa forma, um ambiente pode ser favorável para produtividade de grãos, por exemplo, mas, em função do aparecimento de doenças do colmo, poderá ser desfavorável para aparência geral.

Para todos os biênios considerados observou-se a ocorrência de ambientes favoráveis e desfavoráveis (Tabela 7), indicando que os ensaios foram conduzidos em locais com variabilidade suficiente para a discriminação dos híbridos, visando a recomendação dos mesmos.

Considerando a classificação de um mesmo município nos diferentes anos dos biênios considerados, notou-se que os ensaios conduzidos em Campo Novo do Parecis e Campo Verde foram classificados como ambientes favoráveis ao desenvolvimento da cultura do milho safrinha na grande maioria das vezes, tanto para produtividade de grãos como para a aparência geral (Tabela 7). Já os ensaios conduzidos nos municípios

TABELA 7. Classificação dos ensaios (CE) utilizados na análise de variância conjunta para os biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 considerando produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) de híbridos de milho safrinha. Mato Grosso – Brasil

Biênio de 2004/2005			Biênio de 2005/2006			Biênio de 2006/2007			Biênio de 2007/2008		
Ensaio ¹	CE ²		Ensaio	CE		Ensaio	CE		Ensaio	CE	
	PG	AG		PG	AG		PG	AG		PG	AG
1 (CV)	F	F	6 (SOR)	F	-	15 (SOR)	D	D	22 (SOR)	F	F
2 (LRV)	F	F	7 (SOR)	-	F	16 (SOR)	D	D	23 (SOR)	F	F
3 (PL)	F	F	8 (LRV)	D	F	17 (LRV)	-	-	24 (LRV)	D	D
4 (CNP)	F	F	9 (NM)	D	D	18 (LRV)	-	-	25 (LRV)	D	D
5 (SOR)	D	F	10 (CNP)	-	F	19 (NM)	D	-	26 (NM)	D	D
6 (SOR)	F	-	11 (SAP)	-	F	20 (CNP)	-	F	27 (CNP)	F	F
7 (SOR)	D	F	12 (CV)	F	F	21 (CV)	F	-	28 (CV)	F	F
8 (LRV)	D	D	13 (PL)	D	F	22 (SOR)	F	F	29 (PL)	D	D
9 (NM)	D	D	14 (ITI)	D	D	23 (SOR)	F	F	30 (SOR)	F	D
10 (CNP)	F	D	15 (SOR)	F	F	24 (LRV)	D	D	31 (LRV)	F	D
11 (SAP)	F	D	16 (SOR)	F	F	25 (LRV)	D	F	32 (LRV)	F	F
12 (CV)	F	F	17 (LRV)	F	D	26 (NM)	D	D	33 (NM)	D	D
13 (PL)	F	D	18 (LRV)	-	D	27 (CNP)	F	F	34 (CNP)	F	D
14 (ITI)	D	D	19 (NM)	D	D	28 (CV)	F	F	35 (CNP)	F	F
-	-	-	20 (CNP)	-	F	29 (PL)	D	-	36 (CV)	D	F
-	-	-	21 (CV)	F	F	-	-	-	-	-	-

¹ Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

² Classificação dos ensaios em: D, ambiente desfavorável; e F, ambiente favorável.

TABELA 8. Estimativas das médias, dos coeficientes de regressão ($\hat{\beta}_1$), dos desvios da regressão ($\hat{\sigma}_{di}^2$) e dos coeficientes de determinação (R^2) para os biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 considerando a produtividade de grãos (PG) e a aparência geral (AG) de híbridos de milho safrinha. Mato Grosso – Brasil

Biênio de 2004/2005								
Híbrido ¹	PG				AG			
	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)
30F90	6141,03	1,00 ^{ns}	259214,11 ^{**}	75,77	6,62	1,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	61,83
30F35	6076,35	1,40 ^{**}	31177,25 ^{ns}	92,55	6,15	1,63 ^{**}	0,23 ^{**}	59,00
Exp 1	5996,73	1,06 ^{ns}	197961,71 [*]	80,23	5,62	1,69 ^{**}	0,27 ^{**}	57,76
Exp 8	5820,81	1,33 ^{**}	-29218,14 ^{ns}	93,88	5,38	1,29 ^{ns}	0,27 ^{**}	44,64
30S40	5761,12	1,23 [*]	117718,16 ^{ns}	87,26	5,81	1,34 ^{ns}	0,03 ^{ns}	68,98
Exp 7	5691,00	1,22 [*]	-48362,03 ^{ns}	93,59	5,58	1,78 ^{**}	0,24 ^{**}	62,20
30F33	5304,11	0,69 ^{**}	107738,13 ^{ns}	69,33	4,85	0,26 ^{**}	0,30 ^{**}	2,95
30F98	5236,19	0,88 ^{ns}	56869,01 ^{ns}	81,32	5,54	0,76 ^{ns}	0,30 ^{**}	20,80
30F87	5225,34	0,91 ^{ns}	40681,03 ^{ns}	83,39	5,31	0,92 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	62,80
30P34	5161,03	0,69 ^{**}	618875,17 ^{**}	44,92	5,00	0,37 ^{**}	0,91 ^{**}	2,40
30P70	5157,46	0,79 [*]	103041,86 ^{ns}	74,72	4,69	1,37 ^{ns}	0,52 ^{**}	35,58
30R32	5095,97	0,88 ^{ns}	-10980,92 ^{ns}	85,74	4,92	-0,13 ^{**}	0,28 ^{**}	0,76
Test 4	5084,08	0,88 ^{ns}	5039,81 ^{ns}	84,82	5,46	1,63 ^{**}	0,59 ^{**}	41,19
3021	4810,79	1,03 ^{ns}	-15677,63 ^{ns}	89,45	4,92	0,04 ^{**}	-0,08 ^{ns}	0,71
Biênio de 2005/2006								
Híbrido	PG				AG			
	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)
30F35	6589,84	1,33 ^{**}	-19339,46 ^{ns}	98,07	5,77	1,84 ^{**}	0,13 [*]	69,15
Exp 3	6434,05	0,92 ^{ns}	92229,16 ^{ns}	91,51	4,90	0,40 [*]	0,01 ^{ns}	14,67
30S40	6417,25	1,13 ^{ns}	110663,02 [*]	93,71	5,30	0,91 ^{ns}	0,07 ^{ns}	40,82
Exp 2	6383,61	0,84 [*]	161038,94 [*]	87,01	5,13	0,89 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	59,69
Exp 5	6358,24	1,07 ^{ns}	-20588,31 ^{ns}	97,06	5,13	0,98 ^{ns}	0,14 [*]	37,58
Exp 6	6320,44	1,44 ^{**}	288201,78 ^{**}	93,08	5,67	1,90 ^{**}	0,46 ^{**}	52,15
Exp 4	6255,14	1,07 ^{ns}	254915,04 ^{**}	88,90	5,63	1,45 ^{ns}	0,16 [*]	55,56
Test 2	6074,93	0,97 ^{ns}	95565,54 ^{ns}	92,26	4,93	0,37 [*]	0,08 ^{ns}	9,53
Exp 10	6065,76	0,89 ^{ns}	23322,40 ^{ns}	93,93	5,17	1,40 ^{ns}	0,19 ^{**}	51,42
Exp 9	5925,72	0,95 ^{ns}	35063,66 ^{ns}	94,20	4,77	1,04 ^{ns}	0,10 ^{ns}	44,76
30F87	5900,85	1,03 ^{ns}	139170,77 [*]	91,70	4,93	0,37 [*]	-0,07 ^{ns}	23,57
30F98	5882,00	1,01 ^{ns}	95979,79 ^{ns}	92,68	5,20	1,68 ^{**}	0,11	66,27
30P70	5880,19	0,89 ^{ns}	202186,55 ^{**}	86,69	4,53	0,71 ^{ns}	0,23 ^{**}	19,52
3021	5633,90	1,00 ^{ns}	331108,34 ^{**}	85,26	4,90	0,92 ^{ns}	0,15 [*]	33,85
Test 4	5591,86	0,85 [*]	175176,77 ^{**}	86,79	5,03	0,56 ^{ns}	0,34 ^{**}	10,40
30R32	5521,46	0,75 ^{**}	-28107,42 ^{ns}	94,75	4,77	0,72 ^{ns}	0,05 ^{ns}	31,96
Test 6	5311,12	0,86 [*]	67082,18 ^{ns}	91,46	4,17	0,88 ^{ns}	0,15 [*]	32,25

Continua...

