VIRGÍNIA HELENA DE AZEVEDO

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS, MATO GROSSO E SÃO PAULO

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
2004

VIRGÍNIA HELENA DE AZEVEDO

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NOS ESTADOS DE MINAS GERAIS, MATO GROSSO E SÃO PAULO

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

APROVADA: 6 de fevereiro de 2004.

Prof. Múcio Silva Reis (Conselheiro)	Prof. Cosme Damião Cruz (Conselheiro)
Dr. Mauro Wagner de Oliveira	Dr. Plínio Cesar Soares

Prof. Tuneo Sediyama
(Orientador)

A Deus, acima de todas as coisas.

Aos meus pais, José Coelho e Inês.

Aos meus irmãos, Patrícia e Emílio.

Aos meus cunhados José Geraldo e Elizabeth.

Ao meu sobrinho José Mário.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre me iluminou e me protegeu nos momentos difíceis de minha vida, me dando força e coragem para vencer os obstáculos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

À Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização do curso de Doutorado, em especial ao Departamento de Fitotecnia e a Secretaria de Genética e Melhoramento.

Ao professor Tuneo Sediyama pela orientação, pela compreensão e pelo apoio em todos os seis anos sob sua orientação.

Ao professor Múcio Silva Reis pela valiosa ajuda e por estar sempre disponível durante minha vida acadêmica.

Ao professor Cosme Damião Cruz pelas sugestões e pelo conhecimento repassado durante todo o meu curso de Doutorado.

Aos membros da banca, Dr. Mauro Wagner de Oliveira e Dr. Plínio César Soare,s pela participação e pelas valiosas sugestões.

Ao engenheiro agrônomo José Luiz Lopes Gomes por toda ajuda e pela amizade durante o curso.

Às secretárias da Genética e Melhoramento Conceição e Rita de Cássia, pelo carinho comigo e por todos os serviços prestados.

Aos funcionários do Laboratório de Soja, Paulo Paiva, Paulo Daniel, Custódio, Bernardino, Geraldo e Adílio, pela ajuda e pela boa convivência.

Aos funcionários do Fundão, Geraldo Martins, Éssimo, Sebastião e Raimundo, pela grande ajuda prestada.

Aos meus pais, que são exemplo de vida e que sempre me ensinaram a recompensa do grande esforço, pela dedicação e pelo amor que me deram a vida toda.

Ao meu irmão Emílio que, além de irmão, é um grande amigo, por toda ajuda, pela preocupação e pelo carinho que sempre teve comigo.

À minha irmã Patrícia que sempre foi uma segunda mãe, sempre esteve presente em todos os momentos de minha vida, nos bons e ruins, e sempre me protegeu e me cuidou como uma mãe cuida de um filho.

À minha cunhada Elizabeth por sua amizade e companheirismo.

Ao meu cunhado José Geraldo (Douguinho) por ser meu amigo, por todas as brincadeiras e por todo seu carinho.

À família Ângelo, Mário, Terezinha, Cláudia, Claudete e Aguinaldo, por me acolherem em sua casa como membro da família.

Aos meus primos Humberto e Lourdes pela amizade e pela ajuda.

Aos amigos de Viçosa, Rogério e Fernanda, que sempre estiveram dispostos a me ajudar em todos os momentos.

Aos amigos Lucianne e Aloísio, Ricardo e Cleonice, Ronaldo, Ana Paula e Kamilla.

À grande amiga Gisele pelo companheirismo e pela sua grande amizade em todos os momentos.

À Aline pelas brincadeiras, pela amizade e pelo bom humor.

À todas as pessoas que não foram citadas, mas que me ajudaram a realizar esse sonho, muito obrigada.

BIOGRAFIA

VIRGÍNIA HELENA DE AZEVEDO, filha de José Azevedo Coelho e Inês Rodrigues de Azevedo, nasceu em 21 de novembro de 1972, em Brasília – Distrito Federal.

Realizou o curso primário na Escola Centro de Ensino nº 06, Brasília – Distrito Federal e Escola Estadual Professor Benedito de Carvalho, Cuiabá - Mato Grosso. Concluiu o segundo grau no Colégio Salesiano São Gonçalo em 1990, na mesma cidade.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso em 1996, em Cuiabá - Mato Grosso.

Em agosto de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2000.

Em março de 2000, iniciou o curso de Doutorado em Genética e Melhoramento, pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – Minas Gerais, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2004.

ÍNDICE

RESUMO ix
ABSTRACT xi
1. INTRODUÇÃO GERAL 1
2. REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1. Importância da soja 3
2.2. Interação genótipo x ambiente 5
2.3. Estratificação ambiental 6
2.4. Adaptabilidade e estabilidade 9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 12

CAPÍTULO 1

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE MINAS GERAIS 16
RESUMO 16
1. INTRODUÇÃO 17
2. MATERIAL E MÉTODOS 19
2.1. Genótipos avaliados 20
2.2. Delineamento experimental 20
2.3. Teste de comparação entre médias 20
2.4. Análise de variância conjunta 21
2.5. Estratificação ambiental 21
2.5.1. Estratificação pelo método tradicional 21
2.5.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores 21

2.6. Adaptabilidade e estabilidade 22
2.6.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966) 22
2.6.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998). 23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 26
3.1. Teste de comparação entre médias 26
3.2. Análise de variância conjunta 30
3.3. Estratificação ambiental 31
3.3.1. Estratificação pelo método tradicional 31
3.3.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores 36
3.4. Adaptabilidade e estabilidade 45
3.4.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966) 45
3.4.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998). 51
4. CONCLUSÕES 56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57

CAPÍTULO 2

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE MATO GROSSO, NA SAFRA 2000/2001 59
RESUMO 59
1. INTRODUÇÃO 60
2. MATERIAL E MÉTODOS 62
2.1. Genótipos avaliados 63
2.2. Delineamento experimental 63
2.3. Teste de comparação entre médias 63
2.4. Análise de variância conjunta 63
2.5. Estratificação ambiental 64
2.5.1. Estratificação pelo método tradicional 64
2.5.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores 64
2.6. Adaptabilidade e estabilidade 65
2.6.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966) 65
2.6.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998). 66
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 68
3.1. Teste de comparação entre médias 68
3.2. Análise de variância conjunta 72
3.3. Estratificação ambiental 73
3.3.1. Estratificação pelo método tradicional 73
3.3.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores 76

3.4. Adaptabilidade e estabilidade 83
3.4.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966) 83
3.4.2. Método de LIN E BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998) 88
4. CONCLUSÕES 91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 92

CAPÍTULO 3

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE MATO GROSSO, NA SAFRA 2001/2002 94
RESUMO 94
1. INTRODUÇÃO 95
2. MATERIAL E MÉTODOS 97
2.1. Genótipos avaliados 98
2.2. Delineamento experimental 98
2.3. Teste de comparação entre médias 98
2.4. Análise de variância conjunta 99
2.5. Estratificação ambiental 99
2.5.1. Estratificação pelo método tradicional 99
2.5.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores 99
2.6. Adaptabilidade e estabilidade 100
2.6.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966) 100
2.6.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998). 101
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 103
3.1. Teste de comparação entre médias 103
3.2. Análise de variância conjunta 106
3.3. Estratificação ambiental 107
3.3.1. Estratificação pelo método tradicional 107
3.3.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores 109
3.4. Adaptabilidade e estabilidade 113
3.4.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966) 113
3.4.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998). 116
4. CONCLUSÕES 120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 121

CAPÍTULO 4

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE SÃO PAULO 123

RESUMO 123

1. INTRODUÇÃO 124

2. MATERIAL E MÉTODOS 126

2.1. Genótipos avaliados 127

2.2. Delineamento experimental 127

2.3. Análise de variância individual 127

2.4. Teste de comparação entre médias 127

2.5. Análise de variância conjunta 128

2.6. Avaliação do desempenho genotípico 128

2.6.1. LIN e BINNS (1988) 128

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO 129

3.1. Análise de variância individual 129

3.2. Teste de comparação entre médias 130

3.3. Análise de variância conjunta 132

3.4. Avaliação do desempenho genotípico 133

3.4.1.LIN e BINNS (1988) 133

4. CONCLUSÕES 136

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 137

RESUMO E CONCLUSÕES 139

RESUMO

AZEVEDO, Virgínia Helena de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2004. **Estratificação ambiental, adaptabilidade e estabilidade de produção de grãos de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo**. Orientador: Tuneo Sediyama. Conselheiros: Cosme Damião Cruz e Múcio Silva Reis.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a representatividade dos locais de ensaios por meio de estratificação ambiental em Minas Gerais e Mato Grosso, e estudar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo. Para verificar a representatividade dos locais, foram utilizados o método tradicional de estratificação ambiental e análise de fatores. Foram utilizados dois métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade: EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998). O trabalho foi realizado com dados de produtividade de grãos obtidos de ensaios finais de avaliação de genótipos de soja. Em todos os Estados, os ensaios foram delineados em blocos ao acaso com três repetições. Em Minas Gerais, avaliaram-se 18 genótipos de ciclo semiprecoce/médio e 17 de ciclo semitardio/tardio, em seis ambientes (Capinópolis em duas épocas de plantio, Tupaciguara, Florestal, Paracatú e Unaí), na safra 2001/2002. Foram consideradas duas safras em Mato Grosso. Em 2000/2001 avaliaram-se 11 genótipos de ciclo semiprecoce/médio e 10 de ciclo semitardio/tardio em seis ambientes (Itiquira em três épocas de plantio, Primavera do Leste em duas épocas de plantio e Lucas do Rio Verde). Na safra 2001/2002, foi estudado o comportamento de 16 genótipos de ciclo semiprecoce/médio em 5 ambientes (Itiquira em três épocas de plantio, Primavera do Leste e Nova Mutum) e 14 genótipos de ciclo

semitardio/tardio em três ambientes (Itiquira em duas épocas de plantio e Nova Mutum). Em São Paulo, foram avaliados 20 genótipos de soja em três ambientes (Nuporanga, Morro Agudo e Guaíra), na safra 2001/2002. Os genótipos foram provenientes do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Verificou-se que em Minas Gerais e Mato Grosso, apesar de existir interação genótipo x ambiente significativa na análise de variância conjunta, foi possível verificar padrões de similaridades de resposta dos cultivares e linhagens avaliados nos diferentes locais. A estratificação pela análise de fatores mostrou resultados semelhantes ao método tradicional. Os estudos de adaptabilidade e estabilidade, revelaram a existência de genótipos de diferentes grupos de maturação com ampla adaptabilidade e estabilidade, como os padrões de ciclo semitardio, Monarca e Conquista, os padrões de ciclo tardio DM-339 e UFV-18 (Patos de Minas) e as linhagens UFV98-267FRC11, UFV98-1640CRR73 e UFV98-U16-53, em Minas Gerais. Em Mato Grosso, na safra 2000/2001, destacaram-se o padrão de ciclo semiprecoce Conquista, o padrão CAC-1 e os cultivares UFV-17 (Minas Gerais) e UFVS-2002 de ciclo médio, o cultivar de ciclo semitardio/tardio UFV-18 (Patos de Minas) e a linhagem UFV95-370A 604. Na safra 2001/2002, as linhagens UFV98-9391140 e UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, o padrão Uirapurú e o cultivar UFVS-2003 de ciclo semitardio/tardio, apresentaram adaptabilidade geral e estabilidade. Foi possível, em São Paulo, indicar cultivares e linhagens com ampla adaptabilidade e estabilidade, se destacando os cultivares UFV-16 (Capinópolis), o padrão Conquista e as linhagens UFV98-833994 e UFV97-64322605.

ABSTRACT

AZEVEDO, Virgínia Helena de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2004. **Environmental stratification, adaptability and stability of grain production of soybean genotypes (*Glycine max* (L.) Merrill) in Minas Gerais, Mato Grosso and São Paulo**. Advisor: Tuneo Sediyama. Committee Members: Cosme Damião Cruz and Múcio Silva Reis.

The objective of this work was to evaluate the representativity of local essays using environmental stratification in Minas Gerais and Mato Grosso, and also to study the adaptability and stability of soybean genotypes in three States: Minas Gerais, Mato Grosso and São Paulo. The traditional method for environmental stratification and the factors analysis were used in order to verify the representativity of locals. For the evaluation of the adaptability and stability two methods were used: a) the EBERHART and RUSSELL (1966), and b) the LIN and BINNS (1988) modified by CARNEIRO (1998). This work was developed based on the grain production data obtained from final essays with soybean genotypes. In all locations, essays were designed in plots established randomly and three repetitions were carried out. In Minas Gerais, 18 genotypes with semi early/medium cycle and 17 with semi later/later cycle were evaluated in six environments: Capinópolis (planted in two different periods), Tupaciguara, Florestal, Paracatú and Unaí, in the harvest of 2001/2002. In Mato Grosso two harvest times were considered. In the harvest of 2000/2001, 11 genotypes with the semi early/medium cycle and 10 with the semi later/later cycle were evaluated in six environments: Itiquira (planted in three different periods), Primavera do Leste (planted in two different periods) and Lucas do Rio Verde. In the harvest of 2001/2002 the behavior of 16 genotypes with the semi early/medium was studied in five

environments: Itiquira (planted in three different periods), Primavera do Leste and Nova Mutum. It was also evaluated in the same harvest year, 14 genotypes with semi later/later cycle in three environments: Itiquira (planted in two different periods) and Nova Mutum. In São Paulo 20 genotypes of soybean in three environments (Nuporanga, Morro Agudo e Guaíra) were analyzed in the harvest of 2001/2002. All genotypes were provided by the Program of Genetic Improvement of Soybean of the Fitotecnia Department of the Federal University of Viçosa. According to results, in Minas Gerais and Mato Grosso it was possible to verify patterns of similarity in the cultivars and lineages evaluated at different localities, despite the existing interaction of genotype x environment detected in the analysis of variance. The stratification using the Factors Analysis was similar to the Traditional Method. Studies of the adaptability and stability indicated the existence of genotypes with different maturation periods and large adaptability and stability, such as: the Monarca and Conquista pattern with semi later cycle, the DM-339 and UFV-18 (Patos de Minas) patterns with semi later cycle; and the lineages UFV98-267FRC11, UFV98-1640CRR73 and UFV98-U16-53 in Minas Gerais. In Mato Grosso, at the harvest of 2000/2001, best results were verified in the patterns: Conquista with semi early cycle and CAC-1; in the cultivars: UFV-17 (Minas Gerais), UFVS-2002, both with average cycle, and UFV-18 (Patos de Minas) with semi later/later cycle; and the lineage UFV95-370A 604. At the harvest year of 2001/2002, the lineages UFV98-9391140 and UFV97-61297212 with semi early cycle; the Uirapurú pattern and the cultivar UFVS-2003 with semi later/later cycle showed general adaptability and stability. In São Paulo it was possible to indicate the cultivars and lineages that showed large adaptability and stability, such as: the cultivar UFV-16 (Capinópolis); the Conquista pattern, and the lineages UFV98-833994 and UFV97-64322605.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constitui-se na cultura de grãos mais importante do País. Seu cultivo vem crescendo nos últimos anos em países de clima tropical e subtropical, inclusive no Brasil. Sua expansão se deve, primeiramente, ao desenvolvimento de variedades melhoradas e adaptadas ao cultivo e às condições favoráveis ao plantio, produção, colheita, resistência a doenças e, especialmente, ao seu potencial como matéria prima para diversos produtos (MARTINS, 2001).

Por meio de técnicas de cultivo apropriadas e do lançamento de novos cultivares, tanto por empresas públicas como privadas, a produtividade média da soja brasileira duplicou nos últimos 20 anos.

O Brasil é o segundo maior produtor e exportador de soja, tendo área plantada de aproximadamente 18.475 milhões de hectares, chegando à produção de 52.066 milhões de toneladas na safra 2002/2003, com produtividade média de 2.818 kg/ha (CONAB, 2003).

A escolha da cultivar é um dos principais fatores a se considerar na implantação de uma cultura de soja, com alta probabilidade de sucesso. É importante lembrar que existem diferenças no desempenho entre os cultivares, conforme a região de cultivo.

A variação fenotípica resulta da ação conjunta entre os genótipos, ambientes e da interação entre o genótipo e o ambiente, refletindo em diferenças na sensibilidade dos genótipos às variações ambientais. A esse fato dá-se o nome de interação genótipo x ambiente.

O ambiente é um termo geral que inclui uma série de condições sob as quais as plantas crescem, podendo envolver locais, épocas, anos, práticas culturais ou de manejo, ou a combinação de todos esses fatores (ROCHA, 2002).

Os melhoristas têm lançado mão de estratégias para contornar o efeito da interação genótipo x ambiente, como a estratificação ambiental e estudos de adaptabilidade e estabilidade.

De acordo com RAMALHO et al. (1993) pode-se proceder ao zoneamento ecológico ou estratificação de ambientes (estratificação da região em sub-regiões onde a interação seja não-significativa), identificação de genótipos com adaptação a ambientes específicos e a identificação de genótipos com ampla adaptabilidade ou estáveis.

A análise de fatores tem sido metodologia de grande potencial, consistindo numa análise combinada de estratificação ambiental e adaptabilidade. Assim, é possível estabelecer subgrupos de ambientes de acordo com a correlação de produtividade entre eles, quando essa característica estiver sendo avaliada e verificar a adaptabilidade dos genótipos aos diferentes ambientes.

Estudos sobre adaptabilidade e estabilidade têm sido realizados com intuito de amenizar os efeitos da interação genótipo x ambiente. Existem, na literatura, pesquisas envolvendo vários tipos de fatores ambientais, tais como efeitos envolvendo genótipos x locais (ROCHA e VELLO, 1999), genótipos x anos (DI MAURO et al., 2000), genótipos x locais x anos (ALLIPRANDINI et al., 1994) e genótipos x épocas de semeadura (MIRANDA et al., 1998), dentre outros.

A utilização de análises de adaptabilidade e estabilidade torna possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que respondam às variações ambientais, em condições específicas ou amplas.

Diversos métodos têm sido propostos para investigar a adaptabilidade e estabilidade. A diferença entre eles origina-se nos próprios conceitos e procedimentos biométricos para medir a interação genótipo x ambiente.

Os objetivos deste trabalho foram realizar estudos sobre os ambientes (estratificação ambiental) com a finalidade de verificar a representatividade dos locais utilizados para os ensaios finais de cultivares e linhagens de soja, avaliadas pelo Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais e Mato Grosso, e estudar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja, avaliados nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada um dos produtos de maior importância econômica. É originária da China, onde é cultivada por milênios como alimento. No Ocidente, caracterizou-se, principalmente, como produto para alimentação animal e, recentemente, têm sido feitas descobertas surpreendentes de seus benefícios à saúde humana (SEDIYAMA e TEIXEIRA, 2002).

Atualmente, a soja destaca-se como a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. A ampla adaptação aos climas tropicais e subtropicais e seu alto teor de proteína, possibilitam o desenvolvimento da cultura no mundo e a formação de um complexo industrial destinado ao seu processamento (ROESSING e GUEDES, 1993). A mesma, constitui-se numa espécie de grande interesse econômico, em função dos teores elevados de proteína (40%) e óleo (20%) e de sua produtividade de grãos. É considerada como uma das mais importantes oleaginosas com produção brasileira, na safra 2002/2003, de 52.066 milhões de toneladas. A produtividade média está estimada em 2.818 kg/ha (CONAB, 2003).

Cultivares melhoradas, portadoras de genes capazes de expressar alta produtividade, ampla adaptabilidade e boa resistência/tolerância a fatores bióticos ou abióticos adversos, representam a contribuição mais significativa à eficiência do setor produtivo.

O desenvolvimento de cultivares de soja com adaptação às condições edafo-climáticas das principais regiões do Brasil, especialmente dos cerrados e condições de baixas latitudes, vem propiciando a expansão da fronteira agrícola brasileira (EMBRAPA, 2002).

É reconhecido que a expansão da soja nas regiões de baixa latitude foi alavancada com o lançamento de cultivares com características agronômicas desejáveis. Esta tecnologia brasileira tem permitido a exploração da soja em regiões antes consideradas inaptas ao seu cultivo econômico (ALMEIDA et al., 1999).

A criação de novos cultivares é uma das tecnologias que mais têm contribuído para aumento de produtividade e estabilidade da produção, sem custos adicionais ao produtor.

A produtividade da soja é muito influenciada pela época de semeadura, ocorrendo perdas significativas na produtividade quando semeaduras são realizadas fora de um período relativamente restrito em muitas regiões do Brasil. O desenvolvimento de cultivares menos sensíveis à variação no fotoperíodo e temperatura, possibilitam a ampliação do período de semeadura, permitindo o cultivo dos genótipos numa ampla faixa de latitude (LIMA et al., 2000).

De acordo com SEDIYAMA et al. (1999), cultivares de soja com período juvenil longo para indução floral e tolerantes as temperaturas mais amenas, mesmo em semeaduras antecipadas ou retardadas, apresentam floração mais tardia, permitindo dessa forma, maior altura de planta e maior produtividade de grãos. Os mesmos autores afirmam que programas de melhoramento de soja no Brasil, conduzidos por instituições públicas e privadas de pesquisa, têm possibilitado o lançamento de novos cultivares com boa produtividade, contribuindo para a grande expansão da cultura da soja em várias regiões do Brasil.

O Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, por meio de convênios com empresas do setor público e privado, tem contribuído para a criação de novos cultivares, disponibilizando, até o momento, 41 cultivares destinados à produção de óleo e farelo e contribuído também para o desenvolvimento de quatro cultivares ausentes de enzimas lipoxigenases, destinados ao consumo humano, totalizando 45 cultivares adaptados ao Brasil Central (SEDIYAMA et al., 2003).

2.2. Interação genótipo x ambiente

A variação fenotípica resulta da ação conjunta do genótipo, do ambiente e da interação entre genótipo e ambiente. Este último componente reflete as diferenças na sensibilidade dos genótipos às variações ambientais, resultando em mudanças no desempenho relativo dos genótipos.

Nas etapas finais dos programas de melhoramento, geralmente os testes são realizados em vários locais e anos. Nestas avaliações, a maioria dos genótipos normalmente não se comporta de forma semelhante nos diversos ambientes avaliados. A esse fato dá-se o nome de interação genótipo x ambiente. No entanto, essa magnitude de variação pode-se diferenciar de um genótipo para outro, indicando existir genótipos a serem recomendados para ambientes particulares e genótipos com ampla adaptabilidade (EBERHART e RUSSELL, 1966).

Segundo ROCHA (2002), atualmente no Brasil, a soja é cultivada em considerável diversidade de ambientes, desde altas latitudes (Regiões Sudeste e Sul) até baixas latitudes (Regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte). A seleção de genótipos com alta produtividade é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético. Assim, por apresentar caráter cuja variação é contínua (caráter quantitativo), sua expressão fenotípica resulta não só do efeito genotípico (G), mas também dos efeitos ambientais (E) e das interações genótipo x ambiente (GxE).

O desenvolvimento normal da planta de soja depende de vários fatores, destacando-se a duração da radiação solar (fotoperíodo), pluviosidade, temperatura, umidade (disponibilidade de água) e tratos culturais (manejo). Esses fatores podem influir diferentemente entre os locais e anos de cultivo, contribuindo para as interações genótipos x ambiente (CÂMARA, 1998).

A expressão da produtividade é função dos componentes genético e ambiental e da interação entre ambos. Por causa da variação ambiental e da interação que os cultivares apresentam nos vários ambientes, torna-se difícil a seleção e a avaliação do potencial produtivo dos genótipos. Como conseqüência, é necessário realizar extensiva avaliação (ensaios conduzidos em vários locais e anos) para identificação de genótipos superiores, em produtividade e estabilidade de produção, em certa amplitude de ambientes (ALMEIDA et al., 1999).

De todas as fases de um programa de melhoramento de plantas, a avaliação de genótipos em diferentes condições ambientais representa, em geral, a mais trabalhosa e mais cara. Dessa forma, o programa fica limitado pela capacidade de avaliação experimental dos genótipos desenvolvidos. Para isso, um bom

conhecimento da interação genótipo x ambiente pode contribuir para a seleção e indicação de cultivares (CHAVES, 2001).

Segundo ROBERTSON (1959), a interação pode ser do tipo simples, quando é proporcionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes (não causa mudanças na classificação dos genótipos) e complexa, quando denota da falta de correlação entre as medidas de um mesmo genótipo, em ambientes distintos, e indica haver falta de consistência na superioridade de genótipos com a variação ambiental (quando altera a classificação dos genótipos entre ambientes). Somente quando ocorre interação do tipo complexa, haverá dificuldades no melhoramento.

Os mesmos autores relatam que a interação do tipo simples indica a presença de genótipos adaptados a uma ampla faixa de ambientes. Assim, a recomendação de cultivares pode ser feita de forma generalizada. A interação complexa indica presença de genótipos adaptados a ambientes particulares, trazendo complicação para os melhoristas, uma vez que a recomendação fica restrita a ambientes específicos.

No Brasil, a condução dos ensaios finais, nos Estados em que se desenvolvem programas de melhoramento de soja, em diferentes localidades, é feita por um sistema cooperativo entre as instituições públicas e privadas. Geralmente, os ensaios são conduzidos em áreas dessas instituições, nas estações experimentais ou em propriedades particulares (SEDIYAMA et al., 1999).

A inconsistência da superioridade dos genótipos nos ambientes, em razão da interação genótipo x ambiente, exige medidas que controlem ou amenizem os efeitos da interação para que as indicações sejam mais seguras. Normalmente, duas abordagens biométricas têm sido usadas para equacionar os problemas da interação genótipo x ambiente: a estratificação ambiental e a análise de adaptabilidade e estabilidade (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A interação genótipo x ambiente deve ser observada como um fenômeno biológico natural. Cumpre avaliar sua magnitude, para melhor aproveitá-la no processo de seleção (CHAVES, 2001).

2.3. Estratificação ambiental

A interação genótipo x ambiente pode ser reduzida, utilizando-se cultivares específicas para cada ambiente, utilizando-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade, ou estratificando-se a região em sub-regiões com características

ambientais semelhantes, dentro das quais a interação passa a ser não-significativa (RAMALHO et al., 1993; CARVALHO et al., 2002).

Dentre os métodos de estratificação ambiental, citam-se aqueles que procuram formar subgrupos homogêneos, em que a interação seja não-significativa, ou pelo menos, em outros casos, significativa, porém de natureza predominantemente simples (CRUZ e REGAZZI, 1997). A análise de agrupamento, baseada em diferentes medidas de dissimilaridade entre pares de ambientes, também tem sido empregada em estudos de estratificação ambiental (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Quando se dispõe de uma rede de ambientes para as avaliações dos cultivares, torna-se fundamental identificar se há, entre os ambientes disponíveis, padrões similares de respostas de cultivares (estratificação ambiental). Além de reduzir a interação genótipo x ambiente, esse processo possibilita avaliar o grau de representatividade dos ensaios e tomar decisões com relação à redução do número de ambientes, quando existem problemas técnicos ou escassez de recursos (CRUZ e REGAZZI, 1997). No processo de estratificação ambiental, pode-se agrupar os ambientes que apresentam interação genótipo x ambiente significativa, quando predominam interações do tipo simples.

O método tradicional baseado no algoritmo de LIN (1982), consiste em estimar a soma de quadrados da interação entre genótipos e pares de ambientes e agrupar aqueles cuja interação seja não-significativa. Uma vez estabelecido o primeiro par de ambientes, o método prossegue com a estimação da soma de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes, e assim sucessivamente. O teste de significância do efeito de interação é realizado usando o valor F (CRUZ e REGAZZI 1997).

CARVALHO et al. (2002) realizaram estudos sobre representatividade de locais do Estado do Paraná. Os autores observaram similaridades de respostas das linhagens, avaliadas em vários anos, verificando que quando o agrupamento de dois ou mais locais resultou em interação genótipo x local não-significativa ou simples, em todos ou na maioria dos anos testados, considerou-se que a avaliação em apenas um desses locais foi suficiente para discriminação dos materiais.

MURAKAMI (2001) propôs uma metodologia que contempla, simultaneamente, análise de estratificação ambiental e adaptabilidade, baseada na técnica multivariada de análise de fatores.

A análise de fatores é uma metodologia de estratificação de ambientes baseada nas similaridades da performance genotípica, através de técnica multivariada, bem como avaliação da adaptabilidade de genótipos por meio de análise gráfica. Esta técnica permite reduzir um grande número de variáveis originais observadas a um

pequeno número de variáveis, os *fatores*. Cada fator reúne variáveis fortemente correlacionadas entre si, mas fracamente correlacionadas com as dos outros fatores. Assim, a análise de fatores possibilita estabelecer subgrupos de ambientes, de modo a haver altas correlações na característica de interesse dentro de um subgrupo e baixa, entre subgrupos (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Na utilização da análise de fatores para fins de estratificação ambiental, a determinação do número de fatores finais pode ser obtido considerando-se o número de autovalores maiores ou iguais a um. Em casos em que a proporção da variabilidade explicada pelos autovalores maiores que 1,0 for baixa, podem ser considerados mais fatores até que se consiga uma proporção adequada de variabilidade, geralmente mais que 80% (MURAKAMI, 2001).

É importante a interpretação do significado de cada fator. São analisados os elementos ou cargas fatoriais, identificando para cada variável (que neste caso representa um determinado ambiente), os fatores com coeficientes de ponderação próximos a unidade (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

O agrupamento de ambientes é realizado a partir das informações sobre a magnitude das cargas fatoriais finais. Cargas maiores de 0,7 em valor absoluto, indicam ambientes com altas correlações e são agrupadas dentro de um fator; cargas com valores baixos ($\leq$ 0,5), indicam que o ambiente não deve pertencer ao grupo; e cargas fatoriais com valores intermediários, não garantem definição de agrupamento (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Segundo estes mesmos autores, a análise de adaptabilidade pela análise de fatores é realizada graficamente através dos escores fatoriais em relação aos fatores. Eixos perpendiculares são traçados, tomando-se a média dos escores, de modo a estabelecer quatro quadrantes. Nos quadrantes II e IV, estão os genótipos com adaptação específica a determinado fator. No quadrante I, os genótipos de adaptabilidade ampla e no quadrante III, os de baixo desempenho e passíveis de descarte ou não-indicação (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Se apenas dois fatores explicarem mais que 80% da variação total, um único gráfico é obtido e a adaptabilidade é considerada com base nestas informações. Se mais de dois fatores são obtidos, o número de gráficos é correspondente à combinação de n regiões tomadas duas a duas (C_2^n) de modo que as indicações passam a ser mais eficientes, pois na análise de fatores não consideram-se ambientes favoráveis e desfavoráveis, mas grupos de ambientes estabelecidos de acordo com suas similaridades (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Para se fazer uso das informações obtidas pela análise de fatores, é fundamental que cada variável considerada possa, de fato, ser representada pelos

fatores comuns, os quais irão proporcionar valores que vão permitir a inferência sobre os estratos de ambientes e sobre a adaptabilidade dos genótipos estudados. Assim, deve ser observada a comunalidade, que representa a variância da variável padronizada em cada local, devida aos fatores comuns, ou é a medida de eficiência da representação das variáveis por uma parte comum (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

MURAKAMI (2001) e VIEIRA (2003), utilizaram a análise de fatores com a finalidade de estratificação de ambientes e estudos de adaptabilidade, concluindo que esta análise constitui-se numa técnica de grande potencial.

2.4. Adaptabilidade e estabilidade

Estudos a respeito da interação G x E, apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações do ambiente. Para tal objetivo, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais é possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais em condições específicas ou amplas (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Na literatura há inúmeras metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade visando fornecer informações adicionais aos experimentos de avaliação de cultivares conduzidos em vários ambientes (BORGES et al., 2000).

Todos os métodos fundamentam-se na existência da interação genótipo x ambiente significativa e distinguem-se quanto aos conceitos de estabilidade adotados e quanto aos princípios estatísticos adotados. Destacam-se os procedimentos baseados na análise de variância (método tradicional; PLAISTED e PETERSON, 1959; WRICKE, 1965), regressão linear simples (FINLAY e WILKINSON, 1963; EBERHART e RUSSELL, 1966), regressão linear bissegmentada (VERMA et al., 1978; SILVA e BARRETO, 1985; CRUZ et al., 1989) e análises não-paramétricas (HUENH, 1990; ANNICHIARICO, 1992; LIN e BINNS, 1988; CARNEIRO, 1998).

LOPES et al. (2001) afirmam que muitas vezes, o uso de mais de um método para caracterização dos genótipos auxilia na interpretação dos resultados, tornando mais eficiente a seleção e indicação de cultivares. A complementação de informações e a confirmação de grande parte dos resultados de mais de um método, aumenta a segurança no processo de seleção, em razão da obtenção de resultados semelhantes entre métodos com princípios diferentes.

