

RODRIGO GOMES BRANQUINHO

**INTERAÇÃO GENÓTIPO x AMBIENTE EM SOJA
COM ÊNFASE NA ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL
PARA A REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

Orientador:

Prof. Dr. João Batista Duarte

Goiânia, GO – Brasil

2011

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
GPT/BC/UFG mr**

Branquinho, Rodrigo Gomes.
B821i Interação genótipo x ambiente em soja com ênfase na
estratificação ambiental para a região central do Brasil
[manuscrito] / Rodrigo Gomes Branquinho. – 2011.
146 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Duarte.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2011.
Bibliografia.
Apêndices.

1. Estratificação (Genótipo x Ambiente) – Brasil. 2.
Soja – Cultivo – Brasil. I. Título.

CDU: 631.52:633.34(817)

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Rodrigo Gomes Branquinho				
E-mail:	rodrigogobr@bol.com.br				
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não					
Vínculo empregatício do autor			Mestrando		
Agência de fomento:			Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Sigla:	CNPq
País:	Brasil	UF:	GO	CNPJ:	33.654.831/0001-36
Título:	Interação genótipo x ambiente em soja com ênfase na estratificação ambiental para a região central do Brasil				
Palavras-chave:	Zoneamento ambiental, mega-ambiente, VCU, análise AMMI, genótipo vencedor, locais-chave				
Título em outra língua:	Genotype by environment interaction in soybean with emphasis in the environmental stratification for central region of Brazil				
Palavras-chave em outra língua:	Environment zoning, mega-environment, VCU, AMMI analysis, winner genotype, key-location				
Área de concentração:	Genética e Melhoramento de Plantas				
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	19/12/2011				
Programa de Pós-Graduação:	Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas - PPGM				
Orientador (a):	Prof. Dr. João Batista Duarte				
E-mail:	jbduarte@agro.ufg.br				
Co-orientador (a): *					
E-mail:					

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

_____ Data: ____ / ____ / ____
Assinatura do (a) autor (a)

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.


RODRIGO GOMES BRANQUINHO

TÍTULO: "Interação genótipo x ambiente em soja com ênfase na estratificação ambiental para a região central do Brasil".

Dissertação DEFENDIDA em 19 de dezembro de 2011, e APROVADA pela Banca Examinadora constituída pelos membros:


Prof. Dr. João Batista Duarte
Presidente – EA/UFG


Prof. Dr. Lázaro José Chaves
EA/UFG


Prof. Dr. Patrícia Guimarães Santos Melo
EA/UPS


Dr. Roberto Miranda Pacheco
Companhia Vale do Araguaia

Goânia - Goiás
Brasil

DEDICATÓRIA

A uma querida senhora, de saudosa memória, minha avó materna, Maria Jacinta Rosa (* 07/05/1933 – 31/10/2010⁺). Seu amor e sua generosidade jamais serão esquecidos.

A quatro pessoas, na minha vida sempre tão importantes: meus pais, Paulo Cardozo Branquinho e Dulcelene Rosa Gomes Branquinho, e meus irmãos, Fernando Gomes Branquinho e Juliana Gomes Branquinho.

A estes, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as coisas.

Aos meus pais, Paulo Cardozo Branquinho e Dulcelene Rosa Gomes Branquinho, por minha origem e criação. Nesta ocasião, em particular, agradeço-os pelo incentivo (inclusive financeiro) em iniciar e concluir este curso de mestrado.

Ao professor e orientador Dr. João Batista Duarte, pela concepção do tema de pesquisa que resultou nesta monografia, pela busca de parcerias (Embrapa Cerrados), pelas correções das versões iniciais deste documento, e por toda orientação recebida no decorrer do curso e nas diferentes fases desta pesquisa. Adicionalmente, pela amizade, exemplo de vida e “visão de mundo” (contagiantes).

A todos os professores do curso de mestrado, os doutores Alexandre Siqueira Guedes Coelho, Américo José S. Reis, Fabrício D’Ayala Valva, João Batista Duarte, Larissa, Lázaro José Chaves, Mariana Pires Campus Teles, Patrícia Guimarães Santos Melo e Sérgio Tadeu Sibov, que ministraram, tão dedicadamente, as disciplinas do curso.

Pelo companheirismo, agradeço a todos os colegas de turma: Ana Carolina Fagundes da S. Martins, Ana Clara de Oliveira F. Barbosa, Bruna Carla Fagundes Crispim, Emerson, Jarênio Rafael Ozeas de Santana, Jackeline Marques Faria e Thiago Martins Pinheiro. De uma forma especial, aos colegas Giselle Santos Davi, João Antônio Mendonça e Neucy Santos Nunes Junior, que, pela maior convivência, fortaleceram-se os laços de amizade.

Aos amigos e ex-companheiros de quarto, Filipe Corrêa, Lauro Santos Mendes e Ronaldo Souza, pela agradável convivência na Casa do Estudante Universitário da UFG.

Aos tios, Rubens Gomes e Wilma Quixabeira Sirqueira, pela acolhida em Goiânia nos últimos meses de curso, quando me dedicava à redação desta monografia. E pela amizade de sempre.

À Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, em particular, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de ser estudante deste curso. E, mais genericamente, à Universidade Federal de Goiás, por colocar à disposição de seus estudantes a estrutura necessária, relativa ao espaço físico, corpo de funcionários, laboratórios e biblioteca, para a realização deste curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, particularmente à Embrapa Cerrados, e às fundações de apoio à pesquisa, Fundação Bahia, Fundação Cerrados e Epamig, por conduzirem o trabalhoso processo de avaliação experimental que resultou no grande volume de dados, objeto de estudo neste trabalho. Ao então pesquisador da Embrapa Cerrados, Dr. Austeclínio Lopes de Farias Neto, por propiciar, no primeiro momento, a concepção deste trabalho; e ao pesquisador Dr. Sebastião Pedro, em momento seguinte, pela acolhida e oportunidade de continuação desta pesquisa. Ao Dr. Plínio Itamar e ao técnico agrícola Sérgio Abud, pelo apoio acerca da organização dos dados. E, também, ao Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Cerrados, Dr. Cláudio Takao Karia, por nos confiar o estudo desses valiosos dados de pesquisa.

Por fim, um agradecimento especial ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos, em boa parte do período (09/2009 à 02/2011) necessário à conclusão deste curso.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS E AMBIENTES (GxA).....	16
2.2 AVALIAÇÃO E CONTROLE DA INTERAÇÃO GxA.....	18
2.2.1 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica	18
2.2.1.1 Conceitos relacionados	18
2.2.1.2 Procedimentos estatísticos de avaliação	21
2.2.1.3 Análise AMMI	24
2.2.2 Estratificação de ambientes	26
2.3 INTERAÇÃO GxA EM SOJA	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 MATERIAL GENÉTICO	34
3.2 LOCAIS DE AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL	36
3.3 INFORMAÇÕES EXPERIMENTAIS	39
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	40
3.4.1 Análises de variância	40
3.4.2 Análise da interação GxA pelo método AMMI	41
3.4.3 Estratificação de ambientes	43
3.4.4 Identificação de locais-chave na rede de avaliação	45
3.4.5 Implementação computacional das análises	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 ANÁLISE DA VARIAÇÃO E ESCOLHA DO MODELO AMMI	48
4.2 ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL	51
4.2.1 Ciclo precoce	51
4.2.1.1 Soja convencional	52
4.2.1.2 Soja transgênica RR	54
4.2.1.3 Síntese da estratificação de ambientes	56

4.2.2	Ciclo médio	58
4.2.2.1	Soja convencional	58
4.2.2.2	Soja transgênica RR	61
4.2.2.3	Síntese da estratificação de ambientes	62
4.2.3	Ciclo tardio	66
4.2.3.1	Soja convencional	66
4.2.3.2	Soja transgênica RR	68
4.2.3.3	Síntese da estratificação de ambientes	69
4.2.4	Estratificação para os três grupos de maturação	72
4.2.5	Considerações adicionais e sugestões	74
4.3	IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS-CHAVE PARA AVALIAÇÃO GENOTÍPICA	76
4.3.1	Fase final da avaliação	76
4.3.1.1	Ciclo precoce	78
4.3.1.2	Ciclo médio	79
4.3.1.3	Ciclo tardio	80
4.3.2	Fase inicial da avaliação	81
4.3.2.1	Ciclo precoce	83
4.3.2.2	Ciclo médio.....	84
4.3.2.3	Ciclo tardio	84
4.3.3	Síntese da indicação de locais-chave	85
5	CONCLUSÕES	89
6	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICES	100

RESUMO

BRANQUINHO, R. G. **Interação genótipo x ambiente em soja com ênfase na estratificação ambiental para a região central do Brasil**. 2011. 146 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)—Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, 2011².

O objetivo deste estudo foi estabelecer uma estratificação ambiental consistente para a região de cultivo comercial da soja, no Brasil Central, a partir de análise da interação entre genótipos e ambientes (GxA). Para isso, foram utilizados dados de produtividade de grãos, provenientes de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) conduzidos pela Embrapa Cerrados, em parceria com outras instituições de pesquisa na região, durante sete anos agrícolas (2002/03 a 2008/09). O estudo envolveu seis conjuntos experimentais, correspondentes aos genótipos de três grupos de maturação (precoce, médio e tardio) e dois grupos comerciais (soja convencional e transgênica RR), totalizando 559 ensaios analisados. O tratamento estatístico dos dados foi feito em duas etapas: na primeira, foram realizadas análises de variância para cada experimento; e, a partir disto, estimaram-se as médias dos tratamentos (combinação entre genótipos e ambientes). A segunda etapa correspondeu às análises conjuntas da variação. Nessa etapa, as médias de produtividade de cada genótipo em cada ambiente foram submetidas à análise AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Model*); e, neste caso, o modelo com apenas um eixo principal (AMMI₁) foi o escolhido. Por último, os genótipos e os ambientes foram representados de forma conjunta em gráfico de dispersão denominado *biplot* (gráfico que representa as linhas e as colunas de uma matriz; neste caso, genótipos e ambientes estão nas marginais dessa tabela). Para a estratificação da região alvo, foi utilizada a abordagem de genótipos vencedores (Gauch & Zobel, 1997; Crop Sci. 37: 311-326). Neste método, cada estrato é formado pelos locais que compartilham um mesmo genótipo vencedor (aquele que lidera a classificação de produtividades médias num dado local). No *biplot* AMMI₁, os limites de cada estrato foram identificados por linhas horizontais, traçadas a partir dos pontos (escores) de ordenadas correspondentes aos ambientes de transição entre dois estratos, os quais são caracterizados pelos respectivos genótipos vencedores. De posse dessas informações, os estratos ambientais foram determinados para cada ano agrícola e conjunto experimental. O zoneamento ambiental ficou condicionado ao grupo de maturação das linhagens avaliadas. Assim, os seguintes locais agruparam-se a outras localidades, apresentando, portanto, característica de redundância: a) ciclo precoce (sete estratos): (Campo Novo do Parecis, Maracajú, São Miguel do Araguaia, Tangará da Serra); (Conquista, Nuporanga, Sidrolândia, Sorriso); (Cristalina, Irai, Sacramento); (Montividiu, Sonora, Tapurah); (Capinópolis, Senador Canedo); (Guaíra, Morro Agudo); e (Lucas do Rio Verde, Sapezal); b) ciclo médio (quatro estratos): (Anápolis, Montividiu, Tangará da Serra); (Barreiras, Campo Novo do Parecis, Uberaba-Chapadões); (Chapadão do Sul, Conquista, Maracajú, Sonora); e (São Gabriel, Sorriso, Uberaba-Epamig); c) ciclo tardio (cinco estratos): (Campo Novo do Parecis, Planaltina, Senador Canedo, Tapurah); (Iraí, Sacramento, Sonora); (Lucas do Rio Verde, Sorriso); (Goiatuba, Tangará da Serra); e (Barreiras, São Desidério). Foram, ainda, identificados os locais-chave para a condução dos ensaios na fase final da avaliação

² Orientador: Prof. Dr. João Batista Duarte. EA-UFG.

(ensaios de VCU): a) ciclo precoce: Anápolis, Barretos, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Goiatuba, Igarapava, Jataí, Luziânia, Morro Agudo, Planaltina, Primavera do Leste, Sacramento, São Gabriel do Oeste, São Miguel do Araguaia, Sapezal, Sidrolândia, Sonora, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai; b) ciclo médio: Barreiras, Barretos, Campo Alegre, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Goiatuba, Iraí, Jataí, Lucas do Rio Verde, Luziânia, Montividiu, Perolândia, Planaltina, Primavera do Leste, Rio Verde, Sacramento, São Desidério, Senador Canedo, Sorriso e Unai; c) ciclo tardio: Anápolis, Campo Alegre, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Goiatuba, Jataí, Luziânia, Montividiu, Primavera do Leste, Rio Verde, São Desidério, São Gabriel do Oeste, Sonora, Sorriso, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai. Por fim, entre os locais recomendados para a rede de ensaios de VCU, em cada grupo de maturação, indicou-se também um local-chave para a condução das fases iniciais do processo de avaliação. Os locais Campos de Júlio (para o grupo precoce) e Rio Verde (grupos médio e tardio) foram, então, indicados por resultarem nas melhores classificações dos genótipos vencedores ao longo da região alvo do estudo.

Palavras-chave: zoneamento ambiental, mega-ambiente, VCU, análise AMMI, genótipo vencedor, locais-chave.

ABSTRACT

BRANQUINHO, R. G. **Genotype by environment interaction in soybean with emphasis in the environmental stratification for central region of Brazil**. 2011. 146 f. Dissertation (Master in Agronomy: Genetics and Plant Breeding)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011³.

The objective of this study was to establish a consistent environmental stratification for the region of soybean cropping in Central Brazil, based on genotype by environment (GE) interaction analysis. For this, yield data from variety trials conducted by Embrapa Cerrados in partnership with others Brazilian institutions, during seven growing seasons (2002/03 to 2008/09), were used. The study covered six experimental sets that were related to the genotypes of three maturity groups (early, medium and late), and two commercial groups (soybean conventional and transgenic RR), totaling 559 trials analyzed. The statistical treatment of data was performed in two stages: first, analyses of variance were performed for each experiment, from which the estimates of treatment mean (combination of genotype and environment) were obtained. In the second stage the joint and GE interaction analyses were performed. Thus, the yield mean of each genotype in each environment were submitted to the AMMI analysis (Additive Main effects and Multiplicative Interaction model), that led to choose a model with only one principal component (AMMI₁). As result of this analysis, the genotypes and environments were jointly represented in a scatter plot called biplot (graph that display the rows and columns of a matrix; in this case, genotypes and environments are marginal in this table). To stratify the target region, the approach of winner genotypes (Gauch & Zobel, 1997; Crop Sci. 37: 311-326) was used. In this approach each stratum is composed by locations that shared a same winner genotype (one that is the higher yielding mean ranking of a location). In the AMMI₁ biplot, the boundaries of each stratum were identified by horizontal lines drawn from the ordinate points (scores) corresponding to the environment of transition between two strata, which are characterized by their winner genotypes. With this information, the environmental strata were established for each growing year and experimental set. The maturity groups of assessed lines determined the environmental stratification obtained. Thus, the following locations were grouped to other localities, presenting a characteristic of redundancy: a) early maturity group (seven strata): (Campo Novo do Parecis, Maracajú, São Miguel do Araguaia, Tangará da Serra); (Conquista, Nuporanga, Sidrolândia, Sorriso); (Cristalina, Iraí, Sacramento); (Montividiu, Sonora, Tapurah); (Capinópolis, Senador Canedo); (Guaíra, Morro Agudo); and (Lucas do Rio Verde, Sapezal); b) medium maturity group (four strata): (Anápolis, Montividiu, Tangará da Serra); (Barreiras, Campo Novo do Parecis, Uberaba-Chapadões); (Chapadão do Sul, Conquista, Maracajú, Sonora); and (São Gabriel, Sorriso, Uberaba-Epamig); c) late maturity group (five strata): (Campo Novo do Parecis, Planaltina, Senador Canedo, Tapurah); (Iraí, Sacramento, Sonora); (Lucas do Rio Verde, Sorriso); (Goiatuba, Tangará da Serra); and (Barreiras, São Desidério). Were also identified key-locations to conduct the trials in the final stage of genotypic evaluation (advanced variety trials): a) early maturity group: Anápolis, Barretos, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Goiatuba, Igarapava, Jataí, Luziânia, Morro Agudo, Planaltina, Primavera do Leste, Sacramento, São Gabriel do Oeste, São Miguel do Araguaia, Sapezal, Sidrolândia, Sonora, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai; b) medium maturity group: Barreiras, Barretos, Campo Alegre, Campos de Júlio,

³ Adviser: Prof. Dr. João Batista Duarte. EA-UFG.

Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Goiatuba, Iraí, Jataí, Lucas do Rio Verde, Luziânia, Montividiu, Perolândia, Planaltina, Primavera do Leste, Rio Verde, Sacramento, São Desidério, Senador Canedo, Sorriso e Unai; c) late maturity group: Anápolis, Campo Alegre, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Goiatuba, Jataí, Luziânia, Montividiu, Primavera do Leste, Rio Verde, São Desidério, São Gabriel do Oeste, Sonora, Sorriso, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai. Finally, among the locations recommended for the network of advanced trials, one was also appointed as key-location to conduct the initial stages of genotypes assessment in each maturity group. The locations Campos de Júlio (to early group), Rio Verde (medium and late groups) were in order indicated because resulted the best rankings of the winner genotypes through the target region.

Key words: environment zoning, mega-environment, VCU, AMMI analysis, winner genotype, key-location.

1 INTRODUÇÃO

As referências mais antigas da soja no Brasil mencionam que foi cultivada na Bahia, em 1882, de onde seguiu para o Estado de São Paulo, em 1891, e, em seguida, para o Rio Grande do Sul. Porém, foi somente na década de 1920 que se teve o início do melhoramento genético da soja no país, por ocasião de testes realizados em São Paulo, para seleção de materiais introduzidos dos Estados Unidos. Nas décadas de 1930 e 1960, outras iniciativas somaram-se a essa, contribuindo para a intensificação dos testes de avaliação de linhagens e variedades provenientes de programas de melhoramento americanos (Calvo & Kiihl, 2006).

A fundação do Centro Nacional de Pesquisa de Soja – Embrapa Soja, em 1975, foi uma importante contribuição, na década de 1970, tendo permitido a implantação do Programa Nacional de Soja. O Programa foi essencialmente importante por estabelecer as prioridades de pesquisa nas instituições públicas estaduais e federais (Calvo & Kiihl, 2006). No mesmo decênio, a expansão da soja para a região do Cerrado brasileiro fez-se necessária, iniciando-se a busca por cultivares de porte alto, ciclo tardio e com período juvenil longo, sendo assim aptas ao cultivo em baixas latitudes, entre 15°S e 23°S (Sediyama et al., 2005).

Já no início do decênio passado, a soja se expandiu para a grande fronteira agrícola nacional formada por extensas áreas de pastagens degradadas (Brandão et al., 2004). Atualmente, avança ainda mais, ocupando novas áreas em Estados como Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia (Freitas, 2011). Com essa expansão, a cultura vem experimentando grande variedade de condições ambientais, incluindo diferenças marcantes nas características de solo, temperatura, fotoperíodo e precipitação pluviométrica. Como resultado, o desempenho das cultivares acaba sendo muito influenciado por sua interação com esses ambientes de cultivo (interação GxA). Por isso, a cultivar com melhor desempenho agrônômico não é sempre a mesma, e a identificação daquelas com desempenho superior e estável fica dificultada.

Em geral, os programas de melhoramento genético da soja têm almejado o desenvolvimento de cultivares estáveis e amplamente adaptadas à região de cultivo

comercial. Assim, muitos melhoristas, motivados pela forte conveniência em satisfazer, com os mesmos genótipos, uma região de cultivo ampla, têm trabalhado nessa direção. Entretanto, embora seja desejável, a combinação entre elevada produtividade e boa estabilidade fenotípica parece ser de pouca viabilidade. Conforme Duarte & Vencovsky (1999), não raramente, cultivares com boa adaptabilidade apresentam produtividades inferiores (sub-ótimas), isto é, aquém do patamar desejado.

Segundo Gauch & Zobel (1996), embora muitos melhoristas de plantas apresentem postura de reprovação à interação GxA, esta, quando explorada de forma positiva, pode contribuir vantajosamente para os objetivos do programa de melhoramento. Assim, acrescentam que as adaptações específicas podem fazer a diferença entre as boas cultivares e as cultivares de excelente desempenho. A afirmativa decorre do fato dos genótipos poderem apresentar respostas diferenciadas aos ambientes a que forem alocados. Logo, contrariamente àquela postura, essa interação representa a oportunidade de exploração das adaptações específicas, haja vista a possibilidade de identificação e recomendação de genótipos superiores para estratos ambientais específicos, o que permite maximizar a produção na região como um todo.

Considerando-se o mercado de sementes, algumas empresas de melhoramento, embora não disponham de completa infraestrutura, podem desenvolver estratégias que as coloquem em condições de competitividade com as grandes empresas transnacionais do setor sementeiro. O melhoramento de plantas praticado pelas grandes empresas, detentoras de parcela significativa do mercado de sementes, tem dado ênfase à liberação de cultivares amplamente adaptadas, de modo que mercados mais regionalizados têm sido pouco explorados por esse setor. Nesse contexto, empresas de pequeno porte podem ser altamente competitivas ao realizarem uma adequada exploração da interação GxA, via estabelecimento de zonas específicas de recomendação e consequente desenvolvimento de cultivares para tais sub-regiões.

Na literatura, existem muitos trabalhos versando sobre interação de genótipos com ambientes em soja (Bonato, 1978; Carver et al., 1985; Alliprandini et al., 1994; Duarte et al., 1994; Rocha & Vello, 1999; Prado et al., 2001; Carvalho et al., 2002; Rao et al., 2002; Rocha, 2002; Oliveira et al., 2003; Silva & Duarte, 2006; Maia et al., 2006; Correia, 2007; Cucolotto et al., 2007; Lima et al., 2008; Pereira et al., 2008; Gurmú et al., 2009; Pacheco et al., 2009; Barros et al., 2010). São estudos direcionados principalmente para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade de materiais genéticos, sendo uma menor

parte dirigida à formação de estratos ambientais. Entre estes últimos está o trabalho de Pacheco (2004), que utilizou a mesma base de dados empregada na presente pesquisa; ou seja, uma rede de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) conduzida na região central do Brasil, e coordenada pela Embrapa Cerrados. A partir de dados de produtividade de grãos das linhagens avaliadas em três anos agrícolas (1999/2000 a 2001/2002), o autor estabeleceu, via estudo da interação GxA, uma estratificação ambiental para avaliação e recomendação de genótipos de soja nessa região.

O desenvolvimento e liberação de cultivares, entretanto, é um processo dinâmico, e, periodicamente, os genótipos são substituídos. Assim, conforme Gauch (1992), pode haver mudanças nos estratos ambientais estabelecidos; o que é bastante provável, uma vez que o zoneamento da região de interesse é dependente da interação GxA. Por esse motivo, há a necessidade de permanente revisão dos estratos ambientais estabelecidos.

O objetivo deste estudo foi dar continuidade a essa linha de investigação, buscando estabelecer estratificação ambiental consistente para a região de cultivo comercial da soja, no Brasil Central, de modo a confirmar ou retificar os resultados do estudo anterior de Pacheco (2004). Para isso, foi utilizada base de dados semelhante à utilizada por esse autor, enfocando informações de produtividade de grãos em ensaios de VCU conduzidos na mesma região, porém, atualizada para o período 2003 a 2009.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A formação de estratos ambientais pode requerer o conhecimento e, por isso, a revisão dos principais conceitos pertinentes à interação de genótipos com ambientes (GxA). Conforme Gauch & Zobel (1997), toda a literatura versando sobre interação GxA, incluindo temas como estratificação ambiental, estabilidade e capacidade preditiva do comportamento genotípico, adaptabilidade ampla ou específica de cultivares, e até mesmo herdabilidade, é considerada importante para a caracterização de estratos ambientais. Em conformidade com essa concepção, esta seção é dedicada à revisão de parte destes conceitos.

2.1 INTERAÇÃO ENTRE GENÓTIPOS E AMBIENTES (GxA)

A expressão fenotípica de um caráter quantitativo, controlado por vários genes, é influenciada pelos efeitos genotípicos e ambientais. No entanto, como se sabe, os genótipos não respondem uniformemente à variação ambiental (Comstock & Moll, 1963). Existe uma variação de natureza estranha, atribuída a uma interação entre os fatores genético e ambiental (interação GxA). A interação GxA caracteriza-se pela resposta diferencial dos genótipos frente à variação dos ambientes. Essa é a concepção mais amplamente difundida. Outras definições também são encontradas, mas que, fundamentalmente, são correspondentes, como o entendimento da interação como efeito ambiental diferenciado dentro de genótipos, responsável por uma variação intragenotípica dos ambientes (Vencovsky & Barriga, 1992).