TABELA 8. Continuação

Biênio de 2006/2007								
Híbrido	PG				AG			
	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)
30F35	7348,35	1,58 ^{**}	62391,90 ^{ns}	93,63	6,45	2,13 [*]	0,06 ^{ns}	65,74
Exp 12	6982,35	0,76 [*]	129558,43 [*]	70,99	5,45	2,10 [*]	0,32 ^{**}	41,45
BG7049	6903,65	1,56 ^{**}	174044,21 ^{**}	89,52	6,00	2,06 [*]	0,36 ^{**}	37,95
Exp 11	6793,39	0,85 ^{ns}	-50966,29 ^{ns}	93,13	5,15	0,40 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	16,52
Test 2	6662,38	0,94 ^{ns}	90031,38 ^{ns}	81,69	5,30	2,30 ^{**}	0,43 ^{**}	39,95
Exp 13	6623,17	0,82 ^{ns}	34306,03 [*]	73,62	4,80	1,37 ^{ns}	0,03 ^{ns}	47,87
30S40	6510,07	1,13 ^{ns}	125869,64 [*]	84,40	5,70	0,82 ^{ns}	0,36 ^{**}	8,88
3021	6404,83	1,13 ^{ns}	-13169,05 ^{ns}	93,30	5,25	0,68 ^{ns}	0,20 ^{**}	9,48
30F98	6389,57	1,06 ^{ns}	-25203,31 ^{ns}	93,39	5,65	-0,39 ^{**}	0,08 ^{ns}	5,50
30K73	6369,19	0,80 ^{ns}	31072,56 ^{ns}	82,35	4,95	0,54 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	21,71
30F87	6145,92	1,04 ^{ns}	117038,27 [*]	82,80	4,95	0,94 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	65,43
Test 4	6022,99	0,70 ^{**}	24884,19 ^{ns}	79,00	5,15	0,83 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	36,40
30R32	6000,99	0,66 ^{**}	49898,32 ^{ns}	73,67	4,90	1,28 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	63,03
30K75	5965,92	0,97 ^{ns}	63705,34 ^{ns}	84,58	5,45	-1,05 ^{**}	0,10 ^{ns}	26,75
Biênio de 2007/2008								
Híbrido	PG				AG			
	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)	Média	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\sigma}_{di}^2$	R ² (%)
30S31	7902,28	1,36 ^{**}	411050,83 ^{**}	81,47	7,00	1,32 ^{ns}	0,38 ^{**}	21,58
30F90	7523,30	1,21 [*]	264365,93 ^{**}	82,53	6,37	0,90 ^{ns}	0,12 [*]	21,38
Exp 15	7482,97	1,22 [*]	273659,55 ^{**}	82,22	5,97	1,60 ^{ns}	0,22 ^{**}	37,59
Exp 16	7443,36	1,04 ^{ns}	54119,34 ^{ns}	87,39	6,40	0,80 ^{ns}	0,16 ^{**}	15,43
Exp 14	7379,98	1,24 [*]	136280,05 [*]	87,55	5,97	2,82 ^{**}	0,07 ^{ns}	77,12
30F35	7362,66	0,96 ^{ns}	467670,21 ^{**}	66,44	6,27	1,19 ^{ns}	0,32 ^{**}	20,33
Exp 17	7196,35	0,88 ^{ns}	368937,60 ^{**}	66,57	6,10	0,94 ^{ns}	0,14 ^{**}	21,39
BG7049	7158,35	1,03 ^{ns}	179828,44 [*]	81,00	5,80	1,63 ^{ns}	0,07 ^{ns}	54,01
30S40	7047,38	1,03 ^{ns}	167886,65 [*]	81,56	5,73	1,09 ^{ns}	0,30 ^{**}	18,20
Test 5	7045,34	1,01 ^{ns}	-48115,09 ^{ns}	92,64	5,60	0,69 ^{ns}	0,21 ^{**}	10,22
P3340	6917,00	1,02 ^{ns}	14990,47 ^{ns}	89,10	5,47	0,72 ^{ns}	0,22 ^{**}	10,92
30F98	6778,76	1,11 ^{ns}	186411,83 [*]	82,84	5,43	0,08 ^{**}	0,12 [*]	0,20
Test 2	6724,19	0,73 ^{**}	10803,35 ^{ns}	80,85	5,63	1,28 ^{ns}	0,21 ^{**}	28,60
30R32	6688,51	0,89 ^{ns}	49040,30 ^{ns}	83,67	5,43	1,34 ^{ns}	0,17 ^{**}	32,58
Test 3	6652,74	0,81 [*]	119101,39 ^{ns}	76,08	5,37	0,54 ^{ns}	0,16 ^{**}	7,67
Test 1	6593,03	0,90 ^{ns}	212722,48 ^{**}	74,56	5,20	0,24 [*]	0,00 ^{ns}	3,99
3021	6558,51	0,82 [*]	68475,61 ^{ns}	79,87	5,20	0,69 ^{ns}	0,04 ^{ns}	19,86
30K73	6553,63	0,77 [*]	-126176,63 ^{ns}	96,13	5,43	0,94 ^{ns}	0,17 ^{**}	19,78
30F87	6438,92	1,02 ^{ns}	114137,81 ^{ns}	83,90	5,17	1,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	47,38
30F80	6382,97	1,01 ^{ns}	78023,74 ^{ns}	85,38	5,77	1,32 ^{ns}	0,02 ^{ns}	50,64
30K75	6376,28	0,95 ^{ns}	38697,34 ^{ns}	86,11	5,30	-0,27 ^{**}	0,07 ^{ns}	3,09

*, **, ns Significativo em nível de 5 %, 1 % e não significativo, pelo teste t, respectivamente.

¹ Híbridos posicionados acima da linha tracejada apresentam média superior a média geral para produtividade de grãos do biênio.

de Nova Mutum e Itiquira foram classificados como ambientes desfavoráveis em 100 % dos casos, para as duas características avaliadas. Os ensaios conduzidos em Sorriso, Lucas do Rio Verde e Sapezal não apresentaram constância na classificação quanto aos índices ambientais, alternando entre favoráveis e desfavoráveis, para as duas características avaliadas. Isso demonstra haver grande variação de um ano para outro nesses ambientes. Assim, no momento da recomendação, deve-se atentar para híbridos de ampla adaptabilidade e estabilidade para esses ambientes.

Pela Tabela 8 observa-se que todos os coeficientes de determinação para a característica produtividade de grãos apresentaram valores acima de 70 %, exceto para os híbridos 30F33 e 30P34, no biênio de 2004/2005 e 30F35, e Exp 17, no biênio de 2007/2008. Esses resultados demonstram bom ajuste entre a variável dependente, que nesse caso, é a produtividade de grãos e a variável independente dada pelos índices ambientais. No entanto, para a característica aparência geral, a grande maioria dos híbridos apresentou valores de R^2 abaixo de 50 %. Tais resultados demonstram ser o método de Eberhart e Russell (1966) inadequado para a característica aparência geral. Esse é um dos problemas apresentados pelos métodos paramétricos, pois, se as pressuposições para a realização da análise não são plenamente atendidas, as estimativas dos parâmetros adaptabilidade e estabilidade podem ser viesadas e comprometer a recomendação. Di Mauro *et al.* (2000) salientam a importância das metodologias não paramétricas, as quais não assumem pressuposições sobre os dados ou quando apresentam são mais brandas, na recomendação de cultivares.

Quanto à produtividade de grãos para o biênio de 2004/2005 percebeu-se que nenhum dos híbridos de média superior à média geral do biênio (5468,72 kg/ha) foi classificado como de adaptabilidade geral ($\hat{\beta}_1=1$) e previsibilidade alta ($\hat{\sigma}_{di}^2$ não significativo), conforme a Tabela 8. Entretanto, segundo Cruz *et al.* (2004), o coeficiente de determinação pode ser usado como medida auxiliar para verificar a estabilidade de comportamento quando há necessidade de seleção de genótipos do grupo que apresentou desvio da regressão significativo. Ainda, conforme Garbuglio *et al.* (2007), os desvios da regressão não devem ser o único fator a se levar em consideração em uma provável recomendação de genótipos, com foco na estabilidade, principalmente se esse genótipo apresenta instabilidade dentro de uma faixa de elevada produtividade. Assim, o híbrido 30F90 e o Exp 1, os quais apresentaram coeficiente de regressão igual a um, mas com desvio da regressão significativo, possuem coeficientes de determinação com valores acima de 75 %, podendo ser, portanto, considerados de

adaptabilidade geral e de previsibilidade tolerável (Tabela 8). Os híbridos 30F35, Exp 8, 30S40 e Exp 7 foram classificados como adaptados a ambientes favoráveis e com alta previsibilidade de comportamento, para produtividade de grãos (Tabela 8). Para ambientes desfavoráveis não foram identificados híbridos com média superior à média geral para este biênio.

No biênio de 2005/2006 os híbridos Exp 3, 30S40, Exp 5, Exp 4, Test 2 e Exp 10, com produtividade média de grãos superior à média geral do biênio (6032,14 kg/ha), foram classificados como de adaptabilidade geral e de alta previsibilidade. Já para os ambientes favoráveis, destacaram-se os híbridos 30F35 e Exp 6, enquanto que, para os desfavoráveis, apenas o Exp 2.

Para o biênio de 2006/2007, os híbridos Exp 11, Test 2, Exp 13 e 30S40, com médias superiores à média do biênio (6508,77 kg/ha), apresentaram adaptabilidade geral e alta estabilidade. Os híbridos 30F35 e BG7049 apresentaram adaptabilidade específica aos ambientes favoráveis e alta previsibilidade de comportamento. Já o híbrido Exp 12, apresentou adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis e com razoável estabilidade.