SEDIYAMA et al. (1990) consideram que devem ser realizados estudos criteriosos de adaptabilidade e estabilidade de produção de soja, para garantir maior segurança às recomendações de cultivares.

Nesta revisão, serão abordadas apenas as metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998).

EBERHART e RUSSELL (1966) propuseram um modelo de regressão linear simples para o estudo da adaptabilidade e estabilidade de cultivares, que se tornou amplamente utilizado. Neste modelo, além da média geral e do coeficiente de regressão linear de cada genótipo, foram considerados como parâmetro de estabilidade, os desvios da regressão de cada genótipo.

Para escolha dos melhores genótipos por este método, considera-se em primeiro lugar, a média geral. O coeficiente de regressão linear (βi) define a adaptabilidade do genótipo. Assim, genótipos com βi superiores à unidade, são considerados responsivos e adaptados a ambientes favoráveis. Aqueles com βi inferiores à unidade, são considerados mais rústicos ou especificamente adaptados a ambientes desfavoráveis. Genótipos com βi que não diferem estatisticamente de 1,0, apresentam resposta média à variação ambiental e são adaptados a todos os ambientes.

O desvio da regressão σ^2_{di} define a estabilidade de resposta do genótipo. Aqueles com valores que não diferem estatisticamente de zero são considerados com alta previsibilidade de resposta e, portanto, com maior estabilidade. Valores significativamente diferentes de zero indicam que a regressão linear não representa, satisfatoriamente, a variação daquele genótipo nos diferentes ambientes, não permitindo uma boa previsibilidade de resposta do genótipo pelo método.

Metodologias não-paramétricas de avaliação da performance de genótipos também têm sido bastante utilizadas. Nas análises não-paramétricas há tendência de se expressar, em uma ou poucas medidas, o desempenho e o comportamento de um genótipo em termos de rendimento, capacidade de resposta às variações ambientais e suas flutuações (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A metodologia de LIN e BINNS (1988) baseia-se em análise de adaptabilidade e estabilidade não-paramétrica, que mede a superioridade de um genótipo em vários ambientes.

CARNEIRO (1998) sugeriu que a recomendação de cultivares atendesse a ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletem de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia. O termo MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento), estimado pelo método, o torna mais adequado aos

propósitos de recomendação dos cultivares, pois fornece um direcionamento da resposta dos cultivares aos diferentes tipos de ambientes. Assim, a recomendação geral é feita com base no Pi original de LIN e BINNS (1988) e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição proposta por CARNEIRO (1998).

Em razão da estatística desse método ser o quadrado da distância em relação à resposta máxima em cada local, ela tem propriedade de variância, ou seja, pondera de maneira eficiente os desvios de comportamento dos cultivares ao longo dos ambientes, ou, ainda, considera a estabilidade de comportamento (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Informações sobre adaptabilidade e estabilidade relativa de um grupo de genótipos têm sido relatadas na literatura como DI MAURO et al. (2000), LIMA et al. (2000), PELÚZIO e SEDIYAMA (2000), SCHMILDT (2000), MURAKAMI (2001), CARVALHO et al. (2002), ROCHA (2002), OLIVEIRA et al. (2003) e VIEIRA (2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de, KIIHL, R. A. de. S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1433-44, 1994.

ALMEIDA, L. A. de KIIHL, R. A. de. S., MIRANDA, M. A. C. de CAMPELO, G. J. de. A. **Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes**. Manuscrito, 1999.

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

BORGES, L. C., FERREIRA, D. F., ABREU, A. F. B., RAMALHO, M. A. P. Emprego de metodologia de avaliação da estabilidade fenotípica na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v.47, n.269, p.89-102, 2000.

CÂMARA, G. M. Ecofisiologia da soja e rendimento. In: CÂMARA, G. M. S. **Soja: Tecnologia da Produção.** Piracicaba-SP, 1998, p.256-277.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** Viçosa**,** MG: UFV, 1998. 168f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, C. G. P de, ARIAS, C. A. A, TOLEDO, J. F. F. de, ALMEIDA, L. A. de. A., KIIHL, R. A. de. S., OLIVEIRA, M. F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 7, p. 989-1000, 2002.

CHAVES, L. J. Interação genótipos com ambientes. In: NASS, L. L., VALOIS, A. C. C., MELO, I. S. de., VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001, p.673-713.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). – Disponível em: www.Conab.Gov.br-2003

CRUZ, C. D., CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** v.2. Editora UFV. Viçosa-MG, 2003. 585p.

CRUZ , C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. Viçosa-MG. 1997, 390p.

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

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.

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

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil** – 2003. Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002, 199p.

FINLAY, K. W., WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programmed. **Australian Journal of Agricultural Research**., v. 14, n.5, p.742-754, 1963.

HUENH, M. nonparametric measures of phenotypic stability. Part I: Theory. **Euphytica**, v.47, n.3, p.189-194, 1990.

LIMA, W. F., TOLEDO, F. F. de, ARIAS, C. A. A., OLIVEIRA, M. F. Stability of soybean yield through different sowing periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.11, p.2181-2189, 2000.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p. 193-198, 1988.

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

LOPES, M. T. G., VIANA, J. M. S. LOPES, R. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de famílias endogâmicas de milho, obtidos pelo método dos híbridos crípticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.3, p.483-491, 2001.

MARTINS, C. A. O. **Avaliação de caracteres agronômicos de linhagens de soja com e sem lipoxigenases nas sementes**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 109f. Dissertação (Doutorado Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MIRANDA, Z.F.S., ARIAS, C. A. A., TOLEDO, J. F. F., OLIVEIRA, M.F. Soybean seed oil content: genetic control under different photoperiods. **Genetics and molecular Biology**, v.21, n.3, p.387-394, 1998.

MURAKAMI, D. M. **Novas metodologias de análise de interação genótipos x ambientes: Análise combinada de estratificação, adaptabilidade e estabilidade e análise de representatividade ambiental**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 142f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, A. B. de., DUARTE, J. B., PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n. 3, p.357-364, 2003.

PLAISTED, R. L., PETERSON, C. A. Technique for evaluate the ability of selections to yield consistently in different locations and seasons. **American Potato Journal**, v.36, n.2, p.381-385, 1959.

PELÚZIO, J. M., SEDIYAMA, C. S. Adaptabilidade e estabilidade de produção de grãos de dez cultivares de soja, no Estado do Tocantins. **Agricultura Tropical**, v.4, n.1, p.39-43, 2000.

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

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

ROCHA, M. de. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica.** 2002. Piracicaba. 173f. Dissertação (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ROCHA, M. M., VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para o rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v. 58, n.1, p.69-81, 1999.

ROESSSING, A. C. GUEDES, L. C. A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: ARANTES N. E. e SOUZA, P. I. M. **Cultura da soja nos cerrados.** Piracicaba-SP, p.1-70, 1993.

SEDIYAMA, C. S., OLIVEIRA, L. O., CRUZ, C. D. Análise de estabilidade fenotípica de cultivares de soja por meio de regressão linear simples e da regressão linear segmentada. **Revista Ceres**, v. 37, p. 513-518, 1990.

SEDIYMA, T., TEIXEIRA, R. de. C. **Cultivares de soja UFV em Mato Grosso.** Viçosa: UFV/DFT, Rondonópolis: Biogen sementes, 2002, 49p.

SEDIYMA, T., TEIXEIRA, R. de. C., REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, 1999, 817p.

SEDYIAMA, T., TEIXEIRA, R. de. C., ZAMBONI, L., SCHNEIDER, S. M. H. **Melhoramento Genético da Soja UFV em Mato Grosso: Parceria UFV/BIOGEN Sementes.** Viçosa, UFV/Biogen Sementes Ltda. 2003, 4p. (Folder).

SCHMILDT, E. R. **Correção de rendimento de parcelas, estratificação ambiental e adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 110f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, J. G. C., BARRETO, J. N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: **SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA**, Anais... Piracicaba: ESALQ, 1985, p.49-50.

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

VIEIRA, P. F. de M. J. **Adaptabilidade, estabilidade, determinação genotípica e correlações entre caracteres agronômicos em soja, em Goiás.** Viçosa**,** MG: UFV, 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

CAPÍTULO 1

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE MINAS GERAIS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a representatividade dos locais no Estado de Minas Gerais, onde foram conduzidos os ensaios finais de avaliação de genótipos do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, e estimar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares e linhagens nas localidades de Capinópolis, Tupaciguara, Florestal, Paracatú e Unaí. Foram avaliados 18 genótipos de soja de ciclo médio/semitardio e 17 de ciclo tardio quanto à produtividade de grãos. Foram verificados padrões de similaridades de resposta dos genótipos em alguns locais. Nos ensaios de avaliação de cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio, o ambiente Capinópolis II foi o mais representativo. Nos ensaios com os cultivares e linhagens de ciclo tardio, os ambientes Capinópolis I, Tupaciguara e Unaí foram agrupados. A estratificação ambiental, pela análise de fatores, mostrou resultados semelhantes ao método de estratificação tradicional. Os cultivares que se destacaram pela análise de fatores foram Monarca, de ciclo semitardio, UFV-19-205, de ciclo médio, e as linhagens UFV98-61190953, UFV98-267F10RC11 e UFV98-CC1-78, de ciclo tardio. Os estudos de adaptabilidade e estabilidade revelaram que Monarca e Conquista, padrões de ciclo semitardio, DM-339 e UFV-18 (Patos de Minas), padrões de ciclo tardio, e as linhagens UFV98-267F10RC11, UFV98-1640CRR73 e UFV98-U16-53, se destacaram em todos os ambientes.

1. INTRODUÇÃO

Em Minas Gerais, a soja foi cultivada na safra 2002/2003, em aproximadamente, 862 mil hectares, com produção de 2.303 milhões de toneladas e produtividade média de 2.670 kg/ha (CONAB, 2003).

Nos últimos anos o Programa de Melhoramento de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, tem colocado à disposição dos produtores, vários cultivares. Entre as características que se tem dado maior ênfase no desenvolvimento de cultivares estão a produtividade, juvenilidade longa para indução floral, adaptação ao meio ambiente e colheita mecanizada, resistência a doenças, qualidade fisiológica da semente, valor nutricional e soja com aspectos específicos para indústria tipo alimento (SEDIYAMA e TEIXEIRA, 2000).

Antes do lançamento, genótipos de soja são avaliados em vários locais em pelo menos dois anos para tomada de decisão sobre a indicação. Contudo, a decisão de lançamento de novos cultivares é normalmente dificultada pela ocorrência da interação genótipo x ambiente.

Segundo CRUZ e REGAZZI (1997), estudos sobre adaptabilidade e estabilidade favorecem a identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas (ambientes favoráveis ou desfavoráveis) e amplas. A busca de cultivares de ampla adaptabilidade e boa estabilidade é uma das maneiras de amenizar os efeitos da interação genótipo x ambiente. Outra maneira é a estratificação ambiental, que pode ser realizada mediante as similaridades de respostas dos genótipos nos diferentes ambientes.

De acordo com os mesmos autores, isso possibilita avaliar o grau de representatividade dos ensaios na faixa de adaptação da cultura, agrupar os ambientes em que a interação genótipo x ambiente seja não-significativa para o conjunto de genótipos avaliados e, ainda, decidir, seja por escassez de recursos ou problemas técnicos, sobre o descarte de ambientes. A metodologia com base no algorítmo de LIN (1982), permite agrupar os ambientes em que os genótipos se comportam de maneira semelhante, entre os quais a interação é não-significativa.

A análise de fatores também tem sido utilizada com a finalidade de estratificação ambiental e adaptabilidade. Essa técnica, em resumo, consiste num conjunto de métodos estatísticos que procura explicar o comportamento de um número grande de variáveis observadas em termos de número menor de variáveis, os "fatores". As variáveis são agrupadas por meio de suas correlações. Um dos principais objetivos da análise de fatores é a caracterização dos fatores comuns, em razão dos caracteres de maior carga dentro desses fatores. Um fator só pode ser caracterizado com clareza se existirem alguns caracteres com altas cargas fatoriais e, ainda, se esses caracteres tiveram alguma relação de funcionalidade entre si. A análise permite estabelecer subgrupos de ambientes com alta correlação de produtividade de grãos, quando esta característica estiver sendo avaliada (MURAKAMI, 2001).

As informações sobre a adaptabilidade e estabilidade relativa a um grupo de cultivares, podem ser obtidas pela análise da interação genótipo x ambiente. O método paramétrico de regressão linear simples tem sido o mais utilizado e discutido na literatura. Esse procedimento relaciona o rendimento médio de cada genótipo com o índice de ambiente, provido pela resposta média dos próprios genótipos (DI MAURO et al., 2000). Metodologias não-paramétricas também têm sido utilizadas para estudo de adaptabilidade e estabilidade pela facilidade de uso e interpretação dos resultados.

Em muitos casos, a união de dois métodos auxilia a avaliação de genótipos de maneira mais eficiente e segura, garantindo uma correta definição do desempenho dos mesmos em relação à estabilidade e adaptabilidade (ALLIPRANDINI, 1998; LOPES, et al.,2001).

Este trabalho teve como objetivos avaliar o grau de similaridade entre ambientes, através de estratificação ambiental, e o desempenho de cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio, utilizando-se duas metodologias de adaptabilidade e estabilidade, sendo uma baseada em regressão linear simples EBERHART e RUSSELL (1966) e outra baseada em estatística não-paramétrica de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliada produtividade de grãos de 18 genótipos de ciclo médio/semitardio e 17 de ciclo tardio, submetidos aos ensaios finais de avaliação de cultivares e linhagens de soja do Programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Viçosa, em cinco locais de Minas Gerais: Capinópolis (em duas épocas de plantio), Tupaciguara, Florestal, Paracatú e Unaí. Cada local e época de plantio constituiu um ambiente, totalizando seis ambientes estudados. Os dados corresponderam à safra 2001/2002.

O Quadro 1 apresenta os locais e datas de instalação dos ensaios (épocas de plantio) dos genótipos avaliados na safra 2001/2002, em Minas Gerais.

Quadro 1 - Ambientes, locais e datas de instalação dos ensaios (épocas de plantio) na safra 2001/2002, em Minas Gerais

Ambientes	Localização	Épocas de plantio
1	Capinópolis I	09 de Novembro de 2001
2	Capinópolis II	23 de Novembro de 2001
3	Tupaciguara	26 de Novembro de 2001
4	Florestal	22 de Novembro de 2001
5	Paracatu	06 de Dezembro de 2001
6	Unaí	06 de Dezembro de 2001

2.1. Genótipos avaliados

Ciclo médio/semitardio	
1 – UFV-16 (Capinópolis)	10 – Conquista
2 – CS-201 (Splendor)	11 – Monarca
3 – UFV-19 (Triângulo)	12 – CAC-1
5 – UFV97-64322605	14 – UFV99-644F539
6 – UFV98-9731561	15 – UFV98-928805
7 – UFV98-9391140	16 – UFV98-608813
8 – UFV-19-205	17 – UFV98-CC185
9 – UFV98-692468	18 – UFV98-CC176

Ciclo tardio	
1 – DM-339	9 – UFV98-267F10RC11
2 – BRS-Celeste	10 – UFV98-1640CRR73
3 – UFV-18 (Patos de Minas)	11 – UFV98-267F10RC12
4 – UFV99-61270	13 – UFV98-267F10RC14
5 – UFV99-61271	14 – UFV99-CRR7698
6 – UFV99-607887	15 – UFV98-8552041
7 – UFV99-60234	16 – UFV98-570616
8 – UFV98-CC1-78	17 – UFV98-U16-53

2.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 5 m de comprimento, sendo o espaçamento entre linhas de 0,5 m. A área útil foi de 4 m^2 constituída por duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m nas extremidades.

2.3. Teste de comparação entre médias

A comparação entre as médias dos cultivares e linhagens foi realizada utilizando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.4. Análise de variância conjunta

Verificou-se a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais, a fim de possibilitar a realização da análise conjunta dos locais. Considera-se existir homogeneidade quando for encontrada uma relação inferior a sete entre o maior e o menor quadrado médio residual (PIMENTEL-GOMES, 2000).

No modelo estatístico para análise conjunta, considerou-se fixo o efeito de genótipo e aleatório os efeitos de blocos, ambientes e interação genótipo x ambiente.

2.5. Estratificação ambiental

2.5.1. Estratificação pelo método tradicional

Quando se dispõe de uma rede de ambientes para avaliação de genótipos, torna-se fundamental identificar se há, entre os ambientes disponíveis, padrões similares de respostas de genótipos (estratificação ambiental). Além de reduzir a interação genótipo x ambiente, o processo possibilita avaliar o grau de representatividade dos ensaios e tomar decisões com relação à redução do número de ambientes quando existem problemas técnicos ou escassez de recursos (CRUZ e REGAZZI, 1997).

O método consiste em estimar a soma de quadrados da interação entre genótipos e pares de ambientes e agrupar aqueles cuja interação seja não-significativa. Uma vez estabelecido o primeiro par de ambientes, o método prossegue com a estimação da soma de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes, e assim sucessivamente. O teste de significância do efeito de interação é realizado usando o valor F, como pode ser verificado em CRUZ e REGAZZI (1997).

2.5.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores

A análise de fatores é uma metodologia de estratificação de ambientes baseada nas similaridades da performance genotípica através de técnica multivariada, bem como avaliação da adaptabilidade de genótipos por meio de análise gráfica.

Na utilização da análise de fatores para fins de estratificação ambiental, a determinação do número de fatores finais pode ser obtido considerando-se o número de autovalores maiores ou iguais a 1. Em casos em que a proporção da variabilidade

explicada pelos autovalores maiores que 1,0 for baixa, podem ser considerados mais fatores até que se consiga proporção adequada de variabilidade, geralmente mais que 80% (MURAKAMI, 2001).

É importante a interpretação do significado de cada fator. O agrupamento de ambientes é realizado a partir das informações sobre a magnitude das cargas fatoriais finais. Cargas maiores de 0,7 em valor absoluto indicam ambientes com altas correlações e são agrupadas dentro de um fator; cargas com valores baixos ($\leq$ 0,5) indicam que o ambiente não deve pertencer ao grupo; e cargas fatoriais com valores intermediários não garantem definição de agrupamento (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Segundo estes mesmos autores, a análise de adaptabilidade pela análise de fatores é realizada graficamente através dos escores fatoriais em relação aos fatores. Eixos paralelos são traçados, tomando-se a média dos escores, de modo a estabelecer quatro quadrantes. Nos quadrantes II e IV estão os genótipos com adaptação específica a determinado fator. No quadrante I, os genótipos de adaptabilidade ampla e no quadrante III, os de baixo desempenho e passíveis de descarte ou não-indicação.

Se apenas dois fatores explicarem mais que 80% da variação total, um único gráfico é obtido e a adaptabilidade é considerada com base nestas informações. Se mais de dois fatores são obtidos, o número de gráficos é correspondente a combinação de n regiões tomadas duas a duas (C_2^n) de modo que as indicações passam a ser mais eficientes, pois na análise de fatores não se consideram ambientes favoráveis e desfavoráveis, mas grupos de ambientes estabelecidos de acordo com suas similaridades (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

2.6. Adaptabilidade e estabilidade

2.6.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966)

Na análise de estabilidade e adaptabilidade, cada local foi considerado como um ambiente, perfazendo um total de seis ambientes estudados. Neste método, é realizada uma análise de regressão dos valores da produção dos genótipos em função dos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral.

O modelo estatístico utilizado é:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i} I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

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;

δ_{ij} = desvio da regressão; e

ε_{ij} = erro experimental médio.

Os parâmetros considerados na avaliação dos genótipos são a produtividade média (β_{oi}), o coeficiente de regressão linear (β_{1i}) e o desvio da regressão (σ^2_{di}). Quando $\beta_{1i} < 1$, o genótipo responde pouco à melhoria do ambiente e é considerado de comportamento relativamente melhor em ambientes desfavoráveis. Quando $\beta_{1i} > 1$, o genótipo responde de forma acentuada a esta melhoria. Neste caso, seu comportamento é relativamente superior nos melhores ambientes. Se β_{1i} = 1, o genótipo tende a ter bom desempenho em qualquer ambiente e é considerado com adaptabilidade geral ou ampla. O desvio da regressão mede a estabilidade de comportamento do genótipo. Se σ^2_{di}=0, o genótipo exibe alta estabilidade e seu comportamento, quanto ao rendimento, é previsível nos distintos ambientes.

2.6.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998)

O método de LIN e BINNS (1988) é definido como o quadrado médio da distância entre a média do genótipo e a resposta máxima para todos os ambientes. A medida de superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j-1}^{n} (Yij - Mj)^2}{2n}$$

em que:

P_i = estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo i;

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

M_j = resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j; e

n = número de locais.

Em razão da estatística deste método ser o quadrado médio da distância em relação à resposta máxima em cada local, ela tem propriedade de variância, ponderando, de maneira mais eficiente, os desvios de comportamento dos cultivares ao longo dos ambientes ou, ainda, considera a estabilidade de comportamento (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

CARNEIRO (1998) enfatizou, que apesar da metodologia proposta por LIN e BINNS (1988) se mostrar bastante promissora no uso pelos melhoristas, esta apresenta a estimativa apenas do parâmetro para a recomendação geral de cultivares. Entretanto, há tendência de que a recomendação seja feita particularizando grupos de ambientes favoráveis e desfavoráveis, que refletem, de certa forma, ambientes onde há emprego de alta e baixa tecnologia, respectivamente. Assim, decompôs a estatística Pi em ambientes favoráveis e desfavoráveis, denominada de MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento).

Para os ambientes favoráveis, com índices maiores ou iguais a zero, a MAEC (P_{if}) é estimada conforme a seguir:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^{f} (Yij - Mj)^2}{2f}$$

em que:

f = número de ambientes favoráveis;

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

M_j = resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j.

Da mesma forma para ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^{d} (Yij - Mj)^2}{2d}$$

onde:

d = número de ambientes desfavoráveis.

A estimativa da estatística MAEC, assim decomposta, torna o método mais adequado aos propósitos de recomendação dos cultivares, pois fornece direcionamento da resposta aos diferentes tipos de ambientes. Assim, a recomendação geral é feita com base no Pi original de LIN e BINNS (1988), e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição proposta por CARNEIRO (1998).

Todas as análises foram realizadas mediante o uso do GENES (programa computacional em genética e estatística), proposto por CRUZ (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste de comparação entre médias

Nos Quadros 2 e 3 podem ser observados os resultados obtidos nos ensaios de 2001/2002, referentes aos cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio, respectivamente.

A média geral dos ensaios instalados com os cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio foi de 3.179,49 kg/ha.

Em Capinópolis I (plantio realizado no início de novembro) apenas UFV98-928805, de ciclo semitardio, foi estatisticamente superior à linhagem de ciclo médio, UFV97-64333605. Os demais genótipos foram semelhantes, indicando bom desempenho neste ambiente (Quadro 2).

Em Capinópolis II (plantio no final de novembro), as linhagens UFV98-9731561 e UFV97-64333605, de ciclo médio, foram as de pior desempenho dentre os materiais testados. Para os demais, não houve diferenças estatísticas.

Os cultivares de ciclo médio, UFV-16 (Capinópolis), UFV-19 (Triângulo), e a linhagem de ciclo semitardio, UFV97-506784, mostraram pior desempenho em Tupaciguara (plantio no final de novembro). Para os demais, não houve diferenças significativas.

A linhagem UFV98-9731561, de ciclo médio, apresentou baixa produtividade média em Florestal (plantio no final de novembro). Os demais genótipos foram similares, com produtividade média elevada.

Quadro 2 - Médias de produtividade de grãos de 18 genótipos de soja de ciclo médio/semitardio em seis ambientes, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Genótipos	**Ambientes**						
	Capinópolis I	Capinópolis II	Tupaciguara	Florestal	Paracatú	Unaí	Média
UFV98-928805	4.132,50 A	3.680,83 A	4.048,33 AB	4.072,50 A	2.935,83 ABC	2.328,33 ABC	3.533,05
UFV-19-205	4.063,33 AB	3.337,50 ABC	3.499,17 ABCDE	3.598,33 AB	2.535,83 BC	2.369,17 ABC	3.233,89
UFV98-608813	3.996,67 AB	3380,83 ABC	4.169,17 A	3.454,17 AB	3.244,17 AB	2.102,50 BC	3.391,25
Monarca	3.905,00 AB	3.475,00 AB	3.652,50 ABCDE	3.610,00 AB	2.932,50 ABC	2.496,67 ABC	3.345,28
UFV98-CC185	3.863,33 AB	3.238,33 ABCD	3.558,33 ABCDE	3.573,33 AB	3.365,00 AB	2.995,83 A	3.432,36
Conquista	3.814,17 AB	3.390,83 AB	3.525,00 ABCDE	3.438,33 AB	3.123,33 AB	2.200,00 BC	3.248,61
UFV-16 (Capinópolis)	3.776,67 AB	3.125,00 ABCD	3.100,00 E	3.348,33 AB	2.793,50 BC	2.510,83 ABC	3.109,05
UFV-19 (Triângulo)	3.655,00 AB	3.185,83 ABCD	3.136,83 DE	2.791,67 AB	2.615,00 BC	2.354,17 ABC	2.956,42
CAC-1	3.616,67 AB	3.322,50 ABCD	3.566,67 ABCDE	3.305,83 AB	2.662,50 BC	2.279,17 ABC	3.125,55
UFV98-CC176	3.613,33 AB	3.106,67 ABCD	3.530,83 ABCDE	3.887,50 A	3.229,17 AB	2.568,33 AB	3.322,64
UFV99-644F539	3.569,17 AB	3.507,50 AB	3.301,67 CDE	3.600,83 AB	3.900,83 A	1.747,50 C	3.271,25
UFV98-692468	3.566,67 AB	3.038,33 BCD	3.585,00 ABCDE	3.230,83 ABC	2.443,33 BC	2.240,83 ABC	3.017,50
CS-201 (Splendor)	3.559,33 AB	3.305,00 ABCD	3.354,17 BCDE	3.361,67 AB	3.161,67 AB	2.327,50 ABC	3.178,22
UFV98-9391140	3.479,17 AB	3.215,83 ABCD	3.870,83 ABCD	3.579,17 AB	2.669,17 AB	2.535,83 AB	3.225,00
Segurança	3.395,83 AB	3.127,50 ABCD	3.513,33 ABCDE	3.443,33 AB	2.954,17 ABC	2.126,67 BC	3.093,47
UFV97-506784	3.154,17 AB	3.399,17 AB	3.124,17 E	3.636,67 AB	3.130,83 AB	2.057,33 BC	3.083,72
UFV98-9731561	3.117,50 AB	2.746,67 D	3.963,33 ABC	2.357,50 C	2.050,00 C	1.895,00 BC	2.688,33
UFV97-64333605	3.021,67 B	2.809,17 CD	3.319,17 BCDE	3.197,50 ABC	3.252,50 AB	2.250,83 ABC	2.975,14
Média (kg/ha)	3.627,79	3.244,03	3.545,47	3.415,97	2.944,41	2.299,25	**3.179,49**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Capinópolis I = plantio em 09 de novembro de 2001; Capinópolis II = plantio em 23 de novembro de 2001.

Quadro 3 - Médias de produtividade de grãos de 17 genótipos de soja de ciclo tardio em seis ambientes, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Genótipos	**Ambientes**						
	Capinópolis I	Capinópolis II	Tupaciguara	Florestal	Paracatú	Unaí	Média
BR Celeste	3.716,67 A	2.540,00 DE	3.355,83 AB	2.835,83 BC	3.305,00 AB	1.920,00 AB	2.945,55
UFV99-607887	3.697,50 A	2.295,83 C	3.867,50 A	3.027,50 ABC	3.625,00 AB	2.125,00 A	3.106,39
UFV98-267F10RC11	3.651,67 A	3.190,83 AB	3.465,00 AB	3.315,83 ABC	3.602,50 AB	2.227,50 A	3.242,22
UFV99-61271	3.615,00 A	3.275,00 AB	3.594,17 AB	3.355,00 ABC	3.847,50 A	1.615,00 BC	3.216,94
UFV99-60234	3.594,17 A	2.866,67 BCD	3.587,50 AB	2.774,17 BC	3.394,17 AB	1.815,83 AB	3.005,42
UFV98-267F10RC12	3.568,83 A	2.830,00 BCD	3.505,83 AB	3.287,50 ABC	3.505,83 AB	2.015,83 AB	3.118,89
UFV98-61190953	3.554,17 A	3.452,50 A	3.794,17 A	3.160,00 ABC	2.672,50 B	2.273,33 A	3.151,11
UFV98-570616	3.540,83 A	2.623,17 CDE	3.436,67 AB	3.297,50 ABC	3.729,17 A	1.633,33 BC	3.043,44
UFV98-CC1-78	3.515,83 A	3.045,00 ABC	3.443,33 AB	3.305,00 ABC	3.389,17 AB	2.115,00 A	3.135,55
UFV99-CRR7698	3.493,33 A	3.112,50 ABC	3.092,50 BC	3.075,83 ABC	4.225,00 A	1.920,00 AB	3.153,19
DM 339	3.479,17 A	3.325,83 AB	3.580,00 AB	3.401,67 AB	3.526,67 AB	1.889,17 AB	3.200,42
UFV98-U16-53	3.475,83 A	3.194,17 AB	3.844,17 A	3.743,17 A	4.010,00 A	2.115,00 A	3.395,55
UFV99-61270	3.460,00 A	2.990,83 ABCD	3.334,17 AB	3.185,00 ABC	3.878,33 A	2.080,00 AB	3.154,72
UFV98-267F10RC14	3.431,67 A	3.180,00 AB	3.720,00 AB	3.114,17 ABC	3.625,00 AB	1.835,00 AB	3.150,97
UFV-18 (Patos de Minas)	3.410,00 A	3.137,50 AB	3.540,00 AB	2.994,17 ABC	4.151,67 A	1.992,50 AB	3.204,30
UFV98-1640CRR73	3.310,00 A	3.155,83 AB	3.578,33 AB	3.119,17 ABC	3.910,83 A	2.018,33 AB	3.182,08
UFV98-8552041	3.065,00 A	2.508,33 DE	2.636,67 C	2.552,50 C	3.282,50 AB	1.269,17 C	2.552,36
Média (kg/ha)	3.504,66	2.983,76	3.492,69	3.149,12	3.628,28	1932,94	**3.115,24**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Capinópolis I = plantio em 09 de novembro de 2001; Capinópolis II = plantio em 23 de novembro de 2001.

Os ensaios instalados em Paracatú e Unaí (plantios realizados no início de dezembro) foram os que apresentaram as menores produtividades (Quadro 2). Mesmo assim, algumas linhagens se destacaram em Paracatú, dentre elas: UFV99-644F539, UFV98-CC176, UFV98-CC185 e UFV98-608813, de ciclo semitardio; e UFV97-64333605, de ciclo médio.

Considerando a média geral dos ensaios, os cultivares e linhagens que apresentaram maior produtividade de grãos foram UFV98-928805, UFV98-608813, Monarca, UFV98-CC185, Conquista, UFV98-CC176 e UFV99-644F539, de ciclo semitardio, e UFV98-9391140 e UFV-19-205, de ciclo médio.

Observou-se que houve maior número de cultivares e linhagens de ciclo semitardio com produtividades elevadas quando comparadas aos genótipos de ciclo médio.

Os genótipos apresentaram diferenças no desempenho em cada local, existindo genótipos com maior destaque que outros. Isso demostra a necessidade de avaliação em vários locais para maior confiabilidade nas indicações.

Nos ensaios de avaliação de cultivares e linhagens de ciclo tardio, também houve diferenças no desempenho para cada local (Quadro 3). As menores produtividades médias foram observadas em Capinópolis II e Unaí.

Em Capinópolis I (plantio no início de novembro) todos os genótipos de ciclo tardio avaliados foram estatisticamente iguais. A média de produtividade nesse ambiente foi elevada (3.504,66 kg/ha).

Em Capinópolis II (plantio no final de novembro) houve redução na produtividade de todos genótipos. Isso ocorreu, possivelmente, devido à época de plantio. Segundo BHATIA et al. (1999), semeaduras mais tardias propiciam a redução na produtividade de grãos devido ao efeito combinado de redução da biomassa total, vagens por planta, altura de planta, peso de cem sementes e dias para o florescimento e maturação.

A linhagem UFV98-8552041 apresentou pior desempenho em Tupaciguara e Florestal. Os demais tiveram desempenho semelhante. A média de produtividade nesses ambientes foi de 3.492,69 e 3.149,2 kg/ha, respectivamente, superando a média geral dos ensaios, sendo considerado como ambientes favoráveis à cultura.