Para Allard & Bradshaw (1964), o número de interações GxA possíveis é virtualmente infinito, pois corresponde a uma quantidade incalculável de possíveis combinações entre genótipos e ambientes. Essa ilimitável possibilidade de combinações pode, no entanto, ser classificada em duas importantes categorias. Conforme Robertson (1959), citado por Carvalho et al. (2002), a interação pode ser simples ou cruzada: simples quando o comportamento fenotípico dos genótipos proporciona mudança na amplitude de variação do caráter nas diferentes localidades; e cruzada (ou complexa), quando se verifica

inconsistência na superioridade de um genótipo frente às mudanças ambientais. É natural, portanto, que o interesse maior dos melhoristas de plantas esteja no conhecimento acerca das interações do tipo cruzada (Cruz & Regazzi, 1994; Pacheco, 2004). Interações simples não são temerárias, uma vez que não influenciam no ordenamento das linhagens em avaliação; um genótipo é identificado como superior, independentemente do ambiente ao qual foi alocado. De modo diferente, na interação cruzada, as linhagens oscilam suas posições, por exemplo, no ordenamento produtivo de um ambiente para outro, podendo ocasionar dificuldades ao programa de seleção e recomendação de cultivares.

A interação GxA pode influenciar no ganho genético com a seleção. Conforme Rocha & Vello (1999) e Ramalho et al. (2005), a condução de ensaios de avaliação em uma única localidade implicaria numa estimativa inflacionada do componente genético da variação, o que, por sua vez, proporcionaria superestimativa da herdabilidade e dos ganhos previstos com a seleção. Assim, para que o sucesso seja garantido, as fases finais de avaliação de linhagens devem ser conduzidas em mais de um local, com a finalidade de se estimar a variação devido à interação GxA (Ramalho et al., 2005). Desse modo, torna-se necessária a utilização de procedimentos específicos de análise, capazes de identificar, com maior precisão, linhagens experimentais com potencial de se tornarem novas cultivares (Cruz & Regazzi, 1994).

A interação GxA é um fenômeno de ocorrência natural, com participação na evolução das espécies, cujos efeitos permitem o surgimento de genótipos estáveis, aptos a ambientes específicos, ou genótipos de comportamento geral, com adaptação a uma grande amplitude de ambientes (Chaves, 2001; Lavoranti, 2003). Reconhecendo a essência biológica dessa interação, Chaves (2001) reitera o entendimento de Gauch & Zobel (1996), de que não se deve entendê-la como problema, mas como oportunidade a ser aproveitada no processo de seleção de cultivares.

A estimativa da magnitude da interação GxA é obtida de forma semelhante à estimativa do erro experimental. A principal diferença reside na unidade fundamental, alvo da análise. O erro experimental é uma medida associada às parcelas experimentais, enquanto a interação GxA está associada às médias das repetições dos tratamentos (combinação genótipo e ambiente). Em ambos os casos, a análise da variância visa decompor a variação dos dados entre as fontes de variação existentes. O desdobramento feito deve particionar adequadamente a variação dos dados entre os efeitos principais, restando, por fim, uma variação residual classificada como erro (parcelas experimentais)

ou como interação entre fatores (média de tratamentos). A interação GxA assim estimada, isto é, como resíduo do ajuste dos efeitos principais (genótipos e ambientes), fornece informação sobre a magnitude desta fonte de variação, sem, contudo, fornecer qualquer detalhamento com relação à resposta diferencial dos genótipos aos locais de teste (Cruz & Regazzi, 1994). Em razão disso, vários procedimentos estatísticos têm sido desenvolvidos com a finalidade de melhor interpretar a interação GxA (Silva & Duarte, 2006). Assim, essa interação vem sendo estudada no contexto da adaptabilidade e estabilidade fenotípica de materiais genéticos.

2.2 AVALIAÇÃO E CONTROLE DA INTERAÇÃO GxA

Conforme alguns autores, a oscilação no comportamento dos materiais genéticos pode ser controlada por meio da seleção para adaptabilidade e estabilidade fenotípica, ou pela estratificação ou zoneamento da região de cultivo (Allard & Bradshaw, 1964; Ramalho et al., 1993; Cruz & Carneiro, 2006). Em ambos os casos, o objetivo é maximizar a produção obtida na região como um todo. A estratificação, em particular, é mais efetiva nesse sentido, pois o zoneamento da região de cultivo permite capitalizar os efeitos da interação GxA.

2.2.1 **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica**

2.2.1.1 Conceitos relacionados

Na literatura, existem muitas definições para estabilidade e adaptabilidade fenotípica. Embora semelhantes, a concepção de estabilidade entre os autores nem sempre é concordante. Dentre as abordagens conceituais, Becker (1981) diferencia dois tipos de estabilidade: no sentido biológico e no sentido agrônomo. Piepho (1996) refere-se a essas duas categorias como estabilidade estática e dinâmica, respectivamente. A estabilidade biológica (ou estática) é a estabilidade máxima, na qual o desempenho de um genótipo é constante nos ambientes. Já na estabilidade agrônoma (ou dinâmica), o genótipo mantém a capacidade de reagir às mudanças na qualidade ambiental, apresentando, normalmente, desempenho paralelo (previsível) ao desempenho médio de todos os genótipos ao longo dos ambientes. Lin et al. (1986) interpretaram a estabilidade com base no conceito da

regressão linear das respostas de cada genótipo frente a um índice de qualidade ambiental (Finlay & Wilkinson, 1954; Eberhart & Russell, 1966). Então, dividiram-na em três tipos: o “tipo 1”, medido pela variação na expressão fenotípica do caráter e correspondente à estabilidade biológica, em que genótipo estável é aquele com variância fenotípica tendendo a zero ($s_i^2 \rightarrow 0$); o “tipo 2”, medido pelo coeficiente daquela regressão linear (b_i) e correspondente à estabilidade no sentido agrônômico, em que o genótipo estável é aquele com $b_i \rightarrow 1$; e o “tipo 3”, que se refere à confiabilidade na resposta fenotípica estimada, medida pela variância dos desvios dessa regressão ($s^2 d_i$), em que estável é o genótipo com $s^2 d_i \rightarrow 0$.

O entendimento das diferenças entre estabilidade e adaptabilidade pode depender da concepção de como os ambientes podem variar. Tentando compreender a oscilação na qualidade dos ambientes, Allard & Bradshaw (1964) dividiram a variação ambiental em duas categorias: previsíveis e não previsíveis. As variações previsíveis, os autores entenderam ser de caráter sistemático, permanente, e mais relacionadas à variação espacial. Como exemplos, mencionaram as variações pertinentes ao solo, aos padrões climáticos, como o período de duração do dia, além de aspectos relacionados às práticas culturais, como data de plantio, densidade de semeadura, colheita, entre outros. Contrariamente, entenderam as variações imprevisíveis como de caráter aleatório, sem padrões de variação. Como exemplo, mencionaram as variações de natureza temporal, como a distribuição de chuvas entre os anos de cultivo.

Adaptabilidade e estabilidade constituem, fundamentalmente, o mesmo princípio, diferindo-se basicamente quanto à natureza da variação dos ambientes. Conforme Vencovsky & Barriga (1992), existe, na literatura, uma corrente que prefere designar ao termo adaptabilidade uma capacidade de adaptação ecológica a locais ou outras variações de natureza geográfica; para a estabilidade, a preferência é designá-la como a capacidade de os genótipos se adaptarem a flutuações climáticas, ano a ano. Conforme Annicchiarico (2002), a estabilidade fenotípica corresponde à consistência no desempenho de genótipos frente às variações previsíveis e imprevisíveis. Este é, portanto, o conceito de estabilidade biológica (ou estática) comentado anteriormente. No entanto, genótipos de resposta invariável são menos factíveis de ocorrência. Lin & Binns (1991) apresentaram, então, o conceito de estabilidade “tipo 4”, cuja definição é semelhante à estabilidade biológica, mas que é apenas relacionada à variação de natureza temporal, por

exemplo, ano a ano dentro de locais. Esta definição é a que mais se enquadra na concepção geral de muitos autores. Por sua vez, a adaptabilidade pode ser entendida como a reação dos genótipos aos ambientes de variação previsível. Nessa mesma linha de pensamento, Vencovsky & Torres (1988) mencionam dois outros tipos de estabilidade: espacial e temporal. A primeira, reconheceram-na como correspondente ao conceito de adaptabilidade, e a segunda, ao de estabilidade “tipo 4”.

No nível genético e molecular, a estabilidade está relacionada a uma infinidade de variações moleculares, proporcionadas pela variação genética, que determinam o número de oportunidades para flutuações ambientais (Allard & Bradshaw, 1964). Por ser herdável, a estabilidade (e adaptabilidade) pode ser trabalhada em programas de melhoramento adequadamente planejados (Eberhart & Russell, 1966). Materiais genéticos com alto nível de homogeneidade ou de homozigose (ex. cultivares de soja) apresentam maior tendência a interagirem com ambientes do que outros materiais (ex. variedades de milho com polinização cruzada), cuja estrutura genética é variável, tendo maior capacidade de tamponar as variações ambientais (Allard & Bradshaw, 1964; Annicchiarico, 2002). Portanto, uma população de genótipos heterozigotos, ou uma mistura de genótipos homozigotos, será sempre mais estável às variações ambientais.

A adaptabilidade deve ser considerada sob duas perspectivas: de adaptação ampla ou específica. O objetivo do melhoramento para adaptação ampla é obter cultivares com bom desempenho em aproximadamente todos os locais de cultivo. Já no melhoramento para adaptação específica, o objetivo é obter cultivares que se desempenhem bem em apenas uma parte bem definida da região de cultivo (Annicchiarico, 2002).

Do ponto de vista da relevância, a estabilidade temporal parece ser mais importante aos agricultores (Vencovsky & Barriga, 1992; Chaves, 2001; Annicchiarico, 2002). Isto porque o valor de cultivo dos locais não é muito variável, contrariamente às flutuações climáticas, que variam sem muito controle, gerando insegurança à agricultura. No entanto, a adaptabilidade também merece ser considerada, particularmente, sob a presença de interação significativa de genótipos com locais (GxL). Isto se faz especialmente importante quando a seleção prioriza genótipos de ampla adaptação. No entanto, quando adaptações específicas são exploradas, os efeitos da interação GxL são minimizados pela sub-divisão da região de interesse em estratos ambientais. Assim, a

avaliação de materiais genéticos deve ser fundamentada, principalmente, na interação dos genótipos com os anos de avaliação, dentro de locais ou sub-regiões (Annicchiarico, 2002).

Dada a natureza da variação ambiental, apenas interações com ambientes previsíveis podem ser capitalizadas (Cruz & Carneiro, 2006). Ou seja, as variações previsíveis é que podem ser aproveitadas para resultar em ganhos efetivos com a seleção. A seleção de genótipos com comportamento previsível ao longo dos anos, por exemplo, é uma importante estratégia de melhoramento, mas, somente válida como opção de escape às interações imprevisíveis. Annicchiarico (2002) respalda essa compreensão argumentando que somente interações envolvendo variações previsíveis, como entre genótipos e locais (GxL), adquirem importância na definição de estratégias de melhoramento para adaptabilidade. Já as interações remanescentes, de genótipos com fatores temporais (ano, em culturas anuais, ou ciclo de cultivo, em culturas perenes), devem ser tratadas em termos de estabilidade fenotípica.

2.2.1.2 Procedimentos estatísticos de avaliação

O grande número de procedimentos estatísticos e as diferentes abordagens empregadas em estudos de adaptabilidade e estabilidade fenotípica refletem a dificuldade para a escolha de medidas satisfatórias para a avaliação desses aspectos do comportamento genotípico. Quanto ao tipo de abordagem, os métodos de análise podem ser classificados em:

- análise de variância (Plaisted & Peterson, 1959; Wricke, 1965; Shukla, 1972; Wricke & Weber, 1986; Annicchiarico, 1992; Magari & Kang, 1997);
- análise de regressão linear simples (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966; Tai, 1971), regressão linear bisegmentada (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1986; Cruz et al., 1989; Storck & Vencovsky, 1994), regressão quadrática (Brasil & Chaves, 1994) e regressão não-linear (Toler & Burrows, 1998; Silva, 1998; Rosse & Vencovsky, 2000);
- análise não-paramétrica (Lin & Binns, 1988; Huhn, 1990; Fox et al., 1990);
- análise com modelos multiplicativos (Chaves et al. 1989);
- análise de variância integrada à análise de componentes principais: modelo AMMI (Gauch & Zobel, 1988), GGE *Biplot* (Yan et al., 2000), entre outros.

Entre os métodos estatísticos mencionados, especial atenção deve ser dada àqueles fundamentados em regressão linear, por serem os mais utilizados. Esses métodos caracterizam-se pelo ajuste de uma reta de regressão genotípica sobre índices de qualidade ambiental (ex. médias dos ambientes). Em tais metodologias, três ressalvas relacionadas à variável explanatória (índice ambiental) devem ser consideradas: i) o índice ambiental é uma medida dependente do conjunto de dados; ii) as médias de ambientes incorporam não apenas os efeitos da interação GxA, mas também os efeitos ambientais (Duarte & Vencovsky, 1999); e iii) o comportamento dos genótipos pode não descrever uma relação linear com o ambiente (Duarte, 1988). Sobre o primeiro aspecto, Chaves (2001) salienta que as conclusões acerca da estabilidade e adaptabilidade fenotípica somente podem ser consideradas para o grupo de genótipos em análise. Duarte & Vencovsky (1999), por sua vez, pontuam que a falta de independência da variável explanatória pode ser amenizada quando o número de genótipos avaliados é razoavelmente grande. No entanto, o fato de os índices ambientais incorporarem os efeitos de ambientes, e não somente a interação GxA, parece mais relevante porque obscurece o discernimento das verdadeiras causas da interação GxA.

Dada a pouca eficácia do tratamento estatístico, tradicionalmente univariado, e o avanço das ferramentas estatístico-computacionais, os procedimentos de análise nessa área têm experimentado forte reorientação para técnicas que combinam procedimentos univariados e multivariados (Duarte & Vencovsky, 1999). Nesse sentido, as análises AMMI (*Additive Main effects and Multiplicative Interaction analysis*) e GGE *Biplot* (*Genotype x Environment Interaction Biplot*) têm recebido crescente aceitação. Conforme Gauch et al. (2008), ambas as técnicas combinam análise da variância, para parâmetros aditivos, e análise de componentes principais (decomposição em valores singulares – DVS) para parâmetros multiplicativos. Basicamente, a diferença entre os dois métodos está no modelo matemático.

Na análise AMMI, os efeitos genotípicos e ambientais são subtraídos da matriz de médias e, só após, é feita a análise de componentes principais. Diferentemente, na análise GGE *Biplot*, somente os efeitos ambientais são subtraídos, após o que é feita a análise de componentes principais. Assim, na análise AMMI, são analisados os principais eixos da dispersão dos dados de uma matriz de interações GxA; já na análise GGE, são analisados os principais eixos da variação em uma matriz contendo os efeitos genotípicos e da interação GxA. Em outras palavras, apenas a interação GxA recebe tratamento

multiplicativo na análise AMMI, enquanto a análise GGE *Biplot* trata como multiplicativos os efeitos conjuntos de genótipos e da interação GxA. Dada a importância da análise AMMI no contexto da presente pesquisa, na seção 2.2.1.3 apresenta-se o detalhamento mais completo dessa técnica.

Comparações entre métodos são frequentemente encontradas na literatura. Prado et al. (2001) empregaram os métodos de Wricke (1965), Cruz et al. (1989) e Eberhart & Russell (1966), na análise da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de soja, em cinco épocas de plantio. Para os autores, os métodos foram eficientes na identificação de genótipos estáveis e adaptados, apresentando resultados coerentes entre si. No entanto, o comportamento produtivo das cultivares de soja, ao longo das épocas de plantio, foi melhor representado pelo modelo linear de Eberhart & Russell (1966).

Rocha (2002) comparou três metodologias, ecovalência (Wricke, 1965), Eberhart & Russell e AMMI, tendo verificado que os métodos foram similares quanto ao ordenamento das linhagens. No entanto, diferiram-se quanto à precisão, explicação e informação acerca da interação GxA. O autor acrescentou que: se não houver interesse em informações pormenorizadas, o método da ecovalência pode ser utilizado na seleção para estabilidade, e, quando associado aos valores de médias, também para adaptabilidade; a regressão linear de Eberhart & Russell foi mais influenciada pelos efeitos ambientais do que pela interação, não explicando satisfatoriamente o comportamento fenotípico das linhagens; e o método AMMI foi o mais eficiente, analisando com mais detalhes os efeitos da interação GxA.

Cucolotto et al. (2007) compararam os métodos de análise AMMI, Eberhart & Russell (1966) e Cruz et al. (1989). Verificaram que as metodologias classificaram os genótipos de forma similar, diferindo-se quanto ao nível de informação obtido para a interação GxA. O método de Cruz et al. (1989) foi capaz de fornecer informações adicionais relacionadas à adaptabilidade das cultivares. A análise AMMI, com dois eixos principais (AMMI₂), foi mais efetiva em explicar a estabilidade; já a adaptabilidade só foi bem entendida com o modelo AMMI₁. Por sua vez, Oliveira et al. (2003), em estudo da interação GxA em soja, constataram que a análise AMMI apresenta melhor qualidade preditiva do que os métodos tradicionais, principalmente quando a interação GxA é explicada apenas pelo primeiro termo multiplicativo da análise.

Molina (2007) reporta sobre a oportunidade de se combinarem métodos complementares e, ou, a possibilidade de escolha entre métodos semelhantes e, por isso,

opcionais. Nessa mesma linha, Silva & Duarte (2006) compararam onze métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Os autores observaram forte associação entre os métodos, sobre o ordenamento dos genótipos (correlação de Spearman). Devido a isso, usos concomitantes dos métodos de Plaisted & Peterson e de Wricke, ou de Annicchiarico e de Lin & Binns foram contraindicados. Recomendaram, porém, a utilização conjunta dos métodos baseados em coeficientes de regressão linear com aqueles baseados na contribuição genotípica para a interação GxA. A combinação do método de Eberhart & Russell (1966) com a análise AMMI foi especialmente recomendada, em razão da associação relativamente fraca entre eles.

2.2.1.3 Análise AMMI

A descoberta da análise AMMI é normalmente atribuída a Gauch (1985) (citado por Gauch, 1992). Entretanto, conforme o próprio autor (Gauch, 1992), outros pesquisadores o antecederam; o procedimento fora utilizado anos antes, na área de química, por Williams (1952). Mas, na área agrônômica, o modelo ficou por algum tempo desconhecido, até que Kempton (1984) o utilizou na análise de dados de produtividade.

O método AMMI é uma técnica que integra as análises univariada (análise de variância) e multivariada (análise de componentes principais) em uma só análise. Em outras palavras, o método integra componentes aditivos, de genótipos e ambientes, e multiplicativos, da interação entre estes fatores, em um único modelo estatístico (Gauch, 1992; Duarte & Vencovsky, 1999). Esse modelo é semelhante ao utilizado para análise conjunta da variância, com diferença no componente associado à interação do genótipo “i”

com o ambiente “j”, $(ga)_{ij}$, que passa a ser modelado multiplicativamente por: $\sum_{k=1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk}$.

Assim, o modelo fica descrito por:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \left(\sum_{k=1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} \right) + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} : é a observação, correspondente à média do genótipo i no ambiente j;

μ : é uma constante inerente a todas as observações (média geral);

g_i : é o efeito do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, g$);

a_j : é o efeito do ambiente j ($j = 1, 2, \dots, a$);

λ_k : é o k-ésimo ($k = 1, 2, \dots, p$) valor singular da matriz GA, de posto “p”, definida como $GA_{(gxa)} = \{(g\hat{a})_{ij}\}$, em que $(g\hat{a})_{ij}$ é a estimativa de quadrados mínimos de $(g\alpha)_{ij}$, dada por: $(g\hat{a})_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..}$;

γ_{ik} : é o i-ésimo elemento do k-ésimo autovetor de $(GA)(GA)'$, associado a λ_k^2 , que representa o peso do genótipo i para as suas interações;

α_{jk} : é o j-ésimo elemento do k-ésimo autovetor de $(GA)'(GA)$, associado a λ_k^2 , que representa o peso do ambiente j para as suas interações; e

ε_{ij} : é o erro experimental médio, associado às médias do ij-ésimo tratamento (combinação de genótipo e ambiente), assumido independente, com distribuição normal, média zero e variância comum.

O modelo, como apresentado, é capaz de recuperar precisamente cada elemento da matriz de médias Y_{ij} . No entanto, isto pode não ser exatamente o que se busca. A análise AMMI tem como suposição inicial que o resíduo do ajuste dos efeitos principais (genótipos e ambientes) não corresponde, tão somente, aos efeitos da interação genótipo x ambiente. Assim, admite a existência, nesse resíduo, de componente desconhecido e não sistemático, estranho à interação, denominado “ruído”. O objetivo da análise é, portanto, oferecer uma estimativa do “padrão” associado à interação genótipo x ambiente, descartando-se esse ruído (Duarte & Vencovsky, 1999).

A estimação dos termos multiplicativos do modelo, associados à interação GxA, é feita pela análise de componentes principais (ACP), o que resulta no seguinte desdobramento: $(g\hat{a})_{ij} = \sum_{k=1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} = \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \sum_{k=n+1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk}$; em que a primeira parte desta soma representa o “padrão” e a segunda, o “ruído”, também identificado como resíduo adicional, denotado apenas por ρ_{ij} . Esse ruído é isolado da interação e descartado da parte sistemática do modelo eliminando-se os componentes principais (CP) de ordem mais elevada, os quais, por capturarem proporção muito pequena da variação associada à soma de quadrados da interação GxA original, correspondem, conceitualmente, ao resíduo da interação. Por conseguinte, a predição AMMI da expressão fenotípica do genótipo “i”, no ambiente “j”, passa a ser expressa por: $\hat{Y}_{ij} = \hat{\mu} + \hat{g}_i + \hat{a}_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk}$; em que “n” é o número de componentes ou eixos principais de interação retidos na ACP (Duarte & Vencovsky, 1999).

Segundo Gauch & Zobel (1997), o mérito da abordagem AMMI reside, principalmente, em: i) usar apenas a fração da variação total associada à interação GxA,

considerada relevante (padrão) no contexto da identificação de estratos ambientais; ii) tratamento conjunto, integrado, de genótipos e ambientes, para avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica; e iii) eficiência da análise no que diz respeito à identificação dos genótipos vencedores em cada local. Assim, o procedimento é particularmente interessante quando, no contexto da pesquisa científica, busca-se gerar estimativas mais acuradas da produtividade, por meio da redução do impacto deletério do resíduo. Nesse sentido, o modelo AMMI pode contribuir para a seleção de genótipos superiores, de forma mais confiável (Gauch, 1992).

2.2.2 Estratificação de ambientes

O interesse na exploração de genótipos com adaptação a locais específicos, via estudos de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pode ser limitado ou mesmo impraticável para certas culturas (Ramalho et al., 1993; Annicchiarico, 2002; Pereira et al., 2008). Isto, sobretudo quando os locais amostrados na rede de experimentos são em número muito pequeno, se comparados à grande quantidade de locais específicos da região de interesse. Assim, o melhoramento para adaptação específica somente pode ser direcionado para áreas maiores, constituídas de, pelo menos, um agrupamento de locais semelhantes (Annicchiarico, 2002). Nesse sentido, a estratificação ambiental adquire elevado interesse como medida atenuadora dos efeitos negativos da interação GxA, constituindo-se numa oportunidade para capitalizar efeitos positivos dessa interação, e, com isso, melhorar o desempenho global dos genótipos recomendados.

A estratificação de uma região de cultivo comercial pode ser inicialmente estabelecida por meio do registro e mapeamento eficientes dos principais fatores agrícolas. Estes podem ser pertinentes às características edafoclimáticas, como tipo de solo, padrões de chuva e temperatura, localização geográfica (latitude, longitude e altitude) ou a outros aspectos, como o tipo de vegetação natural (Eberhart & Russell, 1966; Gauch, 1992).

Apesar de parecer claro que alguns poucos fatores ambientais afetem preponderantemente o desempenho de uma espécie agrícola, a contribuição relativa e integrada desses fatores pode não ser tão compreensível. É necessária, por isso, a consciência de que cada espécie integra fatores ambientais de modo particular, ou, ainda, os genótipos dentro de cada espécie podem exibir comportamento complexo diante da heterogeneidade dos ambientes. Nesse sentido, a similaridade entre locais pode ser melhor

avaliada por meio da interação GxL. Assim, extensivos ensaios de rendimento com a espécie de interesse, testando genótipos em suficiente número de locais da região alvo, podem ser necessários para o estabelecimento de estratos ambientais, de forma segura e eficiente (Gauch, 1992).