Por fim, para o biênio de 2007/2008, verificou-se que os híbridos Exp 16, BG7049, 30S40 e Test 5 foram indicados como de adaptabilidade geral e com alta estabilidade. Para os ambientes favoráveis, destacaram-se os híbridos 30S31, 30F90 e Exp 15 e Exp 14. É importante ressaltar que os híbridos 30F35 e Exp 17, com média de produtividade de grãos acima da média do biênio, apresentaram adaptabilidade geral, porém, com baixa previsibilidade de comportamento (R^2 abaixo de 70 %), indicando que esses híbridos apresentaram elevada variabilidade ao longo dos ambientes considerados nesse biênio.

Considerando as classificações dos híbridos 30F35 e 30S40, os quais apresentaram média de produtividade de grãos superior à média geral e foram considerados nos quatro biênios, observou-se que houve mudanças na recomendação de um biênio para outro (Tabela 8). Esse fato sugere que o efeito de anos contribui mais para a interação GA que o efeito de locais.

3.3.3. Método de Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada

Na Tabela 9 estão apresentadas as posições relativas dos híbridos obtidas com base nas estimativas do parâmetro de adaptabilidade e estabilidade MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento), pelo método de Carneiro (1998) –

diferença em relação à reta bissegmentada, para produtividade de grãos e aparência geral nos quatro biênios considerados.

Para o biênio de 2004/2005, observou-se que os híbridos 30F90, 30S40 e Exp 1 apresentaram adaptabilidade geral, com posições relativas semelhantes nas duas condições ambientais (favoráveis e desfavoráveis), tanto para produtividade de grãos como para aparência geral. Contudo, o melhor entre esses foi o 30F90, pois apresentou posição relativa superior aos outros dois híbridos tanto para produtividade de grãos como para aparência geral. Já os híbridos 30F35, Exp 7 e Exp 8 apresentaram-se melhor classificados em relação aos ambientes favoráveis do que aos desfavoráveis para produtividade de grãos, e tiveram posições relativas semelhantes para os dois tipos de ambientes em relação à aparência geral. Assim, esses híbridos mostraram ser de adaptabilidade específica para ambientes favoráveis para produtividade de grãos e de adaptabilidade geral para aparência geral. Entre os híbridos com produtividade de grãos acima da média geral do biênio não se observou nenhum que apresentasse adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. Já o híbrido 30F98, apresentou valor superior à média geral para a aparência geral, e ocupa a quarta posição nos ambientes desfavoráveis. No entanto, sua produtividade de grãos está abaixo da média geral do biênio o que prejudica sua indicação.

Analisando o biênio de 2005/2006 percebeu-se que os híbridos Exp 5 e Exp 4 mostraram adaptabilidade geral para produtividade de grãos e aparência geral. Os híbridos 30F35 e 30S40 apresentaram adaptabilidade específica a ambientes favoráveis para produtividade de grãos e adaptabilidade geral para aparência geral. Por outro lado, o híbrido Exp 6 apresentou adaptabilidade específica a ambientes favoráveis para produtividade de grãos e aparência geral. Em relação aos híbridos Exp 2 e Exp 3, notou-se que os mesmos mostram adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis para produtividade de grãos. Contudo, o híbrido Exp 2 apresentou adaptabilidade geral para aparência geral, enquanto que o híbrido Exp 3 apresentou adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis.

No biênio de 2006/2007, o híbrido 30S40 foi o único que apresentou adaptabilidade geral para as duas características. Para os ambientes favoráveis se destacaram os híbridos 30F35 e BG7049, com posições relativas satisfatórias tanto para produtividade de grãos quanto para aparência geral. O híbrido Exp 13 mostrou

Tabela 9. Posição relativa de híbridos de milho safrinha nos biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 conforme o método de Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada, para ambientes favoráveis (Pi fav.) e desfavoráveis (Pi desf.), considerando produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG). Mato Grosso – Brasil

Biênio de 2004/2005							
PG				AG			
Híbrido*	Média	Pi fav.	Pi desf.	Híbrido	Média	Pi fav.	Pi desf.
30F90	6141,03	30F35	30F90	30F90	6,62	30F90	30F90
30F35	6076,35	30F90	Exp 1	30F35	6,15	30F35	30F35
Exp 1	5996,73	Exp 8	30F33	30S40	5,81	Exp 7	30S40
Exp 8	5820,81	Exp 1	30P34	Exp 1	5,62	30S40	30F98
30S40	5761,12	Exp 7	30S40	Exp 7	5,58	Test 4	30F87
Exp 7	5691,00	30S40	30F35	30F98	5,54	Exp 1	Exp 1
30F33	5304,11	30F87	30P70	Test 4	5,46	30F98	30R32
30F98	5236,19	30F98	Exp 7	Exp 8	5,38	Exp 8	3021
30F87	5225,34	30R32	Exp 8	30F87	5,31	30F87	Exp 8
30P34	5161,03	30F33	Test 4	30P34	5,00	30P34	Exp 7
30P70	5157,46	Test 4	30F98	3021	4,92	3021	30F33
30R32	5095,97	30P70	30F87	30R32	4,92	30P70	30P34
Test 4	5084,08	3021	30R32	30F33	4,85	30F33	Test 4
3021	4810,79	30P34	3021	30P70	4,69	30R32	30P70
Biênio de 2005/2006							
PG				AG			
Híbrido	Média	Pi fav.	Pi desf.	Híbrido	Média	Pi fav.	Pi desf.
30F35	6589,84	30F35	Exp 2	30F35	5,77	30F35	Exp 4
Exp 3	6434,05	Exp 6	Exp 3	Exp 6	5,67	Exp 6	Exp 3
30S40	6417,25	30S40	Exp 5	Exp 4	5,63	Exp 4	30F35
Exp 2	6383,61	Exp 5	Exp 10	30S40	5,30	30S40	Test 2
Exp 5	6358,24	Exp 3	Test 2	30F98	5,20	30F98	30S40
Exp 6	6320,44	Exp 4	30S40	Exp 10	5,17	Exp 10	30F87
Exp 4	6255,14	Exp 2	Exp 4	Exp 2	5,13	Exp 2	Exp 2
Test 2	6074,93	30F87	30F35	Exp 5	5,13	Exp 5	Exp 5
Exp 10	6065,76	Exp 10	Exp 9	Test 4	5,03	Test 4	Test 4
Exp 9	5925,72	Test 2	30P70	30F87	4,93	30F87	3021
30F87	5900,85	Exp 9	30R32	Test 2	4,93	30R32	Exp 6
30F98	5882,00	30P70	30F98	3021	4,90	3021	30F98
30P70	5880,19	30F98	30F87	Exp 3	4,90	Test 2	Exp 10
3021	5633,90	3021	Test 4	30R32	4,77	Exp 9	30R32
Test 4	5591,86	Test 4	3021	Exp 9	4,77	Exp 3	Exp 9
30R32	5521,46	30R32	Test 6	30P70	4,53	30P70	30P70
Test 6	5311,12	Test 6	Exp 6	Test 6	4,17	Test 6	Test 6

Tabela 9. Continuação

Biênio de 2006/2007							
PG				AG			
Híbrido	Média	Pi fav.	Pi desf.	Híbrido	Média	Pi fav.	Pi desf.
30F35	7348,35	30F35	Exp 12	30F35	6,45	30F35	30F35
Exp 12	6982,35	BG7049	Exp 11	BG7049	6,00	BG7049	30F98
BG7049	6903,65	Exp 12	Exp 13	30S40	5,70	Exp 12	30K75
Exp 11	6793,39	Exp 11	30F35	30F98	5,65	30S40	30S40
Test 2	6662,38	Test 2	Test 2	Exp 12	5,45	30F98	BG7049
Exp 13	6623,17	30S40	30K73	30K75	5,45	Test 2	3021
30S40	6510,07	3021	30S40	Test 2	5,30	3021	Exp 11
3021	6404,83	Exp 13	30R32	3021	5,25	Exp 11	Test 4
30F98	6389,57	30F98	BG7049	Exp 11	5,15	Test 4	Exp 12
30K73	6369,19	30K73	Test 4	Test 4	5,15	30K75	30F87
30F87	6145,92	30F87	30F98	30F87	4,95	30F87	30K73
Test 4	6022,99	30K75	3021	30K73	4,95	30K73	Test 2
30R32	6000,99	Test 4	30F87	30R32	4,90	30R32	30R32
30K75	5965,92	30R32	30K75	Exp 13	4,80	Exp 13	Exp 13
Biênio de 2007/2008							
PG				AG			
Híbrido	Média	Pi fav.	Pi desf.	Híbrido	Média	Pi fav.	Pi desf.
30S31	7902,28	30S31	30S31	30S31	7,00	30S31	30S31
30F90	7523,30	Exp 15	Exp 16	Exp 16	6,40	30F90	Exp 16
Exp 15	7482,97	30F90	Exp 17	30F90	6,37	30F35	30F90
Exp 16	7443,36	Exp 14	30F90	30F35	6,27	Exp 16	Exp 17
Exp 14	7379,98	Exp 16	Exp 14	Exp 17	6,10	Exp 15	30F35
30F35	7362,66	30F35	Exp 15	Exp 15	5,97	Exp 14	30F80
Exp 17	7196,35	BG7049	30S40	Exp 14	5,97	Exp 17	30S40
BG7049	7158,35	Test 5	30F35	BG7049	5,80	BG7049	Exp 15
30S40	7047,38	Exp 17	BG7049	30F80	5,77	30F80	BG7049
Test 5	7045,34	30S40	Test 5	30S40	5,73	Test 5	Exp 14
P3340	6917,00	P3340	Test 2	Test 2	5,63	30S40	P3340
30F98	6778,76	30F98	Test 3	Test 5	5,60	Test 2	Test 2
Test 2	6724,19	30R32	P3340	P3340	5,47	Test 3	30K73
30R32	6688,51	Test 1	30R32	30F98	5,43	30F98	30R32
Test 3	6652,74	Test 2	30K73	30R32	5,43	30R32	30F98
Test 1	6593,03	30F87	30F98	30K73	5,43	30K73	30K75
3021	6558,51	3021	3021	Test 3	5,37	P3340	Test 5
30K73	6553,63	Test 3	Test 1	30K75	5,30	30F87	3021
30F87	6438,92	30K73	30F80	Test 1	5,20	30K75	Test 3
30F80	6382,97	30K75	30F87	3021	5,20	Test 1	Test 1
30K75	6376,28	30F80	30K75	30F87	5,17	3021	30F87