Em Paracatú, a média de produtividade foi elevada (3.628,28 kg/ha). Todos os genótipos foram estatisticamente semelhantes. Já em Unaí, esta foi muito baixa (1.932,94 kg/ha), bem inferior à média geral dos ensaios (Quadro 3).

Os genótipos de ciclo tardio com média geral de produtividade mais elevadas foram: UFV98-267F10RC11, UFV99-61271, UFV98-267F10RC12, UFV98-61190953,

UFV98-CC1-78, UFV99-CRR7698, DM-339, UFV98-U16-53, UFV99-61270, UFV98-267F10RC14, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV98-1640CRR73.

3.2. Análise de variância conjunta

A análise de variância conjunta dos dados de produtividade de grãos dos cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio, foi realizada com os seis ambientes, considerando que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual dos ambientes foi inferior a sete (PIMENTEL-GOMES, 2000).

As análises de variância conjunta para os genótipos de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio estão representadas nos Quadros 4 e 5. Os coeficientes de variação foram de baixa magnitude, sendo de 8,79 e 7,62%, respectivamente, para os genótipos de ciclo médio/semitardio e ciclo tardio, sugerindo boa precisão experimental.

Quadro 4 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de 18 genótipos de soja de ciclo médio/semitardio em seis ambientes, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

FV	GL	SQ	QM
Blocos/Ambientes	12	1.828.156,66	152.346,39
Genótipos	17	12.301.896,64	723.640,98**
Ambientes	5	66.154.777,35	13.230.955,47**
Genótipo x Ambiente	85	20.799.552,02	244.700,61**
Resíduo	204	15.963.346,51	78.251,69
CV(%)	8,79		
Média Geral (kg/ha)	3.179,49		

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

Quadro 5 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de 17 genótipos soja de ciclo tardio em seis ambientes, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

FV	GL	SQ	QM
Blocos/Ambientes	12	543.541,67	45.295,14
Genótipos	16	8.884.968,68	555.310,54**
Ambientes	5	100.653.447,41	20.130.689,48**
Genótipo x Ambiente	80	14.784.632,52	184.807,91**
Resíduo	192	10.818.599,32	56.346,87
CV(%)	7,62		
Média Geral (kg/ha)	3.115,24		

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

Houve diferenças significativas entre os genótipos, ambientes e na interação genótipos x ambientes. A interação genótipo x ambiente, significativa a 1% de probabilidade, indica que os dois grupos de genótipos apresentaram comportamento diferenciado nos ambientes. Com intuito de amenizar os efeitos significativos dessa interação, foram realizados estudos mais detalhados dos genótipos (avaliação do desempenho genotípico) e dos ambientes (estratificação ambiental).

3.3. Estratificação ambiental

3.3.1. Estratificação pelo método tradicional

A estratificação de ambientes é uma das maneiras de contornar a interação genótipo x ambiente. Nos Quadros 6 e 7 estão apresentados os agrupamentos de ambientes conforme a metodologia proposta por CRUZ e REGAZZI (1997), fundamentada no algorítmo de LIN (1982), que 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.

Apesar da interação genótipo x ambiente ter sido significativa nas análises de variância conjunta (Quadros 4 e 5), foi possível agrupar locais nos quais os genótipos não apresentaram comportamento diferenciados (Quadros 6 e 8). Diferentes agrupamentos foram formados dependendo do grupo de maturação avaliado.

Quadro 6 - Agrupamento de ambientes, segundo o método de estratificação ambiental tradicional, baseado na discriminação de produtividade dos genótipos de soja de ciclo médio/semitardio, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Ambientes	Localização
1 e 2	Capinópolis I; Capinópolis II
2 e 4	Capinópolis II; Florestal

Nos ensaios do grupo de maturação médio/semitardio, foi possível verificar padrões de similaridades de respostas dos genótipos (Quadro 6).

Os ambientes 1 e 2 (Capinópolis na primeira e segunda épocas de plantio) formaram um grupo cuja interação foi não-significativa. Capinópolis II (plantio no final de novembro) apresentou interação não-significativa com o Florestal (plantio no final de novembro) (Quadro 6).

Capinópolis II foi o local mais representativo por não apresentar interação significativa com os ambientes 1 (Capinópolis I) e 4 (Florestal).

Foram agrupados três dos seis locais dos ensaios. Considerando os resultados, ensaios instalados em Capinópolis em plantio no final de novembro, poderia ser representativo, sem a necessidade de se instalarem experimentos em Capinópolis I (plantio no início de novembro) e Florestal (plantio no final de novembro). Os outros locais (Tupaciguara, Paracatú e Unaí) não mostraram similaridade com nenhum ambiente, sendo importantes como locais para condução de ensaios de competição de cultivares.

Visando aprimorar o agrupamento, decompôs-se a interação G x A de pares de ambientes, conforme CRUZ e CASTOLDI (1991), nas partes simples e complexa. Esse procedimento possibilita a inclusão de ambientes aos grupos já formados pelo método de estratificação ambiental. Um ambiente é incluído ao grupo se a interação deste ambiente for de natureza simples com qualquer ambiente do grupo. Isso é possível, pois a interação G x A só causa maiores problemas quando é de natureza complexa.

A interação do tipo complexa, indica falta de consistência de superioridade de um cultivar com a variação ambiental, ou seja, há cultivares apresentando maior produtividade de grãos num ambiente do que em outro (MURAKAMI, 2001).

Não foi possível incluir um novo ambiente aos grupos já formados, uma vez que Tupaciguara, Paracatú e Unaí apresentaram interação complexa com todos os

locais nos grupos estabelecidos, com estimativas acima de 50% (Quadro 7). Valores acima de 100% da contribuição da parte complexa da interação, indicam a existência de correlações negativas entre os ambientes. Em conseqüência, há uma inversão da superioridade dos genótipos avaliados nesses ambientes, causando problemas na recomendação (CRUZ e REGAZZI, 1997).

Quadro 7 - Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambientes, segundo metodologia de CRUZ e CASTOLDI (1991), nos ensaios com genótipos de soja de ciclo médio/semitardio, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação CRUZ e CASTOLDI (1991)
Capinópolis I e Capinópolis II	0,68 *	------
Capinópolis I e Tupaciguara	0,31 ns	82,85
Capinópolis I e Florestal	0,50 *	68,36
Capinópolis I e Paracatú	0,09 ns	91,47
Capinópolis I e Unaí	0,39 ns	76,78
Capinópolis II e Tupaciguara	0,11 ns	90,11
Capinópolis II e Florestal	0,70 *	-------
Capinópolis II e Paracatú	0,48 *	57,88
Capinópolis II e Unaí	0,02 ns	97,59
Tupaciguara e Florestal	0,08 ns	93,49
Tupaciguara e Paracatú	-0,23 ns	107,06
Tupaciguara e Unaí	-0,03 ns	101,04
Florestal e Paracatú	0,56 *	65,84
Florestal e Unaí	0,32 ns	76,85
Paracatú e Unaí	-0,02 ns	93,31

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ns = não-significativo.

As estimativas das correlações entre os seis ambientes estão apresentadas no Quadro 7. Apenas as correlações entre os ambientes Capinópolis I e Capinópolis II (r = 0,68) e Capinópolis II e Florestal (r = 0,70) foram elevadas.

No Quadro 8 está apresentado o agrupamento de ambientes pelo método tradicional para os cultivares e linhagens de ciclo tardio.

Quadro 8 - Agrupamento de ambientes, segundo o método de estratificação ambiental tradicional, baseado na discriminação de produtividade dos genótipos de soja de ciclo tardio, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Ambientes	Localização
1, 3 e 6	Capinópolis I; Tupaciguara; Unaí

Considerando os locais de avaliação dos cultivares e linhagens ciclo tardio, foram agrupados Capinópolis I (plantio no início de novembro), Tupaciguara (plantio no final de novembro) e Unaí (plantio início de dezembro), pois formaram um grupo cuja interação foi não-significativa. Unaí foi o ambiente que proporcionou as menores médias dos genótipos e Capinópolis I e Tupaciguara, médias elevadas.

MURAKAMI (2001) avaliando cultivares de milho em várias localidades de Mato Grosso, verificou que ambientes com padrões bem diferentes foram agrupados, dificultando suas conclusões.

Capinópolis II (plantio no final de novembro), Florestal (plantio no final de novembro) e Paracatú (plantio no início de dezembro) não foram agrupados, pois não mostraram similaridade com nenhum ambiente, demostrando que devem fazer parte da rede de ensaios de competição de cultivares.

Foi decomposta a interação G x A de pares de ambientes em partes simples e complexa segundo CRUZ e CASTOLDI (1991) para verificar a possibilidade de inclusão de um novo ambiente ao grupo já formado. Capinópolis II, Florestal e Paracatú apresentaram interação do tipo complexa com todos os membros do grupo estabelecido, não sendo possível agrupar esses ambientes (Quadro 9).

No Quadro 9 estão as estimativas das correlações entre os seis ambientes considerados. As correlações entre os três ambientes foram: Capinópolis I e Tupaciguara (0,56); Capinópolis I e Unaí (0,50); e Tupaciguara e Unaí (0,62).

Os resultados foram obtidos em apenas um ano de avaliação. Para respostas mais consistentes, em termos de agrupamento de ambientes, seria necessário a avaliação de genótipos em vários locais em mais de um ano, uma vez que a variação ambiental de uma safra para outra pode alterar a resposta dos genótipos.

Quadro 9 - Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambientes, segundo metodologia de CRUZ e CASTOLDI (1991), nos ensaios com genótipos de soja de ciclo tardio, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação CRUZ e CASTOLDI (1991)
Capinópolis I e Capinópolis II	-0,05 ns	80,58
Capinópolis I e Tupaciguara	0,56 *	-------
Capinópolis I e Florestal	0,30 ns	67,69
Capinópolis I e Paracatú	-0,11 ns	76,40
Capinópolis I e Unaí	0,50 *	-------
Capinópolis II e Tupaciguara	0,32 ns	81,58
Capinópolis II e Florestal	0,53 *	66,33
Capinópolis II e Paracatú	0,09 ns	94,49
Capinópolis II e Unaí	0,36 ns	76,13
Tupaciguara e Florestal	0,55 *	66,23
Tupaciguara e Paracatú	-0,03 ns	98,53
Tupaciguara e Unaí	0,62 *	-------
Florestal e Paracatú	0,28 ns	79,00
Florestal e Unaí	0,45 ns	73,29
Paracatú e Unaí	-0,44 ns	94,69

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ns = não-significativo.

CARVALHO et al. (2002), avaliando cultivares de soja no Paraná, observaram padrão de similaridade de respostas dos cultivares em alguns locais, em todos ou na maioria dos anos testados, observando consistência no agrupamento de alguns ambientes. De acordo com o mesmo autor, quando o agrupamento de dois ou mais locais resultar em interação genótipos x locais não-significativas, ou simples, em mais de um ano testado, considera-se que a avaliação em apenas um dos locais seja suficiente para a discriminação genotípica dos materiais.

3.3.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores

Foi realizada análise de fatores considerando-se os ensaios de 2001/2002 relativos a produtividade de grãos de cultivares e linhagens de soja de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio, em seis ambientes.

Na análise de fatores, considerando os materiais de ciclo médio/semitardio, três autovalores apresentaram valores superiores a 1, contribuindo com 84,01% da variação total (Quadro 10). Dessa forma, fixaram-se três fatores finais para obtenção das cargas fatoriais finais.

Quadro 10 - Subgrupos de ambientes segundo metodologia da análise de fatores, considerando 18 genótipos de soja de ciclo médio/semitardio em seis ambientes, na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Estimativas dos Autovalores			Cargas fatoriais finais				
Raiz	Raiz (%)	% Acumulada	Amb.	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade
2,6242	43,7367	43,7367	1	**0,6749**	0,5185	0,4676	0,8179
1,3662	22,7698	66,5065	2	**0,8877**	0,2440	0,0099	0,8477
1,0503	17,5056	84,0121	3	0,0238	**0,8942**	-0,0727	0,8055
0,5581	9,3019	93,3140	4	**0,8594**	0,0132	0,2720	0,8127
0,2838	4,7300	98,0441	5	**0,7493**	-0,4663	-0,1554	0,8030
0,1173	1,9559	100,0000	6	0,0536	-0,0512	**0,9738**	0,9537

Analisando as cargas fatoriais finais do primeiro fator, verificou-se o agrupamento de quatro ambientes (Capinópolis I, Capinópolis II, Florestal e Paracatú). O agrupamento obtido não ficou bem definido em razão da carga fatorial no ambiente 1 ser inferior a 0,70. Os resultados não foram similares aos obtidos pelo método tradicional, que agrupou os ambientes 1 e 2 (Capinópolis I e Capinópolis II) e 2 e 4 (Capinópolis II e Florestal).

Conforme Quadro 7, as correlações entre os ambientes foram: 1 e 2 (r = 0,68); 1 e 4 (r = 0,50); 1 e 5 (r = 0,09); 2 e 4 (r = 0,70); 2 e 5 (r = 0,43); e 4 e 5 (r = 0,56).

Os ambientes 3 e 6 (Tupaciguara e Unaí) apresentaram baixas correlações com todos os demais (Quadro 7). Por essa razão, ficaram isolados no segundo e terceiro fator, respectivamente.

As comunalidades (soma de quadrado das cargas da i-ésima variável dos três fatores comuns que corresponde à porção da variância da i-ésima variável contribuída pelos três fatores comuns) apresentaram valores elevados (superiores a 0,80), indicando boa qualidade da fatoração, com pequena variância específica (Quadro 10).

Apesar de a análise de fatores não fornecer resultados semelhantes ao da estratificação ambiental pelo método tradicional, nos ensaios considerando os genótipos de ciclo médio/semitardio, esta metodologia constitui-se numa alternativa para estabelecimento de grupos de ambientes.

MURAKAMI (2001) e VIEIRA (2003) utilizaram a análise de fatores com a finalidade de estratificação ambiental e adaptabilidade de genótipos de soja e milho, respectivamente, verificando bons resultados. Segundo os autores, a metodologia apresentou grande potencial.

Como a análise de fatores agrupou os ambientes em três fatores, houve a formação de três sub-regiões (estratos), obtendo-se, então, três gráficos, de modo que as indicações passaram a ser mais específicas. Foi verificada, então, a adaptabilidade dos cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio (Figuras 1, 2 e 3).

Na Figura 1 é apresentado os estratos 1 e 2, correspondentes aos ambientes Capinópolis I (plantio no início de novembro), Capinópolis II (plantio no final de novembro), Florestal (plantio no final de novembro) e Paracatú (plantio no início de dezembro) (estrato 1), e Tupaciguara (plantio no final de novembro) (estrato 2).

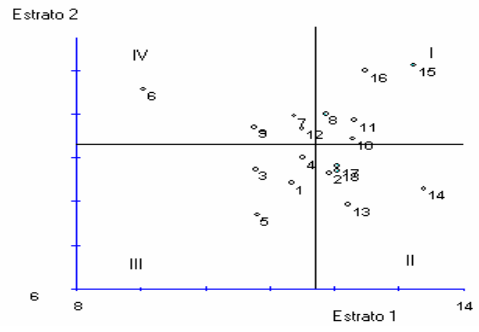

Figura 1 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo médio/semitardio em relação a estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

Os genótipos pertencentes ao Quadrante I possuem adaptabilidade ampla; aqueles pertencentes aos quadrantes II e IV, adaptabilidade aos estratos 1 e 2, respectivamente; e os genótipos passíveis de descarte, encontram-se no quadrante III.

Os melhores cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio nos quatro ambientes foram: UFV98-928805, UFV98-608813, Monarca e Conquista, de ciclo semitardio, e UFV-19-205, de ciclo médio. Aqueles com melhor desempenho nos ambientes que corresponde ao estrato 1 foram: UFV99-644F539, UFV97-506784, UFV98-CC176, UFV98-CC185, de ciclo semitardio, e CS-201 (Splendor), de ciclo médio. Finalmente, genótipos com melhor desempenho no ambiente que corresponde ao estrato 2 foram: UFV98-9734561, UFV98-692468, UFV98-9391140, de ciclo médio, e CAC-1, de ciclo semitardio.

Os genótipos de pior desempenho e passíveis de descarte foram: UFV97-64322605, UFV-19 (Triângulo), UFV-16 (Capinópolis) e Segurança (Quadro 11).

Quadro 11 - Adaptabilidade de 18 genótipos de soja de ciclo médio/semitardio aos estratos 1 e 2, que correspondem aos ambientes Capinópolis I, Capinópolis II, Florestal e Paracatú (Estrato 1) e Tupaciguara (Estrato 2)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 2	Estrato 1	Estrato 2	Descarte
15 – UFV98-928805	14 – UFV99-644F539	6 - UFV98-9734561	5 - UFV97-64322605
16 – UFV98-608813	13 – UFV97-506784	9 - UFV98-692468	3 - UFV-19 (Triângulo)
11 – Monarca	18 – UFV98-CC176	7 - UFV98-9391140	1 - UFV-16 (Capinópolis)
10 – Conquista	17 – UFV98-CC185	12 - CAC-1	4 - Segurança
8 – UFV-19-205	2 - CS-201 (Splendor)		

Pode-se observar que os genótipos de ciclo semitardio foram melhores adaptados aos ambientes Capinópolis II, Florestal e Paracatú, e os de ciclo médio, a Tupaciguara.

A Figura 2 contém os resultados dos estratos 1 e 3. Capinópolis I, Capinópolis II, Florestal e Paracatú pertencem ao estrato 1 e Unaí ao estrato 3.

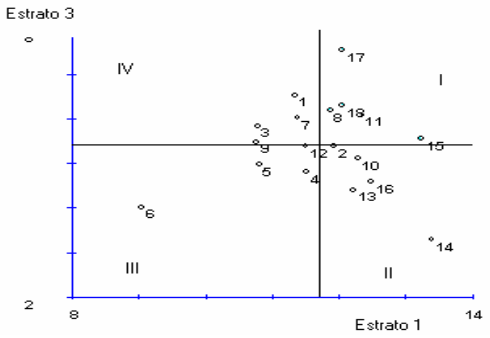

Figura 2 - Dispersão dos escores dos genótipos soja de ciclo médio/semitardio em relação a estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

UFV98-CC185, UFV98-CC176, Monarca de ciclo semitardio, UFV-19-205 de ciclo médio e UFV98-928805 de ciclo semitardio, sobressaíram-se em todos os ambientes. Os cultivares e linhagens com bom desempenho ao estrato 1 foram: UFV99-644F539, UFV97-506784, UFV98-608813, Conquista, de ciclo semitardio, e CS-201 (Splendor), de ciclo médio. Os cultivares e linhagens de melhor desempenho em Unaí foram: UFV-16 (Capinópolis), UFV98-9391140, UFV-19 (Triângulo) e UFV98-692468 de ciclo médio (Quadro 12).

Os demais genótipos que ficaram na região de descarte foram: UFV98-9731561, UFV87-64322605 e Segurança, de ciclo médio, e CAC-1, de ciclo semitardio.

Quadro 12 - Adaptabilidade de 18 genótipos de soja de ciclo médio/semitardio aos estratos 1 e 3, que correspondem aos ambientes Capinópolis I, Capinópolis II, Florestal e Paracatú (Estrato 1) e Unaí (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 3	Estrato 1	Estrato 3	Descarte
17 - UFV98-CC185	14 - UFV99-644F539	1 - UF-16 (Capinópolis)	6 - UFV98-9731561
18 - UFV98-CC176	13 - UFV97-506784	7 - UFV98-9391140	5 - UFV97-64322605
11 - Monarca	16 - UFV98-608813	3 - UFV-19 (Triângulo)	4 - Segurança
8 - UFV-19-205	10 - Conquista	9 - UFV98-692468	12 - CAC-1
15 - UFV98-928805	2 - CS-201 (Splendor)		

Na Figura 3 são apresentados os resultados dos estratos 2 e 3, que correspondem aos ambientes Tupaciguara (estrato 2) e Unaí (estrato 3).

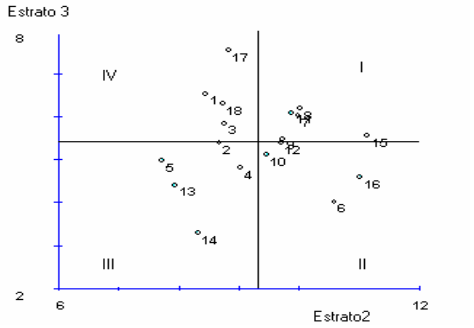

Figura 3 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo médio/semitardio em relação a estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

O cultivar e as linhagens com bom desempenho nos estratos 2 e 3 foram: UFV98-9391140, UFV-19-205 e UFV98-692468, de ciclo médio, e Monarca, UFV98-928805, de ciclo semitardio. Aqueles com melhor desempenho em Tupaciguara foram: UFV98-9731561, de ciclo médio, e UFV98-608813, Conquista e CAC-1, de ciclo semitardio. O cultivar e as linhagens melhores adaptados a Unaí foram: UFV98-CC185 e UFV98-CC176, de ciclo semitardio, e UFV-16 (Capinópolis) e UFV-19 (Triângulo), de ciclo médio. CS-201 (Splendor), Segurança e UFV97-64322605, de ciclo médio, e UFV97-506784, UFV99-644F539, de ciclo semitardio, mostraram pior desempenho sendo passíveis de descarte ou não-indicação (Quadro 13).

No Quadro 14 são apresentados os subgrupos de ambientes considerando os genótipos do ciclo tardio.

Dois autovalores foram superiores a 1, contribuindo com apenas 67,54% da variação total. Para atingir o mínimo de 80% mais um autovalor foi tomado, considerando-se três autovalores, contribuindo com 82,47% da variação total. As cargas fatoriais finais são observadas no Quadro14.

Quadro 13 - Adaptabilidade de 18 genótipos de soja, de ciclo médio/semitardio, aos estratos 2 e 3 que correspondem aos ambientes Tupaciguara (Estrato 2) e Unaí (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 2 e 3	Estrato 2	Estrato 3	Descarte
7 - UFV98-9391140	6 - UFV98-9731561	17 - UFV98-CC185	2 - CS-201 (Splendor)
8 - UFV-19-205	16 - UFV98-608813	1 - UFV-16 (Capinópolis)	4 - Segurança
11 - Monarca	10 - Conquista	18 - UFV98-CC176	5 - UFV97-64322605
15 - UFV98-928805	12 - CAC-1	3 - UFV-19 (Triângulo)	13 - UFV97-506784
9 - UFV98-692468			14 - UFV99-644F539

Quadro 14 - Subgrupos de ambientes segundo metodologia da análise de fatores, considerando os genótipos de soja de ciclo tardio em seis ambientes, nos ensaios de 2001/2002 em Minas Gerais

Estimativas dos Autovalores			Cargas fatoriais finais				
Raiz	Raiz (%)	% Acumulada	Amb.	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade
2,7242	45,4043	45,4043	1	**0,8980**	-0,2065	0,0280	0,8499
1,3280	22,1339	67,5382	2	0,0487	**0,9486**	-0,0071	0,9024
0,8958	14,9303	82,4685	3	**0,8104**	0,3324	-0,0114	0,7675
0,4349	7,2484	89,7169	4	0,4837	0,6182	-0,3965	0,7734
0,3261	5,4348	95,1518	5	-0,0763	0,0526	**-0,9727**	0,9548
0,2909	4,8482	100,0000	6	**0,7434**	0,3766	0,0757	0,7002

Analisando as cargas fatoriais finais para os genótipos de ciclo tardio, o primeiro fator agrupou os ambientes 1 (Capinópolis I em plantio no início de novembro), 3 (Tupaciguara em plantio no final de novembro) e 6 (Unaí em plantio no início de dezembro). O mesmo agrupamento foi verificado utilizando o método tradicional de estratificação ambiental.

Como pode ser observado no Quadro 9, os ambientes 1, 3 e 6 apresentaram altas correlações: 1 e 3 (0,56); 1 e 6 (0,50); e 3 e 6 (0,62).

Os ambientes 2 e 5 (Capinópolis II e Paracatú) ficaram isolados no segundo e terceiro fator, respectivamente. Não foi possível agrupar o ambiente 4 (Florestal) em nenhum fator, pois a carga fatorial apresentou valor 0,61, não garantindo definição no agrupamento.

As comunalidades da análise de fatores para os ensaios, considerando-se os genótipos de ciclo tardio, apresentaram valores acima de 0,70, indicando boa fatoração (Quadro 14).

Como a análise de fatores agrupou os ambientes em três estratos, houve a formação de três sub-regiões, obtendo-se então três gráficos. Foi verificada, então, a adaptabilidade dos genótipos do ciclo tardio (Figuras 4, 5 e 6).

A Figura 4 apresenta a adaptabilidade dos genótipos aos estratos 1 e 2, que correspondem aos ambientes Capinópolis I, Tupaciguara e Unaí (estrato 1) e Capinópolis II (estrato 2).

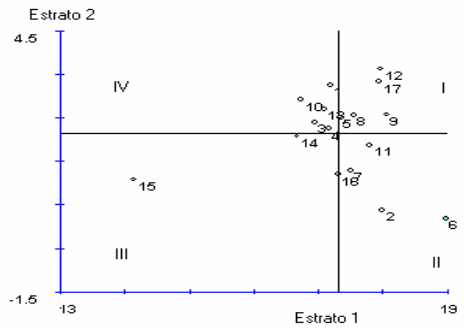

Figura 4 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo tardio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores

Genótipos com bom desempenho em qualquer ambiente foram: UFV98-61190953, UFV98-U16-53, UFV98-267F10RC11 e UFV98-CC1-78. Aqueles com destaque no estrato 1 foram: UFV99-607887, BR Celeste, UFV98-608813, UFV99-60234 e UFV98-267F10RC12. UFV98-570616, UFV98-570616, UFV-18 (Patos de Minas), UFV99-61270 e DM-339, foram melhores no estrato 2. As linhagens passíveis de descarte foram UFV98-8552041 e UFV99-CRR7698 (Quadro 15).

A Figura 5 apresenta a adaptabilidade dos genótipos aos estratos 1 e 3, que correspondem aos ambientes Capinópolis I, Tupaciguara e Unaí (estrato 1) e Paracatú (estrato 3).

Quadro 15 - Adaptabilidade dos 17 genótipos de soja do ciclo tardio aos estratos 1 e 2, que correspondem aos ambientes Capinópolis I, Tupaciguara e Unaí (Estrato 1) e Capinópolis II (Estrato 2)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 2	Estrato 1	Estrato 2	Descarte
12 - UFV98-61190953	6 - UFV99-607887	10 - UFV98-570616	15 - UFV98-8552041
17 - UFV98-U16-53	2 - BR Celeste	13 - UFV98-267F10RC14	14 - UFV99-CRR7698
9 - UFV98-267F10RC11	16 - UFV98-608813	3 - UFV-18	
8 - UFV98-CC1-78	7 - UFV99-60234	4 - UFV99-61270	
5 - UFV99-61271	11 - UFV98-267F10RC12	1 - DM-339	

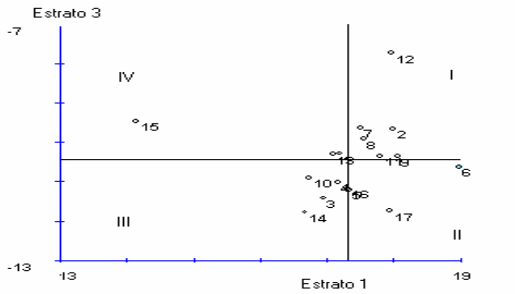

Figura 5 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo tardio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

Os genótipos com adaptabilidade ampla, ou seja, melhor desempenho a todos os ambientes compreendidos nos estratos 1 e 3 foram: UFV98-61190953, UFV99-60234, BR Celeste, UFV98-CC1-78, UFV98-267F10RC11 e UFV98-267F10RC12. Aqueles com melhor desempenho no estrato 1 (Capinópolis I, Tupaciguara e Unaí) foram: UFV98-U16-53, UFV99-607887, UFV98-570616 e UFV99-61271 (Quadro 16). Apenas as linhagens UFV98-8552041 e UFV98-267F10RC14 se sobressaíram em Unaí e, finalmente, os genótipos com pior desempenho foram UFV-18 (Patos de Minas), UFV99-61270, UFV99-CRR7698 e UFV99-CRR7698.

A adaptabilidade dos genótipos aos estratos 2 e 3, que correspondem aos ambientes Capinópolis II (estrato 2) e Paracatú (estrato 3), está apresentada na Figura 6.

Quadro 16 - Adaptabilidade dos 17 genótipos de soja do ciclo tardio aos estratos 1 e 3, que correspondem aos ambientes Capinópolis I, Florestal e Unaí (Estrato 1) e Paracatú (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 3	Estrato 1	Estrato 3	Descarte
12 - UFV98-61190953	17 - UFV98-U16-53	15 - UFV98-8552041	3 - UFV-18
7 - UFV99-60234	6 - UFV99-607887	13 - UFV98-267F10RC14	4 - UFV99-61270
2 - BR Celeste	16 - UFV98-570616	1 - DM-339	14 - UFV99-CRR7698
8 - UFV98-CC1-78	5 - UFV99-61271		10 -UFV98-1640CRR73
9 - UFV98-267F10RC11			
11 - UFV98-267F10RC12			

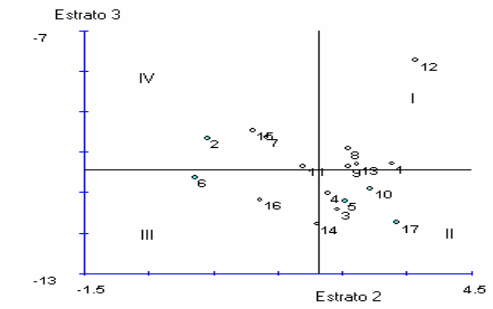

Figura 6 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo tardio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

UFV98-61190953, UFV99-60234, BR Celeste, UFV98-CC1-78, UFV98-267F10RC11 e UFV98-267F10RC12 apresentaram adaptabilidade ampla aos estratos 2 e 3, que correspondem aos ambientes Capinópolis II e Paracatú. UFV98-U16-53, UFV99-607887, UFV98-570616 e DM-339 mostraram melhor adaptação a Capinópolis II. Apenas UFV98-8552041 e UFV98-267F10RC14 se sobressaíram em Paracatú. Três linhagens (UFV-18, UFV99-61270, UFV99-CRR7698 e 73 UFV98-1640CRR) não foram indicados para nenhum ambiente (Quadro 17).

Quadro 17 - Adaptabilidade dos 17 genótipos de soja do ciclo tardio aos estratos 2 e 3, que correspondem aos ambientes Capinópolis II, (Estrato 2) e Paracatú (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 2 e 3	Estrato 2	Estrato 3	Descarte
12 - UFV98-61190953	17 - UFV98-U16-53	15 - UFV98-8552041	6 - UFV99-607887
8 - UFV98-CC1-78	14 - UFV99-CRR7698	2 - BR Celeste	16 - UFV98-570616
9 - UFV98-267F10RC11	3 - UFV-18	7 - UFV99-60234	
13 - UFV98-267F10RC14	5 - UFV99-61271	11 - UFV98-267F10RC12	
1 - DM-339	4 - UFV99-61270		
	10 - UFV98- 1640CRR73		

3.4. Adaptabilidade e estabilidade

3.4.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966)

Nos Quadros 18 e 19 são apresentadas as análises de variância conjunta da produtividade de grãos, conforme EBERHART e RUSSELL (1966), dos genótipos de soja de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio, avaliados nos ensaios do Programa de Melhoramento Genético de soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em seis ambientes.

A significância da fonte de variação ambiente linear dos genótipos de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio indica que houve variações significativas no ambiente, proporcionando alterações na média dos genótipos.

O quadrado médio da interação G x A linear foi significativo, indicando diferenças entre os genótipos nos dois grupos de maturação quanto às respostas às variações ambientais, ou seja, existem diferenças entre os coeficientes de regressão dos genótipos avaliados (CRUZ e REGAZZI, 1997).

No método de EBERHART e RUSSELL (1966), as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de comportamento medem a superioridade dos genótipos. Um genótipo que tenha média de produtividade maior que a média geral e coeficiente de regressão (β_{1i}) igual, maior ou menor que 1, a um determinado nível de probabilidade, pode ser considerado de adaptabilidade geral, específica a ambientes favoráveis ou adaptado a ambientes desfavoráveis, respectivamente.