Na literatura internacional, estratos ambientais são normalmente referidos como mega-ambientes. Conforme Gauch & Zobel (1997), mega-ambiente pode ser entendido como grupo de locais, contíguos ou não, pertencentes a uma mesma região de cultivo, dentro do qual a interação GxA é pequena ou não significativa, o que pode ser verificado pela homogeneidade no desempenho de cultivares. Isso tem sido feito ao longo dos últimos cinquenta anos, conforme diferentes abordagens genético-estatísticas. Pacheco (2004) elenca alguns dos principais procedimentos de agrupamento de locais baseados na interação GxA: método de Horner & Frey (1957), método de Lin (1982), método de Abou-El-Fittouth et al. (1969), método de Singh et al. (1999), Cruz & Castoldi (1991), entre outros.

O método de Horner & Frey (1957) é descrito como o mais antigo. Nele, são feitas análises conjuntas de variância envolvendo todos os pares de locais; e, o par de localidades cuja magnitude da interação GxA for não significativa pode ser agrupado no mesmo estrato ambiental. Lin (1982) utiliza procedimento análogo: após o agrupamento dos pares de locais com interação GxA não significativa, estimam-se as somas de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes, formados pelo par de locais agrupado no primeiro momento, mais cada um dos locais remanescentes; o conjunto de três locais com interação GxA não significativa é, então, agrupado. O procedimento continua em etapas posteriores, na tentativa de inclusão de outras localidades. O método de Cruz & Castoldi (1991), embora semelhante, oferece uma possibilidade adicional; pois, além do agrupamento de ambientes com interação GxA não significativa, possibilita a união de ambientes cuja interação, mesmo com magnitude significativa, seja de natureza predominantemente simples, isto é, sem mudanças no ordenamento dos genótipos.

Abou-El-Fittouth et al. (1969) aplicaram análise de agrupamento sobre medidas de similaridade (coeficientes de distância e de correlação) obtidas a partir de uma matriz de interações entre genótipos e pares de ambientes. Singh et al. (1999) propuseram um procedimento alternativo, baseado em análise de regressão. Por este método, os locais são divididos em dois grupos, e o escore ambiental, no qual as interações cruzadas alcançam máxima frequência, é o ponto onde os locais são divididos. No método de

Murakami & Cruz (2002), citado por Cruz & Carneiro (2006), é utilizada a chamada análise de fatores. Nessa análise, cada ambiente é considerado uma variável ou fator, buscando-se estabelecer subgrupos de ambientes, de modo que, dentro de cada um, exista alta correlação entre os ambientes quanto à característica em estudo; porém, baixa correlação entre os subgrupos estabelecidos.

A diversidade de métodos e sua busca constante de aprimoramentos decorrem, principalmente, da ineficiência de tais abordagens em produzir estratificações ambientais que se mostrem consistentes ao longo dos anos. Com essa preocupação, Gauch & Zobel (1997) introduziram uma abordagem nova, prática e bastante objetiva no contexto da formação de estratos ambientais. Sugeriram que o agrupamento de ambientes fosse feito observando-se apenas os genótipos de maior produtividade em cada ambiente. A abordagem ficou conhecida como estratificação ambiental por “genótipos vencedores”. Conforme Pacheco (2004), os locais que classificam consistentemente o mesmo genótipo vencedor, ao longo dos anos, são aqueles que teoricamente podem ser agrupados sem incremento significativo nos desvios da interação GxA. Assim, os estratos são formados pelos ambientes que, em comum, apresentam os mesmos genótipos vencedores.

Sobre a proposta dos genótipos vencedores, Gauch (1992) enfatiza que, se uma cultivar é sempre a de maior produtividade em quaisquer dos locais e anos de avaliação, mesmo com desempenho sujeito às variações ambientais, o agricultor apenas precisará decidir entre cultivar ou não a espécie; porém, não terá dificuldades, ou confusão, em escolher entre esta ou outra cultivar. Com relação ao agrupamento de locais, o autor pondera que, se a mesma cultivar apresenta o maior rendimento em duas localidades, então, sob a perspectiva de seleção de cultivares, estes locais podem ser considerados semelhantes, agrupando-os no mesmo mega-ambiente. Contudo, se a cultivar de melhor desempenho não é a mesma, os locais não podem ser considerados semelhantes, e, por isso, deixam de ser agrupados.

A abordagem de genótipos vencedores comporta, ainda, certas flexibilizações. Isto é necessário, primeiramente, porque nem sempre o genótipo de melhor desempenho determina o agrupamento de locais. Por exemplo, se um local não se agrupa com outros porque o genótipo de maior desempenho vence em apenas uma das localidades (adaptação específica), para se garantir algum agrupamento, outro genótipo bem classificado poderia ser considerado em detrimento do primeiro, desde que a perda decorrente desta substituição não seja grande. Gauch (1992) menciona esta possibilidade, ao que denomina

substituição por “vencedores menores”. Por outro lado, Felipe et al. (2010) atentam também para a possibilidade de exclusão de vencedores absolutos, que, por serem genótipos de ampla adaptação, não oferecem oportunidade para a estratificação ambiental.

Uma vantagem importante do enfoque de genótipos vencedores, nos estudos de interação GxA, é que esta abordagem possibilita, simultaneamente ao zoneamento agrônomico, a avaliação do comportamento dos genótipos quanto à estabilidade e adaptabilidade. Isto sem a necessidade de quaisquer estudos adicionais (Felipe et al., 2010). Pacheco (2004) enfatiza que a aplicação do método fornece, automaticamente, a indicação do genótipo mais adaptado a cada estrato ambiental, atingindo, ao mesmo tempo, um critério relevante de estabilidade agrônômica.

A estratificação de uma região de cultivo pode dificultar o trabalho dos melhoristas e produtores de sementes, haja vista a necessidade de se desenvolverem cultivares com adaptação a ambientes específicos. No entanto, possibilita a redução da magnitude da interação GxA, implicando no aumento da herdabilidade do caráter. Por isso, o estabelecimento de estratos ambientais homogêneos pode servir como importante ferramenta para o aumento do ganho de seleção e progresso no melhoramento genético da espécie, na região alvo de cultivo (Gauch & Zobel, 1997). O desenvolvimento de cultivares com adaptação específica a cada estrato ambiental pode se tornar uma realidade maior quando resultarem em ganhos de produtividade suficientemente grandes, capazes de superar vantajosamente o aumento nos custos de produção. Nesse sentido, constitui excelente oportunidade, particularmente em espécies agrícolas que, já submetidas a um longo processo de melhoramento, apresentam, com os métodos tradicionais, ganho genético reduzido.

Outra vantajosa contribuição dessa abordagem ocorre com respeito à escolha dos locais a serem utilizados no processo de avaliação de genótipos. A estratificação ambiental pode orientar a identificação de locais de teste considerados chave para o programa de melhoramento, assim como a consequente eliminação de localidades redundantes (Pacheco, 2004; Maranha, 2005; Felipe et al., 2010). Isso contribuiria para a redução de despesas no âmbito do programa, impactando positivamente sobre os recursos despendidos para a sua condução. Alternativamente, poderia resultar em aplicação otimizada desses recursos, por meio da substituição de locais redundantes por outros situados em áreas ainda não amostradas na região alvo das inferências.

Outro método relacionado, que vem ganhando crescente aplicação, é o chamado GGE *biplot* (Yan et al., 2001). Nessa técnica, tal como no método AMMI, aplica-se também ACP a uma matriz de genótipos x ambientes, cujos elementos, porém, como o próprio nome GGE indica, resultam da soma dos efeitos genotípicos (G) e de interação (GE). Os resultados da ACP são, então, sumarizados em gráfico *biplot* (representação das linhas e colunas da matriz). Conforme seus propositores, a técnica consiste num conjunto de procedimentos de interpretação gráfica, cujas inferências são obtidas por meio das propriedades do produto interno de um *biplot*. Os estratos ambientais são identificados com base na abordagem dos genótipos vencedores, os quais são identificados como aqueles em posições mais extremas no *biplot*. Neste gráfico, um primeiro conjunto de retas é traçado unindo todos esses genótipos num polígono único, e, na sequência, outro conjunto de retas, a partir da origem, que interceptam um dos lados do polígono. Como resultado, o *biplot* é dividido em várias sessões, cada qual encerrando um conjunto de localidades com o mesmo genótipo vencedor, e, portanto, pertencentes a um mesmo estrato ambiental.

Vários trabalhos têm sido publicados fazendo comparações entre as abordagens AMMI e GGE *biplot*, no que tange às vantagens e desvantagens de cada uma, em estudos dessa natureza (Gauch, 2006; Yan et al., 2007; Gauch et al., 2008). O resultado da polêmica gerada em torno disso, entretanto, ainda não está claramente elucidado.

2.3 INTERAÇÃO GxA EM SOJA

O melhoramento da cultura da soja tem priorizado a seleção para produtividade de grãos, teor de proteína e óleo nas sementes, caracteres que, por serem quantitativos, são influenciados não somente por efeitos genotípicos, mas também pelo ambiente e pela interação dos genótipos com os ambientes (GxA). Os efeitos da interação GxA são especialmente importantes em soja se considerarmos que a cultura vem sendo, algumas vezes, cultivada em condições ambientais extremas, do sul ao norte do país (Rocha & Vello, 1999). Do ponto de vista do melhoramento genético, dificilmente um mesmo genótipo será superior em toda a gama de ambientes testados (Allard & Bradshaw, 1964; Eberhart & Russell, 1966), o que dificulta a seleção de uma única cultivar para toda a região de cultivo comercial (Pacheco, 2004).

Na prática, a interação de genótipos com locais, anos ou combinações destes reduz a precisão na avaliação dos genótipos, tornando a seleção mais trabalhosa (Gravois et al., 1991). A soja, particularmente, tem o comportamento muito influenciado pelo período de duração dos dias, e, por esse motivo, acaba interagindo fortemente com os locais de cultivo, apresentando adaptações muito específicas em função da latitude. As linhagens devem, por isso, ser avaliadas em diversos locais, por anos consecutivos (Geraldi, 2006).

A interação GxA em soja tem sido estudada principalmente para avaliação da adaptabilidade e estabilidade de materiais genéticos (Bonato, 1978; Alliprandini et al., 1994; Duarte et al., 1994; Prado et al., 2001; Carvalho et al., 2002; Rao et al., 2002; Rocha, 2002; Oliveira et al., 2003; Silva & Duarte, 2006; Maia et al., 2006; Correia, 2007; Cucolotto et al., 2007; Pereira et al., 2008; Gurmu et al., 2009; Barros et al., 2010); estratificação ambiental (Pacheco et al., 2009); ambas as estratégias (Pacheco et al., 2003; Mendonça et al., 2007; Zhe et al., 2010); ou conhecimento de sua magnitude, incluindo os fatores determinantes (Rocha & Vello, 1999; Rocha et al., 2002; Oliveira et al., 2006; Toledo et al., 2006).

Em parte desses estudos (Carver et al., 1985; Alliprandini et al., 1994; Duarte et al., 1994; Rocha & Vello, 1999; Rocha et al., 2002; Carvalho et al., 2002; Cucolotto et al., 2007; Lima et al., 2008; Pacheco et al., 2009), tem sido comum a divisão do material genético em subgrupos, de acordo com o ciclo de maturação. Essa prática pode ser justificada pelos diferentes padrões de resposta aos estímulos ambientais, que se observam entre genótipos de soja com diferentes ciclos de maturação.

Kang et al. (1989) estudaram a contribuição de algumas variáveis (precipitação pluviométrica, máxima e mínima temperatura e umidade relativa do ar) sobre a soma de quadrados da interação GxA em soja. Constataram que os grupos de maturação contribuíram diferentemente para o montante da interação e, em alguns grupos, a pluviosidade foi a variável ambiental mais importante em remover a heterogeneidade associada à soma de quadrados da interação. Em estudo similar na região central do Brasil, Oliveira et al. (2006) também avaliaram a influência de algumas variáveis ambientais sobre a interação genótipos com ambientes em soja. Seus resultados ratificaram a importância do número de dias para a maturação sobre a interação, ao mesmo tempo em que identificaram contribuição destacada de altitude, temperatura máxima, pluviosidade e fertilidade de solo, que estiveram mais fortemente associadas ao padrão da interação GxA.

A variação anual dos ambientes é, algumas vezes, a maior fonte de variação no rendimento das culturas. Esse fato pode dar a ilusão de que as predições de rendimento sejam mais confiáveis se as avaliações se mantiverem em número maior de anos (Yan & Rajcan, 2003). No entanto, a eficiência na seleção de cultivares pode ser maior se a variação entre locais for mais bem explorada. Lima et al. (2008) compararam os efeitos da interação GxA em cultivares de soja convencionais e transgênicas, de diferentes ciclos de maturação, e constataram que os locais afetaram mais intensamente a produtividade das linhagens, independentemente do grupo comercial (convencional ou transgênico). Toledo et al. (2006) estudaram o efeito da interação entre genótipos de soja e localidades do Estado do Mato Grosso, em seis anos de avaliação. Para a avaliação de linhagens, concluíram que os locais foram relativamente mais importantes do que anos agrícolas; já com relação à formação de estratos ambientais, embora os efeitos de locais fossem mais acentuados, ambos os estudos não constataram vantagens na estratificação dos ambientes.

Os programas de melhoramento genético de plantas têm como premência a liberação de novas cultivares. Por esse motivo, os materiais genéticos têm permanecido pouco tempo nos ensaios de avaliação, ao passo que o número de locais tem aumentado (Chaves, 2001). Essa prática tem sido corroborada pelos resultados de alguns estudos. Alliprandini et al. (1994) avaliaram a interação GxA em soja, no Estado do Paraná, e concluíram que o período de avaliação dos genótipos pode ser abreviado, se grande número de locais for incluído na rede experimental. Citando Arantes (1979), mencionam que a substituição de anos por épocas de semeadura pode ser satisfatória, com a vantagem de proporcionar maior agilidade ao processo de recomendação de cultivares. Nesse sentido, Yan & Rajcan (2003) compararam a previsibilidade do caráter rendimento de grãos em cultivares avaliadas em um único ano e em dez anos de testes. Os resultados indicaram que um único ano de avaliação, com suficiente número de locais, foi eficiente na identificação de genótipos que seriam de desempenhos bons ou ruins nos anos subsequentes.

Zhe et al. (2010) avaliaram o desempenho e a estabilidade de genótipos de soja, quanto ao rendimento de grãos, teor de proteína, teor de óleo e perfil de ácidos graxos. Verificaram que a estabilidade para rendimento de grãos e ácidos graxos insaturados, especialmente o linolênico, foi menor do que para os outros caracteres, indicando que a interação GxA agiu mais acentuadamente nesses dois caracteres. Quanto à similaridade dos locais de teste, não constataram locais redundantes, em análise

multivariada envolvendo todas as variáveis. Mas, quando o foco foi dado a cada variável, isoladamente, verificaram que alguns locais poderiam ser eliminados.

Embora a vantagem do detalhamento do desempenho genotípico nos ambientes de cultivo seja de conhecimento geral dos melhoristas, a recomendação de cultivares de soja tem sido baseada, muitas vezes, apenas em informações sobre a produtividade média dos genótipos nos ambientes de teste (Duarte et al., 1994; Carvalho et al., 2002; Lima et al., 2008). Entretanto, é importante destacar que a base genética das cultivares modernas de soja é considerada, por alguns autores (Hiromoto & Vello, 1986; Wymierski, 2010), como muito estreita⁴. Ademais, à medida que se avança no melhoramento genético de uma espécie como a soja, as diferenças dos genótipos em produtividade ficam cada vez menores, dificultando os ganhos genéticos com a seleção. E, fatos como estes, despertam para a necessidade do uso de técnicas cada vez mais refinadas para a avaliação, seleção e recomendação de cultivares (Ramalho et al., 2005).

⁴ Diferentemente, Priolli et al. (2004) sustentam que a diversidade genética da soja em programas brasileiros de melhoramento manteve-se constante nos últimos trinta anos, e a variabilidade dentro de programas numa mesma instituição é maior que aquela entre programas de instituições diferentes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A base de dados utilizada neste estudo foi proveniente de ensaios finais de competição entre linhagens de soja (Valor de Cultivo e Uso – VCU), conduzidos pela Embrapa Cerrados em parceria com outras instituições de pesquisa (Fundação Bahia, Fundação Cerrados e Epamig). Os dados foram repassados mediante parceria firmada entre a Universidade Federal de Goiás e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

3.1 MATERIAL GENÉTICO

O estudo envolveu um conjunto de linhagens experimentais e cultivares pertencentes a diferentes ciclos de maturação, e aos grupos comerciais convencional e transgênico RR (genótipos resistentes ao herbicida glifosato). A obtenção das linhagens envolveu as etapas ilustradas na Figura 1. O processo começou com grande número de cruzamentos entre genitores com características de interesse. Os cruzamentos foram realizados na Embrapa Soja, em Londrina, PR. As populações obtidas foram avançadas pelo método de população (*bulk*), até as gerações F₆ ou F₇. No último ano de condução de cada população segregante, foi feita a seleção de plantas individuais, as quais deram origem às progênies da fase seguinte (30 mil a 50 mil progênies). Na época da colheita, as progênies superiores foram selecionadas e classificadas conforme o ciclo de maturação e, na sequência, encaminhadas para avaliação nos ensaios preliminares (EP) de competição de linhagens, conduzidos por três anos. Nesta fase, a seleção foi mais criteriosa, apoiada em análise estatística dos dados de produtividade de grãos, selecionando-se número variável de genótipos, em torno de vinte a trinta linhagens, que entraram na composição dos ensaios de VCU. Nessa fase, as linhagens também foram avaliadas criteriosamente, e os dados obtidos constituem o material de análise do presente estudo.

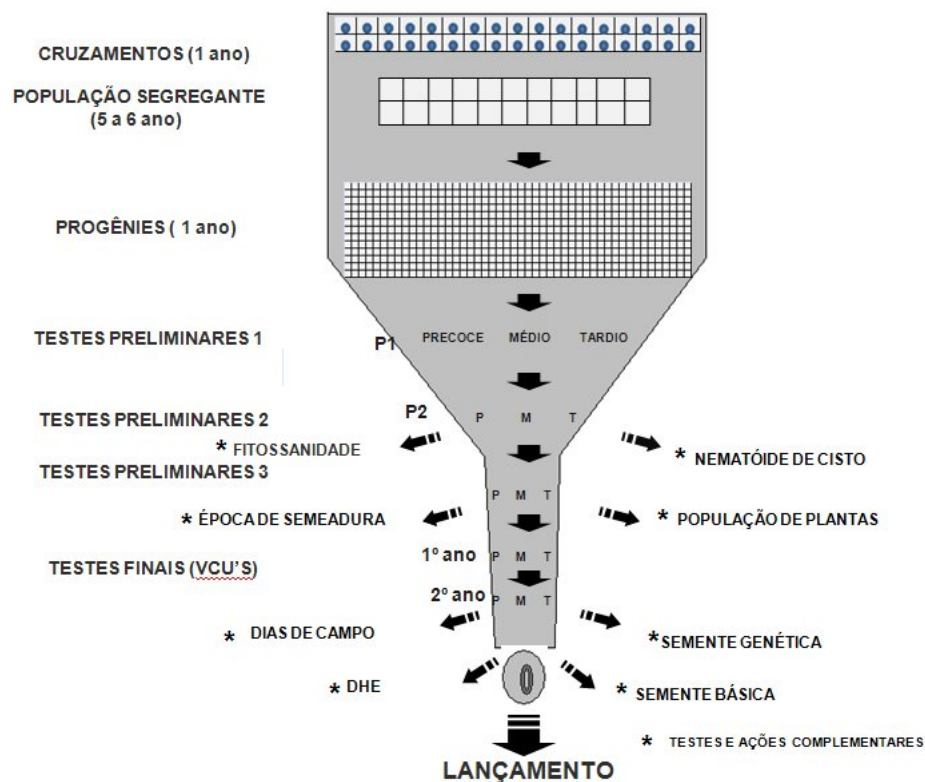


Figura 1. Fluxograma das fases de execução do programa de melhoramento da soja coordenado pela Embrapa Cerrados. Fonte: Adaptado de Souza (2010)⁵.

O número de materiais genéticos que entrou na rede de ensaios de VCU, em cada grupo experimental (convencional ou transgênico, e de ciclos precoce, médio ou tardio), variou entre dezoito e trinta genótipos, dos quais quatro eram cultivares. No entanto, nem todas as linhagens puderam ser utilizadas no estudo, em razão de desbalanceamentos provocados pela ausência de alguns genótipos em certos locais de avaliação. Assim, os genótipos realmente utilizados nas análises da interação GxA foi em número pouco menor, entre 10 e 28 materiais genéticos (Tabela 1).

Os ensaios envolvendo soja convencional foram conduzidos em sete anos agrícolas (2002/03, 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 e 2008/09), com exceção daqueles envolvendo linhagens de ciclo precoce, não avaliados em 2005/06 e 2007/08, e envolvendo ciclo tardio, em 2006/07 e 2008/09. Já os ensaios envolvendo linhagens

⁵ SOUZA, P. I. M. **Melhoramento da soja pela Embrapa Cerrados** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <abel.lopes@cpac.embrapa.br> em 28 jan. 2010.

transgênicas RR foram conduzidos somente a partir de 2003/04, e permaneceram em avaliação até 2008/09. Neste caso, os ensaios relativos ao ciclo precoce não foram conduzidos em 2003/04 e 2007/08, e os de ciclo tardio, em 2008/09. Em todos os casos, as linhagens permaneceram, no máximo, dois anos sob avaliação.

Tabela 1. Número de linhagens e cultivares de soja avaliadas em cada grupo experimental¹, e que permaneceu nas análises da interação GxA (período de sete anos agrícolas).

Safra	CVP	RRP	CVM	RRM	CVT	RRT
2002/03	24	-	27	-	25	-
2003/04	17	-	13	28	24	28
2004/05	18	26	28	21	10	22
2005/06	-	21	20	23	24	24
2006/07	18	19	16	23	-	19
2007/08	-	-	16	10	11	11
2008/09	18	17	15	15	-	-

¹ CVP: Convencional Precoce; CVM: Convencional Médio; CVT: Convencional Tardio; RRP: Transgênico (Roundup Ready) Precoce; RRM: Transgênico Médio; e RRT: Transgênico Tardio.

3.2 LOCAIS DE AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL

Os ensaios finais de competição entre linhagens e cultivares de soja foram conduzidos em localidades do Distrito Federal e dos Estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo. Ao todo, 559 experimentos foram instalados, em 57 locais de avaliação (Tabela 2 e Figura 2).

Os locais de teste foram eliminados ou substituídos ao longo dos anos de avaliação. No conjunto de ensaios do grupo convencional, as alterações foram mais relevantes a partir do período-safra 2005/06, e estiveram mais relacionadas à eliminação de localidades do que com substituições (estas também ocorreram). Nos três primeiros anos dessa avaliação (2002/03, 2003/04 e 2004/05) ocorreram menos alterações, com maior número de locais (dezoito) tendo permanecido na rede experimental: Anápolis, Campo Novo do Parecis, Capinópolis, Chapadão do Céu, Conquista, Goiatuba, Iraí, Lucas do Rio Verde, Luziânia, Montividiu, Planaltina, Sacramento, Senador Canedo, Sorriso, Tangará da Serra, Uberaba-Epamig, Uberaba-Chapadões e Unai. Já no grupo transgênico (RR), um número mais reduzido de localidades (dez locais) participou mais frequentemente da rede experimental: Anápolis, Capinópolis, Cristalina, Iraí, Luziânia, Planaltina, Sacramento, Senador Canedo, Uberaba-Epamig e Unai.

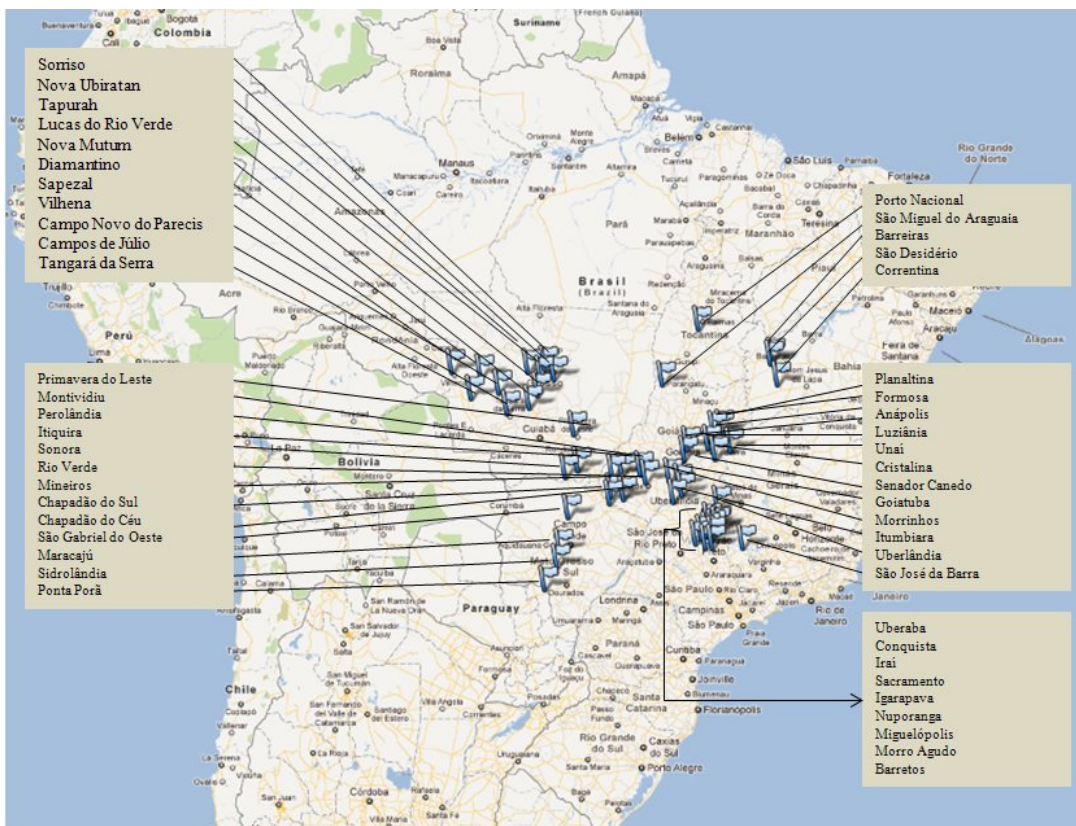


Figura 2. Mapa com a localização geográfica dos locais utilizados na avaliação de linhagens e cultivares de soja em ensaios de VCU, ao longo de sete anos de avaliação.