* Híbridos posicionados acima da linha tracejada apresentam média superior a média geral do biênio

adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis, no entanto, tem a pior média para aparência geral o que inviabiliza sua indicação. Esse fato realça a importância de se utilizar a característica aparência geral na recomendação de híbridos. Em termos de produtividade de grãos, o Exp 13 poderia ser indicado para ambientes desfavoráveis, mas com a informação sobre seu desempenho em relação à aparência geral, a indicação deste não seria recomendada.

No último biênio considerado, os híbridos 30S31, 30F90, 30F35 e BG7049 mostraram adaptabilidade geral para produtividade de grãos e aparência geral. Já o híbrido Exp 15 mostrou-se de adaptabilidade específica para ambientes favoráveis para as duas características. Para ambientes desfavoráveis destacaram-se os híbridos Exp 16 e Exp 17, tanto para produtividade de grãos quanto para aparência geral.

3.3.4. Método de Rocha *et al.* (2005)

O método do centroide baseia-se em componentes principais e, nesse sentido, se o percentual explicado pelos dois primeiros componentes superar 80 % da variabilidade dos ensaios, maior é a confiabilidade na recomendação dos genótipos (ROCHA *et al.*, 2005). O percentual de variância explicado pelos dois primeiros componentes principais foi de 73,81 % para produtividade de grãos e 74,30 % para aparência geral no biênio de 2004/2005. No biênio de 2005/2006, esses percentuais foram de 73,62 e de 71,31 %, no biênio de 2006/2007 de 78,59 e 75,52 % e no biênio de 2007/2008 de 67,81 e de 70,26% para os caracteres produtividade de grãos e aparência geral, respectivamente. Assim, verifica-se que a recomendação dos híbridos, nessa situação, terá menor confiabilidade.

A classificação dos híbridos quanto à adaptabilidade e estabilidade pelo método do Centroide (ROCHA *et al.*, 2005) está apresentada na Tabela 10. Observou-se que, para os quatro biênios avaliados, os híbridos mais produtivos e com maior nota de aparência geral estão classificados como de adaptabilidade geral, o que está de acordo com o preconizado por Rocha *et al.* (2005). As probabilidades associadas à classificação dos híbridos variaram de 26 a 75 %, considerando as duas características. Conforme Rocha *et al.* (2005), quanto mais o valor de probabilidade associado à classificação dos genótipos, se distanciar de 25 %, maior será a confiabilidade na recomendação. Sendo

TABELA 10. Classificação de híbridos de milho safrinha nos biênios de 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008, quanto à adaptabilidade e estabilidade de comportamento pelo método do centroide (ROCHA *et al.* 2005) para as características produtividade de grãos e aparência geral. Mato Grosso – Brasil

Biênio de 2004/2005 ¹							
PG				AG			
Híbridos ²	Média	Class.	Prob.	Híbridos	Média	Class.	Prob.
30F90	6141,03	I	0,41	30F90	6,62	I	0,75
30F35	6076,35	I	0,37	30F35	6,15	I	0,43
Exp 1	5996,73	I	0,37	30S40	5,81	I	0,35
Exp 8	5820,81	II	0,35	Exp 1	5,62	II	0,30
30S40	5761,12	I	0,32	Exp 7	5,58	II	0,34
Exp 7	5691,00	II	0,32	30F98	5,54	I	0,27
30F33	5304,11	III	0,31	Test 4	5,46	II	0,32
30F98	5236,19	IV	0,30	Exp 8	5,38	II	0,27
30F87	5225,34	IV	0,32	30F87	5,31	IV	0,26
30P34	5161,03	III	0,33	30P34	5,00	III	0,30
30P70	5157,46	IV	0,32	3021	4,92	IV	0,32
30R32	5095,97	IV	0,34	30R32	4,92	III	0,34
Test 4	5084,08	IV	0,35	30F33	4,85	IV	0,35
3021	4810,79	IV	0,44	30P70	4,69	IV	0,34
Biênio de 2005/2006							
PG				AG			
Híbridos	Média	Class.	Prob.	Híbridos	Média	Class.	Prob.
30F35	6589,84	I	0,40	30F35	5,77	I	0,41
Exp 3	6434,05	I	0,35	Exp 6	5,67	I	0,37
30S40	6417,25	I	0,38	Exp 4	5,63	I	0,39
Exp 2	6383,61	I	0,34	30S40	5,30	I	0,31
Exp 5	6358,24	I	0,35	30F98	5,20	II	0,29
Exp 6	6320,44	II	0,44	Exp 10	5,17	II	0,29
Exp 4	6255,14	I	0,32	Exp 2	5,13	I	0,27
Test 2	6074,93	III	0,27	Exp 5	5,13	I	0,28
Exp 10	6065,76	III	0,27	Test 4	5,03	III	0,27
Exp 9	5925,72	IV	0,27	30F87	4,93	III	0,30
30F87	5900,85	II	0,28	Test 2	4,93	III	0,30
30F98	5882,00	IV	0,27	3021	4,90	III	0,27
30P70	5880,19	IV	0,28	Exp 3	4,90	III	0,31
3021	5633,90	IV	0,34	30R32	4,77	IV	0,29
Test 4	5591,86	IV	0,35	Exp 9	4,77	IV	0,30
30R32	5521,46	IV	0,36	30P70	4,53	IV	0,34
Test 6	5311,12	IV	0,48	Test 6	4,17	IV	0,46

Continua...

TABELA 10. Continuação

Biênio de 2006/2007							
PG				AG			
Híbridos	Média	Class.	Prob.	Híbridos	Média	Class.	Prob.
30F35	7348,35	I	0,43	30F35	6,45	I	0,61
Exp 12	6982,35	I	0,31	BG7049	6,00	I	0,33
BG7049	6903,65	II	0,34	30S40	5,70	III	0,30
Exp 11	6793,39	I	0,28	30F98	5,65	III	0,36
Test 2	6662,38	III	0,27	30K75	5,45	III	0,41
Exp 13	6623,17	III	0,31	Exp 12	5,45	IV	0,30
30S40	6510,07	III	0,26	Test 2	5,30	IV	0,33
3021	6404,83	IV	0,29	3021	5,25	IV	0,33
30F98	6389,57	IV	0,31	Test 4	5,15	IV	0,38
30K73	6369,19	IV	0,30	Exp 11	5,15	IV	0,40
30F87	6145,92	IV	0,39	30F87	4,95	IV	0,50
Test 4	6022,99	IV	0,43	30K73	4,95	IV	0,51
30R32	6000,99	IV	0,41	30R32	4,90	IV	0,53
30K75	5965,92	IV	0,51	Exp 13	4,80	IV	0,59
Biênio de 2007/2008							
PG				AG			
Híbridos	Média	Class.	Prob.	Híbridos	Média	Class.	Prob.
30S31	7902,28	I	0,44	30S31	7,00	I	0,61
30F90	7523,30	I	0,35	Exp 16	6,40	I	0,31
Exp 15	7482,97	I	0,32	30F90	6,37	I	0,32
Exp 16	7443,36	I	0,30	30F35	6,27	I	0,28
Exp 14	7379,98	I	0,31	Exp 17	6,10	I	0,26
30F35	7362,66	I	0,29	Exp 14	5,97	II	0,33
Exp 17	7196,35	III	0,28	Exp 15	5,97	II	0,34
BG7049	7158,35	III	0,26	BG7049	5,80	IV	0,28
30S40	7047,38	III	0,29	30F80	5,77	IV	0,30
Test 5	7045,34	III	0,28	30S40	5,73	IV	0,30
P3440	6917,00	III	0,28	Test 2	5,63	IV	0,32
30F98	6778,76	IV	0,30	Test 5	5,60	IV	0,34
Test 2	6724,19	III	0,33	Exp 16	5,47	IV	0,36
30R32	6688,51	IV	0,32	30F98	5,43	IV	0,40
Test 3	6652,74	III	0,35	30K73	5,43	IV	0,35
Test 1	6593,03	IV	0,35	30R32	5,43	IV	0,36
3021	6558,51	IV	0,35	Test 3	5,37	IV	0,42
30K73	6553,63	IV	0,36	30K75	5,30	IV	0,43
30F87	6438,92	IV	0,38	Test 1	5,20	IV	0,47
30F80	6382,97	IV	0,40	3021	5,20	IV	0,45
30K75	6376,28	IV	0,41	30F87	5,17	IV	0,50

¹ Class., classificação; Prob., probabilidade; I, adaptabilidade geral; II, adaptabilidade específica a ambientes favoráveis; III, adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis; e IV, pouco adaptado.