Quadro 18 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo médio/semitardio, avaliados em seis ambientes, conforme o método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2001/2002 em Minas Gerais

FV	G.L	SQ	QM
Ambiente (A)	5	66.154.777,17	13.230.955,43**
Genótipo (G)	17	12.301.896,48	723.640,97**
Interação G x A	85	20.799.551,61	244.700,61**
Ambiente/Genótipo	90	86.954.328,78	966.159,21**
Ambiente Linear	1	66.154.777,17	66.154.777,17**
G x A Linear	17	3.811.852,85	224.226,17**
Desvio Combinado	72	16.987.698,76	235.940,26**
DESV - UFV-16 (Capinópolis)	4	651.895,72	162.973,93ns
DESV - CS-201 (Splendor)	4	203.512,14	50.878,03ns
DESV - UFV-19 (Triângulo)	4	956.406,38	239.101,59*
DESV - Segurança	4	161.319,97	40.329,99ns
DESV - UFV97-64322605	4	979.026,38	244.756,59*
DESV - UFV98- 9731561	4	3.850.397,47	962.599,37**
DESV - UFV98-9391140	4	816.799,87	204.199,97*
DESV - UFV-19-205	4	995.642,92	248.910,73*
DESV - UFV98-692468	4	512.699,03	128.174,76ns
DESV - Conquista	4	165.834,08	41.458,52ns
DESV - Monarca	4	153.525,09	38.381,27ns
DESV - CAC-1	4	233.273,66	58.318,41ns
DESV - UFV97-506784	4	1.493.770,81	373.442,70**
DESV - UFV99-644F539	4	3.901.405,15	975.351,29**
DESV - UFV98-928805	4	344.757,97	86.189,49ns
DESV - UFV98-608813	4	566.728,99	141.682,25ns
DESV - UFV98-CC185	4	295.291,94	73.822,95ns
DESV - UFV98-CC176	4	705.411,16	176.352,79ns
RESÍDUO	204	15.963.346,51	78.251,69

** e * = Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns = Não-significativo (P>5%).

Quadro 19 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo tardio, avaliados em seis ambientes, conforme o método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2001/2002 em Minas Gerais

FV	G.L	SQ	QM
Ambiente (A)	5	100.653.446,94	20.130.689,39**
Genótipo (G)	16	8.884.968,85	555.310,55**
Interação G x A	80	14.784.632,16	184.807,90**
Ambiente/Genótipo	85	115.438.079,10	1.358.095,05**
Ambiente Linear	1	100.653.446,94	100.653.446,94**
G x A Linear	16	2.358.664,28	147.416,52**
Desvio Combinado	68	12.425.967,88	182.734,82**
DESV - DM-339	4	473.049,23	118.262,31ns
DESV - BRS-Celeste	4	864.146,74	216.036,69**
DESV - UFV-18 (Patos de Minas)	4	830.299,71	207.574,93**
DESV - UFV99-61270	4	286.968,58	71.742,15ns
DESV - UFV99-61271	4	269.782,74	67.445,68ns
DESV - UFV99-607887	4	2.098.046,44	524.511,61**
DESV - UFV99-60234	4	489.584,74	122.396,18ns
DESV - UFV98-CC1-78	4	163.832,67	40.958,17ns
DESV - UFV98-267F10RC11	4	79.330,25	19.832,56ns
DESV - UFV98-1640CRR73	4	407.337,93	101.834,48ns
DESV - UFV98-267F10RC12	4	189.285,29	47.321,32ns
DESV - UFV98-61190953	4	2.979.947,22	744.986,80**
DESV - UFV98-267F10RC14	4	264.266,34	660.66,58ns
DESV - UFV99-CRR7698	4	1.556.817,91	389.204,48**
DESV - UFV98-8552041	4	464.958,77	116.239,69ns
DESV - UFV98-570616	4	366.846,09	91.711,52ns
DESV - UFV98-U16-53	4	641.467,21	160.366,80*
RESÍDUO	192	10.818.599,32	56.346,87

** e * = Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns = Não-significativo (P>5%).

A estabilidade refere-se à previsibilidade de comportamento, determinada pelo desvio da regressão linear simples. Genótipos com alta previsibilidade possuem σ^2_{di} igual a zero e aqueles com baixa previsibilidade, possuem a variância dos desvios da regressão maior que zero.

Nos Quadros 20 e 21 estão apresentadas as estimativas das médias dos genótipos, dos coeficientes de regressão, desvios da regressão e coeficientes de determinação para os dois grupos de maturação, respectivamente.

Praticamente, todos os genótipos avaliados nos ensaios apresentaram produtividade média acima de 3.000 kg/ha. A média geral dos ensaios foi de 3.179,48 e 3.115,24 kg/ha, respectivamente, para os cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio.

As análises de adaptabilidade e estabilidade revelaram que as linhagens UFV98-928805 e UFV98-608813, de ciclo semitardio, apresentaram médias de 3.533,05 e 3.391,25 kg/ha, respectivamente, e coeficientes de regressão significativos e superiores à unidade, pelo teste t a 1% de probabilidade. Além disso, apresentaram desvio da regressão não-significativo e coeficientes de determinação elevados.

DI MAURO et al. (2000), observaram que genótipos com coeficiente de regressão superior a 1 e desvio da regressão não-significativo, têm a capacidade de explorar vantajosamente os ambientes favoráveis. As médias elevadas associadas a esses genótipos indicam que os mesmos possuem boa adaptabilidade, além de se mostrarem estáveis e previsíveis (Quadro 20).

A linhagem UFV97-CC185 apresentou média de produtividade de 3.432,36 kg/ha, superior à média geral, que foi de 3.179, 48 kg/ha, coeficiente de regressão inferior à unidade e desvio da regressão não-significativo, sendo indicada para os ambientes desfavoráveis.

Segundo PELUZIO e SEDIYAMA (2000), genótipos com adaptação específica a ambientes desfavoráveis, por não responderem satisfatoriamente à melhoria do ambiente, não são recomendados para áreas em que se utiliza alta tecnologia, mas seriam interessantes em áreas de baixa tecnologia.

Os cultivares CS-201 (Splendor), Conquista, Monarca e as linhagens UFV98-CC176 e UFV98-9391140 apresentaram produtividade média acima da média geral dos ensaios, coeficientes de regressão não-significativos pelo teste t, indicando que possuem elevada adaptabilidade a todos os ambientes considerados. São genótipos capazes de responder à melhoria do ambiente e de manter os seus rendimentos em condições ambientais desfavoráveis. Além disso, apresentaram desvios da regressão não-significativos, demostrando alta estabilidade e previsibilidade de comportamento (Quadro 20).

Pode-se observar que UFV-16 (Capinópolis), Segurança, UFV98-692468 e CAC-1 apresentaram coeficientes de regressão iguais a unidade e desvios da

Quadro 20 - Produtividade média, estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), dos desvios da regressão (s^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2) dos genótipos de soja de ciclo médio/semitardio, estudados pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Genótipos	**Média**	**b_1**	**s^2_{di}**	**R^2**
UFV-16 (Capinópolis)	3.109,05	0,7790^{ns}	28.240,7435^{ns}	77,4
CS-201 (Splendor)	3.178,22	0,8485^{ns}	-9.124,5543^{ns}	92,8
UFV-19 (Triângulo)	2.956,42	0,7880^{ns}	53.616,6322*	70,5
Segurança	3.093,47	1,0260^{ns}	-12.640,5682^{ns}	96,0
UFV97-64322605	2.975,14	0,6212^{++}	55.501,5324*	59,1
UFV98-9731561	2.688,33	1,1696^{ns}	294.782,5563**	56,6
UFV98-9391140	3.225,00	0,9556^{ns}	41.982,7564*	80,4
UFV-19-205	3.233,89	1,2138^{ns}	56.886,3440*	84,5
UFV98-692468	3.017,50	1,0809^{ns}	16.641,0199^{ns}	89,3
Conquista	3.248,61	1,1111^{ns}	-12.264,3926^{ns}	96,5
Monarca	3.345,28	1,0435^{ns}	-13.290,1419^{ns}	96,3
CAC-1	3.125,55	1,0537^{ns}	-6.644,4277^{ns}	94,6
UFV97-506784	3.083,72	0,8896^{ns}	98.397,0015**	66,1
UFV99-644F539	3.271,25	1,1682^{ns}	299.033,1962**	56,2
UFV98-928805	3.533,05	1,4654^{++}	2.645,9315^{ns}	95,8
UFV98-608813	3.391,25	1,4197^{++}	21.143,5169^{ns}	92,9
UFV98-CC185	3.432,36	0,5389^{++}	-1.476,2379^{ns}	78,3
UFV98-CC176	3.322,64	0,8261^{ns}	32.700,3638^{ns}	78,0
Média Geral (kg/ha)	3.179,48			

+ e ++ = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste t, respectivamente; ns = Não-significativo (P>5%).
* e ** = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente; ns = Não-significativo (P>5%).

regressão não-significativos, porém médias de rendimento inferiores a média geral dos ensaios. Para os demais genótipos avaliados nos ensaios, os desvios da regressão foram significativos, indicando uma baixa previsibilidade de comportamento.

Os parâmetros para avaliação da estabilidade e adaptabilidade de EBERHART e RUSSELL (1966), auxiliam na interpretação dos resultados disponíveis e facilitam a identificação de genótipos produtivos e estáveis, em relação à progressivas alterações ambientais (ALLIPRANDINI et al., 1998).

Quadro 21 - Produtividade média, estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), dos desvios da regressão (s^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2) dos genótipos de soja de ciclo tardio, estudados pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2001/2002 em Minas Gerais

Genótipos	Média	b_1	s^2_{di}	R^2
DM-339	3.200,42	0,9930^{ns}	20.638,4786^{ns}	92,5
BRS - Celeste	2.945,55	0,9635^{ns}	53.229,9383**	86,4
UFV-18 (Patos de Minas)	3.204,30	1,0778^{ns}	50.409,3518**	89,2
UFV99-61270	3.154,72	0,9379^{ns}	5.131,7577^{ns}	94,8
UFV99-61271	3.216,94	1,2728^{++}	3.699,6048^{ns}	97,2
UFV99-607887	3.106,94	1,0375^{ns}	156.054,9129**	75,2
UFV99-60234	3.005,42	1,0464^{ns}	22.016,4379^{ns}	92,9
UFV98-CC-78	3.135,55	0,8201^{ns}	-5.129,5679^{ns}	96,0
UFV98-267F10RC11	3.242,22	0,8296^{ns}	-12.171,4365^{ns}	98,1
UFV98-1640CRR73	3.182,08	0,9883^{ns}	15.162,5374^{ns}	93,4
UFV98-267F10RC12	3.118,89	0,9462^{ns}	-3.008,5159^{ns}	96,5
UFV98-61190953	3.151,11	0,5840^{++}	229.546,6445**	40,3
UFV98-267F10RC14	3.150,97	1,0732^{ns}	3.239,9046^{ns}	96,3
UFV99-CRR7698	3.153,19	1,0743^{ns}	110.952,2738**	81,4
UFV98-8552041	2.552,36	1,0787^{ns}	19.964,2739^{ns}	93,7
UFV98-570616	3.043,44	1,2287^{+}	11.788,2174^{ns}	96,0
UFV98-U16-53	3.395,55	1,0477^{ns}	34.673,3104*	91,0
Média Geral (kg/ha)	3.115,24			

+ e ++ = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste t, respectivamente; ns = Não-significativo (P>5%).
* e ** = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente; ns = Não-significativo (P>5%).

No Quadro 21 observa-se que os cultivares e linhagens de ciclo tardio, UFV99-61271 e UFV98-570616, apresentaram coeficientes de regressão maiores que a unidade. Porém, apenas UFV99-61271 apresentou média superior à média geral, se destacando em ambientes considerados favoráveis. Os desvios da regressão foram não-significativos e coeficientes de determinação elevados, indicando alta estabilidade e previsibilidade desses genótipos.

Observou-se que DM-339, UFV99-61270, UFV99-60234, UFV98-CC1-78, UFV98-267F10RC11, UFV98-1640CRR73, UFV98-267F10RC12 e UFV98-267F10RC14 apresentaram médias superiores à média geral, que foi de 3.155,24 kg/ha, sendo recomendados para todos os ambientes. Todos esses

genótipos apresentaram desvios da regressão não-significativos e coeficientes de determinação elevados, sendo considerados de alta estabilidade e boa previsibilidade de comportamento.

UFV-18 (Patos de Minas), UFV99-CRR7698 e UFV98-U-16-53 apresentaram média elevada, coeficiente de regressão não-significativo, sendo considerado de adaptabilidade ampla. O desvio da regressão foi significativo, no entanto, apresentaram um R^2 alto. CRUZ e REGAZZI (1997) sugerem a utilização do coeficiente de determinação (R^2) como parâmetro auxiliar na seleção dos melhores genótipos, considerando satisfatórios aqueles com $R^2 > 80\%$.

A maioria dos genótipos de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio apresentou média geral elevada e coeficientes de regressão próximos à unidade, indicando que o Programa de Melhoramento Genético da Soja do Departamento de Fitotecnia da UFV tem selecionado, principalmente, genótipos com ampla adaptabilidade.

3.4.2. LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998)

Os Quadros 22 e 23 apresentam as estimativas das médias de produtividade de grãos, do Pi geral, do Pi favorável e do Pi desfavorável, dos genótipos de soja de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio, avaliados na safra 2001/2002.

O desempenho genotípico é estimado por uma única estatística (Pi), denominada de MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento), que relaciona a distância do genótipo avaliado (representado pela produtividade máxima em cada local), de modo que quanto menor o seu valor, maior será a adaptabilidade e estabilidade de comportamento.

O genótipo UFV98-CC185 foi indicado pela metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) a ambientes desfavoráveis. O método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), também mostrou-se mais eficiente em indicar esse genótipo a ambientes desfavoráveis (Quadro 22). Segundo PELÚZIO e SEDIYAMA (2000), genótipos com adaptação específica a ambientes desfavoráveis, não respondem satisfatoriamente à melhoria do ambiente, não sendo recomendados para áreas onde se utiliza alta tecnologia.

UFV98-928805 e UFV98-608813 foram apontados, pela metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966), para ambientes favoráveis. Esses genótipos

Quadro 22 - Genótipos de soja de ciclo médio/semitardio, na safra 2001/2002 em Minas Gerais, e estimativas do Pi geral, do Pi favorável e do desfavorável, pelo método de LIN e BINNS (1988), com decomposição da estatística Pi, conforme CARNEIRO (1998)

Cultivares e Linhagens	Pi Geral	Cultivares e Linhagens	Pi favorável	Cultivares e Linhagens	Pi Desfavorável
UFV98-CC185	98138,26	UFV98-928805	1.825,09	UFV98-CC185	71779,34
UFV98-928805	115948,49	UFV98-608813	61.348,35	UFV98-CC176	158473,09
UFV98-CC176	139.565,67	Monarca	71.871,79	UFV97-64322065	243840,28
UFV98-608813	143.336,86	UFV-19-205	99.549,48	CS-19 (Splendor)	248259,20
Monarca	146.817,58	UFV98-CC185	111.317,72	Monarca	296709,18
Conquista	186.700,92	UFV98-9391140	121.931,25	UFV98-608813	307313,89
CS-19 (Splendor)	219.359,71	Conquista	125.319,27	Conquista	309464,24
UFV98-9391140	225.337,73	UFV98-CC176	130.111,98	UFV98-928805	344195,31
UFV99-644F539	240.062,55	UFV99-644F539	165.301,80	UFV-16 (Capinópolis)	365353,03
UFV-19-205	254.360,99	CAC-1	168.158,84	UFV97-506784	368420,56
Segurança	277.204,36	CS-19 (Splendor)	204.909,97	UFV99-644F539	389584,03
CAC-1	282.695,94	Segurança	209.352,98	Segurança	412907,12
UFV-16 (Capinópolis)	297.042,91	UFV98-692468	222.828,39	UFV98-9391140	432150,69
UFV97-506784	316.010,85	UFV-16 (Capinópolis)	262.887,85	CAC-1	511770,14
UFV97-64322605	371.436,62	UFV97-506784	289.805,99	UFV-19 (Triângulo)	516275,87
UFV98-692468	373.079,86	UFV-19 (Triângulo)	397.409,67	UFV-19-205	563984,03
UFV-19 (Triângulo)	737.031,74	UFV97-64322605	435.234,79	UFV98-692468	673582,81
UFV98-9731561	793.658,56	UFV98-9731561	610.810,59	UFV98-9731561	1159354,51

Quadro 23 - Genótipos de soja de ciclo tardio, na safra 2001/2002 em Minas Gerais, e estimativas do Pi geral, do Pi favorável e do desfavorável, pelo método de LIN e BINNS (1988), com decomposição da estatística Pi, conforme CARNEIRO (1998)

Cultivares e Linhagens	Pi Geral	Cultivares e Linhagens	Pi favorável	Cultivares e Linhagens	Pi Desfavorável
UFV98-U16-53	16.381,30	UFV98-U16-53	13.096,27	UFV98-61190953	0.00
UFV98-267FRC11	66.609,20	UFV99-61271	46.415,10	UFV98-267FRC11	17.642,53
UFV99-61271	69.685,81	UFV98-570616	81.632,89	UFV98-U16-53	22.951,38
UFV98-1640CRR73	73.246,41	UFV98-1640CRR73	90.740,11	UFV98-1640CRR73	38.259,02
DM-339	45.076,38	UFV98-267FRC11	91.092,53	DM-339	40.907,10
UFV-18 (Patos de Minas)	77.697,56	DM-339	92.161,02	UFV-18 (Patos de Minas)	44.523,08
UFV99-61270	85.216,49	UFV-18 (Patos de Minas)	94.284,81	UFV98-CC1-78	47.781,42
UFV98-267F10RC14	92.814,46	UFV99-61270	96.510,51	UFV99-CRR7698	60.111,09
UFV98-CC1-78	107.848,20	UFV98-267F10RC14	105.922,65	UFV99-61270	62.628,46
UFV98-267F10RC12	110.277,48	UFV99-607887	107.468,14	UFV98-267F10RC14	66.598,07
UFV99-CRR7698	110.362,49	UFV98-267F10RC12	108.689,67	UFV98-267F10RC12	113.453,11
UFV98-570616	145.871,40	UFV99-CRR7698	135.488,19	UFV99-61271	116.227,23
UFV99-607887	184.968,80	UFV98-CC1-78	137.881,59	UFV99-60234	138.126,72
UFV99-60234	188.149,76	UFV99-60234	213.161,28	BR Celeste	239.375,16
UFV98-61190953	230.975,64	BR Celeste	239.400,69	UFV98-570616	274.348,40
BR Celeste	239.975,18	UFV98-61190953	346.463,45	UFV99-607887	339.970,13
UFV98-8552041	510.338,66	UFV98-8552041	528.032,81	UFV98-8552041	474.950,34

apresentaram os menores valores de Pi geral e do P_{if} (favorável), pelo método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), indicando serem responsivos à melhoria do ambiente e com alta estabilidade. A produtividade desses genótipos foi elevada em ambientes favoráveis, porém, reduziram seus rendimentos nos ambientes desfavoráveis.

No Quadro 22, os genótipos UFV-19-205 e UFV98-9391140 apresentaram a 4^o e 6^o posição, respectivamente, em relação ao P_{if}, em contraposição ao método de EBERHART e RUSSELL (1966), que poderia indicar esses genótipos a todos os ambientes.

As duas metodologias indicaram Monarca e Conquista como tendo alta adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Conquista e Monarca foram utilizados como padrões de ciclo semitardio.

UFV-16 (Capinópolis) e UFV-19 (Triângulo) são cultivares de ciclo médio também utilizados como padrão, que apresentaram rendimento abaixo da média geral. Esses genótipos são indicados para Minas Gerais e recomendados para regiões com solos de média a alta fertilidade (SEDIYAMA et al., 2002a; 2002b). Nos ambientes desfavoráveis (Paracatú e Unaí), a produtividade desses cultivares foi muito baixa.

CARVALHO et al. (2002) avaliaram genótipos de soja dos grupos de maturação precoce, semiprecoce e médio, em várias localidades no Paraná. Utilizando o método de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), foi possível selecionar linhagens de todos os grupos de maturação com adaptabilidade geral e previsibilidade.

O método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), apontou os cultivares e linhagens de ciclo tardio DM-339, UFV98-267F10RC11, UFV98-1640CRR73, UFV98-U16-53 e UFV-18 (Patos de Minas) para todos os ambientes (favoráveis e desfavoráveis). Resultados semelhantes foram observados pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966) (Quadro 23).

As duas metodologias indicaram UFV99-61271 a ambientes favoráveis. Essa linhagem apresentou média elevada nos ambientes favoráveis e baixou drasticamente seu rendimento nos ambientes desfavoráveis. Segundo CRUZ e REGAZZI (1997), genótipos com essa característica são considerados de risco, para cultivo em regiões de baixa tecnologia, ou sujeitos às variações edafoclimáticas, pois reduzem seus rendimentos em condições desfavoráveis do meio.

LOPES et al. (2001) utilizaram os métodos de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), para estudo de adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho. Segundo os autores, o uso dos dois métodos para a caracterização de genótipos foi realizado, principalmente, para se

ter maior segurança na seleção. A complementação de informações e a confirmação de grande parte dos resultados dos dois métodos aumentam a segurança no processo de recomendação, em virtude da obtenção de resultados similares entre métodos de princípios diferentes.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que, apesar de existir interação genótipo x ambiente significativa nos ensaios dos genótipos de ciclo médio/semitardio e de ciclo tardio, foi possível agrupar ambientes pelo método tradicional, cuja interação foi não-significativa.

Na avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio o Capinópolis II foi considerado o mais representativo. Em relação aos cultivares e linhagens de ciclo tardio, foram agrupados Capinópolis I, Tupaciguara e Unaí. A avaliação, em qualquer um desses ambientes, poderia ser representativa.

A estratificação ambiental pela análise de fatores não mostrou resultados semelhantes ao método tradicional, analisando-se os cultivares e linhagens de ciclo médio/semitardio. Em relação aos genótipos de ciclo tardio, o mesmo resultado foi obtido.

Os cultivares e linhagens que se destacaram em adaptabilidade pela metodologia de MURAKAMI (2001) foram: Monarca (semitardio), UFV-19-205 (médio), UFV98-61190953, UFV98-267F10RC11 e UFV98-CC1-78, de ciclo tardio.

No método de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), os cultivares que se destacaram com ampla adaptabilidade foram Monarca e Conquista de ciclo semitardio. As linhagens UFV98-928805 e UFV98-608813, de ciclo semitardio, foram indicadas para ambientes favoráveis. Os padrões DM-339 e UFV-18 (Patos de Minas) e as linhagens de ciclo tardio com ampla adaptabilidade foram UFV98-267F10RC11, UFV98-1640CRR73 e UFV98-U16-53.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S. Análise de adaptação e estabilidade de genótipos de soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.8, p.1321-1328, 1998.

BHATIA, V. S., TIWARI, S.P., JOSHI, O. P. Yield and its attributes as affected by planting dates in soybean (*Glycine max*) varieties. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.69, n.10, p.696-699, 1999.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 168f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, C. G. P de., ARIAS, C. A. A., TOLEDO, J. F. F. de., ALMEIDA, L. A. de. A., KIIHL, R. A. de. S., OLIVEIRA, M. F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 7, p. 989-1000, 2002.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Disponível em: http//www. conab.gov.br – 2003.

CRUZ, C. D., CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados o melhoramento genético.** v.2. Viçosa: Editora UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C. D., CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipo x ambiente em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v. 38, n. 219, p.422-430, 1991.

CRUZ, C. D. **Programa GENES – versão windows.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 642p.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.1. Viçosa: Editora UFV, 1997, 390p.

DI MAURO, A. O., CURCIOLI, V. B., NÓBREGA, J. C. M. de., 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.

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

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

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

LOPES, M. T. G., VIANA, J. M. S., LOPES, R. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de famílias endogâmicas de milho, obtidos pelo método dos híbridos crípticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.483-491, 2001.

MURAKAMI, D. M. **Novas metodologias de análise de interação genótipos x ambientes: Análise combinada de estratificação, adaptabilidade e estabilidade e análise de representatividade ambiental**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 142f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PELUZIO, J. M., SEDIYAMA, C. S. Adaptabilidade e estabilidade de produção de dez cultivares de soja, no Estado de Tocantins. **Agricultura Tropical**, v. 4, n.1, p.39-43, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. Ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477p.

SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R. de. C. **Dia de campo sobre a cultura da soja.** Capinópolis. Boletim Técnico 9. 2000. 32p.

SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R. de. C., ZAMBONI, L., SULZBACH, L. J., DUTRA, J. H., ARAÚJO, A. F. V. de. A soja UFV-16 (Capinópolis) em Mato Grosso). IN: SEDIYAMA, T e TEIXEIRA, R. de. C. **Cultivares de Soja UFV em Mato Grosso**. Viçosa: UFV/DFT, Rondonópolis:Biogen Sementes. Boletim Técnico 11. p. 15-17, 2002 a.

SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R. de. C., ZAMBONI, L., SULZBACH, L. J., DUTRA, J. H., ARAÚJO, A. F. V. de. A soja UFV-19 (Triângulo) em Mato Grosso). In: SEDIYAMA, T e TEIXEIRA, R. de. C. **Cultivares de Soja UFV em Mato Grosso**. Viçosa: UFV/DFT, Rondonópolis:Biogen Sementes. Boletim Técnico 11. p. 27-29, 2002b.

VIEIRA, P. F. de. M. **Adaptabilidade, estabilidade, determinação genotípica e correlações entre características agronômicas de soja, em Goiás.** Viçosa, MG: UFV 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAPÍTULO 2

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (G*lycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE MATO GROSSO, NA SAFRA 2000/2001

RESUMO

Foram avaliados 11 cultivares e linhagens de soja de ciclo semiprecoce/médio e 10 de ciclo semitardio/tardio, quanto à produtividade de grãos, no Estado de Mato Grosso em diferentes ambientes (locais e épocas de plantio). Os dados foram obtidos dos ensaios de avaliação final de genótipos de soja em Mato Grosso, do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa em parceria com a Biogen Sementes Ltda., em Mato Grosso. Os ambientes estudados foram: Itiquira (três épocas de plantio), Primavera do Leste (duas épocas de plantio) e Lucas do Rio Verde (uma época de plantio). Verificaram-se padrões de similaridades de resposta dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio, pelo método de estratificação ambiental tradicional. Pela análise de fatores, foi possível agrupar os ambientes de avaliação dos três grupos de maturação. O estudo de adaptabilidade e estabilidade revelou que o padrão de ciclo semiprecoce, Conquista, o padrão de ciclo médio, CAC-1, e os cultivares UFV-17 (Minas Gerais) e UFVS-2002, bem como o cultivar de ciclo

semitardio/tardio, UFV-18 (Patos de Minas) e a linhagem UFV95-370A604, tiveram bom desempenho produtivo, adaptabilidade geral e previsibilidade.

1. INTRODUÇÃO

O início do cultivo da soja em Mato Grosso, ocorreu apenas em meados da década de 70, provavelmente em virtude da inexistência de cultivares adaptados até aquela época. Mais recentemente, os programas de melhoramento da soja, de diversas instituições de pesquisa e universidades, desenvolveram cultivares adequados ao Mato Grosso, com produtividades equivalentes às dos melhores cultivares do mundo (SEDIYAMA e TEIXEIRA, 2002).

Na safra 2002/2003, a produtividade média em Mato Grosso foi de 2.930 kg/ha, 13.096 milhões de toneladas produzidas e 4.469 milhões de hectares plantados (CONAB, 2003). O avanço tecnológico dos produtores se reflete na alta produtividade das lavouras de soja, superior à média brasileira, de 2.818 kg/ha.

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

A interação genótipo x ambiente causa problemas aos programas de melhoramento, seja na fase de seleção ou recomendação de cultivares. Como consequência, estudos de adaptabilidade e estabilidade são recomendados com intuito de amenizar os efeitos da interação.

Metodologias têm sido propostas no sentido de atenuar os efeitos da interação G x E, procedendo-se uma estratificação ambiental (estratificação da região em sub-regiões onde a interação seja não-significativa), identificação dos genótipos com adaptabilidade a ambientes específicos e a identificação de genótipos com ampla adaptabilidade ou estáveis (RAMALHO et al., 1993).

Uma particularização da interação genótipo x ambiente pode ser realizada através de estudos sobre a adaptabilidade e estabilidade. Segundo ROCHA (2002), a adaptabilidade é a capacidade de aproveitar vantajosamente os efeitos ambientais, de maneira a assegurar alto nível de produtividade ou de sua previsibilidade com os ambientes diversos. O mesmo autor comenta que inúmeras metodologias têm sido desenvolvidas com intuito de melhor quantificar a interação G x E. Estudos comparativos entre diversas metodologias são conduzidos com objetivo de selecionar métodos que sejam mais práticos e, ao mesmo tempo, eficazes para seleção e recomendação de cultivares.

O uso de métodos baseados em regressão constitui-se na forma mais usual para estimar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos com os ambientes, sendo o método de EBERHART e RUSSELL (1966) bastante popular entre os melhoristas. Este método avalia a adaptabilidade pela média e pelo coeficiente de regressão (β_1) e a estabilidade pelos desvios da regressão (σ^2_{di}).

Métodos não-paramétricos de análise de adaptabilidade e estabilidade também são bastante empregados. O método proposto por LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998), utiliza os mesmos critérios do método original para recomendação geral, e particulariza ambientes favoráveis e desfavoráveis. CARNEIRO (1998) criou o termo MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento).

No Brasil, alguns estudos de interação G x A envolvendo diferentes ciclos de maturação em soja, podem ser encontrados na literatura como TOLEDO et al. (1990), ALLIPRANDINI et al. (1993; 1994; 1998), BONATO et al. (1998), ROCHA e VELLO (1999) e CARVALHO et al. (2002)

O presente trabalho teve como objetivos realizar estratificação ambiental com intuito de verificar a representatividade de locais e estudar a adaptabilidade e estabilidade de cultivares e linhagens de soja, de ciclo semiprecoce/médio e de ciclo semitardio/tardio, avaliados em ensaios de competição no Estado de Mato Grosso na safra 2000/2001.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliada produtividade de grãos de 11 genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio e 10 de ciclo semitardio/tardio em algumas localidades de Mato Grosso. Os dados foram obtidos de ensaios finais de avaliação de genótipos conduzidos em convênio entre a Universidade Federal de Viçosa e a Biogen Sementes Ltda., em Mato Grosso. Os ensaios foram instalados nos municípios de Itiquira (três épocas de plantio), Primavera do Leste (duas épocas de plantio) e Lucas do Rio Verde. Cada local e época de plantio constituiu um ambiente. No Quadro 1 estão indicados os locais e as épocas de plantio em cada ensaio.

Quadro 1 - Ambientes (locais e épocas de plantio) dos genótipos de ciclo semiprecoce/médio e de ciclo semitardio/tardio, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Ambientes	Localização	**Épocas de Plantio**	
		Ciclo semiprecoce/médio	Ciclo semitardio/tardio
1	Itiquira I	27/10/2000	28/10/2000
2	Itiquira II	17/11/2000	17/11/2000
3	Itiquira III	29/11/2000	29/11/2000
4	Primavera do Leste I	01/11/2000	01/11/2000
5	Primavera do Leste II	21/11/2000	21/11/2000
6	Lucas do Rio Verde	19/10/2000	19/10/2000

2.1. Genótipos avaliados

Ciclo semiprecoce/médio	
1 – FT-Estrela	7 – UFV-17 (Minas Gerais)
2 – Conquista	8 – UFVS-2002
3 – UFV-20 (Florestal)	9 – UFVS-2004
4 – UFV-16 (Capinópolis)	10 – MSoy 8411
5 – CAC-1	11 – Xingú
6 – BR/IAC-21	
Ciclo semitardio/tardio	
1 – UFV-3510	6 – Uirapurú
2 – UFV-18 (Patos de Minas)	7 – Pintado
3 – UFV97-483219	8 – Curió
4 – UFV95-370A604	9 – FT-104
5 – UFV96-370A4412	10 – Doko RC

2.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída de 4 linhas de 5 m de comprimento, sendo o espaçamento entre linhas de 0,45 m. A área útil foi constituída por duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m nas extremidades, resultando numa área útil de 3,6 m^2.

2.3. Teste de comparação entre médias

A comparação entre as médias dos cultivares de ciclo semiprecoce/médio e cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio, foi realizada utilizando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade.

2.4. Análise de variância conjunta

A fim de possibilitar a realização da análise conjunta dos locais, foi verificada a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais.

No modelo estatístico para análise conjunta, considerou-se fixo o efeito de genótipo e aleatório os efeitos de blocos, ambientes e interação genótipo x ambiente.