3.3 INFORMAÇÕES EXPERIMENTAIS

Os experimentos foram instalados na época normal de plantio comercial, concentrada principalmente no mês de novembro. Os ensaios com linhagens do grupo transgênico foram instalados e conduzidos separadamente aos de soja convencional, haja vista a necessidade diferenciada de controle químico de plantas daninhas; além do necessário atendimento às normas de segurança, que recomendam a separação dos dois grupos comerciais no espaço de condução dos experimentos.

Cada ensaio foi instalado segundo o delineamento experimental em blocos completos casualizados, prevalecendo quatro repetições por tratamento (genótipo). As exceções foram os experimentos realizados em Conquista e Iraí (soja transgênica RR, com ciclo precoce de maturação, em 2004/05), e em Itumbiara e Rio Verde (soja convencional e transgênica RR, com ciclos precoce e médio, em 2008/09), cujas repetições foram em menor número (duas ou três). As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de plantas, com fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas 0,50 m entre si. Em cinco ensaios (Jataí,

Miguelópolis, Perolândia, Rio Verde e Vicentinópolis, em 2008/09) adotou-se espaçamento entre linhas diferente (0,45 m); desconsiderou-se, entretanto, essa variação, assumindo-a confundida com o próprio efeito do ambiente (local e ano de avaliação).

Os dados experimentais foram obtidos a partir das duas fileiras centrais de cada parcela (área útil), desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada fileira (exceção aos ensaios de Goiatuba, em 2003/04, e Luziânia, Planaltina e Unai, em 2008/09, que tiveram colheita de parcela inteira). Os seguintes caracteres foram avaliados: número de dias da emergência ao florescimento pleno e da emergência à maturação (ponto de colheita); altura média de inserção da primeira vagem (cm); altura média de plantas (cm); cor da pubescência (marrom ou cinza); notas de acamamento; peso de cem grãos (g); e produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), corrigida para 13% de umidade. Entretanto, apenas este último caráter foi utilizado nas análises do presente estudo.

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

3.4.1 Análises de variância

Inicialmente, procederam-se às análises individuais de variância para cada experimento, considerando-se o modelo matemático:

$$Y_{ik} = \mu + b_k + g_i + e_{ik} \quad (1)$$

em que:

Y_{ik} : é o valor observado correspondente ao genótipo i no bloco k ;

μ : é a média geral do experimento;

g_i : é o efeito do genótipo i ($i=1, 2, \dots, g$), assumido como fixo;

b_k : é o efeito do bloco k ($k=1, 2, \dots, b$), assumido como fixo; e

e_{ik} : é o erro experimental associado à observação Y_{ik} , assumido como independente e com distribuição normal de média zero e variância comum.

A adoção do modelo fixo decorreu do pequeno nível de desbalanceamento nos ensaios, bem como da maior facilidade para a execução das análises. Antes do aproveitamento das estimativas de parâmetros do modelo, foi feita análise gráfica para avaliação da normalidade dos resíduos, pelo método Q-Q Plot. Em seguida, foram estimadas as médias de produtividade de cada genótipo em cada ambiente. Estas estimativas foram obtidas ajustando-se as observações ao modelo, mediante eliminação

dos efeitos diferenciados de blocos e do erro experimental, além daqueles decorrentes de algum desbalanceamento não planejado.

Na sequência, as médias de produtividade dos genótipos em cada local de avaliação foram submetidas à análise conjunta dos experimentos, incluindo-se todos os locais de teste, em cada grupo experimental e determinado ano de avaliação. O modelo geral adotado para cada análise conjunta foi:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + (ga)_{ij} + \bar{e}_{ij} \quad (2)$$

em que:

Y_{ij} : é a resposta média do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, g$) no ambiente j ($j = 1, 2, \dots, a$), ou seja, a média ajustada do genótipo i no ambiente j ;

μ : é a média geral no conjunto de experimentos;

g_i : é o efeito do genótipo i , assumido como fixo;

a_j : é o efeito do ambiente j (cada combinação de local e ano), assumido como fixo;

$(ga)_{ij}$: é o efeito da interação residual do genótipo i com o ambiente j ;

\bar{e}_{ij} : é o erro experimental médio associado à média Y_{ij} , assumido como independente e com distribuição normal de média zero e variância comum.

A condição de homogeneidade de variâncias residuais foi verificada observando-se a razão entre os valores máximo e mínimo dos quadrados médios dos erros experimentais. As variâncias residuais foram consideradas heterogêneas quando tal proporção foi igual ou superior a três⁶; e, neste caso, a correção de Cochran (1954) para os graus de liberdade do resíduo e da interação foi adotada, buscando-se validar os testes de hipóteses aplicados (Pimentel-Gomes, 2009).

3.4.2 Análise da interação GxA pelo método AMMI

O método AMMI é uma técnica que integra as análises univariada (análise de variância) e multivariada (análise de componentes principais) em uma só análise. Assim, à semelhança do modelo de análise conjunta (2), descreve aditivamente os efeitos de genótipo e ambiente, porém, de forma multiplicativa a interação entre estes fatores (Gauch, 1992; Duarte & Vencovsky, 1999):

⁶ Em experimentos com número balanceado de repetições nos tratamentos, Pimentel-Gomes (2009) admite razão de até sete vezes, para se assumir homogeneidade das variâncias residuais.

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \left(\sum_{k=1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} \right) + \bar{e}_{ij} \quad (3)$$

em que, além dos termos já definidos em (2):

λ_k : é o k-ésimo ($k = 1, 2, \dots, p$) valor singular da matriz GA, de posto “p”, definida como

$GA_{(gxa)} = \{(\hat{ga})_{ij}\}$, em que $(\hat{ga})_{ij}$ é a estimativa de quadrados mínimos de $(ga)_{ij}$, dada por: $(\hat{ga})_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_..$, sendo que \bar{Y}_i é a média do genótipo i em todos os ambientes, \bar{Y}_j é a média do ambiente j para todos os genótipos e $\bar{Y}_..$ é a média geral de todos os experimentos (comuns a genótipos e ambientes);

γ_{ik} : é o i-ésimo elemento do k-ésimo autovetor de $(GA)(GA)'$, associado a λ_k^2 , que representa o peso do genótipo i para as suas interações; e

α_{jk} : é o j-ésimo elemento do k-ésimo autovetor de $(GA)'(GA)$, associado a λ_k^2 , que representa o peso do ambiente j para as suas interações.

A estimação dos termos multiplicativos do modelo, associados à interação GxA, é feita pela análise de componentes principais (ACP) ou pela técnica de decomposição singular de matrizes (DVS), o que resulta no seguinte desdobramento:

$$\sum_{k=1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} = \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \sum_{k=n+1}^p \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk};$$

em que a primeira parcela desta soma representa o chamado “padrão” (interação propriamente dita), e a segunda, o “ruído” (também denotado por ρ_{ij}), que é descartado, juntamente com \bar{e}_{ij} , da parte sistemática do modelo.

Isto resulta numa família de modelos ($AMMI_1, AMMI_2, \dots, AMMI_p$), identificados conforme o número (n) de componentes principais retidos na parte sistemática ou padrão. Assim, a predição $AMMI_n$ da expressão fenotípica do genótipo “i” no ambiente “j”, utilizada nas interpretações decorrentes da análise, é determinada por:

$$\hat{Y}_{ij} = \hat{\mu} + \hat{g}_i + \hat{a}_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk}; \text{ com } 1 \leq n \leq p.$$

O número de componentes principais a serem retidos no modelo (n) foi avaliado pelo teste F_R , de Cornelius et al. (1992). O procedimento assemelha-se ao teste F de hipóteses e utiliza o quadrado médio do erro médio, obtido da análise conjunta, como testador da variância residual da interação presente nos eixos principais de ordem mais elevada àquele sob teste. Adicionalmente, a soma de quadrados do ruído associado à interação GxA também foi estimada pelo produto entre os graus de liberdade da interação e o quadrado médio do erro médio: $SQ_{(GxA(\text{ruído}))} = GL_{GxA} \times QM_c$ (Gauch, 1992, 1997).

Apesar dessa avaliação, assim como em outros trabalhos (Gauch, 1988; Ebdon & Gauch, 2002; Pacheco, 2004; Maranha, 2005), a estimação dos efeitos principais da interação GxA, neste estudo, ficou confinada ao modelo AMMI₁; ou seja, aproveitou-se o padrão associado apenas ao primeiro eixo principal da ACP. Este eixo captura, individualmente, a maior parte da variação associada à soma de quadrados dos elementos da matriz GA (SQ_{GxA}), e, ao mesmo tempo, a sua menor proporção de ruído. Assim, a coordenada do genótipo “i” no primeiro eixo de interação (CP₁) fica determinada por $CP_{1i} = \gamma_{i1} \sqrt{\lambda_1}$; e a do ambiente “j”, no mesmo eixo, por $CP_{1j} = \alpha_{j1} \sqrt{\lambda_1}$. Deste modo, genótipos e ambientes podem ser representados de forma conjunta num gráfico de dispersão denominado *biplot* (termo empregado para designar gráficos que representam, simultaneamente, as linhas e as colunas de uma matriz; no caso, os genótipos e os ambientes da matriz GA).

O *biplot* sumariza os resultados da análise em um único dispositivo gráfico, sendo, por isso, muito importante. A partir dele é possível visualizar similaridades e dissimilaridades entre genótipos, entre ambientes e as especificidades adaptativas de cada genótipo aos ambientes. Ademais, a inspeção dos eixos principais de interação fornece informações relativas à estabilidade dos genótipos e ambientes, em termos do quanto contribuíram para a interação GxA global (Duarte & Vencovsky, 1999). Os *biplots* foram utilizados exclusivamente para fins de estratificação ambiental.

3.4.3 Estratificação de ambientes

Para a estratificação da região de cultivo, foi utilizada a abordagem dos genótipos vencedores (Gauch, 1992; Gauch & Zobel, 1997), aplicada às estimativas AMMI₁ de produtividade ($\hat{Y}_{ij} = \hat{\mu} + \hat{g}_i + \hat{a}_j + \lambda_1 \gamma_{i1} \alpha_{j1}$). Os genótipos foram ordenados por seus valores de produtividade em cada ambiente (local e ano), e aquele de mais alta produtividade foi identificado como o “genótipo vencedor” daquele ambiente. Feito isto, locais que, por ventura, tiverem os mesmos genótipos vencedores podem ser reunidos num mesmo estrato ambiental.

Nessa abordagem, as estimativas AMMI₁ de produtividade são representadas pela seguinte equação da reta (regressão linear simples): $\hat{Y}_{ij} = (\hat{\mu} + \hat{g}_i) + \gamma_{i1} CP_{1j}$, em que estas estimativas ficam expressas basicamente em função dos escores ambientais (Pacheco,

2004). Assim, a média geral do experimento, somada ao efeito genotípico, $(\mu + g_i)$, é o ponto de intersecção da reta com o eixo Y, e γ_{ii} é o seu coeficiente angular, associado à sensibilidade diferencial do genótipo “i” à variável explanatória CP_{1j} . A partir disso, o padrão de desempenho dos genótipos nos ambientes pode ser fácil e graficamente representado. A intercessão das retas de dois genótipos vencedores marca o ponto (abscissa) onde esses genótipos apresentam produtividades equivalentes, e que corresponde ao ambiente de transição entre os dois estratos caracterizados pelos respectivos genótipos vencedores. De posse desta informação, os estratos ambientais podem ser precisamente determinados.

Se um material genético obtém melhor desempenho em apenas um dos locais de teste, ele é denominado “vencedor menor” (Gauch, 1992). Nestes casos não existe possibilidade de agrupamento de locais, e o estrato identificado é de local único. Por isso, a transferência de locais isolados para estratos estatisticamente próximos é um artifício normalmente utilizado. Isto se justifica desde que o prejuízo relativo à perda de produtividade, decorrente da substituição do genótipo vencedor por outro de rendimento menor (ex. segundo classificado naquele local), não seja grande. Na presente pesquisa, essa flexibilização nas linhas de transição entre estratos contíguos foi utilizada na interpretação gráfica de alguns conjuntos experimentais.

Obtida a estratificação de ambientes para cada conjunto experimental, dentro de cada ano, procurou-se, em seguida, identificar os estratos consistentes ao longo dos anos. Vale ressaltar que a estratificação de ambientes feita a partir de uma única rede experimental, em apenas um ano de avaliação, é relativamente simples, uma vez que, neste caso, a divisão da região de cultivo no *biplo*t gera estratos mutuamente exclusivos. No entanto, quando se inclui conjuntos experimentais diferentes (ex. grupos comerciais e de maturação), conduzidos em dois ou mais anos de avaliação, o zoneamento final requer a combinação dos resultados parciais obtidos em cada conjunto. Assim, a estratificação final dependerá de como esses resultados são combinados. No presente estudo, isto foi feito em três etapas: i) combinação das estratificações dos diferentes anos, em um mesmo grupo comercial e de ciclo de maturação (ex. soja convencional de ciclo precoce, em 2002/03, 2003/04, 2004/05, 2006/07, 2007/08 e 2008/09); ii) combinação das estratificações dos dois grupos comerciais, dentro de cada ciclo de maturação (ex. convencional e transgênico RR, no ciclo precoce); e iii) estratificação final, baseada na combinação das estratificações nos diferentes grupos de maturação.

Na primeira destas etapas (i), as estratificações obtidas nos diferentes anos, dentro de uma mesma categoria de linhagens (ex. convencional precoce – CVP), foram confrontadas entre si. Foi considerado consistente o estrato cujas localidades mantiveram-se reunidas em todos os anos de avaliação (ex. 2/2 – locais agrupados em dois dos dois anos de avaliação; 3/3 – agrupados em três dos três anos de avaliação; 4/4 etc.). O artifício de substituição de genótipos vencedores foi utilizado quando alguns locais de teste agruparam-se por quase todo o período, porém, com interrupção em um dos anos avaliados. Entretanto, isto se restringiu a casos específicos, apenas quando se constatou claro padrão de similaridade entre locais (escores de interação AMMI muito próximos, visualizados pela proximidade dos locais no eixo vertical do *biplot* AMMI₁). Por sua vez, locais que participaram da rede experimental em apenas um ano de avaliação deixaram de ser considerados, dada a impossibilidade de avaliação da consistência ou repetibilidade das associações que estabeleceram com outras localidades. Como resultado, nessa etapa obteve-se uma estratificação para cada uma das seis categorias experimentais (CVP, CVM, CVT, RRP, RRM e RRT).

Na etapa seguinte (ii), a estratificação obtida para o grupo convencional foi confrontada àquela do grupo transgênico RR, dentro de um mesmo ciclo (ex. CVP e RRP). Assim foram estabelecidas estratificações ambientais para os ciclos precoce (P), médio (M) e tardio (T). Estas estratificações foram, ainda, confrontadas entre si (etapa iii), buscando-se uma estratificação final que atendesse, simultaneamente, ao cultivo de linhagens dos diferentes grupos de maturação. Os critérios utilizados nestas etapas foram semelhantes aos utilizados para combinar as estratificações de cada ano (exceção às substituições de genótipos vencedores).

3.4.4 Identificação de locais-chave na rede de avaliação

A identificação de locais-chave para condução de ensaios de VCU foi feita para cada grupo de maturação. Os locais que melhor representaram os estratos ambientais estabelecidos formaram o conjunto escolhido. O critério para isto foi aquele proposto por Pacheco et al. (2009), com uma adaptação. Segundo esse critério, o local com a menor distância em relação ao genótipo vencedor, num dado *biplot* AMMI₁, deve ser o escolhido; isto é, aquele com a menor diferença entre os respectivos escores CP_{1j} (do local) e CP_{1i} (do genótipo vencedor) no *biplot*. Como há diferentes anos de avaliação, o local com a menor

média destas distâncias é escolhido como local-chave daquele grupo experimental. A adaptação introduzida consistiu em atribuir pesos distintos (p_t) às análises dos diferentes anos ($t = 1, 2, \dots, q$ anos), conforme a variação associada ao primeiro eixo principal em cada análise, λ_1^2 . Assim, a distância média quadrática de um local em relação ao conjunto de genótipos vencedores da série de anos é dada por: $\overline{D}_j^2 = \sum_{t=1}^q [(CP_{1j} - CP_{1i})^2 \times p_t] / \sum_{t=1}^q p_t$, em que $p_t = \lambda_1^2 / [SQ_{G \times A} - SQ_{G \times A(\text{ruído})}]$, cujo denominador representa uma estimativa do padrão da interação $G \times A$ em cada análise (Gauch, 1992, 1997). O procedimento foi repetido em cada estrato do zoneamento estabelecido para cada grupo de maturação, identificando-se o conjunto de locais que podem vir a compor, com prioridade, a rede experimental para esse tido de avaliação (ensaios de VCU).

O procedimento de identificação de locais-chave para condução de ensaios nas fases preliminares do processo seletivo também seguiu critério estabelecido por Pacheco (2004). Segundo este critério, o local ideal para esta finalidade deve ser aquele que, ao longo dos anos, melhor classifica os genótipos vencedores nos diferentes locais. Tal como no trabalho desse autor, a escolha incidiu apenas sobre locais selecionados para a rede de ensaios de VCU. Assim, foi verificada a classificação (ordenamento crescente das produtividades médias) de todos os genótipos vencedores em cada local (C_{ij}) e ano de avaliação; e, em seguida, calculou-se a média destas classificações para cada local. Também aqui é necessária uma ponderação, pois cada genótipo vencedor tem valor diferente para o programa de melhoramento, haja vista que, se um genótipo vence em maior número de locais, este, mais do que qualquer outro, não pode ser precocemente eliminado. Por isso, atribuem-se pesos diferentes para cada genótipo vencedor, conforme o seu número de vitórias (v_i), relativamente ao número de ensaios em que participou (ne_i). Assim, a classificação média dos genótipos vencedores num local “j” foi determinada por:

$\overline{C}_j = \sum_{i=1}^v (C_{ij} \times v_i) / ne_i$, em que “v” é o número desses genótipos. Por conseguinte, o local (ou locais) com a menor classificação \overline{C}_j é tido como prioritário para condução das fases iniciais da seleção, pois minimizaria a probabilidade de descarte dos genótipos vencedores ao longo de toda a região. Para a identificação dos locais com essa característica, foi necessário, ainda, estabelecer um valor de referência para a classificação média dos genótipos vencedores ($\overline{C}_j = 4,0$); assim, locais de teste com valores acima desse

referencial deixaram de ser priorizados por classificarem relativamente mal os genótipos vencedores.

3.4.5 **Implementação computacional das análises**

Os procedimentos de análise dos dados foram computacionalmente implementados no programa estatístico R, versão “2.10.0” (*R Development Core Team*, 2009), com apoio no aplicativo auxiliar Tim-R, versão “2.3.2.5”. Os *scripts* de programação, isto é, o conjunto de comandos para a implementação das análises em R, foram adaptados de Lavoranti et al. (2004). Os principais *scripts* implementados estão listados no Apêndice A. O aplicativo Microsoft Excel 2007 também foi utilizado para tabulação de dados e apoio em alguns procedimentos de análise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DA VARIAÇÃO E ESCOLHA DO MODELO AMMI

A precisão na condução dos experimentos pôde ser considerada dentro de patamares adequados. Carvalho et al. (2003) propuseram uma classificação dos coeficientes de variação (CV) em ensaios preliminares e finais de avaliação de soja. Segundo os autores, o limite máximo de variação aceitável para produtividade de grãos é de 16%, valor considerado médio a baixo para todos os ciclos de maturação. No presente trabalho, os coeficientes de variação (Apêndice B) de grande parte dos ensaios (81,2%) estiveram dentro do nível aceitável por estes autores. Pela classificação de Pimentel Gomes (2009), 6,4% dos experimentos tiveram coeficientes de variação altos ($20\% < CV < 30\%$); e, em outros sete experimentos, as variações do acaso foram ainda maiores ($CV > 30\%$). Apesar disso, esses experimentos foram mantidos na avaliação, uma vez que a sua eliminação aumentaria os desbalanceamentos entre tratamentos (combinação de genótipos, locais e anos).

A magnitude da variação dos efeitos principais, de genótipos e ambientes, e da interação entre estes fatores foi, quase sempre, significativa ($P \leq 5\%$) pelo teste F (Tabelas 3 e 4, e Apêndices C a H). A presença de interação significativa entre genótipos e ambientes (GxA) indicou que o desempenho das linhagens não foi consistente nos diferentes locais de avaliação. Isso justifica, no contexto dos estudos de interação GxA, o uso da estratificação ambiental e, ou, da identificação de especificidades adaptativas via análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

Os ambientes tiveram participação predominante na soma de quadrados de tratamentos (combinação entre genótipos e locais), com exceção de cinco conjuntos experimentais, nos quais participaram menos nessa variação (entre 25% e 47%) (Tabela 4 e Apêndices C a H). Conforme Gauch (1992), na análise de grupos de experimentos, a soma de quadrados de ambientes é, de fato, frequentemente elevada, representando 80% ou mais da soma de quadrados de tratamentos. Apesar disso, segundo o autor, sua influência é

considerada menos relevante, uma vez que seus efeitos não influenciam no ordenamento dos materiais genéticos dentro de um mesmo ambiente.

Tabela 3. Valores do teste F (Snedecor) para efeitos principais, de genótipos (G) e ambientes (A), e interação GxA, em seis conjuntos experimentais (Precoce Cv; Precoce RR; Médio Cv; Médio RR; Tardio Cv; e Tardio RR), na região central do Brasil, em diferentes anos agrícolas (safras).

Ciclo/tipo ¹	FV	Saфра							
		2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	
Precoce	Cv	G	20,34**	11,78**	7,92**	-	11,57**	-	9,73 **
		A	142,00**	259,00**	115,00**	-	272,00**	-	35,40 **
		GxA	2,84**	3,21**	2,02**	-	2,16**	-	2,84 **
	RR	G	-	-	33,00**	12,20**	16,33**	-	12,76 **
		A	-	-	171,00**	219,40**	403,00**	-	82,91 **
		GxA	-	-	2,66**	3,10**	3,79**	-	2,81 *
Médio	Cv	G	11,88**	1,69**	5,31**	17,00**	13,77**	20,12**	20,48 **
		A	205,00**	127,00**	220,00**	150,00**	346,00**	7,42**	6,32 **
		GxA	2,40**	1,02	1,98**	2,19**	3,44**	34,89**	13,00 *
	RR	G	-	-	17,00**	16,00**	18,27**	6,79**	20,00 **
		A	-	-	226,00**	283,00**	404,00**	24,63**	60,00 **
		GxA	-	-	2,53**	2,79**	3,44**	7,99**	2,80 **
Tardio	Cv	G	20,70**	1,77*	0,68	13,44**	-	24,59**	-
		A	251,00**	109,00**	204,00*	164,00**	-	37,16**	-
		GxA	3,70**	1,87**	1,51*	2,20**	-	16,50**	-
	RR	G	-	66,52**	24,00**	17,37**	12,12**	8,78**	-
		A	-	11,74**	212,00**	232,00**	519,00**	11,38**	-
		GxA	-	21,49**	3,66**	2,58**	4,06**	5,04**	-

¹ Cv: soja convencional; e RR: soja transgênica RR. * e ** valores significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 4. Participação (%) dos ambientes na fonte de variação relativa aos tratamentos (combinação de genótipos e ambientes), em seis conjuntos experimentais¹ (Precoce Cv; Precoce RR; Médio Cv; Médio RR; Tardio Cv; e Tardio RR), na região central do Brasil, em diferentes anos agrícolas (safras).