² Híbridos posicionados acima da linha tracejada apresentam média superior à média geral do biênio.

que valores de probabilidade próximos ou superiores a 50 % indicam boa confiabilidade na classificação.

Considerando o biênio de 2004/2005, os híbridos 30F90, 30F35 e 30S40, com desempenho superior à média do biênio, foram classificados como de adaptabilidade geral, considerando as duas características. Já o híbrido Exp 1, para produtividade de grãos, foi considerado de ampla adaptabilidade, mas, para a aparência geral, adaptado a ambientes favoráveis. Assim, esses resultados inviabilizam a sua recomendação. Para ambientes favoráveis destacou-se o híbrido Exp 7, tanto para produtividade de grãos quanto para aparência geral. Nenhum híbrido foi indicado para ambientes desfavoráveis.

Para o biênio de 2005/2006, os híbridos classificados como de adaptabilidade geral foram 30F35, 30S40, Exp 2, Exp 5 e Exp 4, para as duas características avaliadas. O híbrido Exp 6 foi o único que apresentou adaptabilidade específica aos ambientes favoráveis e, novamente, nenhum híbrido foi indicado para as condições desfavoráveis.

Em relação ao biênio de 2006/2007, os híbridos 30F35, BG7049 e 30S40 apresentaram adaptabilidade geral, específica a ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente.

Para o último biênio analisado, os híbridos 30S31, 30F90, Exp 16 e 30F35 foram considerados de adaptabilidade geral para as duas características. Nenhum híbrido foi indicado para as condições favoráveis e desfavoráveis, considerando as duas características.

3.4. Eficiência dos diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade

Na Tabela 11 estão apresentadas as médias, quanto à produtividade de grãos e aparência geral, dos ensaios em quatro biênios e dos três principais híbridos de milho safrinha (30F35, 30F90 e 30S31) recomendados para o estado do Mato Grosso pela empresa Pioneer.

O híbrido 30F35 foi avaliado nos quatro biênios, sendo que, nos biênios de 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007, sempre apresentou produtividade de grãos superior à média de cada ensaio, considerando os ambientes favoráveis (Tabela 11). Já considerando os ambientes desfavoráveis, observou-se que o mesmo apresentou produtividade de grãos superior à média dos ensaios em 46,67%. Dessa forma, o híbrido

Tabela 11. Médias dos ensaios em quatro biênios e dos híbridos 30F35, 30F90 e 30S31 quanto à produtividade de grãos e aparência geral. Mato Grosso – Brasil

Biênio de 2004/2005							Biênio de 2005/2006				
Ensaio		30F35		30F90		Ensaio			30F35		
Descrição	PG	AG	PG	AG	PG	AG	Descrição	PG	AG	PG	AG
1 (CV)	6028,01 ^F	5,79 ^F	7208,05	7,00	6460,45	6,50	6 (SOR)	6432,91 ^F	-	7185,30	-
2 (LRV)	6128,13 ^F	5,57 ^F	6910,50	6,50	6684,40	7,00	7 (SOR)	-	5,56 ^F	-	7,00
3 (PL)	6108,79 ^F	6,21 ^F	8067,70	7,50	6995,85	7,00	8 (LRV)	5386,10 ^D	5,29 ^F	6023,00	7,00
4 (CNP)	6553,21 ^F	5,68 ^F	7116,60	6,00	8005,20	7,00	9 (NM)	3692,15 ^D	4,76 ^D	3092,20	5,00
5 (SOR)	5059,28 ^D	5,86 ^F	5922,00	6,00	4323,30	7,50	10 (CNP)	-	5,12 ^F	-	5,50
6 (SOR)	6353,49 ^F	-	7185,30	-	7110,30	-	11 (SAP)	-	5,06 ^F	-	6,00
7 (SOR)	3442,00 ^D	5,57 ^F	3356,05	7,00	3709,65	7,00	12 (CV)	6870,64 ^F	5,47 ^F	7778,65	6,50
8 (LRV)	5316,01 ^D	5,25 ^D	6023,00	7,00	7288,80	7,00	13 (PL)	5700,01 ^D	5,06 ^F	6062,15	5,50
9 (NM)	3828,34 ^D	4,89 ^D	3092,20	5,00	4459,95	6,00	14 (ITI)	3344,86 ^D	4,91 ^D	3331,55	4,50
10 (CNP)	6051,97 ^F	5,11 ^D	6924,70	5,50	6381,25	6,00	15 (SOR)	7513,09 ^F	5,26 ^F	8582,60	5,50
11 (SAP)	5487,23 ^F	5,14 ^D	6090,50	6,00	6418,90	6,00	16 (SOR)	7458,64 ^F	5,47 ^F	8205,45	7,00
12 (CV)	6921,81 ^F	5,50 ^F	7778,65	6,50	7278,05	7,00	17 (LRV)	7683,78 ^F	4,32 ^D	8566,70	5,00
13 (PL)	5838,40 ^F	4,93 ^D	6062,15	5,50	6117,25	6,00	18 (LRV)	-	4,53 ^D	-	5,50
14 (ITI)	3445,35 ^D	4,93 ^D	3331,55	4,50	4741,10	6,00	19 (NM)	5127,75 ^D	4,29 ^D	5098,65	4,00
-	-	-	-	-	-	-	20 (CNP)	-	5,53 ^F	-	6,50
-	-	-	-	-	-	-	21 (CV)	7143,58 ^F	5,18 ^F	8561,95	6,00
Média geral	5468,72	5,42	6076,35	6,15	6141,03	6,62	Média geral	6032,14	5,05	6589,84	5,77
Média fav.	6163,45	5,74	7038,24	6,64	6827,96	7,00	Média fav.	7183,77	5,30	8146,78	6,25
Média desf.	4218,20	5,04	4344,96	5,58	4904,56	6,17	Média desf.	4650,17	4,56	4721,51	4,80

Continua...

Tabela 11. Continuação

Biênio de 2006/2007					Biênio de 2007/2008								
Ensaio		30F35			Ensaio			30F35		30F90		30S31	
Descrição	PG	AG	PG	AG	Descrição	PG	AG	PG	AG	PG	AG	PG	AG
15 (SOR)	7483,29 ^F	5,14 ^D	8582,60	5,50	22 (SOR)	7189,24 ^F	5,76 ^F	9084,40	7,00	7642,30	6,50	7529,80	7,00
16 (SOR)	7404,88 ^F	5,32 ^D	8205,45	7,00	23 (SOR)	7523,53 ^F	6,02 ^F	8903,00	7,00	7478,65	7,00	7504,05	7,00
17 (LRV)	-	-	-	-	24 (LRV)	6149,68 ^D	5,67 ^D	6127,50	6,00	7444,85	6,50	7464,65	7,00
18 (LRV)	-	-	-	-	25 (LRV)	5518,32 ^D	5,60 ^D	6324,25	6,00	5962,60	6,00	6264,90	7,00
19 (NM)	5253,50 ^D	-	5098,65	-	26 (NM)	5214,71 ^D	5,10 ^D	5106,50	5,50	5482,90	6,00	5677,25	5,00
20 (CNP)	-	5,43 ^F	-	6,50	27 (CNP)	7313,44 ^F	5,76 ^F	8132,50	7,00	7107,05	6,50	8038,95	6,50
21 (CV)	7187,35 ^F	-	8561,95	-	28 (CV)	6962,50 ^F	5,90 ^F	8328,80	7,00	7597,90	7,00	6801,90	6,00
22 (SOR)	7110,06 ^F	5,46 ^F	9084,40	7,00	29 (PL)	5304,92 ^D	5,60 ^D	5724,55	7,00	5589,30	6,50	5749,70	7,00
23 (SOR)	7457,93 ^F	5,61 ^F	8903,00	7,00	30 (SOR)	7429,56 ^F	5,69 ^D	8428,30	6,50	8695,05	6,50	10123,65	8,00
24 (LRV)	5983,48 ^D	5,32 ^D	6127,50	6,00	31 (LRV)	8598,97 ^F	5,71 ^D	8143,40	5,00	9199,40	6,50	10190,50	7,50
25 (LRV)	5617,92 ^D	5,39 ^F	6324,25	6,00	32 (LRV)	8392,73 ^F	5,90 ^F	8215,45	5,50	10570,70	7,00	9865,95	7,50
26 (NM)	5188,36 ^D	4,82 ^D	5106,50	5,50	33 (NM)	5972,78 ^D	5,48 ^D	5493,65	5,50	5322,90	5,00	6357,70	7,50
27 (CNP)	7153,80 ^F	5,50 ^F	8132,50	7,00	34 (CNP)	7567,90 ^F	5,69 ^D	7140,30	6,00	8208,55	6,00	9360,75	7,00
28 (CV)	6912,34 ^F	5,68 ^F	8328,80	7,00	35 (CNP)	8461,80 ^F	6,05 ^F	8290,45	6,00	8980,50	6,50	10506,10	8,00
29 (PL)	5352,33 ^D	-	5724,55	-	36 (CV)	6833,12 ^D	6,21 ^F	6996,80	7,00	7566,85	6,00	7098,40	7,00
Média geral	6508,77	5,37	7348,35	6,45	Média geral	6962,21	5,74	7362,66	6,27	7523,30	6,37	7902,28	7,00
Média fav.	7244,24	5,51	8542,67	6,75	Média fav.	7715,52	5,94	8296,29	6,64	8386,68	6,64	8880,18	7,00
Média desf.	5479,12	5,15	5676,29	6,00	Média desf.	5832,26	5,57	5962,21	5,94	6228,23	6,13	6435,43	7,00