2.5. Estratificação ambiental

2.5.1. Estratificação pelo método tradicional

A estratificação ambiental é uma das maneiras de reduzir os efeitos da interação genótipo x ambiente, possibilitando avaliar o grau de representatividade dos ensaios e tomar decisões com relação à redução do número de ambientes quando existem problemas técnicos ou escassez de recursos.

Esse método consiste em estimar a soma de quadrados da interação entre genótipos e pares de ambientes e agrupar aqueles cuja interação seja não-significativa. Uma vez estabelecido o primeiro par de ambientes, o método prossegue com a estimação da soma de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes, e assim sucessivamente. O teste de significância do efeito de interação na formação dos grupos é realizado usando o valor F (CRUZ e REGAZZI, 1997).

2.5.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores

A análise de fatores é uma metodologia de estratificação de ambientes baseada nas similaridades da performance genotípica através de técnica multivariada, bem como avaliação da adaptabilidade de genótipos por meio de análise gráfica.

Na utilização da análise de fatores para fins de estratificação ambiental, a determinação do número de fatores finais pode ser obtido considerando-se o número de autovalores maiores ou iguais a 1. Em casos em que a proporção da variabilidade explicada pelos autovalores maiores que 1,0 for baixa, podem ser considerados mais fatores até que se consiga uma proporção adequada de variabilidade, geralmente mais que 80% (MURAKAMI, 2001).

É importante a interpretação do significado de cada fator. O agrupamento de ambientes é realizado a partir das informações sobre a magnitude das cargas fatoriais finais. Cargas maiores de 0,7 em valor absoluto indicam ambientes com altas correlações e são agrupadas dentro de um fator; cargas com valores baixos ($\leq$ 0,5) indicam que o ambiente não deve pertencer ao grupo; e cargas fatoriais com valores intermediários não garantem definição de agrupamento (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Segundo os mesmos autores, a análise de adaptabilidade pela análise de fatores é

realizada graficamente através dos escores fatoriais em relação aos fatores. Eixos paralelos são traçados, tomando-se a média dos escores, de modo a estabelecer quatro quadrantes. Nos quadrantes II e IV estão os genótipos com adaptação específica a determinado fator. No quadrante I, os genótipos de adaptabilidade ampla e no quadrante III, os de baixo desempenho e passíveis de descarte ou não-indicação.

Se apenas dois fatores explicarem mais que 80% da variação total, um único gráfico é obtido e a adaptabilidade é considerada com base nestas informações. Se mais de dois fatores são obtidos, o número de gráficos é correspondente a combinação de n regiões tomadas duas a duas (C_2^n) de modo que as indicações passam a ser mais eficientes, pois na análise de fatores não se consideram ambientes favoráveis e desfavoráveis, mas grupos de ambientes estabelecidos de acordo com suas similaridades (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

2.6. Adaptabilidade e estabilidade

2.6.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966)

Na análise de estabilidade e adaptabilidade, cada local foi considerado como um ambiente, perfazendo um total de seis ambientes estudados. Nesta metodologia, é realizada uma análise de regressão dos valores da produção dos genótipos em função dos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral.

O modelo estatístico, apresentado é:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i} I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

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;

δ_{ij} = desvio da regressão; e

ε_{ij} = erro experimental médio.

Os parâmetros considerados na avaliação dos genótipos são a produtividade média (β_{oi}), o coeficiente de regressão linear (β_{1i}) e o desvio da regressão (σ^2_{di}). Quando $\beta_{1i} < 1$, o genótipo responde pouco à melhoria do ambiente e é considerado de comportamento relativamente melhor em ambientes desfavoráveis. Quando $\beta_{1i} > 1$, o genótipo responde de forma acentuada a esta melhoria. Neste caso, seu comportamento é relativamente superior nos melhores ambientes. Se β_{1i} = 1, o genótipo tende a ter bom desempenho em qualquer ambiente e é considerado com adaptabilidade geral ou ampla. O desvio da regressão mede a estabilidade de comportamento do genótipo. Se σ^2_{di}= 0, o genótipo exibe alta estabilidade, e seu comportamento, quanto ao rendimento, é previsível nos distintos ambientes.

2.6.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998)

O método de LIN e BINNS (1988) é definido como o quadrado médio da distância entre a média do genótipo e a resposta máxima para todos os ambientes. A medida de superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j-1}^{n} (Yij - Mj)^2}{2n}$$

em que:

P_i = estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo i;

Y_{ij} = produtividade do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente;

M_j = resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j; e

n = número de locais.

Para os ambientes favoráveis, com índices maiores ou iguais a zero, a MAEC (P_{if}) é estimada conforme a seguir:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^{f} (Yij - Mj)^2}{2f}$$

em que:

f = número de ambientes favoráveis; e

Y_{ij} e M_j como definidos anteriormente.

Da mesma forma para os ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^{d} (Yij - Mj)^2}{2d}$$

onde:

d = número de ambientes desfavoráveis.

A estimativa da MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento) fornece direcionamento da resposta aos diferentes tipos de ambientes. Assim, a recomendação geral é feita com base no Pi original de LIN e BINNS (1988), e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição proposta por CARNEIRO (1998). Todas as análises foram realizadas com auxílio do GENES (programa computacional em genética e estatística), proposto por CRUZ (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste de comparação entre médias

No Quadro 2 pode-se observar que houve diferenças significativas entre as médias dos cultivares de ciclo semiprecoce/médio em todos os ambientes avaliados. As maiores médias observadas foram dos cultivares de ciclo médio UFV-17 (Minas Gerais) e UFVS-2002 (3.541,67 e 3.529,11 kg/ha), respectivamente.

Em Itiquira I (plantio realizado no final de outubro), o padrão de ciclo médio Xingú foi o que apresentou a maior produtividade (4.016,67 kg/ha), seguido de UFVS-2002 (3.933,33 kg/ha). O padrão de ciclo semiprecoce FT-Estrela e o cultivar de ciclo médio UFVS-2004 tiveram pior desempenho (1.608,33 e 1.740,00 kg/ha, respectivamente).

Em Itiquira II (plantio em meados de novembro), apenas UFV-20 (Florestal), de ciclo semiprecoce, apresentou média inferior a média geral do ensaio.

O local de maior destaque com relação ao desempenho produtivo quando comparado à média geral dos ensaios foi Itiquira III. Todos os cultivares e linhagens foram estatisticamente iguais, quando o plantio foi realizado no final de novembro (Itiquira III), sendo que apenas o padrão FT-Estrela e o cultivar UFV-20 (Florestal) apresentaram o pior desempenho dentre os genótipos avaliados.

Dos cultivares avaliados em Primavera do Leste I (plantio no início de novembro), UFV-16 (Capinópolis), de ciclo semiprecoce, e BR/IAC-21, de ciclo médio, foram os que apresentaram as piores médias. A maior média de rendimento neste ambiente foi do cultivar UFVS-2002 (4.399,67 kg/ha).

Quadro 2 - Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em seis ambientes, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Cultivares	Itiquira I	Itiquira II	Itiquira III	Primavera do Leste I	Primavera do Leste II	Lucas do Rio Verde	Média
FT-Estrela	1.608,33 E	3.475,00 AB	3.582,67 B	3.677,33 ABC	3.400,67 AB	1.450,00 C	2.699,00
Conquista	1.989,67 CDE	3.633,00 AB	4.087,67 A	3.527,67 ABC	3.342,33 AB	2.342,67 ABC	3.153,83
UFV-20 (Florestal)	2.342,33 CDE	3.060,00 B	2.623,00 B	3.837,00 ABC	1.493,33 E	1.722,00 C	2.512,94
UFV-16 (Capinópolis)	2.938,00 BC	3.535,33 AB	3.862,00 A	2.461,00 D	2.670,33 CD	1.913,00 C	2.896,61
CAC-1	2.735,00 CD	4.021,00 A	3.839,67 A	3.787,00 ABC	3.106,33 BC	2.274,00 ABC	3.293,83
BR/IAC-21	2.699,00 CD	3.750,67 AB	3.876,00 A	2.422,00 D	2.630,00 CD	2.006,33 ABC	2.897,33
UFV-17 (Minas Gerais)	2.680,33 CDE	3.550,00 AB	4.031,33 A	4.163,67 AB	3.733,00 A	3.091,67 A	3.541,67
UFVS-2002	3.933,33 AB	3.856,00 A	4.249,67 A	4.399,67 A	1.653,00 E	3.083,00 AB	3.529,11
UFVS-2004	1.740,00 DE	3.910,33 A	3.971,00 A	3.088,67 CD	3.465,00 AB	3.142,00 A	3.219,50
MSoy 8411	2.595,33 CDE	3.413,67 AB	4.211,67 A	3.439,33 BC	2.385,33 D	1.224,00 C	2.878,22
Xingú	4.016,67 A	3.750,00 AB	4.319,00 A	3.009,00 CD	2.236,00 D	1.950,00 BC	3.213,44
Média (kg/ha)	2.661,64	3.632,54	3.786,70	3.437,48	2.737,75	2.199,88	**3.075,95**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Itiquira I = plantio em 27 de outubro de 2000; Itiquira II = plantio em 17 de novembro de 2000; Itiquira III = plantio em 29 de novembro de 2000.
Primavera do Leste I = plantio em 01 de novembro de 2000; Primavera do Leste II = Plantio em 19 de outubro de 2000.

Em Primavera do Leste II (plantio final de novembro), UFVS-2002 e UFV-20 (Florestal) apresentaram as menores médias de rendimento (1.653,00 e 1.493,33 kg/ha, respectivamente). Isso mostra a diferença no desempenho dos materiais nos ambientes avaliados.

No plantio em meados de outubro (Lucas do Rio Verde) houve diferenças entre os cultivares de ciclo médio, sendo que UFV-17 (Minas Gerais) e UFVS-2004 apresentaram as maiores produtividades.

A média geral dos ensaios foi de 3.075,95 kg/ha. Os ambientes Itiquira II, Itiquira III e Primavera do Leste I foram os locais de maior destaque. As médias de produtividade nesses ambientes foram superiores à média geral dos ensaios, caracterizando-os como ambientes favoráveis à cultura.

O padrão Conquista de ciclo semiprecoce e os cultivares de ciclo médio CAC-1, UFV-17 (Minas Gerais), UFVS-2002, UFVS-2004 e o padrão Xingú, apresentaram médias superiores à média geral dos ensaios.

No Quadro 3 pode ser observado as médias de produtividade de grãos dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio. Houve diferenças significativas apenas entre os cultivares e linhagens avaliados em Itiquira I, Itiquira II e Primavera do Leste I. Em Itiquira III, Primavera do Leste II e Lucas do Rio Verde não houve diferenças do desempenho dos cultivares e linhagens, não sendo possível diferenciar os superiores.

Em Itiquira I e Itiquira II, UFV-18 (Patos de Minas) apresentou a maior média de rendimento. Em Primavera do Leste I, o cultivar de maior rendimento foi o padrão Uirapurú.

UFV-18 (Patos de Minas) foi o cultivar de maior média de produtividade, (4.034,11 kg/ha) seguido por UFV95-370A604 (3.682,00 kg/ha) e Uirapurú (3.689,78 kg/ha).

Apenas três genótipos apresentaram média de produtividade superior à média geral dos ensaios: UFV-18 (Patos de Minas), UFV95-370A604 e o padrão Uirapurú.

Os cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio mostraram-se mais produtivos que os cultivares de ciclo médio. SOLDINI (1993) estudando o efeito da interação genótipos x ambientes, identificou que linhagens mais tardias comportam-se como mais produtivas e as intermediárias, como mais estáveis.

Quadro 3 - Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em seis ambientes, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Cultivares e Linhagens	Itiquira I	Itiquira II	Itiquira III	Primavera do Leste I	Primavera do Leste II	Lucas do Rio Verde	Média
UFV-3510	2.884,00 C	3.521,33 CDE	3.190,67 A	2.672,00 C	2.851,00 A	3.817,67 A	3.156,11
UFV-18 (Patos de Minas)	4.659,00 A	4.977,67 A	3.630,00 A	3.932,33 AB	3.119,00 A	3.886,67 A	4.034,11
UFV97-483219	3.332,33 BC	3.303,67 DE	3.538,00 A	3.386,00 ABC	2.830,00 A	3.139,00 A	3.254,83
UFV95-370A604	3.886,00 AB	4.467,67 AB	3.886,00 A	3.466,33 ABC	3.143,33 A	3.242,67 A	3.682,00
UFV96-370A4412	2.754,67 C	4.261,00 ABC	3.282,33 A	2.627,00 C	3.223,00 A	2.779,67 A	3.154,61
Uirapurú	3.869,33 AB	3.557,33 CDE	3.791,33 A	4.094,00 A	3.250,67 A	3.576,00 A	3.689,78
Pintado	2.795,00 C	3.173,00 E	3.462,00 A	3.173,33 BC	3.123,00 A	3.824,67 A	3.258,50
Curió	3.073,00 BC	4.012,00 BCD	3.389,00 A	3.388,67 ABC	2.852,67 A	3.645,00 A	3.393,39
FT-104	2.989,00 C	3.642,33 BCDE	3.627,00 A	2.990,33 C	2.928,00 A	3.212,00 A	3.231,44
Doko RC	3.334,33 BC	3.402,67 DE	3.260,33 A	3.190,67 BC	2.986,67 A	3.020,00 A	3.199,11
Média (kg/ha)	3.357,67	3.831,87	3.505,67	3.292,07	3.030,87	3.414,33	**3.405,39**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Itiquira I = plantio em 28 de outubro de 2000; Itiquira II = plantio em 17 de novembro de 2000; Itiquira III = plantio em 29 de novembro de 2000.
Primavera do Leste I = plantio em 01 de novembro de 2000; Primavera do Leste II = Plantio em 19 de outubro de 2000.

3.2. Análise de variância conjunta

Os resultados da análise de variância conjunta da produtividade de grãos, considerando os cultivares de ciclo semiprecoce/médio e cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio, estão apresentados nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

Quadro 4 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de 11 genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

FV	G.L	SQ	QM
Blocos/Ambientes	12	1677273,33	139772,78
Genótipos	10	19395476,53	1939547,65^{ns}
Ambientes	5	65963513,62	13192702,72**
Genótipo x Ambiente	50	54228157,10	1084563,14**
Resíduo	120	11236448,00	93637,07
CV(%)	9,94		
Média Geral (kg/ha)	3.075,95		

** = Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ns = não-significativo (P> 5%).

Quadro 5 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de 10 genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

FV	G.L	SQ	QM
Blocos/Ambientes	12	2569411,80	214117,65
Genótipos	9	14308304,33	1589811,59**
Ambientes	5	10425151,58	2085030,31**
Genótipo x Ambiente	45	17164852,87	381441,17**
Resíduo	108	13880050,20	128518,98
CV(%)	10,53		
Média Geral (kg/ha)	3.405,39		

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

A análise conjunta de todos os experimento foi realizada, uma vez que a relação entre o maior e o menor quadrado médio das análises individuais foi inferior a sete (PIMENTEL-GOMES, 2000).

Houve diferenças significativas entre os genótipos, ambientes e na interação genótipo x ambiente, a 1% de probabilidade, para os genótipos de ciclo semitardio/tardio. O efeito de genótipos não foi significativo (P>5%) na análise conjunta considerando os cultivares de ciclo semiprecoce/médio.

A interação genótipo x ambiente significativa, indica haver mudança de desempenho produtivo dos genótipos de soja nos diferentes locais avaliados. Esse fato justifica a realização da estratificação ambiental e de estudos sobre adaptabilidade e estabilidade. Os coeficientes de variação das análises de variância conjunta foram 9,94% (semiprecoce/médio) e 10,53% (semitardio/tardio), indicando boa precisão experimental (Quadro 4 e 5, respectivamente).

3.3. Estratificação ambiental

3.3.1. Estratificação pelo método tradicional

A interação genótipo x ambiente pode ser reduzida estratificando-se a região considerada em sub-regiões com características ambientais semelhantes, dentro das quais a interação passa a ser não-significativa. Quando de dispõe de uma rede de ambientes para avaliação de genótipos, pode-se identificar se há, entre os ambientes disponíveis, padrões de respostas dos genótipos (estratificação ambiental). Com isso, é possível avaliar o grau de representatividade dos ensaios (CARVALHO et al., 2002).

Considerando os ambientes de avaliação dos cultivares de ciclo semiprecoce/médio, não foi possível agrupar nenhum ambiente. Todos os locais avaliados apresentaram interação genótipo x pares de ambientes significativa.

No Quadro 6 estão apresentadas as correlações entre ambientes e a decomposição da interação G x A na parte complexa, segundo CRUZ e CASTOLDI (1991), considerando os ambientes de avaliação dos cultivares de ciclo semiprecoce/médio. Todos os locais apresentaram interação do tipo complexa, com estimativas acima de 50%, às exceções de Itiquira I e Itiquira II (46,48%), Itiquira II e Itiquira III (33,46%), Itiquira II e Primavera do Leste II (44,85%) e Itiquira II e Lucas do Rio Verde (33,44%).

Quadro 6 - Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambientes, segundo metodologia de CRUZ e CASTOLDI (1991), nos ensaios com genótipos de ciclo semiprecoce/médio, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação CRUZ e CASTOLDI (1991)
Itiquira I e Itiquira II	0,26 ^{ns}	46,48
Itiquira I e Itiquira III	0,55 ^{ns}	63,00
Itiquira I e Primavera do Leste I	0,05 ^{ns}	95,46
Itiquira I e Primavera do Leste II	-0,58 ^{ns}	125,77
Itiquira I e Lucas do Rio Verde	0,15 ^{ns}	90,99
Itiquira II e Itiquira III	0,60 *	33,46
Itiquira II e Primavera do Leste I	-0,09 ^{ns}	76,18
Itiquira II e Primavera do Leste II	0,32 ^{ns}	44,85
Itiquira II e Lucas do Rio Verde	0,56 ^{ns}	33,44
Itiquira III e Primavera do Leste I	-0,14 ^{ns}	106,61
Itiquira III e Primavera do Leste II	-0,06 ^{ns}	9450
Itiquira III e Lucas do Rio Verde	0,43 ^{ns}	75,19
Primavera do Leste I e Primavera do Leste II	-0,07 ^{ns}	102,35
Primavera do Leste I e Lucas do Rio Verde	0,33 ^{ns}	81,53
Primavera do Leste II e Lucas do Rio Verde	0,27 ^{ns}	84,69

* = Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t ; ns = não-significativo.

Considerando os resultados, o ambiente 2 (Itiquira II no plantio em meados de novembro) foi considerado mais representativo, apresentando interação do tipo simples.

Segundo CRUZ e REGAZZI (1997) é possível agrupar ambientes cuja interação genótipo x ambiente seja não-significativa ou predominantemente do tipo simples. Apenas a interação do tipo complexa causa maiores problemas na indicação de cultivares, pois caracteriza um comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes, ou seja, existem genótipos com bom desempenho num ambiente mas não em outros.

No Quadro 7 é apresentada a formação de grupos de ambientes, cuja interação foi não-significativa para os ensaios de avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio, avaliados na safra 2000/2001.

Quadro 7 - Agrupamento de locais, segundo o método de estratificação ambiental tradicional, baseado na discriminação de produtividade dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Ambientes	Localização
1 e 4	Itiquira I e Primavera do Leste I
3, 4 e 5	Itiquira III, Primavera do Leste I e Primavera do Leste II

Os locais 1 e 4 (Itiquira I e Primavera do leste I) formaram um grupo cuja interação foi não-significativa. Os locais 3, 4 e 5 (Itiquira III, Primavera do Leste I e Primavera do Leste II) formaram outro grupo cuja interação foi não-significativa.

Pode-se verificar que o local 4 (Primavera do Leste I, plantio no início de novembro) foi o mais representativo dos ensaios, por não apresentar interação significativa com três locais testados. Tal fato demostra que, em Primavera do Leste, as resposta obtidas do plantio, em início de novembro, poderiam ser consideradas para Itiquira, em plantios final de outubro e final de novembro, e Primavera do Leste, em final de novembro.

Segundo MURAKAMI (2001), experimentos instalados em qualquer um dos locais, dentro do grupo formado, poderiam ser utilizados como representativos da região estudada, sem a necessidade de se instalarem ensaios em todos os locais.

Foi decomposta então, a interação G x A de pares de ambientes, conforme CRUZ e CASTOLDI (1991), nas partes simples e complexa. Com esse procedimento, pode-se incluir ambientes aos grupos já formados pelo método de estratificação ambiental. Um ambiente é incluído ao grupo se a interação deste ambiente for de natureza simples com qualquer ambiente do grupo. Isso é possível, pois a interação G x A só causa maiores problemas quando é de natureza complexa (Quadro 8).

A interação do tipo complexa indica falta de consistência de superioridade de um cultivar com a variação ambiental, ou seja, há cultivares apresentando maior produtividade de grãos num ambiente do que em outro (MURAKAMI, 2001).

Os ambientes 2 e 6 (Itiquira II e Lucas do Rio Verde) não puderam ser incluídos nos grupos, pois apresentaram interação complexa com todos os locais nos grupos estabelecidos, com estimativas acima de 50% (Quadro 8).

Quadro 8 - Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambientes, segundo metodologia de CRUZ e CASTOLDI (1991), nos ensaios com genótipos de ciclo semitardio/tardio, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação CRUZ e CASTOLDI (1991)
Itiquira I e Itiquira II	0,32 ^{ns}	61,26
Itiquira I e Itiquira III	0,64 *	25,08
Itiquira I e Primavera do Leste I	0,83 *	------
Itiquira I e Primavera do Leste II	0,34 ^{ns}	31,64
Itiquira I e Lucas do Rio Verde	0,28 ^{ns}	73,84
Itiquira II e Itiquira III	0,31 ^{ns}	49,79
Itiquira II e Primavera do Leste I	0,27 ^{ns}	83,06
Itiquira II e Primavera do Leste II	0,36 ^{ns}	32,15
Itiquira II e Lucas do Rio Verde	0,06 ^{ns}	89,07
Itiquira III e Primavera do Leste I	0,71 *	------
Itiquira III e Primavera do Leste II	0,42 ^{ns}	------
Itiquira III e Lucas do Rio Verde	0,09 ^{ns}	83,19
Primavera do Leste I e Primavera do Leste II	0,33 ^{ns}	------
Primavera do Leste I e Lucas do Rio Verde	0,38 ^{ns}	76,19
Primavera do Leste II e Lucas do Rio Verde	-0,08 ^{ns}	75,47

* = Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ns = não-significativo.

3.3.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores

Foi realizada análise de fatores, considerando a produtividade de grãos de cultivares de soja, de ciclo semiprecoce/médio, e cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio.

Na análise de fatores, considerando os cultivares de ciclo semiprecoce/médio, três autovalores foram superiores a 1, contribuindo com 87,26 % da variação total (Quadro 9). Dessa forma, fixaram-se três fatores finais.

Analisando as cargas fatoriais finais no primeiro fator (estrato 1), verificou-se que foram agrupados os ambientes 2, 3 e 6 (Itiquira II, Itiquira III e Lucas do Rio Verde, respectivamente).

Quadro 9 - Subgrupos de ambientes segundo metodologia da análise de fatores, considerando 11 genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em seis ambientes, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Estimativas dos Autovalores			Cargas fatoriais finais				
Raiz	Raiz (%)	% Acumulada	Amb.	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade
2,3082	38,4696	38,4696	1	0,4197	**0,8636**	0,0199	0,92
1,7409	29,0156	67,4852	2	**0,8868**	-0,1184	-0,0248	0,80
1,1868	19,7798	87,2650	3	**0,8525**	0,2669	-0,1445	0,81
0,3425	5,7087	92,9738	4	-0,0899	0,0728	**0,9542**	0,92
0,3087	5,1447	98,1185	5	0,2986	**-0,8989**	-0,0263	0,89
0,1129	1,8815	100,0000	6	**0,7032**	-0,1576	0,5483	0,82

No fator 2, o ambiente 1 (Itiquira I) e 5 (Primavera do Leste II) apresentaram cargas fatoriais elevadas, porém de sinais contrários. A correlação entre estes ambientes foi negativa (r= -0,58). Isso indica que os genótipos tiveram comportamento diferenciados nesses dois ambientes, não sendo possível agrupar os ambientes nem indicar os melhores genótipos para estes locais. Dessa forma, o estrato 2 não foi considerado na estratificação dos grupos de ambientes.

VIEIRA (2003), estudando a interação genótipo x ambiente em ensaios de genótipos soja conduzidos em Goiás, verificou resultado semelhante. O autor considerou que, mediante a complexidade dos resultados, não foram agrupados os ambientes com cargas fatoriais de sinal contrário dentro de um mesmo fator.

O ambiente 4 (Primavera do Leste I) apareceu isolado no fator 3 (Quadro 9).

Para verificar os agrupamentos obtidos é necessário observar as correlações entre ambientes que se encontram no Quadro 6. As maiores correlações foram obtidas entre os ambientes Itiquira II e Itiquira III (r=0,60), Itiquira II e Lucas do Rio Verde (r=0,56) e Itiquira III e Lucas do Rio Verde (r=0,43). O ambiente 4 (Primavera do Leste I) apresentou baixas correlações com os demais ambientes (r_{14} = 0,05, r_{24} = -0,09, r_{34} = -0,14, r_{45} = -0,07 e r_{46} = 0,33) e, por isso, apareceu isolado no terceiro fator.

MURAKAMI (2001) trabalhando com a cultura do milho, encontrou resultados similares utilizando o método de estratificação ambiental tradicional e análise de fatores, indicando a possibilidade do uso da análise de fatores para fins de estratificação ambiental.

A Figura 1 apresenta a adaptabilidade dos cultivares de ciclo semiprecoce/médio aos estratos ambientais que correspondem aos ambientes Itiquira II, Itiquira III e Lucas do Rio Verde (estrato 1), e Primavera do Leste I (estrato 3).

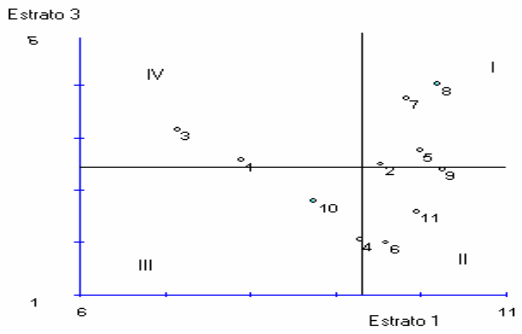

Figura 1 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

No Quadro 10 pode-se observar os estratos ambientais englobando os ambientes Itiquira II, Itiquira III, Lucas do Rio Verde e Primavera do Leste I.

Os cultivares de ciclo médio UFVS-2002, UFV-17 (Minas Gerais) e CAC-1 e o padrão Conquista, de ciclo semiprecoce, foram os melhores em todos os ambientes que correspondem aos estratos 1 e 3.

BR/IAC-21, UFVS-2004 e o padrão Xingú, de ciclo médio, foram melhores em Itiquira II, Itiquira III e Lucas do Rio Verde, que correspondem ao estrato 1. O padrão de ciclo semiprecoce FT-Estrela e o cultivar UFV-20 (Florestal) se adaptaram melhor ao estrato 3, que corresponde a Primavera do Leste I. Os cultivares passíveis de descarte foram UFV-16 (Capinópolis) de ciclo semiprecoce e MSoy8411 de ciclo médio.

Na análise de fatores considerando os ambientes de avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio, dois autovalores foram maiores que 1, representando 70,69% da variação total. Assim, mais um fator foi considerado, representando então 83,83% da variação total. Foram fixados, então, três fatores (Quadro 11).

Quadro 10 - Adaptabilidade dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio aos ambientes Itiquira II, Itiquira III e Lucas do Rio Verde (Estrato 1) e Primavera do Leste 1 (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 3	Estrato 1	Estrato 3	Descarte
8 – UFVS-2002	9 - UFVS-2204	1 - FT-Estrela	4 - UFV-16 (Capinópolis)
7 - UFV-17 (Minas Gerais)	11 - Xingú	3 - UFV-20 (Florestal)	10 - MSoy-8411
5 - CAC-1	6 - BR/IAC-21		
2 – Conquista			

Quadro 11 - Subgrupos de ambientes segundo metodologia da análise de fatores, considerando 10 genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em seis ambientes, na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Estimativas dos Autovalores			Cargas fatoriais finais				
Raiz	Raiz (%)	% Acumulada	Amb.	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade
3,0627	51,0451	51,0451	1	**0,7144**	0,2435	0,5578	0,8808
1,1790	19,6502	70,6954	2	0,1558	-0,0239	**0,9711**	0,9679
0,7882	13,1364	83,8317	3	**0,8932**	-0,0832	0,1135	0,8171
0,6076	10,1276	93,9594	4	**0,8915**	0,3050	0,1519	0,9109
0,2928	4,8805	98,8399	5	0,5221	-0,4988	0,3414	0,6379
0,0696	1,1601	100,0000	6	0,1880	**0,8803**	0,0789	0,8152

O primeiro fator foi representativo de um estrato ambiental englobando os ambientes Itiquira I, Itiquira III e Primavera do Leste I. Os ambientes Lucas do Rio Verde e Itiquira II ficaram isolados no segundo e terceiro fator, respectivamente. Não foi possível agrupar o ambiente 5 (Primavera do Leste II) em nenhum fator.

As correlações entre os ambientes estão apresentadas no Quadro 8. As maiores correlações foram obtidas entre os ambientes Itiquira I e Itiquira III (0,64), Itiquira I e Primavera do Leste I (0,83) e Itiquira III e Primavera do Leste I (0,71).

Os ambientes Itiquira II, Primavera do Leste II e Lucas do Rio Verde apresentaram baixas correlações com os demais ambientes.

Apesar de a análise de fatores não ter apresentado os mesmos resultados da estratificação ambiental pelo método tradicional, ela se constitui numa alternativa para o estabelecimento de grupos de ambientes.

A Figura 2 apresenta a adaptabilidade dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio aos estratos ambientais que correspondem aos ambientes Itiquira I, Itiquira III e Primavera do Leste I (estrato 1) e Lucas do Rio Verde (estrato 2).

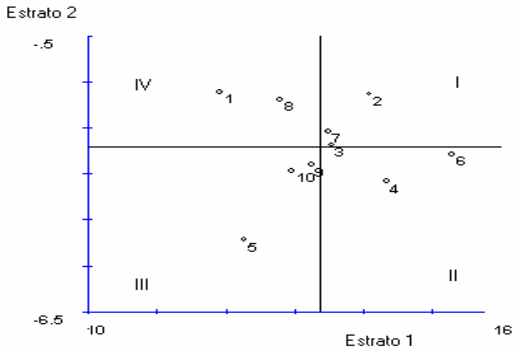

Figura 2 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

O Quadro 12 representa os estratos ambientais que englobaram os ambientes Itiquira I, Itiquira III, Primavera do Leste I e Lucas do Rio Verde.

Quadro 12 - Adaptabilidade dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio aos ambientes Itiquira I, Itiquira III e Primavera do Leste I (Estrato 1) e Lucas do Rio Verde (Estrato 2)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 2	Estrato 1	Estrato 2	Descarte
2 - UFV-18 (Patos de Minas)	1 - UFV-3510	5 - UFV96-370A4412	4 - UFV95-370A604
7 - Pintado	8 - Curió	10 - Doko RC	6 - Uirapurú
3 - UFV97-483219		9 - FT-104	

UFV-18 (Patos de Minas) e UFV97-483219, de ciclo semitardio/tardio, e o padrão de ciclo médio, Pintado, se destacaram em todos os ambientes que corresponderam aos estratos 1 e 2. UFV 3510 e o padrão Curió foram melhor adaptados aos ambientes Itiquira I, Itiquira III e Primavera do Leste I. Em Lucas do Rio Verde, que corresponde ao estrato 2, UFV96-370A4412, Doko RC e FT-104 foram os melhores. O padrão Uirapurú e a linhagem UFV95-370A604 ficaram na região de descarte.

A Figura 3 apresenta a adaptabilidade dos genótipos ao estrato 1 (Itiquira I, Itiquira III e Primavera do Leste I) e ao estrato 3 (Itiquira II).

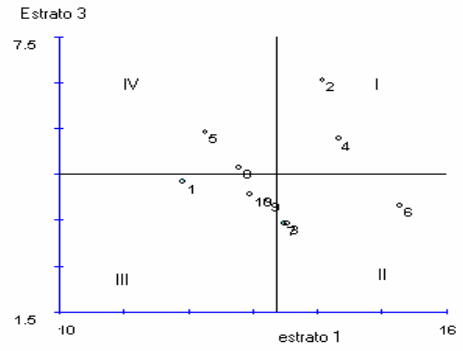

Figura 3 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

O Quadro 13 representa os estratos ambientais que englobaram os ambientes Itiquira I, Itiquira III, Primavera do Leste I e Itiquira II.