Saфра	Ciclo Precoce		Ciclo Médio		Ciclo Tardio	
	Cv	RR	Cv	RR	Cv	RR
2002/03	63%	-	72%	-	70%	-
2003/04	82%	-	80%	-	70%	68%
2004/05	-	76%	78%	84%	84%	78%
2005/06	-	78%	78%	83%	83%	81%
2006/07	85%	80%	83%	84%	-	85%
2007/08	-	-	36%	47%	39%	25%
2008/09	34%	64%	38%	56%	-	-

¹ Cv: soja convencional; e RR: soja transgênica RR.

O teste F_R de Cornelius et al. (1992) foi empregado buscando-se identificar o modelo AMMI de maior acurácia preditiva; isto é, aquele capaz de capturar a parte

significativa do padrão associado à interação GxA, sem incorporar ruídos importantes na análise desta fonte de variação. No entanto, o teste mostrou-se inapropriado aos propósitos desta pesquisa, uma vez que isto, quase sempre, exigiu a incorporação de elevado número de eixos principais; na maior parte das vezes, superior a quatro (Tabela 5).

Tabela 5. Modelos AMMI selecionados pelo teste F_R ¹, em seis conjuntos experimentais² (Precoce Cv; Precoce RR; Médio Cv; Médio RR; Tardio Cv; e Tardio RR), na região central do Brasil, em diferentes anos agrícolas (safras).

Safr	Precoce		Médio		Tardio	
	Cv	RR	Cv	RR	Cv	RR
2002/03	AMMI ₇	-	AMMI ₇	-	AMMI ₈	-
2003/04	AMMI ₈	-	AMMI ₀	-	AMMI ₂	AMMI ₅
2004/05	AMMI ₄	AMMI ₅	AMMI ₄	AMMI ₆	AMMI ₀	AMMI ₃
2005/06	-	AMMI ₇	AMMI ₄	AMMI ₃	AMMI ₂	AMMI ₂
2006/07	AMMI ₇	AMMI ₉	AMMI ₇	AMMI ₆	-	AMMI ₆
2007/08	-	-	AMMI ₄	AMMI ₃	AMMI ₂	AMMI ₃
2008/09	AMMI ₄	AMMI ₄	AMMI ₃	AMMI ₄	-	-

¹ Teste F_r dos resíduos de modelos AMMI, proposto por Cornelius et al. (1992); ² Cv: soja convencional, e RR: soja transgênica RR.

A acurácia do modelo AMMI também pode ser inferida comparando-se a estimativa do padrão da interação (diferença entre as somas de quadrado da interação GxA original e do ruído presente nesta soma de quadrados) com a magnitude total da interação GxA. Com frequência, modelos AMMI de ordem menos elevada capturam proporção considerável do padrão da interação GxA. Gauch & Zobel (1997) demonstraram, por exemplo, que o modelo AMMI₁ foi o de maior acurácia preditiva, capturando cerca de 80% do padrão da interação GxA. No presente trabalho, modelos AMMI de ordem mais elevada (superiores a AMMI₃) foram, com frequência, necessários para explicar esse padrão da interação GxA (Tabela 6 e Apêndices C a H).

Embora modelos AMMI de ordem mais elevada explicassem melhor a variação relativa à interação GxA original (SQ_{GxA}), os estratos ambientais estabelecidos, nesses casos, podem ser em número muito grande. Ebdon & Gauch (2002) verificaram maior acurácia preditiva para o modelo AMMI₇; no entanto, mencionaram que o modelo AMMI₁ forneceu resultados mais práticos para a estratificação de ambientes, tendo em vista o menor número de estratos ambientais estabelecidos. Pacheco (2004) também verificou tendência de maior número de estratos ambientais, além de redução dos grupos de locais (estratos) estáveis ao longo dos anos, à medida que se aumentou a ordem do modelo AMMI utilizado (AMMI₁ a AMMI₄). O autor comenta que a modelagem dos dados pela

análise AMMI, de qualquer modo, concentra nos primeiros eixos principais uma maior proporção do padrão da interação, expurgando-se parte do ruído; e isto seria a principal razão para a perda de consistência dos agrupamentos de locais ao longo dos anos, quando se usam modelos de ordem elevada. Outros trabalhos também utilizaram modelos reduzidos, AMMI₁ (Gauch, 1988; Maranha, 2005) e AMMI₂ (Pacheco et al., 2003), em estudos de estratificação ambiental.

Tabela 6. Modelos AMMI, selecionados a partir da estimativa do padrão da interação GxA¹, em seis conjuntos experimentais² (Precoce Cv; Precoce RR; Médio Cv; Médio RR; Tardio Cv; e Tardio RR), na região central do Brasil, em diferentes anos agrícolas (safras).

Safra	Precoce		Médio		Tardio	
	Cv	RR	Cv	RR	Cv	RR
2002/03	AMMI ₆	-	AMMI ₃	-	AMMI ₆	-
2003/04	AMMI ₅	-	AMMI ₁	-	AMMI ₇	AMMI ₃
2004/05	AMMI ₄	AMMI ₃	AMMI ₂	AMMI ₂	AMMI ₁	AMMI ₃
2005/06	-	AMMI ₄	AMMI ₃	AMMI ₃	AMMI ₃	AMMI ₃
2006/07	AMMI ₄	AMMI ₄	AMMI ₃	AMMI ₄	-	AMMI ₄
2007/08	-	-	AMMI ₂	AMMI ₂	AMMI ₂	AMMI ₂
2008/09	AMMI ₂	AMMI ₃	AMMI ₁	AMMI ₃	-	-

¹ $SQ_{GxA(\text{padrão})} = SQ_{(GxA)} - SQ_{GxA(\text{ruído})}$; $SQ_{GxA(\text{ruído})} = GL_{(GxA)} \times QM_{(\text{erro médio})}$; ² Cv: soja convencional, e RR: soja transgênica RR.

Em síntese, a escolha do modelo AMMI pode ser feita baseando-se em testes estatísticos que indiquem o modelo preditivamente mais acurado, ou, alternativamente, baseando-se apenas em considerações de ordem teórica ou em experiência anterior com análise de dados semelhantes (Gauch, 1992). O teste de hipótese aplicado (teste F_R) e as estimativas do padrão da interação, em geral, apontaram para a adoção de modelos AMMI mais parametrizados. Independentemente disso, que está fundamentado na explicação de somas de quadrados observadas – abordagem descritiva ou “pós-dictiva” (Gauch & Zobel, 1988; Duarte & Vencovsky, 1999), no presente trabalho deu-se preferência às estimativas AMMI₁, seja pelo seu elevado valor preditivo (baixa incorporação de ruídos) associado a estratos ambientais mais consistentes, seja para atender às demandas técnica e financeira por reduzido número destes estratos no âmbito do processo de desenvolvimento de cultivares e produção de sementes.

4.2 ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL

4.2.1 Ciclo precoce

4.2.1.1 Soja convencional

A estratificação da região de cultivo, à partir da interação dos locais de teste com linhagens de soja convencional, com ciclo precoce de maturação, resultou em dezessete estratos ambientais. Nessa estratificação, certos locais foram realocados a estratos vizinhos, contíguos ao estrato originalmente determinado pelo genótipo vencedor, sobretudo para eliminar estratos de única localidade. No período-safra 2004/05, foram feitas substituições de genótipos vencedores (por vencedores menores) em Chapadão do Sul – 10 (linhagem 0479⁷ por M-Soy 8001), Cristalina – 13 (linhagem 0458 por M-Soy 8001), Maracajú – 27 (M-Soy 8001 pela linhagem 0458) e Senador Canedo – 47 (M-Soy 8001 pela linhagem 0458). Os genótipos que substituíram os vencedores nesses locais apresentaram redução na produtividade de -0,08%, -8,4%, -4,9% e -1,18%, respectivamente. No período-safra 2003/04, o genótipo vencedor no local Sidrolândia (48) também foi substituído; a troca de vencedores (linhagem 10823 por M-Soy 8001) resultou em redução de apenas -0,13% na produtividade média do referido local.

Com essas alterações, a região de cultivo, considerando-se os genótipos de soja convencional precoce, pôde ser dividida nos seguintes estratos ambientais (Tabela 7 e Apêndices I, J e K): estrato 1 (Chapadão do Sul – 10, Cristalina – 13, Iraí – 20 e Sacramento – 41); estrato 2 (Conquista – 11, Nuporanga – 34, Sidrolândia – 48 e Sorriso – 50); estrato 3 (Guaíra – 18 e Morro Agudo – 31); estrato 4 (Campo Novo do Parecis – 6, Maracajú – 27, São Miguel do Araguaia – 45, Tangará da Serra – 51 e Uberaba-Epamig – 54); estrato 5 (Capinópolis – 8, Goiatuba – 47 e Senador Canedo – 17); estrato 6 (Planaltina – 36 e Uberaba-Chapadões – 53); estrato 7 (Lucas do Rio Verde – 25 e Sapezal – 46); estrato 8 (Montividiu – 30, Sonora – 49 e Tapurah – 52); estrato 9 (Anápolis – 1), estrato 10 (Barretos – 4), estrato 11 (Chapadão do Céu – 9), estrato 12 (Igarapava – 19), estrato 13 (Jataí – 24), estrato 14 (Luziânia – 26), estrato 15 (Primavera do Leste – 39), estrato 16 (São Gabriel do Oeste – 43) e estrato 17 (Unai – 55). Do estrato 9 (Anápolis – 1) em diante, os locais não apresentaram claro padrão de agrupamento entre si, formando, por isso, estratos ambientais de único local.

⁷ Não foi utilizada nomenclatura completa das linhagens experimentais (ex. BRAS00-0479 CE), em razão da necessidade de representá-las em gráficos (*biplot's*) com grande número delas; logo, por economia no espaço de impressão, adotou-se apenas a sua identificação numérica (ex. “0479”).

Tabela 7. Agrupamento entre pares de locais¹ e número de vezes em que se repetiu ao longo de cinco anos de avaliação – soja convencional, com ciclo precoce de maturação.

Locais ²	1	2	3	4	6	8	9	10	11	13	17	18	19	20	25	26	27	30	31	34	36	41	43	45	46	47	48	49	50	51	54	53	
8					2/3 ¹																												
10			2/2																														
11	2/3						2/3	2/3																									
13								3/3	2/2																								
17					2/3	3/3																											
18								2/3	2/3	2/3																							
20		2/2						4/4	2/3	3/3		2/3																					
25							2/3		2/3																								
26						2/3					2/3																						
27					3/3	2/3					2/3																						
30								3/3	2/3	2/2		2/3		3/3																			
31								2/3	2/3	2/2		3/3		2/3					2/3														
34	2/3						2/3	2/3	3/3	2/2		2/3		2/3	2/3				2/3	2/3													
36	2/4							2/4	2/3	2/3		2/3	2/2	2/4		2/5					2/3												
41				2/2				4/4	2/3	3/3		2/3		4/4					3/3	2/3	2/3	2/4											
43				2/2	2/3	2/3		3/4		2/3	2/3		3/4	2/3	2/4	2/3	2/3							3/4									
45				2/2	2/2						2/2						2/2	2/3						3/4									
46														2/2																			
47	2/4				2/3	3/3					3/3		2/4										2/4	2/2									
48							2/2		2/2					2/2						2/2													
49								2/2						2/2					2/2				2/2										
50	2/3						2/3	2/3	3/3	2/2		2/3	2/3	2/3	2/3				2/3	2/3	3/3	2/3	2/3				2/2						
51					3/3	2/3					2/3							3/3					2/3	2/2		2/3							
52								2/2						2/2					2/2				2/2					2/2					
54				2/2	3/3	2/3		2/4			2/3		2/4	2/4	3/3						2/4	2/4	3/4	2/2		2/4					3/3		
53	3/3								2/3												2/3	2/2								2/3			
55	2/4					2/3					2/3	2/2	2/3	4/5								3/5	2/4	2/2	2/4						2/4	2/3	

¹ A notação “2/3” indica que o par de locais (ex. 6 e 8) se agrupou em dois dos três anos de avaliação. Pares de locais que não se agruparam, ou cujo agrupamento não se repetiu por, no mínimo, dois anos de avaliação, foram ignorados. ² 1 (Anápolis); 2 (Barreiras); 3 Barreiras 2 (Coaceral); 4 (Barretos); 5 (Campo Alegre); 6 (Campo Novo do Parecis); 7 (Campos de Júlio); 8 (Capinópolis); 9 (Chapadão do Céu); 10 (Chapadão do Sul); 11 (Conquista); 12 (Correntina); 13 (Cristalina); 14 (Cristalina 2 – ou Pamplona); 15 (Diamantino); 16 (Formosa); 17 (Goiatuba); 18 (Guaira); 19 (Igarapava); 20 (Irai); 21 (Itiquira); 22 (Itumbiara); 23 (Ituverava); 24 (Jataí); 25 (Lucas do Rio Verde); 26 (Luziânia); 27 (Maracajú); 28 (Miguelópolis); 29 (Mineiros); 30 (Montividiu); 31 (Morro Agudo); 32 (Nova Mutum); 33 (Nova Ubiratã); 34 (Nuporanga); 35 (Perolândia); 36 (Planaltina); 37 (Ponta Porã); 38 (Porto Nacional); 39 (Primavera do Leste); 40 (Rio Verde); 41 (Sacramento); 42 (São Desidério); 43 (São Gabriel do Oeste); 44 (São José da Barra); 45 (São Miguel do Araguaia); 46 (Sapezal); 47 (Senador Canedo); 48 (Sidrolândia); 49 (Sonora); 50 (Sorriso); 51 (Tangará da Serra); 52 (Tapurah); 53 (Uberaba-Chapadões); 54 (Uberaba-Epamig); 55 (Unai); 56 (Vicentinópolis); 57 (Vilhenas). ² Numerador: Número de associações entre o par de locais.

A consistência dos agrupamentos nos pares de locais, ao longo dos anos, foi variável nesse conjunto de experimentos (Tabela 7). Chapadão do Sul (10), Iraí (20) e Sacramento (41), no estrato 1, formaram o grupo mais consistente, associando-se por quatro anos de avaliação (4/4). Dois destes locais, inclusive, Iraí (20) e Sacramento (41), mantiveram-se agrupados também no conjunto de linhagens de soja transgênica RR (a serem mencionados na subseção 4.2.1.2). Outros locais agruparam-se com consistência de três anos (3/3): no estrato 2 (Conquista – 11, Nuporanga – 34 e Sorriso – 50); no estrato 3 (Guaíra – 18 e Morro Agudo – 31); no estrato 4 (Campo Novo do Parecis – 6, Maracajú – 27, Tangará da Serra – 51 e Uberaba-Epamig – 54); e no estrato 5 (Capinópolis – 8, Goiatuba – 17 e Senador Canedo – 47). Já os locais dos estratos 6 (Planaltina – 36 e Uberaba-Chapadões – 53), 8 (Montividiu – 30, Sonora – 49 e Tapurah – 52), 2 (Sidrolândia – 48) e 4 (São Miguel do Araguaia – 45) agruparam-se com consistência de apenas dois anos.

Alguns locais fizeram parte da rede de experimentos em apenas um ano de avaliação. Por isso, não foi possível avaliar a consistência das associações que estes estabeleceram com outros locais da rede experimental. Ao todo, foram dezessete locais nesta condição (Apêndices I, J e K): Barreiras (2), Barreiras-2 (3), Campos de Júlio (7), Cristalina-2 (14), Diamantino (15), Itiquira (21), Itumbiara (22), Ituverava (23), Maracajú (28), Mineiros (29), Nova Mutum (32), Perolândia (35), Ponta Porã (37), Rio Verde (40), São Desidério (42), São José da Barra (44) e Vicentinópolis (56). Logo, não foram incluídos no resultado da estratificação ambiental aqui produzida.

4.2.1.2 Soja transgênica RR

No grupo experimental de linhagens transgênicas RR, com ciclo precoce de maturação, onze estratos foram identificados. Também neste grupo, certos locais foram realocados a estratos vizinhos, em razão da substituição de genótipos vencedores. O uso desse artifício se justificou, mais uma vez, pelo padrão de agrupamento identificado (repetição do agrupamento de pares de locais no período de avaliação, mas com interrupção em algum dos anos avaliados). Assim, em 2005/06, houve substituição do genótipo vencedor em Cristalina – 13 (Cultivar Valiosa pela linhagem 4723), resultando em redução de -4,06% na produtividade média do local. Por sua vez, no local Iraí (20), em 2008/09, a substituição do genótipo vencedor (linhagem 7906 por 101597) resultou em perda de produtividade mais expressiva, -10,46%. Apesar disso, este local foi realocado ao

estrato vizinho, dado o padrão de agrupamento identificado (agrupamento por três anos de avaliação com Cristalina – 13, Igarapava – 19, Barretos – 36, Sacramento – 41 e Uberaba-Epamig – 54). Isto se justificou, inclusive, porque padrão similar de agrupamento também foi observado na estratificação relativa à soja convencional; isto é, como já referido, Iraí (20) agrupou-se com Sacramento (41) também na estratificação obtida a partir de linhagens de soja convencional (subseção 4.2.1.1).

Com essas alterações, a estratificação da região alvo obtida pelas estimativas $AMMI_1$ de produtividade e para este conjunto (soja precoce e transgênica RR), resultou nos seguintes estratos ambientais (Tabela 8 e Apêndices L e M): estrato 1 (Capinópolis – 8 e Senador Canedo – 47); estrato 2 (Cristalina – 13, Igarapava – 19, Iraí – 20, Barretos – 36, Sacramento – 41 e Uberaba-Epamig – 54); estrato 3 (Chapadão do Sul – 10); estrato 4 (Jataí – 24); estrato 5 (Barretos – 4); estrato 6 (Unai – 55); estrato 7 (Luziânia – 26); estrato 8 (Primavera do Leste – 39); estrato 9 (Chapadão do Céu – 9); estrato 10 (Anápolis – 1); e estrato 11 (Campos de Júlio – 7).

A consistência dos agrupamentos que os locais estabeleceram entre si foi variável ao longo dos anos (Tabela 8). Neste caso, Iraí (20), Planaltina (36), Sacramento (41) e Uberaba-Epamig (54) foram os locais que se agruparam mais consistentemente, mantendo-se reunidos, no mesmo estrato, por quatro anos de avaliação (4/4). Por sua vez, Cristalina (13) agrupou-se aos integrantes de seu grupo (estrato 2) nos três anos em que participou da rede de experimentos. Já Capinópolis (8) e Igarapava (19), no estrato 1, e Senador Canedo (47), no estrato 2, associaram-se aos membros de seus grupos, mas apenas nos dois anos em que fizeram parte dos ensaios de avaliação.

Também nesse grupo comercial, certos locais fizeram parte da rede de experimentos em apenas um ano de avaliação, não sendo possível identificar a consistência de seus agrupamentos ao longo dos anos. Ao todo, dezoito foram os locais nessa condição (Apêndices L e M): Campo Alegre (5), Conquista (11), Diamantino (15), Formosa (16), Itiquira (21), Itumbiara (22), Ituverava (23), Lucas do Rio Verde (25), Miguelópolis (28), Montividiu (30), Nova Mutum (32), Nova Ubiratan (33), Perolândia (35), Rio Verde (40), São Gabriel do Oeste (43), Uberaba-Chapadões (53) e Vicentinópolis (56). Estes locais deixaram, portanto, de ser incluídos no resultado dessa estratificação de ambientes.

Tabela 8. Agrupamento entre pares de locais¹ e número de vezes em que se repetiu ao longo de quatro anos de avaliação – soja transgênica RR, com ciclo precoce de maturação.

Locais ²	1	4	8	9	13	19	20	24	36	41	47	54
8		2/3 ¹										
13		2/2		2/2								
19		2/2		1/1	2/2							
20		2/3		2/2	3/3	2/2						
24						1/1	2/2					
26	2/3											
36		2/3		2/2	3/3	2/2	4/4	2/2				
41		2/3		2/2	3/3	2/2	4/4	2/2	4/4			
47			2/2		2/3		2/3		2/3	2/3		
54				2/2	3/3	2/2	4/4	2/2	4/4	4/4	2/3	
55							2/3	2/2	2/3	2/3	2/2	2/2

¹ A notação “2/3” indica que o par de locais (ex. 4 e 8) se agrupou em dois dos três anos de avaliação. Pares de locais que não se agruparam, ou cujo agrupamento não se repetiu por, no mínimo, dois anos de avaliação, foram ignorados. ² 1 (Anápolis); 4 (Barretos); 8 (Capinópolis); 9 (Chapadão do Céu); 13 (Cristalina); 19 (Igarapava); 20 (Iraí); 24 (Jataí); 26 (Luziânia); 36 (Planaltina); 41 (Sacramento); 47 (Senador Canedo); 54 (Uberaba-Epamig); e 55 (Unaí).

4.2.1.3 Síntese da estratificação de ambientes

Antes de se apresentar a síntese das estratificações para o grupo de linhagens de ciclo precoce, envolvendo os grupos comerciais de soja convencional e transgênica RR, é importante destacar que os locais de avaliação não foram sempre os mesmos nestes dois grupos. Em torno de 34 localidades estiveram presentes por mais de um ano na rede de experimentos do grupo convencional, e, embora isso acontecesse, apenas dezesseis locais coincidiram, na mesma condição (mais de um ano), nesses dois grupos: Anápolis, Barretos, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Igarapava, Iraí, Jataí, Luziânia, Planaltina, Primavera do Leste, Sacramento, Senador Canedo, Uberaba-Epamig e Unaí. Essa disparidade dificultou a avaliação da concordância dos resultados dos dois grupos, bem como a sua possível integração.

As estimativas AMMI₁ da produtividade desses genótipos ofereceram a possibilidade de divisão da região alvo em 22 estratos ambientais (Tabela 9): estrato 1 (Campo Novo do Parecis, Maracajú, São Miguel do Araguaia e Tangará da Serra); estrato 2 (Conquista, Nuporanga, Sidrolândia e Sorriso); estrato 3 (Cristalina, Iraí e Sacramento); estrato 4 (Montividiu, Sonora e Tapurah); estrato 5 (Capinópolis e Senador Canedo); estrato 6 (Guaira e Morro Agudo); estrato 7 (Lucas do Rio Verde e Sapezal); estrato 8 (Anápolis); estrato 9 (Barretos); estrato 10 (Campos de Júlio); estrato 11 (Jataí); estrato 12

Tabela 9. Estratificação de locais na região central do Brasil, para avaliação experimental de linhagens e cultivares de soja com ciclo precoce de maturação.

Identificação	Grupo comercial		Ciclo precoce (síntese)
	Convencional	Transgênico RR	
Estrato 1	Chapadão do Sul Cristalina Iraí Sacramento	Capinópolis Senador Canedo	Campo Novo do Parecis Maracajú São Miguel do Araguaia Tangará da Serra
Estrato 2	Conquista Nuporanga Sidrolândia Sorriso	Cristalina Igarapava Iraí Barretos Sacramento	Conquista Nuporanga Sidrolândia Sorriso
Estrato 3	Guaira Morro Agudo	Chapadão do Sul	Cristalina Iraí Sacramento
Estrato 4	Campo Novo do Parecis Maracajú São Miguel do Araguaia Tangará da Serra Uberaba-Epamig	Jataí	Montividiu Sonora Tapurah
Estrato 5	Capinópolis Goiatuba Senador Canedo	Barretos	Capinópolis Senador Canedo
Estrato 6	Planaltina Uberaba-Chapadões	Unai	Guaira Morro Agudo
Estrato 7	Lucas do Rio Verde Sapezal	Luziânia	Lucas do Rio Verde Sapezal
Estrato 8	Montividiu Sonora Tapurah	Primavera do Leste	Anápolis
Estrato 9	Anápolis	Chapadão do Céu	Barretos
Estrato 10	Barretos	Anápolis	Campos de Júlio
Estrato 11	Chapadão do Céu	Campos de Júlio	Jataí
Estrato 12	Igarapava	-	Luziânia
Estrato 13	Jataí	-	Primavera do Leste
Estrato 14	Luziânia	-	São Gabriel do Oeste
Estrato 15	Primavera do Leste	-	Unai
Estrato 16	São Gabriel do Oeste	-	Chapadão do Céu
Estrato 17	Unai	-	Chapadão do Sul
Estrato 18	-	-	Goiatuba
Estrato 19	-	-	Igarapava
Estrato 20	-	-	Planaltina
Estrato 21	-	-	Uberaba-Epamig
Estrato 22	-	-	Uberaba-Chapadões

(Luziânia); estrato 13 (Primavera do Leste); estrato 14 (São Gabriel do Oeste); estrato 15 (Unaí); estrato 16 (Chapadão do Céu); estrato 17 (Chapadão do Sul); estrato 18 (Goiatuba); estrato 19 (Igarapava); estrato 20 (Planaltina); estrato 21 (Uberaba-Epamig); e estrato 22 (Uberaba-Chapadões). Nessa estratificação, apenas os locais nos estratos “3” e “5” agruparam-se consistentemente nos dois conjuntos experimentais (soja convencional e transgênica RR). Por sua vez, os locais nos estratos “1”, “2”, “4” e “7” agruparam-se apenas em um conjunto experimental; mas, mesmo assim, esses agrupamentos não deixaram de ser considerados no resultado desta estratificação, uma vez que tais localidades não foram avaliadas no grupo experimental recíproco.