^{D e F} Ambiente desfavorável e favorável, respectivamente.

30F35 mostra-se adaptado a ambientes favoráveis e de comportamento previsível. Essa caracterização condiz com a recomendação da empresa Pioneer para esse híbrido, considerando o histórico de comercialização e produtividade de grãos no estado do Mato Grosso (Informações do departamento técnico da Pioneer). Já para o biênio de 2007/2008, observa-se que esse híbrido superou a média de produtividade de grãos, tanto para ambientes favoráveis quanto para desfavoráveis, em aproximadamente 50 % dos ensaios (Tabela 11). Assim, para esse biênio, o híbrido 30F35 mostra-se de adaptabilidade geral (média alta), porém, com baixa previsibilidade de comportamento.

Para a característica aparência geral, o híbrido 30F35 superou, em mais de 95 %, as médias de cada ensaio nos quatro biênios, considerando os ambientes favoráveis. Para os ambientes desfavoráveis essa superioridade foi de 78,26 % (Tabela 11). Dessa forma, esse híbrido apresenta como desejado, adaptabilidade geral e alta previsibilidade de comportamento para a característica aparência geral.

Considerando o desempenho dos híbridos 30F90 e 30S31, nos biênios em que foram avaliados, os mesmos superaram, na maioria das vezes, a média dos ensaios tanto para ambientes favoráveis quanto desfavoráveis, considerando as duas características (Tabela 11). Assim, os mesmos se mostraram como de adaptabilidade geral e com alta previsibilidade de comportamento. Essa caracterização condiz com a recomendação da empresa Pioneer para esses híbridos, tendo em vista o histórico de comercialização e produtividade de grãos no estado do Mato Grosso (Informações do departamento técnico da Pioneer).

As caracterizações dos híbridos 30F35, 30F90 e 30S31, com base em seus desempenhos individuais em cada ensaio e seus históricos de comercialização e produtividade no estado do Mato Grosso, serviram de base para a avaliação da eficiência dos diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade utilizados nesse trabalho. Dessa forma, a recomendação com base no método Plaisted e Perterson (1959) foi pouco eficiente em definir a estabilidade de comportamento desses híbridos (Tabela 6), apresentando várias contradições. Por exemplo, o híbrido de 30S31, com a maior média de produtividade de grãos e nota de aparência geral no biênio de 2007/2008, foi classificado como o menos estável dentre os híbridos para as duas características. A falta de concordância entre a indicação de genótipos estáveis e produtivos pelo método de Plaisted e Perterson (1959) tem sido verificada em várias culturas como feijão, milho comum, milho pipoca, batata doce e mandioca (RIMOLDI *et al.* 2003). Assim, verificou-se que o conceito de estabilidade (referente à invariância) proposto por esse método

apresentou pouca utilidade na recomendação de híbridos de milho safrinha, considerando a produtividade de grãos e a aparência geral.

Pelo método de Eberhart e Russell (1966), para produtividade de grãos, o híbrido 30F35 foi classificado (Tabela 8) exatamente como caracterizado pelo desempenho individual em cada ensaio e histórico de comercialização e produtividade no estado do Mato Grosso, em todos os biênios considerados. No entanto, para o biênio de 2007/2008, esse método classificou os híbridos 30F90 e 30S31 como adaptados a ambientes favoráveis, o que discorda do seu verdadeiro comportamento nesse biênio, ou seja, de adaptabilidade geral. Para a característica aparência geral, não foi possível fazer as recomendações por esse método devido à baixa associação entre a nota de aparência geral e os índices ambientais, mostrados pelos coeficientes de determinação que foram na grande maioria abaixo de 50 % (Tabela 8). Assim, considerando apenas a produtividade de grãos, pode-se afirmar que o método de Eberhart e Russell (1966) foi mais eficiente que o método de Plaisted e Peterson (1959) na recomendação de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.

O método de Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada – classificou os híbridos 30F35, 30F90 e 30S31 (Tabela 9) exatamente conforme preconizado, considerando os quatro biênios analisados e as duas características avaliadas. Inclusive, no biênio de 2007/2008, quando o híbrido 30F35 ficou em sexto colocado pela média geral de produtividade de grãos e se mostrou de baixa previsibilidade, sua classificação foi intermediária pelo método de Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada (Tabela 9). Isso demonstra que o parâmetro P_i desse método considera, como mencionado pelo autor, tanto a produtividade grãos quanto a adaptabilidade e a estabilidade para a classificação dos genótipos. Dessa forma, esse método foi mais eficiente em relação ao método de Eberhart e Russell (1966) na recomendação de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso, considerando a produtividade de grãos e aparência geral. Murakami *et al.* (2004), utilizando dados de milho safrinha do sul do estado Mato Grosso, também observaram que o método de Carneiro (1998) – decomposição do P_i – foi mais eficiente em relação ao método de Eberhart e Russell (1966).

As indicações com base no método do centróide (ROCHA *et al.* 2005) para o híbrido 30F35 (Tabela 10) foram contraditórias àquelas preconizadas nos biênios de 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 para produtividade de grãos. Nesses biênios, o método centróide classificou o híbrido 30F35 como de adaptabilidade geral, sendo que este híbrido é de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, em razão de seu

desempenho individual nos ensaios e histórico de comercialização e produtividade no estado do Mato Grosso. Tais discrepâncias podem ocorrer devido ao baixo percentual (abaixo de 80 %) de variância explicada pelos dois primeiros componentes principais, resultando em baixa eficiência desse método na recomendação de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso. A recomendação de um genótipo de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis para condições ambientais amplas pode resultar em grandes prejuízos para agricultores de média a baixa tecnologia.

4. CONCLUSÕES

1 – A utilização de notas de aparência geral em conjunto com a produtividade de grãos pode aprimorar a recomendação de híbridos de milho safrinha para o estado do Mato Grosso.

2 – Para futuras recomendações de híbridos de milho safrinha no estado do Mato Grosso é indicado o método de Carneiro (1998) – diferença em relação à reta bissegmentada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOU-EL-FITTOUH, A.H.; RAWLINGS, J.O.; MILLER, P.A. Classification of environments to control genotype x environment with application to cotton. **Crop Science**, v.4, n.1, p.135-140, 1969.

AGROCERES. **Descrição de produtos**. Disponível em:

<http://www.sementesagroceres.com.br/sementes_milho.asp>. Acesso em: 11 set. 2009.

AGUIAR, C.G.; SCAPIM, C.A.; PINTO, R.J.B.; JÚNIOR, A.T.A.; SILVÉRIO, L.; ANDRADE, C.A.B. Análise dialéctica de linhagens de milho na safrinha. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.34, n.6, p.1731-1737, 2004.

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

AMORIM, E.P.P.; CAMARGO, C.E.O.; FILHO, A.W.P.F.; JUNIOR, A.P.; GALLO, P.B.; FILHO AZEVEDO, J.A. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de trigo no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, SP, v.65, n.4, p.575-582, 2006.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.46, p.269-278, 1992.

ATTA, B.M.; SHAH, T.M.; ABBAS, G.; HAQ, M.A. Genotype x environment interaction for seed yield in kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes developed through mutation breeding. **Pakistan Journal of Botany**, v.41, n. 4, p.1883-1890, 2009.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; CRUZ, C.D. Análises paramétricas e não-paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, PR, v.9, n.3, p.299-309, 2008.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: Imprensa universitária, 2005. 525p.

BORTOLINI, C.G. **Sistemas produtivos de milho no estado do Mato Grosso**. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/MilhoMT/index.htm>. Acesso em: 4 ago. 2008.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não-paramétrica**. Piracicaba: ESALQ, 1983. 349p.