UFV-18 (Patos de Minas) e a linhagem UFV95-370A604 foram os melhores em todos os ambientes que correspondem aos estratos 1 e 3. Os padrões Uirapurú e Pintado e a linhagem UFV97-483219 foram mais adaptados a Itiquira I, Itiquira III e Primavera do Leste (estrato 1). Já UFV96-370A4412 e o padrão Curió, se destacaram em Itiquira II.

UFV 3510, Doko RC e FT-104 ficaram na região de descarte ou não-indicação.

Quadro 13 - Adaptabilidade dos genótipos de ciclo semitardio/tardio aos ambientes Itiquira I, Itiquira III e Primavera do Leste I (Estrato 1) e Itiquira II (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 3	Estrato 1	Estrato 3	Descarte
2 - UFV-18 (Patos de Minas)	6 - Uirapurú	5 - UFV96-370A4412	1 - UFV 3510
4 - UFV95-370A604	7 - Pintado	8 - Curió	10 - Doko RC
	3 - UFV97-483219		9 - FT-104

A Figura 4 apresenta a adaptabilidade dos genótipos ao estrato 2 (Lucas do Rio Verde) e estrato 3 (Itiquira II).

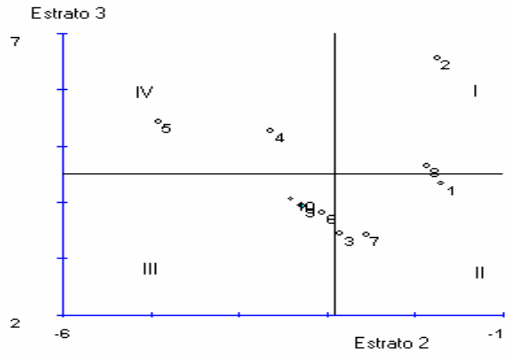

Figura 4 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

O Quadro 14 representa os estratos ambientais que englobaram os ambientes Lucas do Rio Verde e Itiquira II.

Os cultivares UFV-18 (Patos de Minas) e o padrão Curió apresentaram adaptabilidade a Lucas do Rio Verde e Itiquira II. UFV 3510, o padrão Pintado e UFV97-483219 foram melhores em Lucas do Rio Verde. As linhagens UFV96-370A4412 e UFV95-370A604 foram indicadas para Itiquira II. Finalmente, Doko RC, FT-104 e o padrão Uirapurú, foram passíveis de descarte.

Quadro 14 - Adaptabilidade dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio aos ambientes Lucas do Rio Verde (Estrato 2) e Itiquira II (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 2 e 3	Estrato 2	Estrato 3	Descarte
2 – UFV-18 (Patos de Minas)	1 - UFV 3510	5 - UFV96-370A4412	10 - Doko RC
8 – Curió	7 - Pintado	4 - UFV95-370A604	9 - FT 104
	3 - UFV97-483219		6 - Uirapurú

3.4. Adaptabilidade e estabilidade

3.4.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966)

Nos Quadros 15 e 16 são apresentadas as análises de variância conjunta da produtividade de grãos, conforme EBERHART e RUSSELL (1966), dos cultivares de soja de ciclo semiprecoce/médio e cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio, avaliados pela Universidade Federal de Viçosa em parceria com a Biogen Sementes Ltda., em seis ambientes.

A significância da fonte de variação ambiente linear dos materiais de ciclo semiprecoce/médio e de ciclo semitardio/tardio, indica que houve variações significativas no ambiente, proporcionando alterações na média dos genótipos. O quadrado médio da interação G x A linear foi significativo, indicando diferenças entre os genótipos nos dois grupos de maturação quanto às respostas às variações ambientais, ou seja, existem diferenças entre os coeficientes de regressão dos genótipos avaliados (CRUZ e REGAZZI, 1997) (Quadros 15 e 16).

No método de EBERHART e RUSSELL (1966), as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de comportamento medem a superioridade dos genótipos. Um genótipo que tenha coeficiente de regressão (β_{1i}) igual a 1 apresenta bom desempenho em qualquer ambiente, sendo considerado de adaptabilidade geral ou ampla. Quando $\beta_{1i} < 1$, o genótipo é considerado de comportamento melhor em ambientes desfavoráveis e quando $\beta_{1i} > 1$, o genótipo responde de forma acentuada a melhoria do ambiente.

O desvio da regressão mede a estabilidade de comportamento. Se $\sigma^2_{di} = 0$, o genótipo exibe alta estabilidade e, seu comportamento é previsível nos distintos ambientes. Para uma correta caracterização dos padrões relativos de adaptabilidade, deve-se considerar a média de produtividade dos genótipos.

Quadro 15 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio avaliados em seis ambientes, conforme o método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2000/2001 em Mato Grosso

FV	G.L	SQ	QM
Ambiente (A)	5	67.606.920,95	13.521.384,19
Genótipo (G)	10	19.032.837,21	1.903.283,72
Interação G x A	50	58.363.875,72	1.167.277,51
Ambiente/Genótipo	55	125.970.796,66	2.290.378,12
Ambiente Linear	1	67.606.920,95	67.606.920,95
G x A Linear	10	3.861.569,78	386.156,98
Desvio Combinado	44	54.502.305,94	1.238.688,77
DESV – FT-Estrela	4	8.796.672,85	2.199.168,21**
DESV – Conquista	4	2.899.580,31	724.895,08**
DESV – UFV-20 (Florestal)	4	5.188.624,49	1.297.156,12**
DESV – UFV-16 (Capinópolis)	4	2.797.366,23	699.341,56**
DESV – CAC-1	4	464.653,84	116.163,46ns
DESV – BR/IAC-21	4	2.768.016,57	692.004,14**
DESV – UFV-17 (Minas Gerais)	4	2.531.752,48	632.938,12**
DESV – UFVS-2002	4	9.975.947,97	2.493.986,99**
DESV – UFVS-2004	4	6.854.305,15	1.713.576,29**
DESV – MSoy-8411	4	1.180.520,27	295.130,07ns
DESV – Xingú	4	11.044.865,76	2.761.216,44**
RESÍDUO	120	14.497.131,27	120.809,43

** e * = Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns = Não-significativo (P>5%).

Nos Quadros 17 e 18 estão apresentadas as estimativas das médias dos genótipos, dos coeficientes de regressão, desvios da regressão e coeficientes de determinação para os dois grupos de maturação, respectivamente.

No Quadro 17, relativo aos cultivares de ciclo semiprecoce/médio, pode-se observar que o padrão de ciclo semiprecoce Conquista, os cultivares de ciclo médio CAC-1, UFVS-2002 e o padrão de ciclo médio Xingú, apresentaram coeficientes de regressão iguais a 1, pelo teste t a 1% de probabilidade, o que os caracteriza como tendo desempenho proporcional à melhoria do ambiente. Esses genótipos apresentaram média superior à média geral dos ensaios, indicando elevada adaptabilidade a todos os ambientes.

Quadro 16 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de cultivares e linhagens de soja de ciclo semitardio/tardio avaliados em seis ambientes, conforme o método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2000/2001 em Mato Grosso

FV	G.L	SQ	QM
Ambiente (A)	5	10.425.150,25	2.085.030,05
Genótipo (G)	9	14.308.302,85	1.589.811,43
Interação G x A	45	17.164.851,92	3.811.441,15
Ambiente/Genótipo	50	27.590.002,17	551.800,04
Ambiente Linear	1	10.425.150,25	10.425.150,25
G x A Linear	9	3.731.322,41	414.591,38
Desvio Combinado	40	13.433.529,50	335.838,24
DESV – UFV-3510	4	1.879.932,06	469.983,01**
DESV – UFV-18 (Patos de Minas)	4	2.888.536,85	722.134,21**
DESV – UFV97-483219	4	591.348,36	147.837,09ns
DESV – UFV95-370A604	4	904.240,74	226.060,18ns
DESV – UFV96-370A4412	4	3.005.102,93	751.275,73**
DESV – Uirapurú	4	1.253.694,71	313.423,68ns
DESV – Pintado	4	1.784.952,34	446.238,08**
DESV – Curió	4	500.487,21	125.121,80ns
DESV – FT-104	4	439.281,99	109.820,49ns
DESV – Doko RC	4	185.952,30	46.488,07ns
RESÍDUO	108	13.880.050,20	128.518,98

** e * = Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
ns = Não-significativo (P>5%).

Apenas CAC-1 apresentou desvio da regressão não-significativo, indicando estabilidade de comportamento. Conquista e UFVS-2002 apresentaram desvios da regressão significativos, porém R^2 alto (80,62%, e 86,85%), não os desqualificando.

O padrão de ciclo médio Xingú apresentou média superior à média geral, coeficiente de regressão igual à unidade, porém desvios da regressão significativos, sugerindo instabilidade frente às variações ambientais.

O padrão de ciclo médio, MSoy-8411, apresentou coeficiente de regressão maior que 1 e desvio da regressão não-significativo, porém média inferior à média geral dos ensaios, caracterizando com baixa adaptabilidade aos ambientes estudados.

Quadro 17 - Produtividade média, estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), dos desvios da regressão (s^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2) dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio, pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Genótipos	Média	b_1	s^2_{di}	R^2
FT-Estrela	2.699,00	0,9585^{ns}	692.786,2616**	39,10
Conquista	3.153,83	1,0650^{ns}	201.361,8839**	80,62
UFV-20 (Florestal)	2.512,94	0,9952^{ns}	392.115,5648**	53,99
UFV-16 (Capinópolis)	2.896,61	0,8886^{ns}	192.844,0438**	63,43
CAC-1	3.293,83	1,0601^{ns}	-1548,6558^{ns}	93,70
BR/IAC-21	2.897,33	0,9615^{ns}	190.398,2387**	67,24
UFV-17 (Minas Gerais)	3.541,67	0,6105^{++}	170.709,5645**	47,51
UFVS-2002	3.529,11	0,9733^{ns}	791.059,1887**	86,85
UFVS-2004	3.219,50	0,7089^{+}	530.922,2872**	31,06
MSoy 8411	2.878,22	1,5693^{++}	581.106,8801^{ns}	92,76
Xingú	3.088,89	1,2088^{ns}	880.135,6706**	84,80
Média Geral (kg/ha)	3.075,95			

+ e ++ = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t; ns = Não-significativo (P>5%).
* e ** = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F; ns = Não-significativo (P>5%).

Os cultivares de ciclo médio UFV-17 (Minas Gerais) e UFVS-2004, apresentaram média elevada e adaptação a ambientes desfavoráveis, porém baixa previsibilidade.

Pelos resultados foi possível observar que o padrão de ciclo semiprecoce, Conquista, e os cultivares de ciclo médio, CAC-1 e UFVS-2002, foram adaptados a todos os ambientes (Itiquira em plantios realizados em final de outubro, meados e final de novembro; Primavera do Leste em plantios realizados no início e final de novembro; e Lucas do Rio Verde em plantio realizado em meados de outubro).

No Quadro 18 estão apresentadas as estimativas das médias, coeficientes de regressão, desvios da regressão e coeficientes de determinação para os cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio.

UFV-18 (Patos de Minas) apresentou média superior à média geral dos ensaios e coeficiente de regressão maior que 1, indicando adaptabilidade a ambientes favoráveis. O desvio da regressão foi significativo, porém seu R^2 foi elevado. Esse fato

Quadro 18 - Produtividade média, estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), dos desvios da regressão (s^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2) dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio, pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Genótipos	Média	b_1	s^2_{di}	R^2
UFV-3510	3.156,11	0,9994^{ns}	113.821,3442**	35,64
UFV-18 (Patos de Minas)	4.034,11	1,9716^{++}	197.871,7432**	88,38
UFV97-483219	3.254,83	0,5433^{ns}	6.439,3686^{ns}	34,22
UFV95-370A604	3.681,99	1,6348^{ns}	32.513,7337^{ns}	85,50
UFV96-370A4412	3.154,61	1,5383^{ns}	207.585,5834**	45,08
Uirapurú	3.689,78	0,1808^{+}	61.634,8980^{ns}	26,45
Pintado	3.258,50	0,2059^{+}	105.906,3675*	24,15
Curió	3.393,39	1,3929^{ns}	-1.132,3935^{ns}	80,16
FT-104	3.231,44	1,0569^{ns}	-6.232,8280^{ns}	72,61
Doko RC	3.199,11	0,4761^{ns}	-27.343,6360^{ns}	55,96
Média Geral (kg/ha)	3.405,39			

+ e ++ = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste t; ns = Não-significativo (P>5%).
* e ** = Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente pelo teste F; ns = Não-significativo (P>5%).

mostra que o cultivar adaptou-se melhor a Itiquira (plantios realizados em meados e final de novembro) e Lucas do Rio Verde (plantio realizado em meados de outubro).

A linhagem UFV95-370A604 mostrou-se amplamente adaptada e com boa previsibilidade em todos os ambiente estudados (Itiquira em plantios realizados em final de outubro, meados e final de novembro; Primavera do Leste em plantios realizados no início e final de novembro; e Lucas do Rio Verde em plantio realizado em meados de outubro).

O padrão Uirapurú utilizado como padrão nos ensaios, apresentou média elevada (3.689,78 kg/ha), coeficiente de regressão menor que a unidade, sendo adaptado a ambientes desfavoráveis. O desvio da regressão foi não-significativo, indicando previsibilidade de comportamento desse cultivar, no entanto, seu R^2 foi baixo (26,45%). R^2 baixo indica que a equação de regressão não explicou o comportamento do genótipo estudado.

3.4.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998)

Os Quadros 19 e 20 apresentam as estimativas das médias de produtividade de grãos, do Pi geral, do Pi favorável e do Pi desfavorável, dos cultivares de soja de ciclo semiprecoce/médio e semitardio/tardio, avaliados na safra 2000/2001.

O desempenho genotípico é estimado por um único parâmetro (Pi), denominado de MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento), que relaciona a distância do genótipo avaliado (representado pela produtividade máxima em cada local), de modo que quanto menor o seu valor, maior será a adaptabilidade e estabilidade de comportamento.

O cultivar UFV-17 (Minas Gerais) que não foi indicado pela metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966), na metodologia de LIN e BINNS (1988) poderia ser indicado para todos os ambientes, uma vez que apresentou média elevada e menor valor de Pi geral. O cultivar CAC-1 também poderia ser indicado para todos os ambientes, pois apresenta a terceira posição em termos de média de produtividade e segundo em Pi geral (Quadro 19).

De acordo com a metodologia de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998), poderia ser indicado para todos os ambientes (Itiquira em plantios realizados no final de outubro, meados e final de novembro; Primavera do Leste em plantios realizados no início e final de novembro; e Lucas do Rio Verde em plantio realizado em meados de outubro) os cultivares UFV-17 (Minas Gerais) e CAC-1. O padrão de ciclo semiprecoce Conquista ficou em posição intermediária no Pi geral, favorável e desfavorável.

Para os cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio (Quadro 20), pode-se observar que UFV-18 (Patos de Minas) foi o cultivar de melhor desempenho (4.034,11kg/ha), apresentando menor valor de Pi geral, favorável e desfavorável, sendo adaptado a todos os ambientes (Itiquira em plantios realizados no final de outubro, meados e final de novembro; Primavera do Leste em plantios plantios realizados no início e final de novembro; e Lucas do Rio Verde em plantio realizado em meados de outubro). Na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) esse genótipo seria indicado apenas para ambientes favoráveis. A linhagem UFV95-370A604 também foi indicada para todos os ambientes nas duas metodologias utilizadas.

Quadro 19 - Genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio e estimativas do Pi geral, do Pi favorável e do Pi desfavorável, pelo método de LIN e BINNS (1988), com decomposição da estatística Pi, conforme CARNEIRO (1998), na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Cultivares	Pi Geral	Cultivares e Linhagens	Pi favorável	Cultivares e Linhagens	Pi Desfavorável
UFV-17 (Minas Gerais)	179.050,82	UFVS-2002	60.048,19	UFV-17 (Minas Gerais)	298.053,44
CAC-1	282.827,12	UFV-17 (Minas Gerais)	100.853,43	CAC-1	464.800,81
UFVS-2002	364.071,47	CAC-1	5.338,69	UFV-16 (Capinópolis)	722.804,24
Conquista	488.727,19	Conquista	160.740,44	BR/IAC-21	816.713,94
UFVS-2004	592.258,91	MSoy 8411	308.678,58	UFVS-2002	875.839,25
UFV-16 (Capinópolis)	667.197,71	UFVS-2004	700.524,83	Conquista	633.870,59
BR/IAC-21	701.923,93	Xingú	696.748,98	UFVS-2004	707.098,89
Xingú	705.440,88	FT-Estrela	334.565,72	Xingú	1076.316,00
MSoy 8411	734.811,06	UFV-20 (Florestal)	217.102,35	MSoy 8411	1252.519,70
FT-Estrela	1050.676,10	BR/IAC-21	639.122,41	FT-Estrela	1462.229,80
UFV-20 (Florestal)	1162.702,40	UFV-16 (Capinópolis)	686.088,43	UFV-20 (Florestal)	1639.316,50

Quadro 20 - Genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio e estimativas do Pi geral, do Pi favorável e do Pi desfavorável, pelo método de LIN e BINNS (1988), com decomposição da estatística Pi, conforme CARNEIRO (1998), na safra 2000/2001 em Mato Grosso

Cultivares e Linhagens	Pi Geral	Cultivares e Linhagens	Pi favorável	Cultivares e Linhagens	Pi desfavorável
UFV-18 (Patos de Minas)	9.084,02	UFV-18 (Patos de Minas)	10.922,67	UFV-18 (Patos de Minas)	7.245,38
UFV95-370A604	139.820,92	UFV95-370A604	112.472,67	Uirapurú	167.169,17
Uirapurú	228.866,31	Curió	353.803,69	UFV95-370A604	103.928,83
Curió	367.434,88	UFV96-370A4412	206.320,60	UFV97-483219	528.548,17
UFV97-483219	493.387,83	Uirapurú	580.397,46	Doko RC	406.378,19
Doko RC	521.970,27	FT-104	603.865,73	Curió	440.074,83
FT-104	534.705,44	UFV-3510	384.228,52	FT-104	685.182,35
Pintado	648.238,60	Pintado	573.406,86	Pintado	723.070,34
UFV96-370A4412	656.901,08	UFV97-483219	350.578,90	UFV96-370A4412	963.223,26
UFV-3510	661.799,86	Doko RC	434.859,31	UFV-3510	888.740,42

4.CONCLUSÕES

Na metodologia de estratificação ambiental pelo método tradicional foi possível agrupar ambientes cuja interação foi não-significativa.

Na avaliação dos cultivares de ciclo semiprecoce/médio, nenhum ambiente foi agrupado, pois todos apresentaram interação genótipo x ambiente significativa. No entanto, houve grupos de ambientes cuja interação foi predominantemente simples.

Nos ambientes de avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio, Itiquira I e Primavera do Leste I, Itiquira III, Primavera do Leste I e Primavera do Leste II, formaram grupos cuja interação foi não-significativa. A estratificação ambiental pela análise de fatores, não demonstrou resultados semelhantes à estratificação pelo método tradicional. Mesmo assim a estratificação de fatores tem se tornado metodologia de interesse.

Pela análise de fatores destacaram-se os cultivares UFVS-2002, UFV-17 (Minas Gerais), o padrão CAC-1 de ciclo médio, e o padrão Conquista de ciclo semiprecoce. No grupo de maturação semitardio/tardio, o padrão UFV-18 (Patos de Minas) foi o que melhor se destacou em todos os ambientes considerados.

Nas metodologias de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998), destacaram-se os cultivares UFV-17 (Minas Gerais), o padrão CAC-1 de ciclo médio, o cultivar UFV-18 (Patos de Minas) e a linhagem UFV95-370A604 de ciclo semitardio/tardio.

UFV-18 (Patos de Minas) foi o cultivar de melhor desempenho e UFV-20 (Florestal) apresentou o pior desempenho dentre todos os genótipos testados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.4, p.473-479, 1993.

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1433-44, 1994.

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S. Análise de adaptação e estabilidade de genótipos de soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.9, p.1321-1328, 1998.

BONATO, E. R., BERTAGNOLLI, P. F., IGNACZAK, J. C., TRAGNAGO, J.L., RUBIN, S. A. Desempenho de cultivares de soja em três épocas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.6, p.879-884, 1998.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** Viçosa, MG: UFV1998. 168f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, C. G. P de., ARIAS, C. A. A., TOLEDO, J. F. F. de., ALMEIDA, L. A. de. A., KIIHL, R. A. de. S., OLIVEIRA, M. F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 7, p. 989-1000, 2002.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Disponível em: http//www. conab.gov.br – 2003.

CRUZ, C. D. & CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. Viçosa- MG, Volume 2, 2003, 585p.

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

CRUZ, C. D. **Programa GENES – Versão windows.** Editora UFV. Viçosa – MG.2001. 642p.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. Viçosa- MG. 1997, 390p.

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

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

MURAKAMI, D. M. **Novas metodologias de análise de interação genótipos x ambientes: Análise combinada de estratificação, adaptabilidade e estabilidade e análise de representatividade ambiental**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 142f. Dissertação (Doutorado em genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. Ed. Nobel. 2000. 477p.

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

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica.** Piracicaba, SP: USP, 2002. 173f. Dissertação (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

ROCHA, M. M., VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v.58, n.1, p.69-81, 1999.

SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R. de. C. **Cultivares de Soja UFV em Mato Grosso**. Viçosa: UFV/DFT, Rondonópolis:Biogen Sementes. Boletim Técnico 11. 49 p. 2002.

SOLDINI, D. O. **Interação genótipos x locais e correlação entre caracteres com ênfase na produtividade de óleo em soja.** Piracicaba, SP:USP, 1993. 136f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

TOLEDO, J. F. F., ALMEIDA, L. A., KIIHL, R. F. S., MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.1, p.89-94, 1990.

VIEIRA, P. F. de. M. **Adaptabilidade, estabilidade, determinação genotípica e correlações entre características agronômicas de soja, em Goiás.** Viçosa, MG: UFV 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAPÍTULO 3

ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (G*lycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE MATO GROSSO, NA SAFRA 2001/2002

RESUMO

Foram avaliados 16 cultivares e linhagens de soja de ciclo semiprecoce/médio e 14 de ciclo semitardio/tardio, quanto à produtividade de grãos em diferentes ambientes (localidades e épocas de plantio) no Estado de Mato Grosso, na safra 2001/2002. Os dados foram obtidos dos ensaios de avaliação final de genótipos de soja, conduzidos pela Universidade Federal de Viçosa em parceria com a Biogen Sementes Ltda., em Mato Grosso. Os ambientes estudados foram: Itiquira (três épocas de plantio), Primavera do Leste e Nova Mutum, para os genótipos de ciclo semiprecoce/médio; e Itiquira (duas épocas de plantio) e Nova Mutum (uma época de plantio), para os genótipos de ciclo semitardio/tardio. Pelo método de estratificação tradicional não foi agrupado nenhum ambiente de avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio. Foram agrupados, pela análise de fatores, os ambientes de avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio Itiquira I, Itiquira II e Primavera do Leste. Pela metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998), as linhagens que mais se destacaram foram: UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, e UFV98-9391140, de ciclo médio, em todos os ambientes. O padrão de ciclo semitardio/tardio Uirapurú e Xingú, o cultivar UFVS-2003 e a linhagem UFV99-737F729 apresentaram adaptabilidade geral e estabilidade, segundo método de LI e BINNS (1988).

1. INTRODUÇÃO

A seleção de genótipos com boa adaptação e alta produtividade, em vários ambientes, é um dos objetivos básicos do melhoramento de plantas. Entretanto, essa seleção é prejudicada pela presença da interação genótipo x ambiente, resultando num comportamento variável dos materiais cultivados sob diferentes condições ambientais (BUENO et al., 2001). Esse fato influencia a indicação de cultivares com ampla adaptabilidade.

A produtividade média em Mato Grosso foi de 2.930 kg/ha, na safra 2002/2003, com 13.096 milhões de toneladas produzidas e 4.469 milhões de hectares plantados (CONAB, 2003).

A cultura da soja é comumente submetida à inúmeras variações ambientais e a interação genótipo x ambiente assume papel importante na manifestação fenotípica. Desta forma, essa interação deve ser estimada buscando-se avaliar sua importância na indicação de cultivares e na condução de programas de melhoramento genético (OLIVEIRA et al., 2003).

As condições climáticas, como fotoperíodo, temperatura e precipitações pluviais, influenciam a cultura da soja durante todo seu ciclo. Com isso, o comportamento dos cultivares de soja varia tanto em relação à época quanto ao local de plantio.

Vários pesquisadores concentram seus esforços na formulação de estratégias para contornar os problemas causados pela interação genótipo x ambiente, recomendando, de maneira geral, a estratificação ambiental e, ou, cultivares de ampla adaptabilidade e estabilidade (CRUZ e CASTOLDI, 1991).

Quando se dispõe de uma diversidade de ambientes para avaliação dos cultivares é interessante identificar se há, entre os ambientes disponíveis, padrões similares de respostas dos cultivares (estratificação ambiental). Com isso, há possibilidade de avaliar a representatividade, permitindo tomar decisões sobre o descarte de ambientes (CARVALHO et al., 2003).

Existem relatos de vários métodos para avaliar o comportamento de cultivares. EBERHART e RUSSELL (1966) propuseram um modelo de regressão linear simples que tem sido muito utilizado pela comunidade científica. CARNEIRO (1998), visando a aprimoramento do método de LIN e BINNS (1988), sugeriu a decomposição da medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento para ambientes favoráveis e desfavoráveis, tornando o método mais eficiente e promissor no uso pelos melhoristas.

SEDIYAMA et al. (1990) afirmam que devem ser realizados estudos criteriosos de adaptabilidade e estabilidade da produção em soja para garantir maior segurança às indicações de cultivares.

No Brasil, estudos da interação genótipo x ambiente envolvendo diferentes ciclos de maturação em soja, foram realizados por TOLEDO et al. (1990), ALLIPRANDINI et al. (1993; 1994), BONATO et al. (1998) e ROCHA e VELLO (1999).

Segundo CRUZ e REGAZZI (1997), pela importância da interação genótipo x ambiente, cabe ao melhorista avaliar sua magnitude e significância a fim de fornecer subsídios que possibilitem procedimentos para minimizá-la.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar produtividade de grãos de cultivares e linhagens de soja de ciclo semiprecoce/médio e semitardio/tardio em algumas localidades de Mato Grosso, na safra 2001/2002 visando estratificação ambiental e estudos de adaptabilidade e estabilidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi avaliada a produtividade de grãos de 16 cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio e 14 de ciclo semitardio/tardio em algumas localidades de Mato Grosso. Cada local e época de plantio constituiu um ambiente.

No Quadro 1 estão apresentados os ambientes de avaliação e datas de plantio dos cultivares e linhagens do ciclo semiprecoce/médio e semitardio/tardio.

Quadro 1 - Ambientes, locais e datas de instalação dos ensaios (épocas de plantio) na safra 2001/2002, em Mato Grosso

Ambientes	Localização	Épocas de Plantio	
		Ciclo semiprecoce/médio	Ciclo semitardio/tardio
1	Itiquira I	22 de outubro de 2001	
2	Itiquira II	10 de novembro de 2001	10 de novembro de 2001
3	Itiquira III	18 de dezembro de 2001	18 de dezembro de 2001
4	Primavera do Leste	27 de novembro de 2001	
5	Nova Mutum	07 de novembro de 2001	07 de novembro de 2001

2.1.Genótipos avaliados

Ciclo semiprecoce/médio	
1 – MSoy 109	9 – Pintado
2 – Conquista	10 – Xingú
3 – UFVS-2001	11 – UFVS-2002
4 – UFV97-42362	12 – UFV98-9391140
5 – UFV99-V10R4802	13 – UFV98-861539
6 – UFV98-9391187	14 – UFV98-9391137
7 – UFV97-61297212	15 – UFV98-570618
8 – UFV98-9391212	16 – MSoy-8411
Ciclo semitardio/tardio	
1 – Pintado	8 – Curió
2 – Xingú	9 – UFV95-370A604
3 – UFV99-852442	10 – UFVS-2003
4 – UFV98-41733	11 – UFV97-483219
5 – UFV98-6122401	12 – UFVS-2005
6 – UFV99-267F615	13 – UFV99-737F730
7 – Uirapurú	14 – UFV99-737F729

2.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 5 m de comprimento, sendo o espaçamento entre linhas de 0,45 m. A área útil foi constituída por duas linhas centrais, eliminando-se 0,5 m nas extremidades.

2.3. Teste de comparação entre médias

A comparação entre as médias dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio e semitardio/tardio, foi realizada utilizando-se o teste Tukey a de 5% de probabilidade.

2.4. Análise de variância conjunta

Foi verificada a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais, a fim de possibilitar a realização da análise conjunta dos locais. No modelo estatístico para análise conjunta, considerou-se fixo o efeito de genótipo e aleatório os efeitos de blocos, ambiente e interação genótipo x ambiente.

2.5. Estratificação ambiental

2.5.1. Estratificação pelo método tradicional

A estratificação ambiental é uma das maneiras de reduzir os efeitos da interação genótipo x ambiente, possibilitando avaliar o grau de representatividade dos ensaios e tomar decisões com relação à redução do número de ambientes quando existem problemas técnicos ou escassez de recursos.

Esse método consiste em estimar a soma de quadrados da interação entre genótipos e pares de ambientes e agrupar aqueles cuja interação seja não-significativa. Uma vez estabelecido o primeiro par de ambientes, o método prossegue com a estimação da soma de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes, e assim sucessivamente. O teste de significância do efeito de interação na formação dos grupos é realizado usando o valor F, como pode ser verificado por CRUZ e REGAZZI (1997).

2.5.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores

A análise de fatores é uma metodologia de estratificação de ambientes baseada nas similaridades da performance genotípica através de técnica multivariada, bem como avaliação da adaptabilidade de genótipos por meio de análise gráfica.

Na utilização da análise de fatores para fins de estratificação ambiental, a determinação do número de fatores finais pode ser obtido considerando-se o número de autovalores maiores ou iguais a 1. Em casos em que a proporção da variabilidade explicada pelos autovalores maiores que 1,0, for baixa, podem ser considerados mais fatores até que se consiga uma proporção adequada de variabilidade, geralmente mais que 80 % (MURAKAMI, 2001).

É importante a interpretação do significado de cada fator. O agrupamento de ambientes é realizado a partir das informações sobre a magnitude das cargas fatoriais

finais. Cargas maiores de 0,7 em valor absoluto indicam ambientes com altas correlações e são agrupadas dentro de um fator; cargas com valores baixos (≤ 0,5) indicam que o ambiente não deve pertencer ao grupo; e cargas fatoriais com valores intermediários não garantem definição de agrupamento (CRUZ e CARNEIRO, 2003). Segundo os mesmos autores, a análise de adaptabilidade pela análise de fatores é realizada graficamente através dos escores fatoriais em relação aos fatores. Eixos perpendiculares são traçados, tomando-se a média dos escores, de modo a estabelecer quatro quadrantes. Nos quadrantes II e IV estão os genótipos com adaptação específica a determinado fator. No quadrante I, os genótipos de adaptabilidade ampla e no quadrante III, os de baixo desempenho e passíveis de descarte ou não-indicação.

Se apenas dois fatores explicarem mais que 80 % da variação total, um único gráfico é obtido e a adaptabilidade é considerada com base nestas informações. Se mais de dois fatores são obtidos, o número de gráficos é correspondente a combinação de n regiões tomadas duas a duas (C_2^n) de modo que as indicações passam a ser mais eficientes, pois na análise de fatores não se consideram ambientes favoráveis e desfavoráveis, mas grupos de ambientes estabelecidos de acordo com suas similaridades (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

2.6. Adaptabilidade e estabilidade

2.6.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966)

Na análise de estabilidade e adaptabilidade, cada local foi considerado como um ambiente, perfazendo um total de seis ambientes estudados. Nesta metodologia é realizada uma análise de regressão dos valores da produção dos genótipos em função dos índices ambientais, definidos como a diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral.

O modelo estatístico, apresentado é:

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{1i} I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

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;

δ_{ij} = desvio da regressão; e

ε_{ij} = erro experimental médio.