Em trabalho anterior, com rede de ensaios na mesma região alvo, Pacheco (2004) identificou oito estratos de locais no grupo de ciclo precoce de maturação (apenas soja convencional): estrato 1 (Buritis, Capinópolis, Correntina, Lucas do Rio Verde e Rio Verde); estrato 2 (Cristalina, Luziânia, Mineiros, Placas (Barreiras) e Sacramento); estrato 3 (Anápolis, Pamplona (Cristalina 2) e Uberlândia); estrato 4 (Chapadão do Céu); estrato 5 (Iraí); estrato 6 (Planaltina); estrato 7 (Senador Canedo); e estrato 8 (Uberaba-Epamig). Apesar de certa coincidência (68%) entre os locais avaliados naquele estudo e os incluídos na presente pesquisa (por mais de um ano), apenas um par de locais (Cristalina e Sacramento) agrupou-se consistentemente nos dois estudos; além do local Chapadão do Céu, identificado como estrato de único local, em ambos. Assim, a avaliação da concordância entre os resultados destes estudos também ficou prejudicada pela não coincidência dos locais avaliados. Das dezoito localidades analisadas por Pacheco (2004), duas (Buritis e Correntina) foram eliminadas no presente estudo, e outras quatro (Placas – aqui identificada como Barreiras-2, Pamplona – como Cristalina-2, Mineiros e Rio Verde) não puderam ser incluídas por participarem de apenas um ano de avaliação.

4.2.2 **Ciclo médio**

4.2.2.1 Soja convencional

Na estratificação baseada em genótipos de soja convencional com ciclo médio de maturação, os estratos foram identificados empregando-se os mesmos critérios utilizados nas estratificações anteriores. Alguns locais foram realocados a outros estratos, em alguns anos de avaliação, em razão do padrão de agrupamento identificado (repetição do agrupamento entre pares de locais no período de avaliação, mas com interrupção em

algum dos anos avaliados). Na safra 2002/03, as trocas dos genótipos vencedores, nos locais Barreiras – 2 (linhagem 6705 por 2999), Senador Canedo – 47 (linhagem 6705 por 15270) e Uberaba-Chapadões – 53 (linhagem 6705 por 2999), resultaram em pequenas reduções de produtividade média, na proporção de -0,18%, -0,10% e -0,20%, respectivamente. Por sua vez, as substituições de genótipos vencedores nos locais Uberaba-Chapadões – 53 (cultivar Conquista pela linhagem 8296, em 2003/04) e Uberaba-Epamig – 54 (linhagem 24636 por 410514, em 2006/07) resultaram em perdas de produtividade de -0,9% e -4,9%, respectivamente.

Com essas alterações, a estratificação da região de interesse resultou em dezesseis estratos ambientais (Tabela 10 e Apêndices N a Q): estrato 1 (Anápolis – 1, Montividiu – 30 e Tangará da Serra – 51); estrato 2 (Barreiras – 2, Campo Novo do Parecis – 6, Capinópolis – 8, Uberaba-Chapadões – 53 e Unai – 55); estrato 3 (Chapadão do Céu – 9, Senador Canedo – 47 e Goiatuba – 17); estrato 4 (Chapadão do Sul – 10, Conquista – 11, Maracajú – 27 e Sonora – 49); estrato 5 (São Gabriel do Oeste – 43, Sorriso – 50 e Uberaba-Epamig – 54); estrato 6 (Sapezal – 46 e Tapurah – 52); estrato 7 (Sacramento – 41 e São Miguel do Araguaia – 45); estrato 8 (Campos de Júlio – 7 e Primavera do Leste – 39); estrato 9 (Jataí – 24 e Rio Verde – 40); estrato 10 (Cristalina – 13 e Lucas do Rio Verde – 25); estrato 11 (São Desidério – 42); estrato 12 (Iraí – 20); estrato 13 (Luziânia – 26); estrato 14 (Planaltina – 36); estrato 15 (Sacramento – 41); e estrato 16 (Barretos – 4).

A consistência dos agrupamentos identificados foi variável (Tabela 10). Dois grupos de locais (Chapadão do Céu – 9 e Senador Canedo – 47) e (São Gabriel do Oeste – 43 e Uberaba-Epamig – 54) associaram-se mais consistentemente, por quatro anos de avaliação (4/4). Em alguns casos, os agrupamentos tiveram consistência de três anos (3/3): o estrato 1 (Anápolis, Montividiu e Tangará da Serra) e parte dos estratos 2 (Capinópolis, Uberaba-Chapadões e Unai), 3 (Chapadão do Céu com Goiatuba; e Goiatuba com Senador Canedo), 4 (Chapadão do Sul, Conquista e Maracajú) e 5 (São Gabriel do Oeste com Sorriso, e Sorriso com Uberaba Epamig). Já em outros, os agrupamentos foram identificados por dois anos de avaliação: estrato 6 (Sapezal e Tapurah), estrato 7 (Sacramento e São Miguel do Araguaia), estrato 8 (Campos de Júlio e Primavera do Leste), estrato 9 (Jataí e Rio Verde) e estrato 10 (Cristalina e Lucas do Rio Verde). Assim como estes, os agrupamentos entre os locais Sonora (no estrato 4), Barreiras (no estrato 2) e Campo Novo do Parecis (também no estrato 2) com os locais de seus respectivos grupos também tiveram consistência de dois anos.

Tabela 10. Agrupamento entre pares de locais¹ e número de vezes em que se repetiu ao longo de seis anos de avaliação – soja convencional, com ciclo médio de maturação.

Locais ¹	1	2	6	7	8	9	10	11	13	17	20	24	25	26	27	29	30	36	39	41	43	46	47	49	50	54	53	
6		2/2																										
8		2/2	3/3																									
9	2/3 ¹																											
10	2/4		2/3		2/3	3/4																						
11			2/3		2/3	2/3	3/3																					
13	3/3								2/4																			
17	2/3					3/3	2/3	2/3																				
20	2/4					2/4			2/4	2/3																		
25	3/3					2/3			2/2	2/3	2/3																	
26	2/4								2/4		4/6		2/3															
27			2/3		2/3	2/3	3/3	3/3		2/3																		
30	3/3					2/3			2/2	2/3	2/3		3/3	2/3														
36	2/4												2/3	3/6			2/3											
39				2/2							2/3																	
40												2/2																
41						2/4	2/5	2/3	2/4	2/3	2/6				2/3													
42							2/2	2/2							2/2													
43			2/3		2/3		3/4	2/3							2/3													
45																						2/2						
47	2/4			2/2		4/4	3/5	2/3		3/3	3/5		2/3	2/5	2/3		2/3		2/3	2/5								
49			2/2		2/2	2/3	3/3	2/2							2/2							2/2		2/3				
50			2/3		2/3		2/3	2/3							2/3							3/3			2/2			
51	3/3					2/3			2/2	2/3	2/3		3/3	2/3			3/3	2/3							2/3			
52																						2/2						
54			2/3		2/3		2/5	2/3							2/3						2/5	4/4			2/4	3/3		
53		2/2	3/3		3/3		2/3	2/3							2/3	2/2						2/3				2/3	2/3	
55		2/2	3/3	2/2	3/3	2/4	3/5	2/3						2/6	2/3				2/5	2		2/4		3/5	3/4	2/3	2/5	3/3

¹ A notação “2/3” indica que o par de locais (ex. 1 e 9) se agrupou em dois dos três anos de avaliação. Pares de locais que não se agruparam, ou cujo agrupamento não se repetiu por, no mínimo, dois anos de avaliação, foram ignorados. ² 1 (Anápolis); 2 (Barreiras); 6 (Campo Novo do Parecis); 8 (Capinópolis); 9 (Chapadão do Céu); 10 (Chapadão do Sul); 11 (Conquista); 13 (Cristalina); 17 (Goiatuba); 20 (Iraí); 25 (Lucas do Rio Verde); 26 (Luziânia); 27 (Maracajú); 29 (Mineiros); 30 (Montividiu); 36 (Planaltina); 39 (Primavera do Leste); 41 (Sacramento); 42 (São Desidério); 43 (São Gabriel do Oeste); 45 (São Miguel do Araguaia); 47 (Senador Canedo); 49 (Sonora); 50 (Sorriso); 51 (Tangará da Serra); 52 (Tangará da Serra); 54 (Uberaba-Epamig); 53 (Uberaba-Chapadões); e 55 (Unai).

Outros locais participaram das avaliações por apenas um ano, não tendo sido possível identificar a consistência de seus agrupamentos. Ao todo, foram doze locais nessa condição (Apêndices N a Q): Barreiras (3), Correntina (12), Cristalina 2 (14), Diamantino (15), Formosa (16), Igarapava (19), Itiquira (21), Mineiros (29), Nova Mutum (32), Ponta Porã (37), Sidrolândia (48) e Vilhena (57). Estes locais deixaram, portanto, de ser incluídos no resultado dessa estratificação de ambientes. As localidades mencionadas representaram 26% dos locais de teste nesse conjunto experimental; ou seja, uma proporção relativamente alta e que explica, em parte, a dificuldade encontrada na identificação de agrupamentos consistentes ao longo dos anos.

4.2.2.2 Soja transgênica RR

Também neste conjunto de experimentos (soja transgênica RR com ciclo médio de maturação), alguns locais foram realocados a estratos distintos daqueles originalmente estabelecidos pelos genótipos vencedores, embora sempre contíguos ao estrato original. Assim, o padrão de agrupamento observado (repetição do agrupamento de pares de locais no período de avaliação, mas com interrupção em algum dos anos avaliados) justificou a substituição do genótipo vencedor em: Anápolis – 1 (linhagem 61351 pela cultivar Valiosa, em 2004/05) e Uberaba-Epamig – 54 (cultivar Valiosa pela linhagem 71943, em 2005/06). Em ambos os casos, os genótipos que substituíram os vencedores principais implicaram em reduções relativamente pequenas sobre a produtividade média nesses locais (inferiores a 1%).

Com as alterações mencionadas, a estratificação da região de cultivo, para genótipos de soja transgênica (RR) do grupo médio de maturação, resultou em doze estratos ambientais (Tabela 11 e Apêndices R, S e T): estrato 1 (Anápolis – 1 e Montividiu – 30); estrato 2 (Capinópolis – 8, Iraí – 20, Jataí – 24 e Perolândia – 35); estrato 3 (Chapadão do Céu – 9 e Cristalina – 13); estrato 4 (São Gabriel do Oeste – 43 e Uberaba-Epamig – 54); estrato 5 (Campo alegre – 5); estrato 6 (Campos de Júlio – 7); estrato 7 (Luziânia – 26); estrato 8 (Planaltina – 36); estrato 9 (Primavera do Leste – 39); estrato 10 (Sacramento – 41); estrato 11 (Senador Canedo – 47); e estrato 12 (Unai – 55).

A consistência dos agrupamentos identificados foi variável (Tabela 11). Capinópolis (8) agrupou-se a Iraí (20) por quatro anos de avaliação (4/4), constituindo-se no agrupamento de locais mais consistentemente identificado. Por sua vez, alguns locais agruparam-se por três anos (3/3) na rede experimental: estrato 2 (Jataí com Capinópolis e

Jataí com Iraí) e estrato 3 (Chapadão do Céu e Cristalina). Já nos estratos 1 (Anápolis e Montividiu) e 4 (São Gabriel do Oeste e Uberaba-Epamig), os locais se agruparam menos consistentemente, por dois anos de avaliação (2/2). Além desses, Perolândia (35) também se agrupou com os demais locais de seu estrato (2) por igual período.

Tabela 11. Agrupamento entre pares de locais¹ e número de vezes em que se repetiu ao longo de seis anos de avaliação – soja transgênica RR, com ciclo médio de maturação.

Locais ²	1	7	8	9	13	20	24	26	36	41	43
10	2/2 ¹										
13	2/4		2/2	3/3							
20	2/3		4/4	2/2	3/3						
24			3/3			3/3					
26		2/2	3/4	2/3	2/4	3/5	2/3				
30	2/2										
35			2/2			2/2	2/2	2/2			
36	2/4		3/4		2/4	3/5	2/3	3/6			
41									2/4		
43										2/2	
47	2/4										
54	2/3				2/3	2/4			2/4	3/4	2/2
55						2/4					

¹ A notação “2/2” indica que o par de locais (ex. 1 e 10) se agrupou em dois dos dois anos avaliados; isto é, neste caso, em todos os anos. Pares de locais que não se agruparam, ou cujo agrupamento não se repetiu por, no mínimo, dois anos de avaliação, foram ignorados.² 1 (Anápolis); 7 (Campos de Júlio); 8 (Capinópolis); 9 (Chapadão do Céu); 10 (Chapadão do Sul); 13 (Cristalina); 20 (Iraí); 24 (Jataí); 26 (Luziânia); 30 (Montividiu); 35 (Perolândia); 36 (Planaltina); 41 (Sacramento); 43 (São Gabriel do Oeste); 47 (Senador Canedo); 54 (Uberaba-Epamig); 55 (Unai).

Entre os locais que entraram nessa rede experimental, parte considerável esteve presente em apenas um ano de avaliação. Assim, a consistência, ou repetibilidade, das associações que estes estabeleceram com outros locais não pôde ser avaliada. Dos 33 locais avaliados, quatorze estiveram nessa condição (Apêndices R, S e T): Conquista (11), Correntina (12), Diamantino (15), Formosa (16), Itiquira (21), Itumbiara (22), Lucas do Rio Verde (25), Nova Mutum (32), Nova Ubiratan (33), Porto Nacional (38), Rio Verde (40), Uberaba-Chapadões (53) e Vicentinópolis (56). Logo, estes locais não foram considerados na estratificação de ambientes estabelecida para genótipos de soja transgênica RR, com ciclo médio de maturação.

4.2.2.3 Síntese da estratificação de ambientes

A estratificação ambiental obtida a partir de genótipos de soja convencional apresentou pouca concordância com aquela estabelecida a partir de genótipos de soja transgênica RR (Tabela 12). Uma comparação entre o modo de condução das duas redes de experimentos mostra diferenças que, em parte, podem explicar tal falta de concordância. Primeiramente, enquanto 133 ensaios compuseram a rede de experimentos no grupo convencional, pouco mais da metade (78 ensaios) compôs a rede do grupo transgênico RR (Tabela 2, seção 3.2). Além disso, dos locais ensaiados no grupo convencional, dezesseis não participaram da rede do grupo transgênico RR; e, daqueles ensaiados neste grupo, dois não estiveram no grupo convencional. Portanto, dezoito locais não participaram, simultaneamente, dos dois conjuntos experimentais, e essa disparidade pode ter contribuído para as discordâncias nas estratificações.

Essa falta de concordância manifestou-se, particularmente, nos casos em que os locais de teste, mesmo sendo comuns às duas redes experimentais, agruparam-se a locais distintos em cada grupo. Esse foi o caso, por exemplo, dos locais Capinópolis, Chapadão do Céu, Cristalina, Irai, Primavera do Leste, Senador Canedo, Uberaba-Epamig e Unaí. Tal observação suscita a hipótese de que as interações GxA talvez sejam de natureza e magnitudes diferentes nos dois grupos; seja por efeitos ambientais associados ao controle químico diferenciado de plantas invasoras, seja por seus *background's* genéticos distintos.

Como mencionado, o controle químico de plantas invasoras não foi o mesmo nos dois conjuntos experimentais. A soja convencional recebeu tratamento com herbicidas seletivos à cultura, diferentes daquele aplicado à soja transgênica RR, invariavelmente o herbicida glifosato. E, essa diferença na condução dos experimentos, por si só, já constitui variação ambiental importante, à qual os genótipos podem responder diferentemente. Este trabalho, no entanto, não permite avaliar se esses fatores influenciaram no modo como os genótipos interagiram com os locais de avaliação.

Linhagens de soja convencional ou transgênica RR podem apresentar, teoricamente, interação GxA diferencial por causas essencialmente genéticas. Também é sabido que a interação GxA não se manifesta em características com herança monogênica, como é o caso da resistência ao glifosato. Ademais, conforme Lima et al. (2008) salientam, os programas de desenvolvimento da soja RR introduziram esse gene de resistência nas melhores cultivares comerciais, via retrocruzamentos. Portanto, linhagens dos dois grupos apresentam *background's* genéticos relativamente semelhantes. E, nessas circunstâncias, é provável que ambos os conjuntos genotípicos não apresentem interação GxA diferencial.

Contudo, tal hipótese também deve ser avaliada em novos estudos, planejados especificamente para esta finalidade.

Tabela 12. Estratificação de locais, na região central do Brasil, para avaliação experimental de linhagens e cultivares de soja com ciclo médio de maturação.

Identificação	Grupo comercial		Ciclo médio (síntese)
	Convencional	Transgênico RR	
Estrato 1	Anápolis Montividiu Tangará da Serra	Anápolis Montividiu	Anápolis Montividiu Tangará da Serra
Estrato 2	Barreiras Campo Novo do Parecis Capinópolis Uberaba-Chapadões Unai	Capinópolis Iraí Jataí Perolândia	Barreiras Campo Novo do Parecis Uberaba-Chapadões
Estrato 3	Chapadão do Céu Senador Canedo Goiatuba	Chapadão do Céu Cristalina	Chapadão do Sul Conquista Maracajú Sonora
Estrato 4	Chapadão do Sul Conquista Maracajú Sonora	São Gabriel do Oeste Uberaba-Epamig	São Gabriel do Oeste Sorriso Uberaba-Epamig
Estrato 5	São Gabriel do Oeste Sorriso Uberaba-Epamig	Campo Alegre	Barretos
Estrato 6	Sapezal Tapurah	Campos de Júlio	Campos de Júlio
Estrato 7	Sacramento São Miguel do Araguaia	Luziânia	Chapadão do Céu
Estrato 8	Campos de Júlio Primavera do Leste	Planaltina	Campo Alegre
Estrato 9	Jataí Rio Verde	Primavera do Leste	Capinópolis
Estrato 10	Cristalina Lucas do Rio Verde	Sacramento	Cristalina
Estrato 11	São Desidério	Senador Canedo	Goiatuba
Estrato 12	Iraí	Unai	Iraí
Estrato 13	Luziânia	-	Jataí
Estrato 14	Planaltina	-	Lucas do Rio Verde
Estrato 15	Sacramento	-	Luziânia
Estrato 16	Barretos	-	Perolândia
Estrato 17	-	-	Planaltina
Estrato 18	-	-	Primavera do Leste
Estrato 19	-	-	Rio Verde
Estrato 20	-	-	Sacramento
Estrato 21	-	-	São Desidério
Estrato 22	-	-	Senador Canedo
Estrato 23	-	-	Unai

Enfim, o exame dos resultados relativos aos genótipos de ciclo médio apontou para a possibilidade de divisão da região de cultivo (representada por 35 locais⁸, avaliados em dois ou mais anos agrícolas) em 23 estratos ambientais (Tabela 12): estrato 1 (Anápolis, Montividiu e Tangará da Serra); estrato 2 (Barreiras, Campo Novo do Parecis e Uberaba-Chapadões); estrato 3 (Chapadão do Sul, Conquista, Maracajú e Sonora); estrato 4 (São Gabriel do Oeste, Sorriso e Uberaba-Epamig); estrato 5 (Barretos); estrato 6 (Campos de Júlio); estrato 7 (Chapadão do Céu); estrato 8 (Campo Alegre); estrato 9 (Capinópolis); estrato 10 (Cristalina); estrato 11 (Goiatuba); estrato 12 (Iraí); estrato 13 (Jataí); estrato 14 (Lucas do Rio Verde); estrato 15 (Luziânia); estrato 16 (Perolândia); estrato 17 (Planaltina); estrato 18 (Primavera do Leste); estrato 19 (Rio Verde); estrato 20 (Sacramento); estrato 21 (São Desidério); estrato 22 (Senador Canedo); e estrato 23 (Unai).

Apenas dois pares de locais, (Anápolis e Montividiu) e (São Gabriel do Oeste e Uberaba-Epamig), foram consistentes em ambos os conjuntos experimentais (convencional e transgênico). Os demais agrupamentos não foram identificados na rede experimental recíproca, devido às diferenças entre os locais nos dois conjuntos. Por sua vez, apenas três dos estratos de local único, estrato 15 (Luziânia), estrato 17 (Planaltina) e estrato 20 (Sacramento), foram identificados em ambos os conjuntos; os demais agruparam-se a locais diferentes, mostrando inconsistência nessas associações, e ficando, por isso, isolados em seus estratos (Tabela 12).

A síntese dessa estratificação ambiental também não apresentou boa concordância com os estratos estabelecidos por Pacheco (2004), para o mesmo grupo de maturação. Isto, apesar de boa parte das localidades avaliadas naquele estudo, para este grupo, também participar da presente pesquisa (quatorze dos dezoito locais). No trabalho anterior, seis estratos foram identificados: estrato 1 (Buritis, Correntina, Cristalina, Lucas do Rio Verde, Placas, Planaltina, Rio Verde e Uberaba-Epamig); estrato 2 (Luziânia, Mineiros e Pamplona); estrato 3 (Anápolis, Senador Canedo, Capinópolis e Sacramento); estrato 4 (Iraí); estrato 5 (Chapadão do Céu); e estrato 6 (Uberlândia). Anápolis e Uberaba-Epamig agruparam-se a locais diferentes nos dois estudos. Por sua vez, grande parte das localidades (Cristalina, Lucas do Rio Verde, Planaltina, Rio Verde, Luziânia, Senador Canedo, Capinópolis e Sacramento) que formaram agrupamentos naquele trabalho foi

⁸ Das 35 localidades, dezessete participaram de ambos os grupos experimentais; dezesseis, apenas do grupo convencional; e as outras duas localidades, só do grupo transgênico RR.

identificada como estratos de local único no presente estudo. Diferentemente, os locais Buritis e Uberlândia não foram avaliados neste trabalho, e Correntina, Pamplona (Cristalina-2) e Mineiros, apesar de estarem presentes, foram desconsiderados em razão de participarem apenas de um ano de avaliação. Em ambos os estudos, Iraí e Chapadão do Céu foram identificados como estratos de único local, representando, portanto, mega-ambientes distintos. Logo, os resultados concordaram apenas na identificação destes dois estratos ambientais.

4.2.3 **Ciclo tardio**

4.2.3.1 Soja convencional

Neste conjunto de experimentos (soja convencional de ciclo tardio), alguns ambientes também foram realocados a estratos vizinhos, relativamente à estratificação original estabelecida pelos genótipos vencedores. O uso deste artifício se justificou, mais uma vez, pelo padrão de agrupamento observado ao longo dos anos. O genótipo vencedor foi, então, substituído por outro de menor produtividade nos seguintes locais e anos de avaliação: Uberaba-Epamig – 54 e Capinópolis – 8 (linhagem 8800 por 8981, em 2002/03); Barreiras – 2 (linhagem 284023 por 53516, em 2003/04); Tangará da Serra – 51 (linhagem 2705 por 5548, em 2004/05); Campo Novo do Parecis – 6 e Chapadão do Sul – 10 (linhagem 58316 por 2705, em 2004/05) e Iraí – 20 (linhagem 2675 pela cultivar Conquista, em 2005/06). A redução na produtividade, decorrente destas substituições, foi relativamente pequena, de -0,3%, -1,6%, -0,9%, -2%, -0,5% e -2,4%, respectivamente.

Com essas alterações, nesse conjunto experimental, a região de cultivo e alvo do estudo pôde ser dividida em dez estratos ambientais. Estes foram constituídos pelos grupos de locais identificados, mais os estratos de única localidade (Tabela 13 e Apêndices U, V e X): estrato 1 (Lucas do Rio Verde – 25, Montividiu – 30 e Sorriso – 50); estrato 2 (Goiatuba – 17, Luziânia – 26, Tangará da Serra – 51 e Unai – 55); estrato 3 (Campo Novo do Parecis – 6, Planaltina – 36, Senador Canedo – 47 e Tapurah – 52); estrato 4 (Barreiras – 2, Chapadão do Céu – 9 e São Desidério – 42); estrato 5 (Capinópolis – 8, Iraí – 20, Sacramento – 41, Sonora – 49 e Uberaba-Epamig – 54); estrato 6 (Chapadão do Sul – 10 e Primavera do Leste – 39); estrato 7 (Anápolis – 1); estrato 8 (Cristalina – 13); estrato 9 (Uberaba-Chapadões – 53); e estrato 10 (Rio Verde – 40).

Tabela 13. Agrupamento entre pares de locais¹ e número de vezes em que se repetiu ao longo de cinco anos de avaliação – soja convencional, com ciclo tardio de maturação.