CARGNELUTTI FILHO, A.C.; PERECIN, D.; MALHEIROS, E.B.; GUADAGNIN, J.P. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de grãos de cultivares de milho. **Bragantia**, Campinas, SP, v.66, n.4, p.571-578, 2007.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas Metodologias de Análise da Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento**. 1998. 168f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

CARVALHO, H.W.L.; CARDOSO, M.J.; LEAL, M.L.S.; SANTOS, M.X.; TABOSA, J.N.; SOUZA, E.M. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares de milho no nordeste brasileiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.9, p.1581-1591, 1999.

COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; FILHO, I.A.P. **Rendimento do milho no Brasil: Chegamos ao máximo?** Piracicaba: Potafos, 2003. 12p. (POTAFOS. Encarte Técnico, 101).

COIMBRA, J.L.M.; CARVALHO, F.I.F.; HEMP, S.; SILVA, S.A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de feijão de cor (*Phaseolus vulgaris* L.) em três ambientes distintos. **Ciência Rural** [online], v.29, n.3, p.441-448, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Levantamento de dados**. 2009. Disponível em:

< <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/Milho2aSerieHist.xls>>. Acesso em: 24 set. 2009.

CRUZ, C.D. **Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2006, 648p.

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

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

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. v.1. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

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

DEKALB. **Descrição de produtos**. Disponível em: <<http://www.dekalb.com.br>>. Acesso em: 11 set. 2009.

DI MAURO, A.O.; CURCIOLI, V.B.; NÓBREGA, J.C.M.; BANZATO, D.A.; SEDIYAMA, T. Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.35, n.4, p.687-696, 2000.

DOW AGROSCIENCES. **Descrição de produtos**. Disponível em: <<http://www.dowagro.com/PublishedLi.pdf?filepath=br/pdfs/noreg/013-00098.pdf&fromPage=GetDoc>>. Acesso em: 11 set. 2009.

EAST, E.M. Inbreeding in corn. **Report Connecticut Agriculture Expt. Sta. for 1907-1908**, p.419-428, 1908.

EBERHART, S.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.6, n.1, p.36-40, 1966.

FANCELLI, A.L. Fisiologia das plantas de milho em condições de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6, 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p.11-31.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaption in a plant breeding programme. **Australian of Journal Agricultural Research**, Melbourne, v.14, n.6, p.742-754, 1963.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Faostat statistics data base**. 2009. Disponível em:< <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx> >. Acesso em: 24 set. 2009.

GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa: UFV, 2004. 366p.

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

GERAGE, A.C. et al. A cultura do milho safrinha. Cultivares. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p.32-44.

GERAGE, A.C.; BIANCO, R.A. Produção de milho na “safrinha”. **Informe Agropecuário**, Brasília, DF, v.14, n.164, p.39-44, 1990.

GONÇALVES, F.M.A.; CARVALHO, S.P.; RAMALHO, M.A.P.; CORRÊA, L.A. Importância das interações cultivares x locais e cultivares x anos na avaliação de milho na safrinha. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.7, p.1175-1181, 1999.

HAMAWAKI, O.T.; SANTOS, P.G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho avaliadas por meio do modelo de regressão. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.33, n.2, p.195-199, 2003.

HOOGERHEIDE, E. S. S.; FARIAS, F. J. C.; VENCOSKY, R.; FREIRE, E. C. Estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiro no Estado do Mato Grosso. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.42, n.5, p.695-698, 2007.

HORNEY, T.W.; FREY, K.J. Methods for determining natural area for oat varietal recommendations. **Agronomy Journal**, v.49, n.1, p.313-315, 1957.

HUHN, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part I: Theory. **Euphytica**, Dordrecht, v.47, n.3, p.189-194, 1990a.

HUHN, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part II: Applications. **Euphytica**, Dordrecht, v.47, n.3, p.195-201, 1990b.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, RJ, v.18, n.1, p.1-76, 2007.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey-USA: Englewood Cliffs, 1992. 642p.

JONES, D.F. The effects of inbreeding and crossbreeding upon development. **Connecticut Agricultural Experimental Station Bulletin**, New Haven, p.5-100, 1918.

LIN, C.S. Grouping genotypes by a cluster method directly related do genotype-environment interaction mean square. **Theoretical Applied Genetics**, New York, v.62, p.277-280, 1982.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal Plant Science**, v.68, n.3, p.193-198, 1988.

MACHADO, J.C. **Estabilidade de produção e da capacidade de combinação em híbridos de milho**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, E. **Fisiologia da produção**. In: CRUZ, J.C. *et al.* Recomendações técnicas para o cultivo do milho. Brasília: Embrapa, p.85-96, 1997.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; CARNEIRO, N.P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Circular técnica (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), Sete Lagoas, MG, n.22, 2002. 65p.

MARANHA, F.G.C.B. **Estratificação ambiental para avaliação de genótipos de algodoeiro no estado do Mato Grosso**. 2005. 63f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

MELO, L.C. *et al.* Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa agropecuária brasileira** [online], v.42, n.5, p.715-723, 2007.

MENDOÇA, O.; PÍPOLO-CARPENTIERI, V.; GARBUGLIO, D.D.; JUNIOR, N.S.F. Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.42, n.11, p.1567-1575, 2007.

MISEVIC, D.J.; DUMANOVIC, J. Examination of methods for choosing locations for preliminary maize yield testing. **Euphytica**, v.44, n.1, p.173-180, 1989.

MORI, E.S.; SANTOS, P.E.T. **Programa cooperativo interação genótipo x ambientes**. Piracicaba: ESALQ, 1989. 33 p. (ESALQ Série Técnica, 21).

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

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

OLIVEIRA, A.B.; DUARTE, J.B.; PINHEIRO, J.B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.38, n.3, p.357-364, 2003.

OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E.S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n.2, p.257-265, 2006.

OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO, P.C.S.; DIAS, L.A.S.; CARNEIRO, J.E.S.; CRUZ, C. D. Factor analysis in the environment stratification for the evaluation of common bean cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.166-173, 2005.

PEIXOTO, C.M. **Os gargalos técnicos da cultura do milho**. Santa Cruz do Sul: PIONEER, 2006. 8p. (PIONEER. Comunicado Técnico, 4).

PELUZIO, J.M.; ALMEIDA JUNIOR, D.; FRANCISCO, E.R.; FIDELIS, R.R.; RICHTER, L.H.M.; RICHTER, C.A.M.; BARBOSA, V.S. Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.21, n.3, p.113-117, 2005.

PIMENTEL-GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 11 ed. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.

PIONEER. **Descrição de produtos**. Disponível em:
<<http://www.pioneersementes.com.br>>. Acesso em: 11 set. 2009.

PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, v.36, n.6, p.381-5, 1959.

RAUPP, C.; BRENNER, D.; SCHUELTER, A.R. **O melhoramento de plantas para as condições de safrinha**. Santa Cruz do Sul: PIONEER, 2007. p.20-21. (PIONEER, Informativo Pioneer, nº 26).

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

RIMOLDI, F.; VIDIGAL FILHO, P.S.; VIDIGAL, M.C.G.; PEQUENO, G.M.; BARELLI, M.A.A.; KVITSCHAL, M.V.; MANZOTI, M.S. Stability in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivar yield in Parana State. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.25, n.2, p.467-472, 2003.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations biometrical genetics**. New York: Pergamon Press, 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 Florestal**, Santa Maria, RS, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

ROSSE, L.N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. **Bragantia** [online], v.59, n.1, p.99-107, 2000.

RUMIN, G.C.R. **Análise da interação genótipo x ambiente assistida por marcadores moleculares em milho (*Zea mays* L.)**. 2005. 212f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba, 2005.

SCHUELTER, A.R.; BRENNER, D.; **Precocidade na safrinha: o mito e a realidade**. **Santa Cruz do Sul: PIONEER**, 2009. p.6-7. (PIONEER, Informativo Pioneer, n° 28)

SHULL, G.H. The composition of a field of maize. **American Breeding Associate Report**, n.4, p.296-301, 1908.

SILVA, J.G.C. Análise da estabilidade através de regressão linear segmentada. I. Fundamentos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.4, p.435-448, 1995.

SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Aplicação da Regressão Linear Segmentada em estudos da interação Genótipo x Ambiente. In: SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA, 1, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p.49-50, 1985.

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

SODRÉ, M. **Safrinha de milho encerra com recorde em Mato Grosso**. 2008.

Disponível em: <<http://www.tribunamt.com.br/2008/09/safrinha-de-milho-encerra-com-recorde-em-mato-grosso>>. Acesso em: 12 set. 2009.

SOUZA, E.L.L.; AZEVEDO, P.F.; SAES, M.S.M. **Competitividade do sistema agroindustrial do milho**. In: Farina, E. M. M. Q.; Zylbersztajn, D. Competitividade do *agribusiness* brasileiro. São Paulo: IPEA, v.2, 1998.

SYNGENTA. **Descrição de híbridos**. Disponível em:

<<http://www.syngenta.com.br/website/produtos-e-marcas/sementes/nk/milho>>. Acesso em: 11 set. 2009.