Os parâmetros considerados na avaliação dos genótipos são a produtividade média (β_{oi}), o coeficiente de regressão linear (β_{1i}) e o desvio da regressão (σ^2_{di}). Quando $\beta_{1i} < 1$, o genótipo responde pouco à melhoria do ambiente e é considerado de comportamento relativamente melhor em ambientes desfavoráveis. Quando $\beta_{1i} > 1$, o genótipo responde de forma acentuada a esta melhoria. Neste caso, seu comportamento é relativamente superior nos melhores ambientes. Se β_{1i} = 1, o genótipo tende a ter bom desempenho em qualquer ambiente e é considerado com adaptabilidade geral ou ampla. O desvio da regressão mede a estabilidade de comportamento do genótipo. Se σ^2_{di} = 0, o genótipo exibe alta estabilidade, e seu comportamento, quanto ao rendimento, é previsível nos distintos ambientes.

2.6.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998)

O método de LIN e BINNS (1988) é definido como o quadrado médio da distância entre a média do genótipo e a resposta máxima para todos os ambientes. A medida de superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j-1}^{n} (Yij - Mj)^2}{2n}$$

em que:

P_i = estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo i;

Y_{ij} = produtividade do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente;

M_j = resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j; e

n = número de locais.

Para os ambientes favoráveis, com índices maiores ou iguais a zero, a MAEC (P_{if}) é estimada conforme a seguir:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^{f} (Yij - Mj)^2}{2f}$$

em que:

f = número de ambientes favoráveis; e

Y_{ij} e M_j como definidos anteriormente.

Da mesma forma para os ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^{d} (Yij - Mj)^2}{2d}$$

onde:

d = número de ambientes desfavoráveis.

A estimativa da MAEC fornece direcionamento da resposta aos diferentes tipos de ambientes. Assim, a recomendação geral é feita com base no Pi original de LIN e BINNS (1988), e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição proposta por CARNEIRO (1998). Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa GENES (programa computacional em genética e estatística) proposto por CRUZ (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste de comparação entre médias

Nos Quadros 2 e 3 podem ser observados os resultados obtidos nos ensaios de 2001/2002, referentes aos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio e semitardio/tardio, respectivamente.

A média geral dos ensaios dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio foi de 3.960,78 kg/ha. Apenas em Itiquira I e Itiquira II a média geral superou esse valor, indicando bom desempenho produtivo dos cultivares e linhagens testados (Quadro 2).

Em Itiquira I (plantio realizado no final de outubro) a linhagem de ciclo médio, UFV98-9391140, apresentou a maior média de rendimento (5.995,33 kg/ha). Em Itiquira II (plantio em meados de novembro) essa linhagem foi superada apenas por UFV98-9391137 (4.874,00 kg/ha), embora não houvesse diferença significativa. Em Itiquira III não houve diferenças significativas em termos de rendimento médio. Apenas UFV97-42362, de ciclo semiprecoce, teve baixo rendimento (2.378,67 kg/ha).

Em Itiquira III (plantio em meados de dezembro), Primavera do Leste (plantio no final de novembro) e Nova Mutum (plantio início de novembro), apesar de alguns materiais apresentarem médias elevadas, a média dos ensaios foi inferior à média geral. Condições ambientais específicas às épocas de plantio mencionadas, devem ter sido restritivas à produção das plantas, refletindo no baixo rendimento médio, embora esse rendimento fosse bem superior a média do Estado que é de 3.000 kg/ha.

Quadro 2 - Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em cinco ambientes, na safra 2001/2002 em Mato Grosso

Cultivares e linhagens	Itiquira I	Itiquira II	Itiquira III	Primavera do Leste	Nova Mutum	Média
MSoy-8001	3.926,67 DE	4.317,67 BC	3.232,33 AB	3.504,33 ABC	3.310,00 ABC	3.658,20
Conquista	4.746,00 BCD	4.608,00 ABC	3.076,00 AB	4.152,67 A	3.333,33 ABC	3.983,20
UFVS-2001	4.723,00 BCD	4.253,67 BC	3.351,67 A	4.078,67 A	3.581,33 ABC	3.997,67
UFV97-42362	4.912,67 BCD	4.758,33 AB	2.378,67 B	2.796,33 BCD	3.682,33 AB	3.705,67
UFV99-V10R4802	4.690,33 BCD	4.042,33 C	3.361,00 A	3.828,67 A	3.762,00 AB	3.936,87
UFV98-9391187	3.555,33 E	4.384,00 BC	3.940,00 A	3.769,33 A	3.163,67 BC	3.762,47
UFV97-61297212	5.055,67 ABC	5.140,67 A	3.723,33 A	3.850,67 A	4.024,67 A	4.359,00
UFV98-9391212	4.639,67 BCD	4.352,00 BC	3.850,67 A	3.759,33 A	3.129,67 BC	3.946,27
Pintado	4.164,67 CDE	4.416,33 BC	3.337,67 A	3.934,00 A	3.098,00 BC	3.790,13
Xingú	4.934,33 BCD	4.775,00 AB	3.746,33 A	3.592,67 AB	3.541,33 ABC	4.117,93
UFVS-2002	4.450,00 BCDE	4.439,67 BC	3.772,00 A	3.747,00 A	3.569,33 ABC	3.995,60
UFV98-9391140	5.995,33 A	4.804,33 AB	3.713,00 A	4.078,00 A	3.656,67 AB	4.449,47
UFV98-861539	5.259,33 AB	4.659,00 ABC	3.984,33 A	2.036,00 D	3.350,67 ABC	3.857,87
UFV98-9391137	5.334,00 AB	4.874,00 AB	3.680,33 A	3.685,00 CD	3.210,00 BC	3.956,67
UFV98-570618	4.319,33 BCDE	4.513,00 ABC	3.623,00 A	3.725,00 A	2.859,00 C	3.807,87
Msoy-8411	4.750,00 BCD	4.593,33 ABC	3.737,00 A	3.644,33 AB	3.513,67 ABC	4.047,67
Média (kg/ha)	4.716,02	4.558,21	3.531,71	3.573,87	3.424,10	**3.960,78**

Média seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Itiquira I = plantio em 22 de outubro de 2001; Itiquira II = plantio em 10 de novembro de 2001; Itiquira III = plantio em 18 de dezembro de 2001.

A linhagem UFV98-9391140, em Primavera do Leste, apresentou uma das melhores médias de produtividade, ultrapassando 4.000 kg/ha. Essa linhagem se destacou em todos os ambientes avaliados, superando os padrões Pintado e Xingú em todos os ambientes considerados (Quadro 2).

UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, teve grande destaque superando os padrões MSoy-8001 e Conquista em todos os ambientes, com exceção de Primavera do Leste onde Conquista apresentou maior média de produtividade, embora não diferindo estatisticamente.

Não houve diferenças estatísticas entre os cultivares e linhagens avaliadas em Nova Mutum, com exceção da linhagem de ciclo semiprecoce, UFV97-61297212, que foi superior a UFV98-9391187 e UFV98-9391212, de ciclos semiprecoce, e Pintado, UFV98-9391137 e UFV98-570618, de ciclos médio. A linhagem UFV98-570618 foi a de pior desempenho nesse ambiente (2.859 kg/ha).

Os cultivares e linhagens com maiores médias de produtividade, acima da média geral dos ensaios, foram o padrão Conquista, UFVS-2001 e UFV97-61297212 de ciclo semiprecoce, e o padrão Xingú, UFVS-2002, UFV98-9391140 e MSoy-8411, de ciclo médio.

A média geral dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio foi de 3.781,44 kg/ha. Apenas em Itiquira II (plantio em meados de novembro) a média de rendimento foi superior à média geral. Nesse ambiente UFVS-2003, Uirapurú e UFV98-6422401 se destacaram com os maiores rendimentos (Quadro 3). Apesar de não haver diferenças significativas entre estes genótipos, UFVS-2003 e UFV98-6422401 apresentaram média de produtividade superior ao padrão Uirapurú.

Em Itiquira III, as maiores médias de produtividade foram observadas em UFV98-6422401 e Uirapurú (4.172,00 e 4.235,67 kg/ha, respectivamente).

Em Nova Mutum (plantio no início de novembro), nenhum material superou o padrão Uirapurú (4.050,00 kg/ha). A linhagem UFV98-6422401 apresentou pior desempenho nesse ambiente (2.448,00 kg/ha), demostrando comportamento diferencial nos ambientes avaliados (Quadro 3).

Os cultivares e linhagens com produtividade acima da média geral nos ambientes foram o padrão Xingú, de ciclo médio, e UFV98-6422401, UFV99-26F615, Uirapurú, UFVS-2003 e UFV99-737F729, de ciclo semitardio/tardio.

A média geral dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio foi superior a dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio.

Quadro 3 - Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em três ambientes e na média dos ambientes, na safra 2001/2002 em Mato Grosso

Cultivares e linhagens	Itiquira II	Itiquira III	Nova Mutum	Média
Pintado	4.355,33 ABCD	3.504,33 ABCD	3.336,00 ABC	3.731,89
Xingú	4.520,33 ABC	3.656,33 ABCD	3.515,00 ABC	3.897,22
UFV99-852442	4.011,00 BCD	2.909,33 D	3.886,00 AB	3.602,11
UFV98-41733	3.936,00 BCD	3.213,00 BCD	2.873,00 CD	3.340,67
UFV98-6422401	4.785,00 A	4.172,00 A	2.448,00 D	3.801,67
UFV99-267F615	4.352,67 ABCD	3.966,67 AB	3.445,33 ABC	3.921,55
Uirapurú	4.767,67 A	4.253,67 A	4.050,00 A	4.357,11
Curió	3.905,67 CD	3.459,33 ABCD	3.857,33 AB	3.740,78
UFV95-310A604	4.074,00 ABCD	3.488,67 ABCD	3.425,67 ABC	3.662,78
UFVS-2003	4.802,67 A	3.786,67 ABC	3.485,33 ABC	4.024,89
UFV97-483219	4.643,33 AB	3.324,67 BCD	3.004,33 CD	3.657,44
UFVS-2005	4.087,67 ABCD	3.082,00 CD	3.938,00 AB	3.702,55
UFV99-737F730	3.739,67 D	3.980,33 AB	3.185,00 BCD	3.635,00
UFV99-737F729	4.409,67 ABCD	3.673,67 ABCD	3.510,33 ABC	3.864,55
Média (kg/ha)	4.313,62	3.605,05	3.425,67	**3.781,44**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
Itiquira II = plantio em 10 de novembro de 2001; Itiquira III = plantio em 18 de dezembro de 2001.

3.2. Análise de variância conjunta

Os resultados da análise de variância conjunta dos dados de produtividade de grãos encontram-se nos Quadros 4 e 5. Houve efeito significativo de ambientes e na interação genótipo x ambiente. Não houve efeito significativo de genótipos para os grupos de maturação semiprecoce/médio e semitardio/tardio.

O coeficiente de variação foi de 7,24% e 6,93% para os grupos de maturação semiprecoce/médio e semitardio/tardio, respectivamente, indicando boa precisão experimental (PIMENTEL-GOMES, 2000).

A significância da interação genótipo x ambiente indica que os genótipos apresentam comportamento distinto nos ambientes considerados, justificando estudos sobre estratificação ambiental e adaptabilidade e estabilidade.

Quadro 4 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em cinco ambientes, na safra 2001/2002 em Mato Grosso

FV	G.L	SQ	QM
Blocos/Ambientes	10	265.956,92	26.595,69
Genótipos	15	10.388.624,73	692.574,98^{ns}
Ambientes	4	74.358.156,19	18.589.539,05**
Genótipo x Ambiente	60	34.384.426,47	573.073,77**
Resíduo	150	12.356.840,42	82.378,93
CV(%)	7,24		
Média Geral (kg/ha)	3.960,78		

** = Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ns =não-significativo (P> 5%).

Quadro 5 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em três ambientes, na safra 2001/2002 em Mato Grosso

FV	G. L	SQ	QM
Blocos/Ambientes	6	236.607,28	39.434,55
Genótipos	13	6.468.224,00	497.555,69^{ns}
Ambientes	2	18.517.945,97	9.258.972,98**
Genótipo x Ambiente	26	12.531.463,14	481.979,35**
Resíduo	78	5.354.234,71	68.644,03
CV(%)	6,93		
Média Geral (kg/ha)	3.781,44		

** = Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ns = não-significativo (P> 5%).

3.3. Estratificação ambiental

3.3.1. Estratificação pelo método tradicional

Não foi agrupado nenhum dos cinco ambientes considerados na avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio. Todos os pares de ambientes apresentaram interação genótipo x ambiente significativa.

As correlações e porcentagem da parte complexa entre pares de ambientes considerando os cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio estão apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambientes, segundo metodologia de CRUZ e CASTOLDI (1991), nos ensaios com genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio, na safra 2001/2002 em Mato Grosso

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação CRUZ e CASTOLDI (1991)
Itiquira I e Itiquira II	0,59 *	37,53
Itiquira I e Itiquira III	0,05 ns	90,85
Itiquira I e Primavera do Leste	-0,25 ns	111,93
Itiquira I e Nova Mutum	0,46 ns	51,46
Itiquira II e Itiquira III	0,07 ns	88,95
Itiquira II e Primavera do Leste	-0,29 ns	92,65
Itiquira II e Nova Mutum	0,36 ns	82,89
Itiquira III e Primavera do Leste	-0,01 ns	94,22
Itiquira III e Nova Mutum	-0,18 ns	104,43
Primavera do Leste e Nova Mutum	0,09 ns	75,99

* = Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ns = não-significativo.

Itiquira I e Itiquira II apresentaram interação predominantemente do tipo simples. Segundo CRUZ e REGAZZI (1997), a interação genótipo x ambiente só causa maiores problemas se for complexa, pois existe falta de correlação nos desempenhos dos genótipos entre os ambientes. Desta forma, os ambientes Itiquira I e Itiquira II poderiam ser agrupados.

Todos os outros ambientes apresentaram interação do tipo complexa, dificultando a indicação dos cultivares e linhagens. Segundo MURAKAMI (2001), a interação do tipo complexa indica falta de consistência de superioridade do cultivar com a variação ambiental, ou seja, houve cultivares com bom desempenho em um ambiente, mas não em outros.

No caso dos ambientes de avaliação dos cultivares e linhagens do grupo de maturação semitardio/tardio, não foi realizado o agrupamento pelo método tradicional em função do reduzido número de ambientes.

3.3.2. Estratificação e adaptabilidade pela análise de fatores

A análise de fatores foi realizada apenas para os ensaios considerando os cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio (Quadro 7). Nesse caso, apenas dois autovalores apresentaram valores maiores que 1, contribuindo com 63,77% da variação total. Assim, foi tomado mais um autovalor e 82,91% da variação total foi obtida. Dessa forma, fixaram-se três fatores finais.

Quadro 7 - Subgrupos de ambientes segundo metodologia da análise de fatores, considerando os genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em cinco ambientes, nos ensaios de 2001/2002 em Mato Grosso

Estimativas dos Autovalores				Cargas fatoriais finais			
Raiz	Raiz (%)	% Acumulada	Amb.	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Comunalidade
1,9965	39,9302	39,9302	1	**0,8631**	-0,0668	-0,1718	0,7789
1,1920	23,8403	63,7705	2	**0,7699**	0,1304	-0,3195	0,7119
0,9572	19,1437	82,9142	3	0,0301	**-0,9776**	0,0289	0,9575
0,4884	9,7689	92,6832	4	-0,1511	-0,0391	**0,9326**	0,8942
0,3658	7,3168	100,0000	5	**0,7491**	0,3121	0,3801	0,8032

Observou-se o fator 1 como representativo de estrato ambiental englobando os ambientes Itiquira I, Itiquira II e Nova Mutum. Nos fatores 2 e 3, ficaram isolados os ambientes Itiquira III e Primavera do Leste, respectivamente. Os resultados não foram semelhantes aos obtidos no método de estratificação ambiental tradicional que não agrupou nenhum ambiente.

As maiores correlações foram observadas entre Itiquira I e Itiquira II (r = 0,59) e Itiquira I e Nova Mutum (r = 0,46). A correlação entre Itiquira II e Nova Mutum foi de (r = 0,36) (Quadro 6).

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam a dispersão dos escores dos fatores em gráficos bidimensionais, permitindo verificar a adaptabilidade dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce aos diferentes ambientes. O quadrante I apresenta os cultivares e linhagens com ampla adaptabilidade. Os quadrantes II e IV, adaptabilidade aos estratos específicos e o quadrante III, aqueles cultivares e linhagens passíveis de descarte ou não-indicação.

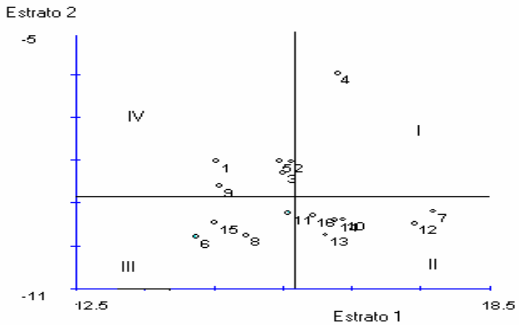

Figura 1 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

O Quadro 8 representa os estratos ambientais que englobaram os ambientes Itiquira I, Itiquira II, Nova Mutum e Itiquira III.

Apenas a linhagem de ciclo semiprecoce, UFV97-42362, se destacou em todos os ambientes que correspondem aos estratos 1 e 2. UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, e UFV98-9391140, UFV98-961539, UFV98-9391137 e os padrões Xingú e MSoy 8411, de ciclo médio, foram melhores nos ambientes que correspondem ao estrato1. Em Itiquira III os padrões de ciclo semiprecoc,e Conquista e MSoy 109, as linhagens UFV99-V10R4802, UFVS-2001 e o cultivar Pintado, de ciclo médio, apresentaram os melhores resultados. UFVS-2002, UFV98-570618, UFV98-3931212 e UFV98-9391187 ficaram na região de descarte.

Quadro 8 - Adaptabilidade dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio aos ambientes Itiquira I, Itiquira II e Nova Mutum (Estrato 1) e Itiquira III (Estrato 2)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 2	Estrato 1	Estrato 2	Descarte
4 - UFV97-42362	7 - UFV97-61297212	2 - Conquista	11 - UFVS-2002
	12 - UFV98-9391140	5 - UFV99-V10R4802	15 - UFV98-570618
	13 - UFV98-961539	3 - UFVS-2001	8 - UFV98-9391212
	10 - Xingú	1 - MSoy 109	6 - UFV98-9391187
	14 - UFV98-9391137	9 - Pintado	
	16 - MSoy 8411		

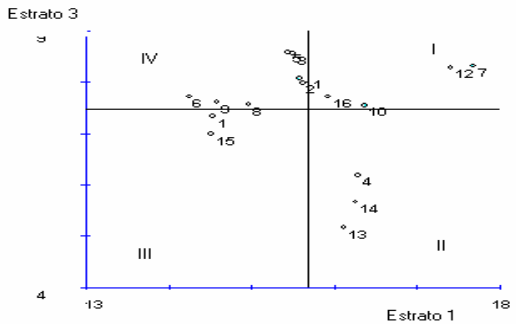

Figura 2 - Dispersão dos escores dos genótipos de ciclo semiprecoce/médio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

O Quadro 9 apresenta os estratos ambientais que englobaram os ambientes Itiquira I, Itiquira II e Nova Mutum (estrato 1) e Primavera do Leste (estrato 3). As linhagens de ciclo semiprecoce, UFV97-61297212 e UFV98-9391140, e os padrões Xingú e MSoy 8411, de ciclo médio, foram adaptadas a todos os ambientes que correspondem aos estratos 1 e 3. UFV98-861539, UFV98-9391137, de ciclo médio, e UFV97-42362, de ciclo semiprecoce, se destacaram no estrato 1. UFV99-V10R4802 e os cultivares UFVS-2001, Conquista e UFV98-9391187, de ciclo semiprecoce, e UFVS-2002, de ciclo médio, se destacaram no estrato 3. A linhagem UFV98-570618, de ciclo médio, e o padrão MSoy 109, de ciclo semiprecoce, ficaram na região de descarte.

Quadro 9 - Adaptabilidade dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio aos ambientes Itiquira I, Itiquira II e Nova Mutum (Estrato 1) e Primavera do Leste (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 1 e 3	Estrato 1	Estrato 3	Descarte
7 – UFV97-61297212	13 - UFV98-861539	5 - UFV99-V10R4802	15 - UFV98-570618
12 – UFV98-9391140	14 - UFV98-9391137	3 - UFVS-2001	1 - MSoy 109
10 – Xingú	4 - UFV97-42362	11 - UFVS-2002	
16 – MSoy 8411		2 - Conquista	
		6 - UFV98-9391187	
		9 - Pintado	
		8 - UFV98-9391212	

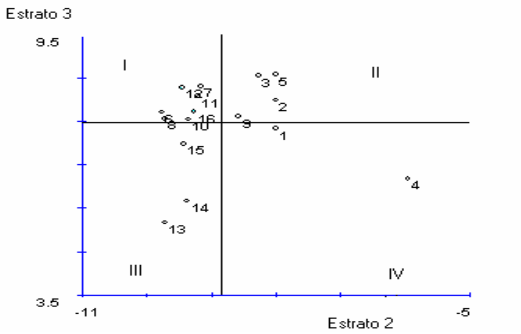

Figura 3 - Dispersão dos escores dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio em relação aos estratos ambientais estabelecidos pela análise de fatores.

O Quadro 10 representa os estratos ambientais que englobaram os ambientes, Itiquira III e Primavera do Leste. UFV99-V10R4802, UFVS-2001 e o padrão Conquista, de ciclo semiprecoce, e Pintado, de ciclo médio, se destacaram em Itiquira III e Primavera do Leste. UFV98-9391140, UFVS-2002 e os padrões MSoy-8411 e Xingú, de ciclo médio, e UFV97-61297212, UFV98-9391187 e UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, se destacaram no estrato 2. MSou-109 e UFV97-42362 de ciclo semiprecoce apresentaram melhor desempenho no estrato 3.

As linhagens de ciclo médio, UFV98-861539, UFV98-9391137 e UFV98-570618, foram passíveis de descarte.

Quadro 10 - Adaptabilidade dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio aos ambientes Itiquira III (Estrato 2) e Primavera do Leste (Estrato 3)

Adaptabilidade Ampla Estratos 2 e 3	Estrato 2	Estrato 3	Descarte
5 - UFV99-V10R4802	12 - UFV98-9391140	1 - MSoy 109	13 - UFV98-861539
3 - UFVS-2001	7 - UFV97-61297212	4 - UFV97-42362	14 - UFV98-9391137
2 - Conquista	11 - UFVS-2002		15 - UFV98-570618
9 - Pintado	16 - MSoy 8411		
	10 - Xingú		
	6 - UFV98-9391187		
	8 - UFV98-9391212		

3.4. Adaptabilidade e estabilidade

3.4.1. Método de EBERHART e RUSSELL (1966)

A análise de adaptabilidade e estabilidade pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966), foi realizada apenas considerando os genótipos de ciclo semiprecoce/médio.

No Quadro 11 é apresentada a análise de variância conjunta da produtividade de grãos, conforme EBERHART e RUSSELL (1966), dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio avaliados pela Universidade Federal de Viçosa, em cinco ambientes. A significância da fonte de variação ambiente linear indica que houve variações significativas no ambiente, proporcionando alterações na média dos genótipos. O quadrado médio da interação G x A linear foi significativo, indicando diferenças entre os genótipos nos dois grupos de maturação quanto às respostas às variações ambientais, ou seja, existem diferenças entre os coeficientes de regressão dos genótipos avaliados (CRUZ e REGAZZI, 1997).

No Quadro 12 estão apresentadas as estimativas das médias dos genótipos, dos coeficientes de regressão, desvios da regressão e coeficientes de determinação dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio.

A linhagem UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, e os padrões Xingú e MSoy8411, de ciclo médio, apresentaram as maiores médias de produtividade. Esses genótipos, por essa metodologia, possuem ampla adaptabilidade, pois apresentaram coeficientes de regressão estatisticamente iguais a 1. São genótipos de alta estabilidade por apresentarem desvios da regressão não-significativos.

Quadro 11 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio avaliados em cinco ambientes, conforme o método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2001/2002 em Mato Grosso

FV	G.L	SQ	QM
Ambiente (A)	4	74.358.157,1516	18.589.539,2879
Genótipo (G)	15	10.388.625,7200	692.575,0480
Interação G x A	60	34.384.427,0667	573.073,7844
Ambiente/Genótipo	64	108.742.584,2184	1.699.102,8784
Ambiente Linear	1	74.358.157,1516	74.358.157,1516
G x A Linear	15	11.086.771,6699	739.118,1113
Desvio Combinado	48	23.297.655,3968	485.367,8208
DESV – MSoy 109	3	461.683,2768	153.894,4256^{ns}
DESV – Conquista	3	1.645.089,0439	548.363,0146**
DESV – UFVS 2001	3	915.499,2813	305.166,4271*
DESV – UFV97-42362	3	3.604.947,3272	1.201.649,1091**
DESV – UFV99-V10R4802	3	863.692,3556	287.897,4519*
DESV – UFV98-9391187	3	2.052.815,1688	684.271,7229*
DESV – UFV97-61297212	3	390.529,9842	130.176,6614^{ns}
DESV – 989391212	3	706.618,7101	235.539,5700*
DESV – Pintado	3	1.073.669,2387	357.889,7462**
DESV – Xingú	3	60.210,2307	20.070,0769^{ns}
DESV – UFVS-2002	3	39.526,5883	13.175,5294^{ns}
DESV – UFV98-9391140	3	1.541.142,6826	513.714,2275**
DESV – UFV98-861539	3	6.876.758,9921	2.292.252,9974**
DESV – UFV98-9391137	3	1.881.878,7804	627.292,9267**
DESV – UFV98-570618	3	1.150.671,6933	383.557,2311**
DESV – MSoy 8411	3	32.922,0427	10.974,0142^{ns}
RESÍDUO	150	12.356.840,4167	82.378,9361

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

Pelos resultados pode-se observar que a linhagem de ciclo semiprecoce, UFV97-61297212, os padrões de ciclo médio, Xingú e MSoy 9411, foram adaptados a todos os ambientes (Itiquira I, II e III) em plantios realizados no final de outubro, meados de novembro e meados de dezembro, Primavera do Leste em plantio no final de novembro e Nova Mutum em plantio realizado no início de novembro.

Quadro 12 - Produtividade média, estimativas dos coeficientes de regressão (b_1), dos desvios da regressão (s^2_{di}) e coeficiente de determinação (R^2) dos genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio, pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966), na safra 2001/2002 em Mato Grosso

Cultivares e Linhagens	Média	b_1	s^2_{di}	R^2
MSoy 109	3.658,20	0,6622^{+}	23.838,4965^{ns}	81,53
Conquista	3.983,20	1,0469^{ns}	155.328,0262**	75,59
UFVS 2001	3.997,67	0,7553^{ns}	74.262,4969*	84,33
UFV97-42362	3.705,67	1,5971^{++}	373.090,0576**	76,68
UFV99-V10R4802	3.936,87	0,6551^{++}	68.506,1719*	69,78
UFV98-9391187	3.762,47	0,2953^{++}	200.630,9289*	16,48
UFV97-61297212	4.358,99	1,0599^{ns}	15.932,5751^{ns}	93,04
UFV98-9391212	3.946,27	0,8506^{ns}	51.053,5446*	82,63
Pintado	3.790,13	0,7533^{ns}	91.836,9367**	71,06
Xingú	4.117,93	1,0853^{ns}	-20.769,6197^{ns}	98,91
UFVS 2002	3.995,59	0,6645^{+}	-23.067,8020^{ns}	98,11
UFV98-9391140	4.449,47	1,4619^{++}	143.778,4305**	86,57
UFV98-861539	3.857,87	1,5879^{++}	736.624,6871**	63,02
UFV98-9391137	3.956,67	1,6781^{++}	181.637,9969**	87,43
UFV98-570618	3.807,87	0,9219^{ns}	100.392,7649**	77,44
MSoy 8411	4.047,67	0,9246^{ns}	-23.801,6406^{ns}	99,18
Média Geral (kg/ha)	**3.960,78**			

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

O cultivar de ciclo médio, UFVS-2002, foi mais adaptado a ambientes considerados desfavoráveis.

Segundo PELUZIO e SEDIYAMA (2000), genótipos com ampla adaptabilidade e alta estabilidade são capazes de responder de maneira satisfatória à melhoria do ambiente e de manter os seus rendimentos em condições ambientais desfavoráveis.

O padrão de ciclo semiprecoce, Conquista, e o cultivar UFVS-2001 apresentaram média de rendimento superior a média geral e coeficientes de regressão estatisticamente iguais a 1, porém foi considerado um genótipo de baixa estabilidade devido os desvios da regressão significativos.

A linhagem de ciclo médio, UFV98-9391140, apresentou a maior média de rendimento, sendo indicada para ambientes favoráveis. No entanto, o desvio da regressão foi significativo, indicando baixa estabilidade.

O cultivar UFVS-2002, de ciclo médio, foi adaptado à ambientes desfavoráveis, apresentando coeficiente de regressão menor que a unidade e boa previsibilidade devido o desvio da regressão não-significativo.

3.4.2. Método de LIN e BINNS (1988), modificado por CARNEIRO (1998)

Pelo método de LIN e BINNS (1988), o desempenho genotípico é determinado pela estatística P_i, e quanto menor seu valor, maior será a adaptabilidade e estabilidade do genótipo considerado. CARNEIRO (1998) propôs a melhoria do método de LIN e BINNS (1988), a fim de torná-la capaz de determinar o comportamento dos genótipos em ambientes específicos: favoráveis e desfavoráveis.

O Quadro 13 apresenta a adaptabilidade e estabilidade dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio.

A linhagem de ciclo médio, UFV98-9391140, foi indicada pela metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966) como adaptada a ambientes favoráveis (Quadro 12). No entanto, poderia ser indicada para todos os ambientes pela metodologia de LIN e BINNS (1988), por ser o primeiro em média de rendimento e apresentar o menor valor de Pi geral, favorável e desfavorável.

UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, também apresentou elevada média de produtividade, e menores valores de Pi, sendo indicada para todos os ambientes, assim como na metodologia de EBERHART e RUSSELL (1966).

Xingú e MSoy 8411, padrões de ciclo médio, apresentaram a terceira e Quarta posição em relação à média e Pi geral e posições intermediárias no Pi favorável e desfavorável.

O cultivar de ciclo médio, UFVS-2002, mostrou-se mais adaptado a ambientes desfavoráveis, assim como na metodologia de EBERHART e RUSSEL (1966).

Pelos resultados, seriam indicados para todos os ambientes (Itiquira I, II e II) em plantios no final de outubro, meados de novembro e meados de dezembro, Primavera do Leste em plantios no final de novembro e Nova Mutum em plantios no início de novembro, as linhagens UFV98-9391140, de ciclo médio, e UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce.

Quadro 13 - Genótipos de soja de ciclo semiprecoce/médio e estimativas do Pi geral, do Pi favorável e do Pi desfavorável, pelo método de LIN e BINNS (1988), com decomposição da estatística Pi, conforme CARNEIRO (1998), na safra 2001/2002 em Mato Grosso

Cultivares e Linhagens	Pi Geral	Cultivares e Linhagens	Pi favorável	Cultivares e Linhagens	Pi Desfavorável
UFV98-9391140	32.774,07	UFV98-9391140	28.279,97	UFV97-61297212	26.554,14
UFV97-61297212	104.229,89	UFV98-9391137	127.118,25	UFV98-9391140	35.770,14
Xingú	186.328,79	UFV98-861539	193.424,65	UFVS-2002	69.496,55
MSoy-8411	243.112,64	UFV97-61297212	220.743,51	UFV99-V10R4802	93.752,33
UFVS-2001	300.788,89	Xingú	314.858,25	MSoy-8411	96.782,90
Conquista	314.757,91	UFV97-42362	329.586,59	UFVS-2001	100.381,24
UFVS-2002	329.643,59	Conquista	461.141,95	Xingú	100.642,49
UFV98-9391137	341.861,59	MSoy-8411	462.607,23	UFV98-9391187	148.371,80
UFV98-9391212	343.343,06	UFVS-2001	601.400,38	UFV98-9391212	162.267,13
UFV99-V10R4802	347.187,49	UFV98-9391212	614.956,96	Conquista	217.168,55
UFV98-570618	487.518,05	UFVS-2002	719.864,15	Pintado	220.783,98
Pintado	520.070,38	UFV99-V10R4802	727.340,23	MSoy-109	249.431,43
UFV98-861539	570.825,17	UFV98-570618	800.735,31	UFV98-570618	278.706,55
UFV97-42362	585.334,34	Pintado	968.999,98	UFV98-9391137	485.023,81
MSoy-109	645.329,97	MSoy-109	1.239.177,78	UFV97-42362	755.832,84
UFV98-9391187	741.637,62	UFV98-9391187	1.631.536,35	UFV98-861539	822.425,51

Os padrões de ciclo médio, MSoy 8411 e Xingú, se destacaram em posição intermediária no Pi geral, favorável e desfavorável.