Locais ²	1	2	6	8	9	10	11	13	17	20	25	26	30	36	40	41	47	49	51	54
9		2/2 ¹																		
11					2/3															
13																				
17	2/3						2/3	2/2												
20				3/3	2/4															
25			2/3																	
26	2/3						2/3	2/3	3/3											
30			2/3								3/3									
36			3/3								2/3	2/4	2/3							
39						2/2														
40																				
41				3/3	2/4					5/5										
42		2/2			2/2															
47			3/3								2/3	2/4	2/3	3/3						
49				1/1 ¹						2/2						2/2				
50			2/3								3/3		3/3	2/3			2/3			
51	2/3						2/3	2/2	3/3			3/3								
52			2/2											2/2			2/2			
54				3/3	2/4					4/4						4/4		2/2		
53				2/3	2/2					2/3						2/3				2/3
55	2/3						2/3	2/3	3/3			4/4					2/4		3/3	

¹ A notação “2/2” indica que o par de locais (ex. 2 e 9) se agrupou em dois dos dois anos avaliados, isto é, em todos. Pares de locais que não se agruparam, ou cujo agrupamento não se repetiu por, no mínimo, dois anos de avaliação, foram ignorados (exceto o par 8 e 49). ² 1 (Anápolis); 2 (Barreiras); 6 (Campo Novo do Parecis); 8 (Capinópolis); 9 (Chapadão do Céu); 10 (Chapadão do Sul); 11 (Conquista); 13 (Cristalina); 17 (Goiatuba); 20 (Iraí); 25 (Lucas do Rio Verde); 26 (Luziânia); 30 (Montividiu); 36 (Planaltina); 39 (Primavera do Leste); 41 (Sacramento); 42 (São Desidério); 47 (Senador Canedo); 49 (Sonora); 50 (Sorriso); 51 (Tangará da Serra); 52 (Tapurah); 53 (Uberaba-Chapadões); 54 (Uberaba-Epamig); 55 (Unai).

Também neste caso, a consistência nos agrupamentos identificados foi variável (Tabela 13). Os locais Iraí (20) e Sacramento (41), no estrato 5, agruparam-se por mais tempo, em cinco anos de avaliação (5/5). Os pares de locais (Iraí – 20 e Uberaba-Epamig – 54), (Sacramento – 41 e Uberaba-Epamig – 54), no estrato 5, e (Luziânia – 26 e Unai – 55), no estrato 2, estiveram sempre agrupados em quatro anos (4/4). Já os locais do estrato 4 (Barreiras – 2, Chapadão do Céu – 9 e São Desidério – 42) e do estrato 6 (Chapadão do Sul e Primavera do Leste) agruparam-se em dois anos, período no qual participaram da rede experimental; assim como o agrupamento do local Tapurah (52) aos membros do seu grupo (estrato 3). Nos demais agrupamentos, os locais se reuniram, predominantemente, por três anos (3/3): estrato 1 (Lucas do Rio Verde - 25, Montividiu – 30 e Sorriso – 50); boa parte dos agrupamentos no estrato 2 (Goiatuba – 17, Luziânia – 26, Tangará da Serra – 51 e Unai – 55); parte deles no estrato 3 (Campo Novo do Parecis – 6, Planaltina – 36 e Senador Canedo – 47); e a maioria dos agrupamentos de Capinópolis (8), no estrato 5.

Alguns locais (nove no total) participaram da rede experimental por apenas um ano de avaliação: Barreiras-2 (3), Chapadão do Sul (10), Correntina (12), Cristalina-2 (14), Formosa (16), Mineiros (29), São Miguel do Araguaia (45), Sapezal (46) e Vilhena (57). Assim como nos outros casos (demais grupos experimentais), não foi possível avaliar a consistência dos agrupamentos que estes locais estabeleceram, e, por conseguinte, ficaram excluídos da estratificação ambiental realizada nesta pesquisa.

4.2.3.2 Soja transgênica RR

Com a finalidade de estabelecer agrupamentos maiores e em menor número, também neste conjunto experimental empregou-se o artifício da substituição de genótipos vencedores por vencedores menores. Neste caso, entretanto, isto foi utilizado em apenas um ambiente. No ano-safra 2005/06, o genótipo de maior produtividade em Luziânia (26) foi substituído pelo vencedor do estrato vizinho. A substituição (linhagem 5303 por 07718) ocasionou pequena redução na produtividade média do local (-0,9%), resultando num melhor agrupamento, de Luziânia (26) com Cristalina (13).

Desse modo, considerando-se os estratos identificados em cada ano agrícola, além da alteração acima mencionada, a região estudada pôde ser dividida em nove estratos ambientais, formados pelos grupos de locais similares mais os estratos de única localidade (Tabela 14 e Apêndices W ao Z): estrato 1 (Cristalina – 13, Luziânia – 26 e Montividiu – 30); estrato 2 (Planaltina – 36 e Senador Canedo – 47); estrato 3 (Iraí – 20, Sacramento – 41 e Primavera do Leste – 39); estrato 4 (Anápolis – 1 e Chapadão do Céu – 9); estrato 5 (Campos de Júlio – 7 e Unai – 55); estrato 6 (Chapadão do Sul – 10, São Gabriel do Oeste – 43 e Uberaba-Epamig – 54); estrato 7 (Campo alegre – 5); estrato 8 (Capinópolis – 8); e estrato 9 (Jataí – 24).

Quanto à consistência nos agrupamentos, os locais Cristalina (13) e Luziânia (26), no estrato 1, associaram-se por mais vezes, em quatro anos de avaliação (4/4) (Tabela 14). No estrato 3, Iraí (20) e Sacramento (41) agruparam-se por três anos na rede experimental. Por sua vez, a associação dos locais do estrato 2 (Planaltina – 36 e Senador Canedo – 47) se deu em três dos quatro anos de avaliação. Mesmo assim, o par de locais foi considerado um grupo consistente, pois o não agrupamento em um dos anos (2005/06) não impediu que o padrão de similaridade entre eles fosse reconhecido. Os demais agrupamentos identificados tiveram consistência de dois anos, período em que os locais se encontraram na rede de ensaios: estrato 4 (Anápolis e Chapadão do Céu); estrato 5

(Campos de Júlio e Unai); e estrato 6 (Chapadão do Sul, São Gabriel do Oeste e Uberaba-Epamig). Além destes, Montividiu e Primavera do Leste agruparam-se aos locais, em seus respectivos estratos (1 e 3), por igual período de dois anos (2/2).

Tabela 14. Agrupamento entre pares de locais¹ e número de vezes em que se repetiu ao longo de cinco anos de avaliação – soja transgênica RR, com ciclo tardio de maturação.

Locais ²	1	5	7	8	9	10	13	20	24	26	36	39	41	43	47
5															
9	2/2 ¹														
13	3/4		2/2		2/2										
20	2/3														
24									2/2						
26	3/4		2/2		2/2		4/4								
30	2/2						2/2				2/2				
36	2/4					2/2		3/4	2/2						
39								2/2							
41	2/3							3/3			2/3	2/2			
43						2/2					2/2				
47	2/4			2/2				2/3			3/4		2/3		
54	2/3					2/2		2/3			3/3		2/3	2/2	2/3
55			2/2				2/2				2/2				

¹ A notação “2/2” indica que o par de locais (ex. 1 e 9) se agrupou em dois dos dois anos avaliados, isto é, em todos. Pares de locais que não se agruparam, ou cujo agrupamento não se repetiu por, no mínimo, dois anos de avaliação, foram ignorados. ² 1 (Anápolis); 7 (Campos de Júlio); 8 (Capinópolis); 9 (Chapadão do Céu); 10 (Chapadão do Sul); 13 (Cristalina); 20 (Iraí); 24 (Jataí); 26 (Luziânia); 30 (Montividiu); 36 (Planaltina); 39 (Primavera do Leste); 41 (Sacramento); 43 (São Gabriel do Oeste); 47 (Senador Canedo); 54 (Uberaba-Epamig); 55 (Unai).

Alguns locais participaram da rede de experimentos em apenas um ano de avaliação, não sendo possível, então, avaliar a consistência dos agrupamentos que estabeleceram: Conquista (11), Correntina (12), Diamantino (15), Formosa (16), Itiquira (21), Lucas do Rio Verde (25), Nova Mutum (32), Nova Ubiratan (33), Perolândia (35), Porto Nacional (38) e Sonora (49). Estes locais, portanto, também não fazem parte desta estratificação de ambientes.

4.2.3.3 Síntese da estratificação de ambientes

A análise da interação GxA para os genótipos de ciclo tardio, incluindo os grupos convencional e transgênico RR, possibilitou dividir a região alvo do estudo (representada por trinta locais com participação mínima em dois anos), em 21 estratos ambientais (Tabela 15). Dos agrupamentos identificados, apenas dois pares de locais,

(Planaltina e Senador Canedo) e (Iraí e Sacramento), agruparam-se consistentemente em ambos os conjuntos de experimentos (convencional e transgênico RR). Alguns locais agruparam-se em apenas um destes conjuntos, em razão de não terem participado no grupo experimental recíproco. Ao todo, onze locais estiveram nessa condição: Lucas do Rio Verde, Sorriso, Goiatuba, Tangará da Serra, Campo Novo do Parecis, Tapurah, Barreiras, São Desidério, Sonora, Campos de Júlio e São Gabriel do Oeste. Outros, no entanto, agruparam-se a localidades diferentes em cada um dos conjuntos: Anápolis, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Luziânia, Montividiu, Primavera do Leste, Uberaba-Epamig e Unai. Assim, as associações de similaridade que estes locais estabeleceram foram consideradas inconsistentes e, por isso, tais localidades ficaram isoladas em seus estratos.

Diante do exposto, a região alvo do estudo ficou dividida nos seguintes estratos ambientais (Tabela 15): estrato 1 (Campo Novo do Parecis, Planaltina, Senador Canedo e Tapurah); estrato 2 (Iraí, Sacramento e Sonora); estrato 3 (Lucas do Rio Verde e Sorriso); estrato 4 (Goiatuba e Tangará da Serra); estrato 5 (Barreiras e São Desidério); estrato 6 (Anápolis); estrato 7 (Campo Alegre); estrato 8 (Campos de Júlio); estrato 9 (Capinópolis); estrato 10 (Chapadão do Céu); estrato 11 (Chapadão do Sul); estrato 12 (Cristalina); estrato 13 (Jataí); estrato 14 (Luziânia); estrato 15 (Montividiu); estrato 16 (Primavera do Leste); estrato 17 (Rio Verde); estrato 18 (São Gabriel do Oeste); estrato 19 (Uberaba-Chapadões); estrato 20 (Uberaba-Epamig); e estrato 21 (Unai).

A estratificação obtida para genótipos de ciclo tardio de maturação também apresentou discordância em relação à estratificação estabelecida por Pacheco (2004). Nesse trabalho, o autor identificou oito estratos ambientais: estrato 1 (Anápolis, Capinópolis, Chapadão do Céu, Conquista, Lucas do Rio Verde, Mineiros, Rio Verde e Senador Canedo); estrato 2 (Buritis e Luziânia); estrato 3 (Correntina, Cristalina e Placas); estrato 4 (Pamplona e Planaltina); estrato 5 (Iraí); estrato 6 (Sacramento); e estrato 7 (Uberaba). Os locais Anápolis, Capinópolis, Chapadão do Céu, Rio Verde, Luziânia, Cristalina, Iraí e Sacramento, embora participassem de grupos de similaridade em um dos estudos, formaram estratos de local único no outro. Lucas do Rio Verde, Placas (Barreiras), Planaltina e Senador Canedo participaram de agrupamentos consistentes em ambos, porém, associados a locais diferentes em cada estudo. Já Conquista, Mineiros, Buritis, Correntina e Pamplona (Cristalina-2) não foram avaliados na rede de ensaios do presente estudo,

Tabela 15. Estratificação de locais na região central do Brasil, para avaliação experimental de linhagens e cultivares de soja com ciclo tardio de maturação.

Identificação	Grupo comercial		Ciclo tardio (síntese)
	Convencional	Transgênico RR	
Estrato 1	Lucas do Rio Verde Montividiu Sorriso	Cristalina Luziânia Montividiu	Campo Novo do Parecis Planaltina Senador Canedo Tapurah
Estrato 2	Goiatuba Luziânia Tangará da Serra Unai	Planaltina Senador Canedo	Iraí Sacramento Sonora
Estrato 3	Campo Novo do Parecis Planaltina Senador Canedo Tapurah	Iraí Sacramento Primavera do Leste	Lucas do Rio Verde Sorriso
Estrato 4	Barreiras Chapadão do Céu São Desidério	Anápolis Chapadão do Céu	Goiatuba Tangará da Serra
Estrato 5	Capinópolis Iraí Sacramento Sonora Uberaba-Epamig	Campos de Júlio Unai	Barreiras São Desidério
Estrato 6	Chapadão do Sul Primavera do Leste	Chapadão do Sul São Gabriel do Oeste Uberaba Epamig	Anápolis
Estrato 7	Anápolis	Campo Alegre	Campo Alegre
Estrato 8	Cristalina	Capinópolis	Campos de Júlio
Estrato 9	Uberaba-Chapadões	Jataí	Capinópolis
Estrato 10	Rio Verde	-	Chapadão do Céu
Estrato 11	-	-	Chapadão do Sul
Estrato 12	-	-	Cristalina
Estrato 13	-	-	Jataí
Estrato 14	-	-	Luziânia
Estrato 15	-	-	Montividiu
Estrato 16	-	-	Primavera do Leste
Estrato 17	-	-	Rio Verde
Estrato 18	-	-	São Gabriel do Oeste
Estrato 19	-	-	Uberaba-Chapadões
Estrato 20	-	-	Uberaba-Epamig
Estrato 21	-	-	Unai

enquanto o local Uberaba-Epamig ficou isolado em estrato de único local, em ambos os estudos.

É importante destacar que o conjunto de genótipos estudados neste trabalho foi diferente daquele utilizado por Pacheco (2004). E, embora o objetivo maior seja produzir inferências válidas para todo o germoplasma cultivado na região alvo do estudo (abordagem de genótipos aleatórios), isto pode explicar parcialmente a discordância entre as respectivas estratificações. Segundo Gauch (1992), os resultados da estratificação ambiental fundamentada na interação GxA são altamente dependentes do conjunto de genótipos sob avaliação. Também pôde-se constatar claramente que a fazenda experimental Epamig, em Uberaba-MG, tem características únicas, e interage com genótipos de ciclo tardio de forma diferente aos demais locais amostrados na rede experimental. Neste caso, o melhoramento da soja deve, portanto, priorizar o desenvolvimento de cultivares com adaptação específica a esta localidade.

4.2.4 **Estratificação para os três grupos de maturação**

Neste estudo, os agrupamentos de locais ou estratos ambientais praticamente não mostraram concordância entre os grupos de maturação (precoce – P, médio – M e tardio – T). A exceção foi Iraí e Sacramento, cuja associação se repetiu nos conjuntos experimentais envolvendo soja precoce e tardia (Tabela 16). Em trabalho anterior, envolvendo soja convencional, Pacheco (2004) também identificou pouca concordância entre os estratos identificados a partir dos três ciclos. Suas estratificações para os grupos precoce e tardio discordaram completamente. Já nos grupos precoce e médio houve certa concordância (estrato comum, formado pelos locais Buritis, Correntina, Lucas do Rio Verde e Rio Verde), assim como nos grupos médio e tardio (estrato comum, formado por Anápolis, Capinópolis e Senador Canedo). E, apenas dois estratos mostraram-se consistentes nos três grupos: (Lucas do Rio Verde e Rio Verde) e (Cristalina e Fazenda Placas, em Barreiras).

As discordâncias verificadas em ambos os estudos sugerem, portanto, a necessidade de estratificações particularizadas por grupo de maturação. Revela, ainda, que as linhagens dos diferentes grupos de maturação tendem a interagir diferentemente com os locais de teste. Alguns autores afirmam que genótipos de soja com ciclos distintos contribuem diferentemente para o montante da interação GxA (Kang et al., 1989; Oliveira

Tabela 16. Estratificação de locais, na região central do Brasil, para avaliação experimental de linhagens e cultivares de soja convencional e transgênica RR, considerando diferentes grupos de maturação.

Identificação	Grupos de maturação		
	Precoce	Médio	Tardio
Estrato 1	Campo N. Parecis Maracajú São Miguel A. Tangará da Serra	Anápolis Montividiu Tangara da Serra -	Campo N. Parecis Planaltina Senador Canedo Tapurah
Estrato 2	Conquista Nuporanga Sidrolândia Sorriso	Barreiras Campo N. Parecis Uberaba-Chapadões -	Iraí Sacramento Sonora -
Estrato 3	Cristalina Iraí Sacramento -	Chapadão do Sul Conquista Maracajú Sonora	Lucas do R. Verde Sorriso - -
Estrato 4	Montividiu Sonora Tapurah	São Gabriel do Oeste Sorriso Uberaba-Epamig	Goiatuba Tangará da Serra -
Estrato 5	Capinópolis Senador Canedo	Barretos -	Barreiras São Desidério
Estrato 6	Guaíra Morro Agudo	Campos de Júlio -	Anápolis -
Estrato 7	Lucas do R. Verde Sapezal	Chapadão do Céu -	Campo Alegre -
Estrato 8	Anápolis	Campo Alegre	Campos de Júlio
Estrato 9	Barretos	Capinópolis	Capinópolis
Estrato 10	Campos de Júlio	Cristalina	Chapadão do Céu
Estrato 11	Jataí	Goiatuba	Chapadão do Sul
Estrato 12	Luziânia	Iraí	Cristalina
Estrato 13	Primavera do Leste	Jataí	Jataí
Estrato 14	São Gabriel do Oeste	Lucas do R. Verde	Luziânia
Estrato 15	Unai	Luziânia	Montividiu
Estrato 16	Chapadão do Céu	Perolândia	Primavera do Leste
Estrato 17	Chapadão do Sul	Planaltina	Rio Verde
Estrato 18	Goiatuba	Primavera do Leste	São Gabriel do Oeste
Estrato 19	Igarapava	Rio Verde	Uberaba-Chapadões
Estrato 20	Planaltina	Sacramento	Uberaba-Epamig
Estrato 21	Uberaba-Epamig	São Desidério	Unai
Estrato 22	Uberaba-Chapadões	Senador Canedo	-
Estrato 23	-	Unai	-

et al., 2006). E, as diferenças no modo como interagem com os ambientes podem residir na resposta diferencial dos genótipos ao fotoperíodo. Isso porque a soja, sendo espécie de dias curtos, floresce quando o período de duração dos dias é menor do que um valor referência (Carpentieri-Pípolo et al., 2000). No presente estudo, alguns resultados respaldam esta compreensão (Apêndices AA e AB); isto é, linhagens do grupo precoce, nos anos agrícolas 2004/05 (soja transgênica RR) e 2006/07 (soja convencional e transgênica RR), tiveram antecipação do florescimento quando a semeadura se estendeu para o mês de dezembro (semeadura tardia). Já nos demais anos, essa tendência não foi constatada, talvez como resultado da instalação dos experimentos na época normal de semeadura, concentrada no mês de novembro.

Quando em semeadura tardia, a antecipação do florescimento pode vir acompanhada de redução na produtividade, certamente como resultado da abreviação do período juvenil da cultura. Por exemplo, em 2006/07 (Apêndices AA e AB), a semeadura realizada por volta do dia 10 de dezembro resultou em redução na produtividade (abaixo de 2000 kg.ha⁻¹), confirmando a perda de rendimento esperada nesses casos. O cultivo de linhagens em diferentes latitudes pode influenciar, de modo semelhante, no período juvenil e no rendimento de grãos da cultura. Neste caso, os agrupamentos identificados deveriam seguir algum padrão de reunião de localidades com latitudes aproximadas, o que, entretanto, não foi constatado.

Mesmo diante da discordância entre os estratos ambientais estabelecidos para os diferentes grupos de maturação (Tabela 16), a divisão da região alvo do estudo ainda é recomendada. No entanto, o estabelecimento desses estratos fica condicionado ao objetivo do programa de melhoramento da soja nessa região. Se o objetivo for selecionar, prioritariamente, genótipos com ciclo precoce de maturação, os locais Campo Novo do Parecis, Maracajú, São Miguel do Araguaia e Tangará da Serra, por exemplo, formam uma região homogênea, sendo que, entre estes locais, um deveria ser escolhido para a condução dos ensaios finais de avaliação.

4.2.5 Considerações adicionais e sugestões

A comparação entre os estratos ambientais identificados em cada ano dentro do mesmo grupo comercial quase sempre revelou falta de consistência. Isto indicaria que os agrupamentos têm comportamento pouco previsível. Contudo, em estudo anterior, Pacheco (2004) comenta que os grupos de locais estabelecidos mediante análise da interação GxA, associada à abordagem de genótipos vencedores e uso de estimativas AMMI₁ da produtividade de grãos, têm caráter preditivo, sobretudo quando identificados a partir de conjuntos de genótipos diferentes. Tal controvérsia à luz da mesma abordagem metodológica mostra, entretanto, que o tema permanece aberto à investigação.

Numa estratificação como esta, a falta de repetibilidade dos grupos de locais estabelecidos decorre de oscilações no ordenamento dos genótipos vencedores, evidenciando existência de interações com natureza complexa (cruzada). O predomínio desse tipo de interação pode explicar a falta de previsibilidade nos resultados aqui obtidos. É oportuno enfatizar que a qualidade de cada local como ambiente testador de genótipos pode variar consideravelmente ao longo dos anos. Estudos têm demonstrado efeito

altamente significativo da interação local x ano (Toledo et al., 1990; Alliprandini et al., 1993; Alliprandini et al., 1994; Lima et al., 2008); portanto, a combinação destes fatores (local e ano), constituindo ambientes distintos, pode influenciar diferentemente o comportamento de linhagens experimentais. Assim, se o mesmo conjunto de genótipos é testado por mais de um ano, em determinada localidade, é possível que o vencedor em um ano não o seja no ano seguinte. Desse modo, a falta de consistência ou repetibilidade pode ser decorrente de interações que envolvam os anos de avaliação.

As variações de natureza temporal, como já foi comentado (subsessão 2.2.1), têm caráter imprevisível (Allard & Bradshaw, 1964); e, por esse motivo, provavelmente estejam associadas ao ruído da interação GxA. Neste trabalho, o modelo AMMI₁ foi priorizado objetivando-se depurar a interação GxA desse ruído. Em contrapartida, parcela insuficiente do padrão associado à interação GxA pode ter sido incorporada, resultando em menor previsibilidade (repetibilidade) nos agrupamentos ao longo dos anos.

Sob tal perspectiva, pode-se admitir que os resultados da estratificação ambiental, obtidos neste estudo a partir de análise da interação GxA, são perecíveis; isto é, sujeitos à alteração ao longo dos anos. Tal constatação, com as devidas ressalvas, pois alguns agrupamentos se repetiram consistentemente (ex. Iraí e Sacramento – 5/5, Tabela 13), respalda a advertência de Gauch (1992), que recomenda revisões permanentes nos estratos assim estabelecidos. Isto, sobretudo, porque os genótipos avaliados são substituídos periodicamente. Logo, as atuais divisões da região de cultivo não invalidam estratificações anteriores, mas, apenas atualizam-nas; isto é, estratos outrora estabelecidos foram referências (válidas e úteis) no período anterior em que vigoraram genótipos com características semelhantes àqueles avaliados. Da mesma forma, novas atualizações serão necessárias no futuro e periodicamente, para acompanhar o progresso natural do melhoramento genético da soja nessa região.

Neste estudo, a qualidade dos locais como ambiente testador de genótipos variou nos diferentes anos de avaliação; e essa oscilação casual, envolvendo fatores preponderantes no caráter produção de grãos (ex. regime de chuvas), pode ter contribuído para a falta de repetibilidade das estratificações obtidas. Portanto, acredita-se que isso tenha sido resultado, principalmente, da falta de controle da variação no efeito principal de ambiente, que, em parte, esteve à deriva no contexto da condução dos experimentos. Cumpre, então, sugerir estratégia de estratificação diferente, talvez mais eficaz do que aquela empregada neste trabalho. Os locais de avaliação poderiam ser substituídos pelo

conjunto de fatores que influenciam preponderantemente no rendimento de grãos; tais como solo, temperatura e precipitação pluviométrica. Nesse caso, seria necessário o registro das variações em cada um desses fatores, durante o período de experimentação. Alternativamente, o registro dessas informações poderia ser recuperado via interpretação de imagens de satélites (geoprocessamento), a exemplo do que vem sendo feito em estudos recentes (Martins, 2004; Cardoso Júnior 2012⁹). Ademais, conforme já preconizava Horner & Frey (1957), o zoneamento ambiental estabelecido deve ser confrontado com mapas de caracterização do solo, clima etc. Uma nova estratificação, estabelecida nesses moldes, provavelmente fornecerá resultados temporalmente mais estáveis.