TOLER, J.E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays**. 1990. 154 f. Thesis (Ph. D.) – Clemson University, USA, 1990.

TORRES, R.A.A. **Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. 1988. 133f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1988.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. WASDE 474, 2009.

VASCONCELOS, E.S.; JÚNIOR, W.B.; CRUZ, C.D.; FERREIRA, R.P.; RASSINI, J. B.; VILELA, D. Seleção de genótipos de alfafa pela adaptabilidade da produção de matéria seca. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, PR, v.30, n.3, p.339-343, 2008.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**.
Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.

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

VERONESI, J.A. **Comparação de métodos e avaliação de adaptabilidade e estabilidade de comportamento de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) em dez ambientes do estado de Minas Gerais**. 1995. 90f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

VILHEGAS, A.C.G; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; BRACCINI, A.L.E; SAGRILO, E. Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no Noroeste do Paraná. **Bragantia**, v.60, n.1, p.45-71, 2001.

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

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**, v.28, n.4, p.556-580, 1938.

APÊNDICES

APÊNDICE A. Estratificação de ambientes, segundo a metodologia de Murakami e Cruz (2004), para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) de milho safrinha no ano de 2004. Mato Grosso – Brasil

Ambiente*	PG			
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidades
1 (CV)	0,92	0,07	0,15	0,87
2 (LRV)	0,18	0,14	0,97	0,99
3 (PL)	0,91	0,04	0,17	0,86
4 (CNP)	0,80	0,34	0,07	0,76
5 (SOR)	0,15	0,97	0,14	0,97
% de var, explicada	55,65	18,97	14,74	-
% acumulada explicada	55,65	74,62	89,36	-
Ambiente	AG			
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidades
1 (CV)	0,55	0,12	-0,71	0,82
2 (LRV)	0,93	0,02	-0,11	0,87
3 (PL)	0,58	0,52	-0,35	0,74
4 (CNP)	0,07	0,17	-0,93	0,9
5 (SOR)	0,04	0,96	-0,13	0,94
% de var, explicada	52,45	18,23	14,54	-
% acumulada explicada	52,45	70,68	85,22	-

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: CV, Campo Verde; LRV, Lucas do Rio Verde; PL, Primavera do Leste; CNP, Campo Novo do Parecis; e SOR, Sorriso.

APÊNDICE B. Estratificação de ambientes, segundo a metodologia de Murakami e Cruz (2004), para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) de milho safrinha no ano de 2005. Mato Grosso – Brasil

Ambiente*	PG					Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	
6 (SOR)	-0,02	-0,08	0,07	0,96	-0,08	0,95
7 (LRV)	0,32	0,02	-0,04	0,05	-0,90	0,91
8 (NM)	-0,05	-0,90	-0,07	0,09	0,08	0,84
9 (CNP)	0,60	-0,57	0,20	-0,08	-0,22	0,79
10 (SAP)	-0,08	-0,09	0,78	0,40	0,17	0,82
11 (CV)	0,94	0,13	0,08	0,00	-0,18	0,94
12 (PL)	0,30	0,01	0,81	-0,16	-0,19	0,81
13 (ITI)	-0,14	-0,63	0,39	0,13	-0,57	0,91
% de var, explicada	30,74	20,81	15,05	11,83	8,51	-
% acumulada explicada	30,74	51,56	66,61	78,44	86,95	-

Ambiente	AG					Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	
6 (SOR)	0,07	0,93	-0,10	0,04	-	0,88
7 (LRV)	0,06	0,84	0,32	0,10	-	0,82
8 (NM)	-0,23	0,10	0,21	0,92	-	0,96
9 (CNP)	0,81	0,36	-0,02	-0,09	-	0,80
10 (SAP)	0,69	0,50	0,08	0,40	-	0,89
11 (CV)	0,89	-0,17	0,09	-0,16	-	0,86
12 (PL)	0,80	0,03	0,35	-0,19	-	0,80
13 (ITI)	0,21	0,10	0,91	0,22	-	0,93
% de var, explicada	40,51	24,60	14,65	6,86	-	-
% acumulada explicada	40,51	65,11	79,77	86,63	-	-

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.

APÊNDICE C. Estratificação de ambientes, segundo a metodologia de Murakami e Cruz (2004), para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) de milho safrinha no ano de 2006. Mato Grosso – Brasil.

Ambiente	PG				
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Comunalidades
14 (SOR)	0,92	-0,03	0,08	-	0,85
15 (SOR)	0,92	0,15	0,00	-	0,87
16 (LRV)	0,56	0,43	0,35	-	0,62
17 (LRV)	0,77	0,18	0,39	-	0,79
18 (NM)	-0,06	0,17	0,92	-	0,88
19 (CNP)	0,04	0,93	-0,19	-	0,89
20 (CV)	0,85	0,02	0,00	-	0,72
% de var, explicada	51,18	17,88	11,09	-	-
% acumulada explicada	51,18	69,06	80,15	-	-

Ambiente	AG				
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Comunalidades
14 (SOR)	0,72	0,05	0,26	0,43	0,76
15 (SOR)	0,88	0,09	0,24	0,01	0,84
16 (LRV)	0,74	0,10	0,07	0,45	0,75
17 (LRV)	0,21	-0,03	0,96	0,12	0,98
18 (NM)	0,04	0,99	-0,03	0,03	0,99
19 (CNP)	0,32	0,03	0,12	0,90	0,93
20 (CV)	0,79	-0,11	0,04	0,37	0,77
% de var, explicada	51,82	14,77	11,56	7,96	-
% acumulada explicada	51,82	66,59	78,15	86,11	-

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; e CV, Campo Verde.

APÊNDICE D. Estratificação de ambientes, segundo a metodologia de Murakami e Cruz (2004), para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) de milho safrinha no ano de 2007. Mato Grosso – Brasil.

Ambiente*	PG				Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	
21 (SOR)	0,12	0,88	0,22	0,14	0,87
22 (SOR)	0,39	0,76	0,12	0,19	0,78
23 (LRV)	0,81	0,13	0,30	0,19	0,80
24 (LRV)	0,24	0,24	0,89	0,20	0,95
25 (NM)	0,27	0,17	0,23	0,90	0,96
26 (CNP)	0,58	0,49	-0,04	0,47	0,80
27 (CV)	0,62	0,53	0,32	0,03	0,77
28 (PL)	0,81	0,28	0,10	0,31	0,84
% de var, explicada	58,91	10,07	8,48	7,14	-
% acumulada explicada	58,91	68,99	77,46	84,61	-

Ambiente	AG				Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	
21 (SOR)	0,89	0,20	0,25	-	0,90
22 (SOR)	0,53	0,55	0,41	-	0,75
23 (LRV)	0,85	0,39	0,16	-	0,90
24 (LRV)	0,73	0,42	0,35	-	0,83
25 (NM)	0,24	0,13	0,93	-	0,94
26 (CNP)	0,26	0,89	0,25	-	0,91
27 (CV)	0,32	0,87	0,06	-	0,87
28 (PL)	0,52	0,48	0,51	-	0,76
% de var, explicada	67,17	10,46	7,96	-	-
% acumulada explicada	67,17	77,63	85,59	-	-

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; CV, Campo Verde; e PL, Primavera do Leste.

APÊNDICE E. Estratificação de ambientes, segundo a metodologia de Murakami e Cruz (2004), para produtividade de grãos (PG) e aparência geral (AG) de milho safrinha no ano de 2008. Mato Grosso – Brasil.

Ambiente*	PG				Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	
29 (SOR)	0,85	0,00	-0,25	0,15	0,81
30 (LRV)	0,74	0,42	0,05	-0,18	0,76
31 (LRV)	0,50	-0,05	0,28	-0,68	0,79
32 (NM)	0,13	0,90	0,19	-0,17	0,89
33 (CNP)	0,14	-0,02	0,75	-0,38	0,72
34 (CNP)	0,11	0,31	0,15	-0,87	0,89
35 (CV)	0,19	0,31	0,81	-0,02	0,79
% de var, explicada	46,72	12,24	11,67	10,17	-
% acumulada explicada	46,72	58,96	70,63	80,8	-

Ambiente	AG				Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	
29 (SOR)	0,15	0,93	0,07	0,21	0,94
30 (LRV)	0,62	0,38	0,01	0,50	0,77
31 (LRV)	0,83	0,13	0,10	0,23	0,77
32 (NM)	0,21	0,24	0,13	0,92	0,93
33 (CNP)	0,23	0,06	0,96	0,11	0,99
34 (CNP)	0,76	-0,12	0,22	0,43	0,83
35 (CV)	0,80	0,23	0,23	-0,01	0,75
% de var, explicada	52,04	14,31	10,48	8,47	-
% acumulada explicada	52,04	66,35	76,83	85,31	-

* Siglas das cidades em que foram conduzidos os ensaios, sendo: SOR, Sorriso; LRV, Lucas do Rio Verde; NM, Nova Mutum; CNP, Campo Novo do Parecis; SAP, Sapezal; CV, Campo Verde; PL, Primavera do Leste; e ITI, Itiquira.