O Quadro 14 apresenta as estimativas das médias e do Pi geral dos cultivares e linhagens de ciclo semitardio/tardio. Foram apresentadas apenas as estimativas do Pi geral de LIN e BINNS (1988), em função do número reduzido de ambientes.

Quadro 14 - Genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio e estimativas do Pi geral, pelo método de LIN e BINNS (1988), na safra 2001/2002 em Mato Grosso

Cultivares e Linhagens	**Médias**	**Pi Geral**
Uirapurú	4.357,11	204.17
UFVS-2003	4.024,89	89.489,55
UFV99-267F615	3.921,55	108.415,12
Xingú	3.897,22	120.457,32
UFV99-737F729	3.864,55	130.348,15
Pintado	3.731,89	211.900,52
Curió	3.740,78	245.449,06
UFV95-310A604	3.662,78	250.995,25
UFVS-2005	3.702,55	316.095,17
UFV99-737F730	3.635,00	325.484,09
UFV97-483219	3.657,44	330.307,75
UFV99-852442	3.602,11	410.143,96
UFV98-6422401	3.801,67	428.897,59
UFV98-41733	3.340,67	536.571,10
Média geral (kg/ha)	**3.781,44**	

Uirapurú, padrão de ciclo semitardio/tardio, apresentou a maior média de rendimento apresentando ampla adaptabilidade e estabilidade .

UFVS-2003 destacou-se como a melhor cultivar, mesmo não superando o padrão Uirapurú. Mostrou ampla adaptabilidade e estabilidade de comportamento.

A linhagem UFV99-267F615, com a terceira maior média de rendimento, poderia ser indicada todos os ambientes, favoráveis e desfavoráveis, pois apresentou produtividade acima da média geral e terceira posição no Pi geral.

O padrão Xingú, de ciclo médio, e a linhagem de ciclo semitardio/tardio, UFV99-737F729, também se destacaram com média geral elevada, apresentando a quarta e quinta posição, respectivamente, no Pi geral.

Por essa metodologia, apresentaram melhor desempenho os padrões Uirapuru e Xingú, o cultivar UFVS-2003 e a linhagem UFV99-737F729, para todos os ambientes (Itiquira II e III) em plantios no final de outubro e meados de dezembro, e Nova Mutum em plantios no início de novembro.

4. CONCLUSÕES

A estratificação ambiental, pelo método tradicional e análise de fatores, foi realizada apenas considerando os ambientes de avaliação dos cultivares e linhagens de ciclo semiprecoce/médio. Pelo método tradicional não foi possível agrupar nenhum ambiente, pois todos os pares apresentaram interação genótipo x ambiente significativa, embora Itiquira I e Itiquira II tenham apresentado interação predominantemente simples. Pela análise de fatores foi possível agrupar Itiquira I, Itiquira II e Nova Mutum.

Os genótipos que se destacaram pela análise de fatores foram: UFV97-61297212, UFV98-9391140, Xingú e MSoy-8411.

Pelo método de EBERHART e RUSSELL (1966) e LIN e BINNS (1988) modificado por CARNEIRO (1998), as linhagens com ampla adaptabilidade e estabilidade foram UFV97-61297212, de ciclo semiprecoce, e UFV98-9391140, de ciclo médio.

Apenas a análise não-paramétrica de LIN e BINNS (1988) foi realizada para os cultivares de ciclo semitardio/tardio. Genótipos com melhor desempenho em todos os ambientes foram os padrões Uirapuru e Xingu, o cultivar UFVS-2003 e a linhagem UFV99-737F729.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1433-44, 1994.

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.4, p.473-479, 1993.

BONATO, E. R., BERTAGNOLLI, P. F., IGNACZAK, J. C., TRAGNAGO, J.L., RUBIN, S. A. Desempenho de cultivares de soja em três épocas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.6, p.879-884, 1998.

BUENO, L. C. de. S., MENDES, A. N. G., CARVALHO, S. P. de. Interação Genótipos x Ambientes. In: **Melhoramento genético de plantas. Princípios e procedimentos.** Lavras: UFLA, 2001, p.221-226.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** Viçosa, MG: UFV1998. 168f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, C. G. P. de., ARIAS, C. A. A., TOLEDO, J. F. F., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S., OLIVEIRA, M. F. de. Estratificação ambiental e adaptabilidade e estabilidade de linhagens semiprecoces de soja avaliadas no Paraná para produtividade. In: **II CONGRESSO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS**, Porto Seguro, BA, 2003. CD-ROM.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Disponível em: http//www. conab.gov.br – 2003.

CRUZ, C. D., CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. Viçosa- MG, Volume 2, 2003, 585p.

CRUZ, C. D., CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipos a ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 38, n. 219, 1991, p.422-430.

CRUZ, C. D. **Programa GENES – Versão windows.** Editora UFV. Viçosa – MG. 2001. 642p.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV. Viçosa- MG. 1997, 390p.

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

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

MURAKAMI, D. M. **Novas metodologias de análise de interação genótipos x ambientes: Análise combinada de estratificação, adaptabilidade e estabilidade e análise de representatividade ambiental**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 142f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

OLIVEIRA, A. B. de., DUARTE, J. B., PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p. 357-364, 2003.

PELUZIO, J. M. e SEDIYAMA, C. S. Adaptabilidade e estabilidade de produção de dez cultivares de soja, no Estado de Tocantins. **Agricultura Tropical**, v. 4, n.1, p.39-43, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. Ed. Nobel, 2000. 477p.

ROCHA, M. M., VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v.58, n.1, p.69-81, 1999.

SEDIYAMA, C. S., OLIVEIRA, L. O., CRUZ, C. D. Análise de estabilidade fenotípica de cultivares de soja por meio da regressão linear simples e da regressão linear segmentada. **Revista Ceres**, v. 37, p. 513-518, 1990.

TOLEDO, J. F. F., ALMEIDA, L. A., KIIHL, R. F. S., MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.1, p.89-94, 1990.

CAPÍTULO 4

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE PRODUÇÃO DE GRÃOS DE GENÓTIPOS DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) NO ESTADO DE SÃO PAULO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a magnitude da interação genótipo x ambiente no desempenho de 20 genótipos de soja avaliados em ensaios finais, em três localidades no Estado de São Paulo (Nuporanga, Morro Agudo e Guaíra), na safra 2001/2002. Foi realizado estudo de adaptabilidade e estabilidade de comportamento através de metodologia não-paramétrica de LIN e BINNS (1988). Os resultados permitiram observar que o padrão Conquista, o cultivar UFV-16 (Capinópolis) e as linhagens UFV98-833994 e UFV97-64322605 apresentaram bom desempenho produtivo em todos os ambientes estudados e podem ser indicados como tendo adaptabilidade geral. O método não-paramétrico de análise de adaptabilidade e estabilidade de LIN e BINNS (1988), reuniu simplicidade e facilidade de interpretação dos resultados.

1. INTRODUÇÃO

A soja é cultivada em, aproximadamente, 610 mil hectares no Estado de São Paulo, com produção de 1.706 milhões de toneladas e com produtividade de 2.800 kg/ha, considerando a existência de ambientes diferentes de cultivo (CONAB, 2003).

O desenvolvimento de cultivares de soja é usualmente direcionado à obtenção de materiais com ampla adaptabilidade e alta produtividade. Para tanto, é fundamental a avaliação do desempenho de linhagens em vários anos e locais, devido a existência da interação genótipo x ambiente. A interação genótipo x época de semeadura, anos, locais, ou o conjunto deles, torna complexa a seleção de materiais superiores, pois reduz a precisão na avaliação dos genótipos (GRAVOIS et al., 1991).

A interação genótipo x ambiente pode ser reduzida, utilizando-se cultivares específicos para cada ambiente ou utilizando cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (CARVALHO et al., 2002).

A cultura da soja é comumente submetida à inúmeras variações ambientais e a interação genótipo x ambiente assume papel importante na manifestação fenotípica. Por isso, deve ser estimada buscando-se avaliar sua importância na recomendação de cultivares e na condução de programas de melhoramento genético (OLIVEIRA et al., 2003).

Um fator fundamental, no processo de obtenção de linhagens melhoradas de soja, consiste na avaliação dos genótipos em ensaios, quando pode ser caracterizado o desempenho dos materiais. Dentro deste contexto, é interessante que os genótipos apresentem, além de potencial produtivo, maior estabilidade frente às variações

ambientais, sendo as estimativas dos parâmetros de estabilidade e adaptabilidade ferramentas importantes na etapa de avaliação e recomendação de cultivares (FARIAS NETO, 2001).

Os ensaios realizados com cultivares e linhagens têm função de discriminar com precisão o valor genotípico dos materiais e possibilitar decisões acertadas e eficientes na seleção e indicação. Os testes podem tornar-se mais eficientes se a importância relativa dos ambientes e suas interações com os genótipos, for determinada (ALLIPRANDINI et al., 1994).

Segundo CRUZ e REGAZZI (1997), existem vários métodos para se avaliar o desempenho genotípico, destinados à avaliação de grupos de materiais testados em uma série de ambientes. Todas as metodologias baseiam-se na existência da interação genótipo x ambiente e distinguem-se quanto aos conceitos de estabilidade adotados e quanto aos princípios biométricos empregados.

Métodos de análise de estabilidade e adaptabilidade, que utilizam estatísticas não-paramétricas, têm sido bastante empregados, pois são de fácil uso e interpretação. O método não-paramétrico de LIN e BINNS (1988) define o termo Pi como estimador da estabilidade de um cultivar i. O Pi é calculado considerando o quadrado médio da distância entre a média do cultivar e a resposta máxima para todos os ambientes. Assim, desde que a resposta máxima esteja no limite superior em cada local, o quadrado médio menor indicará a superioridade geral do cultivar em questão.

CARNEIRO (1998) propôs modificações da metodologia original com decomposição da estatística Pi do método proposto por LIN e BINNS (1988), usando os mesmos critérios do método original, porém, particularizando os ambientes favoráveis e desfavoráveis. Neste caso, são considerados desfavoráveis os ambientes cujos índices ambientais (diferença entre a média dos cultivares avaliados em cada local e a média geral) são negativos e favoráveis os que têm índices ambientais maiores ou iguais a zero.

Estudando as propriedades referentes à medida de adaptabilidade e estabilidade CARNEIRO (1998), denominou a estatística Pi de MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a magnitude da interação genótipo x ambiente no desempenho de cultivares e linhagens de soja no Estado de São Paulo, utilizando-se metodologia não-paramétrica para o estudo da adaptabilidade e estabilidade de comportamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados dos ensaios de avaliação final de cultivares e linhagens de soja do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Os ensaios foram conduzidos em parceria da UFV com a Sementes Brejeiro, na Fazenda São Luiz, localizada no município de Nuporanga; Fazenda Marita, em Morro Agudo; e Fazenda São Judas Tadeu, em Guaíra, no Estado de São Paulo. Em cada local, o ensaio foi conduzido em apenas uma safra, 2001/2002, sendo avaliado o caráter produtividade de grãos em kg/ha.

No Quadro 1 são apresentados os locais e datas de instalação dos ensaios (épocas de plantio) dos genótipos avaliados no Estado de São Paulo.

Quadro 1 - Ambientes, locais e datas de instalação dos ensaios (épocas de plantio), dos genótipos de soja, avaliados na safra 2001/2002 em São Paulo

Ambientes	Locais	Épocas de plantio
1	Nuporanga	13 de Novembro de 2001
2	Morro Agudo	14 de Novembro de 2001
3	Guaíra	20 de Novembro de 2001

2.1. Genótipos avaliados

1 – IAC-15-2	11 – UFV98-506784
2 – UFV-16 (Capinópolis)	12 – UFV98-928805
3 – UFV-19 (Triângulo)	13 – UFV98-833994
4 – CAC-1	14 – UFV97-64322605
5 – IAC/BR-21	15 – UFV98-608813
6 – Conquista	16 – UFV99-928374
7 – UFV98-8331016	18 – UFV98-9391140
8 – UFV97-523854	19 – UFV99-9391290
9 – UFV97-64332578	20 – UFV98-692468

2.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 5 m de comprimento, sendo o espaçamento entre linhas de 0,5 m. Como área útil, utilizaram-se 4,0 m^2, ou seja, as duas linhas centrais, retirando-se 0,5 m de cada extremidade.

2.3. Análise de variância individual

Inicialmente foi realizada análise de variância individual dos dados de produtividade de grãos, ou seja, uma análise para cada ambiente.

2.4. Teste de comparação entre médias

Foi empregado o teste Tukey a 5% de probabilidade para comparação entre médias dos cultivares e linhagens, objetivando avaliar o desempenho dos mesmos em cada ambiente.

2.5. Análise de variância conjunta

Foi realizada análise de variância conjunta dos dados de produtividade de grãos, considerando os três ambientes. No modelo estatístico para análise conjunta, considerou-se fixo os efeitos de genótipos e aleatórios os efeitos de blocos, ambientes e da interação genótipo x ambiente.

2.6. Avaliação de desempenho genotípico

A avaliação do desempenho do conjunto de genótipos, diante das variações ambientais, foi feita com base nas estimativas da adaptabilidade e estabilidade, realizada por meio da metodologia de LIN e BINNS (1988), sem a decomposição da estatística Pi em ambientes favoráveis e desfavoráveis proposta por CARNEIRO (1998), em função do número reduzido de ambientes.

2.6.1. LIN e BINNS (1988)

A metodologia de LIN e BINNS (1988) baseia-se numa análise de adaptabilidade e estabilidade não-paramétrica, que mede a superioridade de um genótipo em vários ambientes. Por esse método, a performance é obtida calculando-se o quadrado médio da distância entre a média do genótipo e a resposta máxima para todos os ambientes. A resposta máxima está no limite superior para cada local, portanto, quanto menor o quadrado médio, maior a superioridade do genótipo em questão. A medida de superioridade é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j-1}^{n} (Yij - Mj)^2}{2n}$$

em que:

P_i = estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo i;

Y_{ij} = produtividade do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente;

M_j = resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j; e

n = número de locais.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa GENES (programa computacional em genética e estatística) proposto por CRUZ (2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de variância individual

Os resultados da análise de variância da produtividade de grãos de soja, nos três ambientes avaliados, encontram-se no Quadro 2. Pode-se observar que houve diferenças significativas entre as médias dos genótipos em cada ambiente.

Quadro 2 - Resumo da análise de variância da produtividade de grãos de 20 genótipos de soja em três ambientes, na safra 2001/2002 em São Paulo

FV	GL	QM		
		Nuporanga	Morro Agudo	Guaíra
Blocos	2	66252,60	409863,65	135995,21
Genótipos	19	239320,37**	1813399,00**	578992,38**
Resíduo	38	49221,68	71153,66	93067,36
CV (%)		7,17	14,48	13,70
Médias (kg/ha)	-	**3.093,95**	**1.843,70**	**2.226,45**

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

O ambiente 1 (Nuporanga) foi o que proporcionou as maiores médias dos genótipos avaliados, refletindo na maior média geral (3.093,95 kg/ha), caracterizando ambiente mais favorável à cultura. A média dos ambientes 2 e 3 (Morro Agudo e Guaíra), foram baixas (1.843,70 e 2.226,45 kg/ha, respectivamente).

O coeficiente de variação nos ensaios variou de 7,17 a 14,4%, indicando boa precisão experimental nos ensaios (PIMENTEL-GOMES, 2000).

3.2. Teste de comparação entre médias

No Quadro 3 estão apresentadas as médias de produtividade (kg/ha) dos cultivares e das linhagens avaliados em cada ambiente. O desempenho foi observado nas comparações entre médias para cada ambiente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A média geral, nos três ambientes avaliados, foi de 2.388,04 kg/ha quanto ao rendimento de grãos, inferior à média geral do Estado, que na safra 2002/2003 foi de 2.700 kg/ha.

Os cultivares Conquista, CAC-1, IAC/BR-21 e IAC-15-2 foram utilizados como padrões nos ensaios. Destes, apenas Conquista apresentou média de produtividade acima da média geral dos ensaios.

O ambiente 1 (Nuporanga) foi o que proporcionou as maiores médias dos genótipos avaliados. O cultivar Conquista foi superior aos padrões IAC/BR-21 e IAC-15-2 e as linhagens UFV98-467150 e UFV98-692468. Os demais cultivares e linhagens não apresentaram diferenças significativas entre si. A média de produtividade nesse ambiente foi de 3.093,95 kg/ha. Onze genótipos apresentaram produtividade acima da média geral no ambiente, não diferindo estatisticamente entre si, o que indica bom desempenho desses genótipos.

No ambiente 2 (Morro Agudo) a média de produtividade foi de 1.843,70 kg/ha. Oito genótipos apresentaram produtividade acima da média geral do ensaio. Os cultivares UFV-16 (Capinópolis), UFV-19 (Triângulo) e Conquista foram superiores aos demais genótipos avaliados no ensaio. A linhagem UFV98-467150 teve o pior desempenho, com 703 kg/ha.

No ambiente 3 (Guaíra), a linhagem UFV-9883311016 apresentou a maior média (3.029,17 kg/ha), superior aos padrões CAC-1 e IAC/BR-21 e a sete linhagens (UFV98-608813, UFV98-692468, UFV99-9391290, UFV98-506784, UFV98-928805, UFV98-467150 e UFV99-928374). A média geral no ambiente foi de 2.226,45 kg/ha. Onze genótipos apresentaram médias superiores à média geral no ambiente.

Quadro 3 - Médias de produtividade de grãos de 20 genótipos de soja em três ambientes e na média dos ambientes, na safra 2001/2002 em São Paulo

Genótipos	Nuporanga	Morro Agudo	Guaíra	**Média**
Conquista	3.595,83 A	2.886,50 A	2.425,00 ABCDE	2.969,11
UFV98-928805	3.541,67 AB	1.072,17 EF	1.754,17 DE	2.122,67
UFV-16 (Capinópolis)	3.425,00 ABC	3.298,33 A	2.658,33 ABCD	3.127,22
UFV97-64322605	3.279,17 ABCD	2.582,33 ABC	2.337,50 ABCD	2.733,00
UFV99-928374	3.270,83 ABCD	1.089,83 EF	1.554,17 E	1.971,61
UFV98-833994	3.266,67 ABCD	2.495,67 ABC	2.816,67 ABC	2.859,67
UFV-19 (Triângulo)	3.245,80 ABCD	2.964,33 A	2.437,50 ABCDE	2.882,55
UFV98-9391140	3.175,00 ABCDE	1.319,33 DEF	2.633,33 ABCD	2.375,89
CAC-1	3.175,00 ABCDE	1.371,33 DEF	2.008,33 BCDE	2.184,89
UFV98-608813	3.151,67 ABCDE	1.250,00 DEF	1.883,33 CDE	2.095,00
UFV99-9391290	3.129,17 ABCDE	1.241,00 DEF	1.816,67 DE	2.062,28
UFV98-8331016	3.016,67 ABCDE	1.232,67 DEF	3.029,17 A	2.426,17
UFV98-506784	3.012,50 ABCDE	1.145,83 EF	1.766,67 DE	1.975,00
UFV97-523854	2.962,50 ABCDE	1.662,33 DE	2.858,17 AB	2.494,33
UFV97-64332578	2.935,83 ABCDE	2.495,67 ABC	2.316,67 ABCDE	2.582,72
UFV99-700739	2.933,33 ABCDE	2.803,67 AB	2.483,33 ABCDE	2.740,11
IAC-15-2	2.883,33 BCDE	1.514,50 DEF	2229,17 ABCDE	2.209,00
IAC/BR-21	2.762,50 CDE	1.757,67 CDE	2.025,00 BCDE	2.181,72
UFV98-692468	2.625,00 DE	1.987,83 BCD	1.879,17 CDE	2.164,00
UFV98-467150	2.491,67 E	703,00 F	1.616,67 E	1.603,78
Média (kg/ha)	3.093,95	1.843,70	2.226,45	**2.388,04**

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferenças quanto à classificação dos genótipos em cada ambiente. UFV-16 (Capinópolis) apresentou a maior média no ambiente 2 e a terceira e quarta colocação nos ambientes 1 e 3, respectivamente. Esse cultivar apresentou a maior produtividade considerando os três ensaios (3.127,22 kg/ha), superando em termos de produtividade média geral todos os padrões.

Nove genótipos apresentaram média de produtividade nos três ambientes superiores a média geral dos ensaios, dentre eles: o padrão Conquista, os cultivares UFV-16 (Capinópolis) e UFV-19 (Triângulo) e as linhagens UFV98-833994, UFV97-64322605, UFV98-8331016, UFV97-523854, UFV97-644332578 e

UFV99-700739. Os demais genótipos apresentaram sempre médias inferiores a média geral dos ensaios nos municípios de Morro Agudo e Guaíra, indicando baixa adaptabilidade a esses ambientes.

O desempenho diferenciado dos cultivares e linhagens, em cada ambiente, indica a existência de interação entre genótipos e ambientes. A indicação de genótipos apenas na média dos ambientes testadores, segundo CARNEIRO (1998), pode gerar informações menos detalhadas sobre o comportamento de cada genótipo, frente às variações ambientais. Assim, é necessário realizar uma análise apropriada de adaptabilidade e estabilidade de comportamento, para assegurar a indicação de genótipos.

3.3. Análise de variância conjunta

Os resultados da análise de variância conjunta dos dados de produção de grãos (kg/ha) estão apresentados no Quadro 4. Houve diferenças significativas entre os genótipos, entre os ambientes e na interação genótipo x ambiente a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 4 - Análise de variância conjunta da produtividade de grãos de 20 genótipos de soja em três ambientes, na safra 2001/2002, em São Paulo

FV	G.L	S.Q	QM
Blocos/amb	6	1.224.222,3330	204.037,1555
Genótipos	19	27.291.140,5708	1.436.375,8195**
Ambientes	2	49.244.283,4194	24.622.14,7097**
Gen x amb	38	22.711.382,6917	597.667,9655**
Resíduo	114	8.110.822,9000	71.147,5693
CV (%)	11,17		
Média (kg/ha)	2.388,04		

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

Os resultados obtidos sugerem a existência de diferenças significativas entre os ambientes considerados e que os genótipos comportam-se diferencialmente nos

ambientes. Portanto, os genótipos de soja destinados ao plantio no estado de São Paulo devem ser submetidos a vários ambientes, para serem corretamente avaliados.

O coeficiente de variação da análise conjunta foi de 11,17%, indicando que a precisão experimental foi boa nos ensaios conduzidos em São Paulo, segundo a classificação de PIMENTEL-GOMES (2000). Com intuito de amenizar os efeitos significativos dessa interação, procedeu-se estudo mais detalhado dos genótipos (avaliação do desempenho genotípico).

3.4. Avaliação do desempenho genotípico

3.4.1. LIN e BINNS (1988)

Como o número de ambientes foi reduzido, obteve-se apenas a estatística não-paramétrica (Pi) para o estudo da adaptabilidade e estabilidade dos cultivares e linhagens.

O Quadro 5 apresenta as estimativas das médias de produtividade de grãos e do Pi geral dos vários genótipos de soja, avaliados em três localidades de São Paulo, na safra 2001/2002.

Segundo CARNEIRO (1998), o desempenho genotípico é estimado por única medida (Pi), denominada de MAEC (medida de adaptabilidade e estabilidade de comportamento), que relaciona a distância do genótipo avaliado ao melhor cultivar (representado pela produtividade máxima em cada local), de modo que quanto menor seu valor, maior será a adaptabilidade e estabilidade de comportamento do genótipo em questão.

Analisando o Quadro 5, pode-se observar que os cultivares UFV-16 (Capinópolis) e Conquista apresentaram os menores valores de Pi geral, ocupando o primeiro e segundo lugar, respectivamente. Esses cultivares foram adaptados tanto a ambientes favoráveis como desfavoráveis. UFV980833994 e UFV97-64322605 também apresentaram bom desempenho em todos os ambientes.

Verificando-se os resultados, constatou-se quatro genótipos com bom desempenho em qualquer ambiente e maior estabilidade, com base na estatística Pi em ordem crescente, que corresponde aos genótipos UFV-16 (Capinópolis), Conquista, UFV98-833994 e UFV97-64322605.

Segundo VIEIRA (2003), os genótipos tendem a apresentar melhores resultados de acordo com sua média de produtividade, para uma resposta geral aos

Quadro 5 - Genótipos de soja e estimativas das médias e do Pi geral pelo método de LIN e BINNS (1988), considerando os ensaios finais na safra 2001/2002 em São Paulo

Cultivares e linhagens	Médias	Pi Geral
UFV-16 (Capinópolis)	3.127,22	27783,57
Conquista	2.969,11	89103,99
UFV-19 (Triângulo)	2.882,55	97354,24
UFV98-833994	2.859,67	132963,41
UFV99-700739	2.740,11	163589,22
UFV97-64322605	2.733,00	181889,42
UFV97-64332578	2.582,72	264588,29
UFV97-523854	2.494,33	517807,95
UFV98-692468	2.164,00	663737,89
IAC/BR-21	2.181,72	679408,13
UFV98-9391140	2.375,89	708370,87
IAC-15-2	2.209,00	721619,55
UFV98-8331016	2.426,17	767068,77
CAC-1	2.184,89	822088,32
UFV98-608813	2.095,00	950981,19
UFV99-9391290	2.062,28	986759,02
UFV98-506784	1.975,00	1094573,32
UFV98-928805	2.122,67	1097396,11
UFV99-928374	1.971,61	1193120,31
UFV98-467150	1.603,78	1658349,16

ambientes estudados, pois o valor Pi é calculado pela distância do genótipo avaliado ao de melhor desempenho, dentro de cada ambiente.

ROCHA et al. (2001) avaliaram 28 linhagens de soja para estimar o efeito da interação genótipo por ambientes, em três localidades no Estado de São Paulo. A análise conjunta detectou significância para efeitos de anos, locais e linhagens, sendo que a interação linhagens x locais foi complexa na maior parte dos anos. Isso, segundo os autores, evidencia comportamento diferencial das linhagens com os locais de cultivo. Mesmo assim, foi possível selecionar linhagens produtivas e estáveis nos locais e anos considerados.

Os cultivares UFV-16 (Capinópolis) e Conquista e as linhagens UFV98-833994 e UFV97-64322605, se destacaram em todos os ambientes, por apresentarem produtividade média elevada, ampla adaptabilidade e estabilidade.

CARVALHO et al. (2002) avaliaram a interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná, verificando que a metodologia proposta por LIN e BINNS (1988) tem a vantagem de utilizar única medida para estimar a adaptabilidade e estabilidade de comportamento, além da simplicidade na interpretação dos resultados. Os autores verificaram que, pela metodologia, foi possível identificar genótipos com alta produtividade média e com adaptabilidade geral e previsibilidade.

Avaliando a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de feijoeiro no Estado de São Paulo, CARBONELL et al. (2001) também verificaram a eficiência do método. Esses autores observaram que foi possível a seleção e recomendação de cultivares produtivos, com adaptabilidade ampla. O método mostrou resultados informativos e consistentes, indicando que os cultivares mais estáveis foram também os mais produtivos.

4. CONCLUSÕES

Os resultados permitiram concluir que:

- Pelo teste comparativo de médias não foi possível generalizar a resposta de comportamento do genótipos avaliados. A diferença de desempenho dos cultivares e linhagens em cada ambiente indicou a existência de interação genótipo x ambiente, sendo necessário um estudo mais detalhado para quantificá-la.
- Pela análise da adaptabilidade e estabilidade foi possível indicar genótipos para todos os ambientes. O método mostrou-se informativo, com facilidade de uso e interpretação dos resultados.
- Pela metodologia, o cultivar UFV-16 (Capinópolis), o padrão Conquista e as linhagens UFV98-833994 e UFV97-64322605, foram os que apresentaram melhor desempenho em qualquer ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLIPRANDINI, L. F., TOLEDO, J. F. F., FONSECA JR. N., ALMEIDA, L. A. de., KIIHL, R. A. de. S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1433-44, 1994.

CARBONELL, S. A. M., AZEVEDO FILHO, J. A. de. A., DIAS, L. A. dos. S., GONÇALVES, C., ANTONIO, C. B. Adaptabilidade e estabilidade de produção de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.60, n.2, p.69-77, 2001.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento.** Viçosa**,** MG: UFV, 1998. 168f. Dissertação (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, C. G. P de., ARIAS, C. A. A., TOLEDO, J. F. F. de., ALMEIDA, L. A. de. A., KIIHL, R. A. de. S., OLIVEIRA, M. F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n. 7, p. 989-1000, 2002.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). – Disponível em: www.conab.gov.br-2003

CRUZ, C. D. **Programa GENES - versão windows**. Editora UFV. Viçosa-MG. 2001. 642p.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, 1997, 390p.

FARIAS NETO, J. T. de. Adaptabilidade e estabilidade da produção de grãos de cultivares de soja no cerrado amapaense. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2001, Goiânia. **Anais...**, Goiânia, 2001. CD ROM.

GRAVOIS, K. A., MOLDENHAUER, K. A. K., ROHMAN, P. C. Genetic and genotype x environment effects for rough rice and head rice yields. **Crop. Science**, v.31, n.4, p.907-11, 1991.

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

OLIVEIRA, A. B. de., DUARTE, J. B., PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.3, p.357-364, 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. Ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477p.

ROCHA, M. de. M., VELLO, N. A., LOPES, A. C. de. A., UNÊDA-TREVISOLI, S. H. Interação genótipos x ambientes para produtividade de grãos em linhagens precoces de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2001, Goiânia. **Anais**...., 2001. CD ROM.

VIEIRA, P. F. de. M. J. **Adaptabilidade, estabilidade, determinação genotípica e correlações entre caracteres agronômicos em soja, em Goiás.** Viçosa**,** MG: UFV, 2003. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado a partir de dados de ensaios finais de produtividade de soja em três estados: Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo. Os genótipos avaliados foram provenientes do Programa de Melhoramento Genético de Soja do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foi verificada a representatividade dos locais dos ensaios em Minas Gerais e Mato Grosso. Nesses Estados, foram observados padrões de similaridades de respostas dos cultivares e linhagens avaliados. Em Minas Gerais, na avaliação dos genótipos de ciclo médio/semitardio, Capinópolis II foi considerado o mais representativo. Para os genótipos de ciclo semitardio/tardio foram agrupados Capinópolis I, Tupaciguara e Unaí. Resultados semelhantes foram obtidos pela análise de fatores. Em Mato Grosso, na safra 2000/2001, considerando os genótipos de ciclo semitardio/tardio, Primavera do Leste I foi considerado o ambiente mais representativo. Em relação aos genótipos de ciclo semiprecoce/médio, nenhum ambiente de avaliação foi agrupado pelo método de estratificação tradicional. Na safra 2001/2002 não foi possível agrupar nenhum ambiente, pois todos apresentaram interação genótipo x ambiente significativa pelo método de estratificação tradicional. Pela análise de fatores foram agrupados os ambientes de avaliação dos genótipos de ciclo semiprecoce/médio Itiquira I, Itiquira II e Nova Mutum. Em Minas Gerais, os genótipos que se destacaram pela análise de fatores foram: Monarca, UFV-19-205, UFV98-61190953, UFV98-267F10RC11 e UFV98-CC1-78. Pela metodologia de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998) e EBERHART e RUSSELL (1966), Monarca, Conquista, DM-339, UFV98-267F10RC11, UFV98-1640CRR73, UFV-U16-53 e UFV-18 (Patos de Minas) apresentaram ampla adaptabilidade e boa previsibilidade. Na safra 2000/2001 em

Mato Grosso, se destacaram, pela análise de fatores, os cultivares UFVS-2002, UFV-17 (Minas Gerais), CAC-1 e Conquista. Pela metodologia de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998) e EBERHART e RUSSELL (1966), UFV-17 (Minas Gerais), CAC-1, UFV-18 (Patos de Minas) e UFV95-370A604 apresentaram bom desempenho em todos os ambientes. Na safra 2001/2002, pela análise de fatores, UFV97-61297212, UFV98-9391140 se destacaram. Uirapurú, UFVS-2003, Xingú, UFV97-61297212 e UFV98-9391140 tiveram maior destaque em todos os ambientes, considerando a metodologia de LIN e BINNS (1988), modificada por CARNEIRO (1998). A utilização de mais de uma metodologia garantiu maior confiabilidade à indicação dos genótipos de soja. Em São Paulo, a análise de adaptabilidade e estabilidade revelou que os genótipos com melhor desempenho em qualquer ambiente foram UFV-16 (Capinópolis), Conquista, UFV98-833994 e UFV97-64322605 e que a metodologia de LIN e BINNS (1988) mostrou-se informativa com facilidade de uso e interpretação.