Por fim, cabem críticas e sugestões de mudanças ao método de estratificação ambiental fundamentado na abordagem de genótipos vencedores. A identificação dos estratos, nessa abordagem, está restrita a um único genótipo, vencedor em determinado ambiente. Os locais a serem reunidos num grupo são, portanto, aqueles que o classificaram, rigorosamente, na primeira posição do ordenamento genotípico (exceção às flexibilizações – ex. vencedores menores). Nesse aspecto, o método é deficiente, pois desperdiça informações relativas à classificação dos demais genótipos, mesmo daqueles que não diferiram significativamente da média estimada do genótipo vencedor. Neste caso, tais genótipos talvez devessem ser igualmente considerados como vencedores. Assim, haveria a possibilidade de agrupamento de locais que, mesmo diferindo em seus genótipos vencedores, apresentariam, em comum, padrões similares de interação GxA. Esta seria, portanto, uma adaptação técnica desejável para aplicação da abordagem de genótipos vencedores nos estudos de estratificação ambiental.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DE LOCAIS-CHAVE PARA AVALIAÇÃO GENOTÍPICA

4.3.1 Fase final da avaliação

O conhecimento da influência da interação GxA no desempenho dos genótipos deixa clara a necessidade de que esses materiais devem ser testados em grande número de localidades, representativas da região para a qual a nova cultivar se destina. O assunto é,

⁹CARDOSO, L. A.. **Uso de ferramentas de geoprocessamento para obtenção de mapas de recomendação de cultivares de soja para o Estado de Goiás**. 2010. Projeto de pesquisa (Mestrado em GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

inclusive, objeto de normalização por parte do Ministério da Agricultura (Brasil, 1998). Entre outras exigências, o órgão define que a nova cultivar deve ser testada, no mínimo, em uma localidade de cada região edafoclimática (estrato ambiental ou mega-ambiente) para a qual será recomendada. Isso vem constituir o que se conhece, no Brasil, como rede de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU).

Elevado número de locais de teste para ensaios de VCU pode estar envolvido na fase final da avaliação genotípica, tal como ilustra a rede de ensaios objeto do presente estudo. Uma parte desses locais pode apresentar, no entanto, características ecológicas parecidas e, assim, interagir semelhantemente com os genótipos em teste. A identificação e consequente eliminação de locais com características redundantes são, portanto, de elevado interesse no âmbito de um programa de melhoramento genético. Isso porque o processo de avaliação de linhagens é oneroso, demandando parcela significativa dos recursos orçamentários destinados às diferentes fases do programa. Alternativamente, a identificação de locais redundantes pode contribuir para a otimização desses recursos, permitindo a substituição dos locais que não agregam vantagem, por outros com propriedades distintas daqueles já selecionados. Isto também pode se dar pela melhoria nas condições experimentais, decorrente de possível redução otimizada da rede de ensaios.

Uma rede de ensaios muito grande pode sobrecarregar a estrutura de condução dos experimentos, e, muito provavelmente, comprometer também a precisão experimental desejável. Assim, algumas vezes, a magnitude relativa do erro experimental pode ultrapassar o limite estabelecido para registro de cultivares ($CV < 20\%$), como aconteceu em 43 dos 559 experimentos avaliados neste trabalho (Apêndice B). Nesse sentido, a decisão sobre quais locais devem compor a rede de avaliação experimental merece análise específica. Nesta subseção, buscou-se identificar, mediante critério objetivo associado à interação GxA, os locais que pareçam prioritários à condução dos ensaios finais de avaliação de linhagens e cultivares de soja na região alvo desta pesquisa.

Cumprir mencionar que os locais eleitos como prioritários, no presente estudo, foram identificados somente no contexto da avaliação de produtividade de grãos, caráter sempre enfatizado nos ensaios de VCU em soja. Outros caracteres importantes como ciclo, arquitetura de plantas e resistência/tolerância a doenças também poderiam ser considerados em conjunto. Todavia, mais apropriadamente, isto exige um enfoque estatístico multivariado, o que ultrapassa o escopo do presente estudo.

4.3.1.1 Ciclo precoce

Ao todo, 35 locais participaram da rede de experimentos, que avaliou os genótipos de ciclo precoce de maturação, nos grupos convencional e transgênico (RR); isto, considerando-se apenas aqueles que participaram, no mínimo, em dois anos de experimentação. Destes locais, segundo o critério adotado neste estudo – distância média de cada local aos genótipos vencedores (\bar{D}_j^2), treze poderiam ser eliminados (Apêndice AC): Campo Novo do Parecis, Maracajú, Tangará da Serra, Conquista, Nuporanga, Sorriso, Cristalina, Iraí, Montividiu, Tapurah, Senador Canedo, Guaíra e Lucas do Rio Verde. Estas localidades apresentaram padrões de interação GxA muito semelhantes a outros locais do conjunto, e sua eliminação, teoricamente, não acarretaria prejuízos ao processo de avaliação genotípica. Pelo contrário, conforme Pacheco et al. (2009), a escolha de apenas um local em cada estrato pode resultar em incremento da eficiência do programa de melhoramento genético na região alvo das inferências.

Com a eliminação de locais com características redundantes, a rede experimental poderia ser constituída, prioritariamente, pelos locais mais representativos de cada grupo estabelecido via estratificação ambiental, além daqueles identificados como estratos de única localidade. Assim, os locais eleitos como representantes de cada agrupamento identificado são: São Miguel do Araguaia, Sidrolândia, Sacramento, Sonora, Capinópolis, Morro Agudo e Sapezal. Estes apresentaram a menor distância quadrática média (\bar{D}_j^2) aos genótipos vencedores de seus estratos (Apêndice AC), e, por isso, foram escolhidos. Além disso, quinze outros locais, identificados isoladamente como estratos ambientais, devem ser incluídos (Tabela 9): Anápolis, Barretos, Campos de Júlio, Jataí, Luziânia, Primavera do Leste, São Gabriel do Oeste, Unaí, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Goiatuba, Igarapava, Planaltina, Uberaba-Epamig e Uberaba-Chapadões. Portanto, o número de locais prioritários para receber os ensaios finais de avaliação, no grupo de maturação precoce, poderia ser reduzido de 35 para 22, nos próximos anos dessa avaliação.

Em estratificação anterior na mesma região, Pacheco et al. (2009) constataram que oito locais poderiam ser eleitos para essa fase da avaliação de genótipos precoces: Buritis, Luziânia, Pamplona, Iraí, Chapadão do Céu, Uberaba-Epamig, Planaltina e Senador Canedo. Esses resultados foram, em parte, concordantes com os da presente pesquisa; pois quatro locais (Luziânia, Chapadão do Céu, Uberaba-Epamig e Planaltina) foram identificados como locais-chave em ambos os estudos. Contribui ainda para tal

concordância o fato de duas daquelas localidades não terem sido incluídas no presente trabalho; Buritis, por ter sido eliminado da rede experimental, e Pamplona (Cristalina-2), por participar em apenas um ano de avaliação. A rede de locais-chave identificada neste estudo, entretanto, tem tamanho bem maior (22 locais) do que aquela sugerida no trabalho anterior (oito locais). Isto se deve ao aumento no tamanho da rede experimental, cujo número atual de locais (35 locais) praticamente dobrou em relação àquela época (18 locais).

4.3.1.2 Ciclo médio

A análise dos resultados relativos aos genótipos de ciclo médio de maturação indicou que nove localidades apresentaram características semelhantes a outros locais do estudo (Apêndice AD): Anápolis, Tangará da Serra, Campo Novo do Parecis, Uberaba-Chapadões, Conquista, Maracajú, Sonora, São Gabriel do Oeste e Uberaba-Epamig. Estes locais poderiam, portanto, ser eliminados, pois se mostraram, de certa forma, redundantes na rede experimental.

Como já foi salientado, os locais a serem mantidos prioritariamente na rede experimental devem ser aqueles mais representativos de cada estrato ambiental, segundo algum critério técnico de interesse. O critério da menor distância quadrática média (\bar{D}_j^2) dos locais aos genótipos vencedores, adotado neste trabalho, valoriza a capacidade de cada local classificar bem os genótipos de melhor desempenho ao longo da região. Assim, além das localidades que constituíram estratos ambientais de local único, em cada agrupamento, foi eleito o local geometricamente mais próximo dos genótipos vencedores identificados. Entre estes, foram escolhidos (Apêndice AD): Montividiu, Barreiras, Chapadão do Sul e Sorriso. A maior parte dos locais-chave ficou entre as localidades que, por não se agruparem consistentemente, ficaram isoladas em seus estratos (dezenove, no total) (Tabela 12): Barretos, Campos de Júlio, Chapadão do Céu, Campo Alegre, Capinópolis, Cristalina, Goiatuba, Iraí, Jataí, Lucas do Rio Verde, Luziânia, Perolândia, Planaltina, Primavera do Leste, Rio Verde, Sacramento, São Desidério, Senador Canedo e Unai. Logo, nos próximos anos de avaliação e segundo os critérios aqui adotados, a rede experimental deveria ser prioritariamente constituída por estas 23 localidades. Isto representaria uma redução aproximada de 35% no tamanho da rede experimental, antes constituída por 35

localidades; ou, alternativamente, a possibilidade de substituição otimizada de cerca de um terço destas localidades.

Em trabalho anterior (Pacheco et al., 2009), seis locais foram indicados para os ensaios finais de avaliação de genótipos com ciclo médio de maturação: Buritis, Anápolis, Pamplona, Iraí, Chapadão do Céu e Uberlândia. Os resultados são concordantes em dois dos locais-chave identificados na presente pesquisa: Iraí e Chapadão do Céu. Anápolis, identificado como local-chave naquele estudo, não o foi na presente pesquisa. As demais localidades, ou não fizeram parte deste estudo (Buritis e Uberlândia), ou foram eliminadas da rede experimental por participarem de apenas um ano de avaliação (ex. Pamplona, aqui identificada como Cristalina-2).

4.3.1.3 Ciclo tardio

Ao todo, trinta locais participaram da rede de experimentos no grupo de genótipos de maturação tardia, incluindo-se soja convencional e transgênica (RR), por, no mínimo, dois anos de avaliação. Desses locais, oito poderiam ser eliminados por apresentarem interação GxA semelhante a outros locais estudados (locais redundantes) (Apêndice AE): Planaltina, Senador Canedo, Tapurah, Iraí, Sacramento, Lucas do Rio Verde, Tangará da Serra e Barreiras. Estes locais não foram selecionados, portanto, em razão de não apresentarem a menor distância quadrática média (\bar{D}_j^2) aos genótipos vencedores em seus respectivos estratos ambientais.

A partir dos agrupamentos identificados, uma localidade foi escolhida para representar os demais locais de seu grupo (Apêndice AE): Campo Novo do Parecis, Sonora, Sorriso, Goiatuba e São Desidério. Estes cinco locais apresentaram as menores distâncias quadráticas médias aos genótipos vencedores de seus estratos, e, por isso, foram selecionados. Por sua vez, também neste caso, boa parte dos locais-chave foi proveniente dos estratos de única localidade (dezesesseis) (Tabela 15, seção 4.2.3.3): Anápolis, Campo Alegre, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Jataí, Luziânia, Montividiu, Primavera do Leste, Rio Verde, São Gabriel do Oeste, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai. Logo, essa rede experimental deveria ser constituída, prioritariamente, por estas 21 localidades (cinco mais dezesseis). Isto representa a possibilidade de redução de 30% no tamanho da rede experimental; ou,

conforme já mencionado, de uma substituição planejada de quase um terço dos trinta locais originalmente previstos.

Esses resultados também concordaram, em parte, com aqueles apresentados por Pacheco et al. (2009). Nesse trabalho, os autores identificaram sete locais-chave para a fase final da avaliação de genótipos de ciclo tardio: Rio Verde, Buritis, Placas (Barreiras), Pamplona (Cristalina-2), Sacramento, Iraí e Uberaba-Epamig. As localidades Rio Verde e Uberaba-Epamig foram identificadas como locais-chave em ambos os estudos. Buritis e Pamplona (Cristalina-2) não participaram da rede atual de ensaios, não tendo sido, por isso, avaliados. Já os locais Iraí, Placas (Barreiras) e Sacramento mostraram resultados discordantes nos dois estudos, haja vista que foram identificados como localidades redundantes na presente pesquisa.

4.3.2 **Fase inicial da avaliação**

A fase inicial de avaliação de genótipos é a etapa cujas atividades são mais abrangentes; envolve um longo processo (sete a oito anos), que inicia nos cruzamentos entre genitores, continua com o avanço das gerações segregantes e finaliza com a seleção de progênies ou linhagens que seguirão para os ensaios preliminares e finais. A eficiência da seleção nas fases que se seguem dependerá, entretanto, de quão bem conduzidas foram as etapas iniciais desse processo.

Geralmente, os programas de melhoramento genético concentram as atividades iniciais em apenas um local de avaliação. Assim, é importante identificar a localidade que, entre os locais de teste, seja a mais apropriada para essa etapa. Isto possivelmente se torne ainda mais importante quando as populações segregantes são conduzidas pelo método *bulk* (de populações), a exemplo do que se fez na Embrapa Cerrados, em relação ao material experimental utilizado na presente pesquisa. No método *bulk*, a seleção natural atua sobre a população segregante, concorrendo para a elevação dos patamares de produtividade (Pirola et al., 2002). As combinações genéticas com vantagens competitivas tornam-se mais numerosas a cada novo ciclo reprodutivo, e, por deixarem mais descendentes (maior quantidade de grãos), são mais produtivas. Assim, em princípio, os genótipos preservados pela seleção natural podem apresentar adaptação específica ao ambiente onde as gerações foram avançadas. Para se evitar isso, a opção mais vantajosa seria conduzir a fase inicial em localidades tão numerosas quanto a rede de VCU. Entretanto, isto somente seria desejável no melhoramento para adaptação específica; não sendo factível, na maioria das

vezes, pois resultaria em elevação de custos provavelmente desproporcionais aos benefícios com o ganho de seleção. Por outro lado, admitindo-se a escolha ideal conforme o critério aqui adotado, a localidade sede reuniria condições ambientais representativas da região, de modo a minimizar também a probabilidade de descarte de genótipos promissores (vencedores) e de adaptação a zonas específicas (estratos) dessa região.

Deve-se acrescentar que a sede de um programa de melhoramento é, quase sempre, o local mais acessível na rede de experimentos e com a logística necessária para a operacionalização das atividades relativas a todas as etapas do processo seletivo; e, por esse motivo, geralmente é o local escolhido. Numa empresa com muitos anos de atuação, existe, sem dúvida, grande dificuldade em transferir toda a sua estrutura para outra localidade, ainda que mais apropriada. No entanto, é possível conduzir as atividades menos laboriosas, como o avanço de gerações pelo método *bulk*, no novo local escolhido. Para empresas ainda não estabelecidas, essa informação pode ter valor ainda maior, pois servirá como critério adicional para a escolha do local sede do programa de melhoramento em certa região.

Nesse contexto, buscou-se identificar o valor de cada localidade como local-chave para a condução das fases iniciais do programa de melhoramento; isto é, para a condução das atividades que antecedem os testes preliminares de primeiro ano (P1) (Figura 1, seção 3.1). Conforme Pacheco (2004), o local prioritário é aquele que, em média, melhor classifica os genótipos de maior produtividade (vencedores) ao longo da região estudada. Para isso, foi obtida uma classificação média (\bar{C}_j) dos genótipos vencedores para cada local-chave já identificado (seção 4.3.1), relativa à condução dos ensaios de VCU; e, o local com o menor valor dessa estatística foi considerado o mais apropriado.

Cumprе mencionar, uma vez mais, que os locais eleitos nesta fase também foram identificados exclusivamente a partir de dados de produtividade de grãos. O uso da informação de outros caracteres exigiria análises adicionais, seja em nível univariado ou multivariado, inclusive com respeito à estratificação dos ambientes. Por sua vez, a estratificação da região de cultivo, visando o melhoramento simultâneo de duas ou mais características, pode ser realizada confrontando-se o zoneamento obtido a partir de cada uma delas. É esperado, nesse caso, que a correlação entre os caracteres influencie na concordância entre os resultados.

4.3.2.1 Ciclo precoce

A avaliação da capacidade de os locais selecionados para ensaios de VCU classificarem bem os genótipos vencedores revelou que, em alguns casos, estes ficaram em posições menos privilegiadas no ordenamento das linhagens experimentais. Isto foi particularmente identificado em nove dos locais investigados: Chapadão do Céu, Capinópolis, Anápolis, Barretos, Primavera do Leste, São Gabriel do Oeste, Chapadão do Sul, Morro Agudo e Sidrolândia. As classificações médias (\bar{C}_j) dos genótipos vencedores, nesses locais de avaliação, foram, respectivamente: 4,06; 4,15; 4,24; 4,42; 4,86; 5,23; 5,23; 5,98; e 6,56 (Apêndice AF). Logo, a condução dos ensaios iniciais para avaliação de genótipos de ciclo precoce, em alguma destas localidades, deveria ser preterida, relativamente a locais de melhor desempenho segundo esse critério.

Entre os 22 locais indicados para a fase inicial de avaliação nesse grupo de maturação, Campos de Júlio foi o que apresentou a menor classificação média (Apêndice AF): $\bar{C}_j = 1,89$. Nos dois anos (2005/06 e 2006/07) em que o local participou desses ensaios, os genótipos vencedores classificaram-se, privilegiadamente, em posição igual ou inferior ao terceiro posto do ordenamento das linhagens experimentais. Opcionalmente, localidades como Igarapava, Tangará da Serra, Sonora, Sapezal, Uberaba-Epamig, Jataí, Luziânia, Planaltina, Sacramento, Unai, Goiatuba e Uberaba-Chapadões poderiam ser indicadas; pois também apresentaram valores relativamente baixos ($\bar{C}_j < 4,0$) na classificação média dos genótipos vencedores: 2,00; 2,35; 2,69; 2,80; 3,05; 3,10; 3,19; 3,36; 3,43; 3,55; e 3,86, respectivamente.

Nessa mesma região e com base de dados similar, Pacheco et al. (2009) indicaram o local Rio Verde como o mais apropriado para a condução da fase inicial do melhoramento de linhagens com ciclo precoce. Opcionalmente, Placas (Barreiras) e Cristalina também foram locais recomendados. A comparação desses resultados com os da presente pesquisa, entretanto, ficou prejudicada porque Barreiras e Rio Verde não participaram da rede atual de avaliação dos genótipos de ciclo precoce, e o local Cristalina, embora incluído, não foi selecionado como local-chave no presente estudo. Ademais, a maioria dos locais aqui identificados como prioritários não foram avaliados para essa mesma finalidade naquele estudo.

4.3.2.2 Ciclo médio

A maioria dos locais indicados para ensaios de VCU, no grupo de linhagens e cultivares de ciclo médio de maturação, classificou os genótipos vencedores deste grupo em posições pouco privilegiadas no ordenamento das linhagens experimentais (Apêndice AG). Entre estes estão: Iraí; Jataí; Campo Alegre; Campos de Júlio; Montividiu; Senador Canedo; Perolândia; Primavera do Leste; São Desidério; Luziânia; Cristalina; Chapadão do Céu; Sorriso; Chapadão do Sul; Barreiras; Sacramento; Capinópolis; Goiatuba; Lucas do Rio Verde; Planaltina; e Barretos. Em média, os genótipos vencedores ocuparam posições elevadas ($\bar{C}_j > 4,0$), na classificação das linhagens em teste. Por esse motivo, a condução da fase inicial em algum destes locais não seria recomendável para o grupo de ciclo médio de maturação.

Rio Verde foi o local que, em média, melhor classificou os genótipos vencedores ($\bar{C}_j = 3,24$), devendo ser priorizado na fase inicial de avaliação de linhagens com ciclo médio de maturação. Alternativamente, Unai poderia ser indicado, pois também apresentou boa classificação média ($\bar{C}_j = 3,70$). Apesar disso, tanto Rio Verde como Unai classificaram relativamente mal alguns genótipos vencedores, embora boa parte deles ocupou as primeiras colocações no ordenamento das linhagens experimentais (Apêndice AG).

A comparação desses resultados com os de Pacheco et al. (2009) foi, em parte, concordante. Naquele trabalho, Mineiros, Placas (Barreiras) e Rio Verde foram os locais que melhor classificaram os genótipos vencedores deste ciclo de maturação, tendo sido, por isso, recomendados. Portanto, em ambos os estudos, Rio Verde foi identificado como um dos locais-chave para avaliação desse grupo de genótipos. O local Mineiros não participou da rede atual de experimentos, impossibilitando tal comparação. Já a indicação de Placas (Barreiras) é parcialmente concordante, pois, no presente trabalho, os genótipos vencedores também se classificaram em posição relativamente próxima do limite estabelecido ($\bar{C}_j = 5,24$).

4.3.2.3 Ciclo tardio

No grupo de genótipos com ciclo tardio de maturação, grande parte dos locais indicados para ensaios de VCU também classificou os genótipos vencedores em posições

pouco privilegiadas no ordenamento das linhagens sob teste. Ao todo, vinte locais estiveram nessa condição (Apêndice AH): Jataí; Campos de Júlio; Primavera do Leste; Sonora; Cristalina; Chapadão do Céu; Montividiu; Uberaba-Epamig; São Gabriel do Oeste; Unai; Chapadão do Sul; Capinópolis; Sorriso; Goiatuba; Campo Novo do Parecis; Campo Alegre; Anápolis; Luziânia; Uberaba-Chapadões; e São Desidério. Os genótipos vencedores ficaram relativamente mal classificados nestes locais ($\bar{C}_j > 4,00$), e, por isso, não seria aconselhável a escolha de algum deles para a condução da fase inicial de avaliação.

Rio Verde destacou-se como local prioritário, pois, em média, classificou os genótipos vencedores deste grupo, no ordenamento das linhagens avaliadas, entre a terceira e quarta posição ($\bar{C}_j = 3,25$). O local participou da rede experimental nos últimos dois anos de avaliação (2007/08 e 2008/09), e, quase sempre, classificou os genótipos vencedores nas primeiras colocações (Apêndice AH).

Pacheco et al. (2009), para esse mesmo grupo de maturação, indicaram outros locais-chave: Chapadão do Céu, Mineiros e Anápolis. No presente estudo, Chapadão do Céu e Anápolis também foram avaliados para esse fim, porém, classificaram os genótipos vencedores em posições menos privilegiadas ($\bar{C}_j = 5,21$ e $\bar{C}_j = 7,19$, respectivamente) (Apêndice AH). Houve, por outro lado, certa concordância quanto ao local Rio Verde, identificado como prioritário neste estudo, e que classificou relativamente bem ($\bar{C}_j = 3,50$) os genótipos vencedores também no trabalho de Pacheco et al. (2009); apesar de ter sido preterido aos outros locais já mencionados. Outras comparações não puderam ser realizadas em razão da diferença entre os locais incluídos em cada estudo. Por exemplo, Mineiros não participou da rede atual de experimentos, enquanto Campos de Júlio não fez parte daquela rede experimental.

4.3.3 Síntese da indicação de locais-chave

Em síntese, na fase final das avaliações, este estudo indica que a rede de experimentos deve priorizar nove localidades, identificadas como locais-chave nos três ciclos de maturação: Anápolis, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Jataí, Luziânia, Primavera do Leste e Uberaba-Epamig. No entanto, a escolha dos locais a serem priorizados numa rede de ensaios de VCU, em soja, deve considerar também o objetivo do melhoramento, no tocante à duração do ciclo da cultura. Dada as

tendências atuais de redução nesse ciclo de maturação, o melhoramento da soja tem priorizado a seleção de linhagens cada vez mais precoces. E, para atender à essa demanda, em conformidade com os resultados obtidos, os ensaios de VCU deveriam ser prioritariamente conduzidos em 22 localidades (Tabela 17), a saber: Anápolis, Barretos, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Goiatuba, Igarapava, Jataí, Luziânia, Sonora, Morro Agudo, Planaltina, Primavera do Leste, Sacramento, São Gabriel do Oeste, São Miguel do Araguaia, Sapezal, Sidrolândia, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unaí. Já se o objetivo for selecionar genótipos com ciclo médio ou tardio de maturação, a rede de experimentos deveria ser instalada em um conjunto diferente de locais diferente (Tabela 17).

A propósito da implementação destes resultados, é oportuno observar que estudos como este não vêm sendo considerados por ocasião da escolha de locais-chave. Em trabalho anterior, Pacheco (2004) identificou onze locais a serem priorizados na rede experimental do programa conduzido pela Embrapa Cerrados: Buritis, Chapadão do Céu, Iraí, Pamplona (Cristalina II), Placas (Barreiras II), Planaltina, Rio Verde, Sacramento, Senador Canedo, Uberaba (Epamig) e Uberlândia. Entretanto, a comparação com os locais utilizados nos anos seguintes mostra que uma parcela reduzida, de cinco locais de teste, permaneceram com boa frequência nas redes experimentais: Iraí, Planaltina, Sacramento, Senador Canedo e Uberaba-Epamig. Outros quatro locais, ou foram eliminados da rede, ou tiveram participação reduzida a apenas um ano: Buritis, Uberlândia, Pamplona (Cristalina II) e Placas (Barreiras II). E, dos locais de teste com características redundantes, metade permaneceu nos anos seguintes, com boa frequência: Anápolis, Cristalina, Luziânia e Capinópolis. Este fato, entretanto, pode estar relacionado à dificuldade desses estudos produzirem resultados consistentes ao longo dos anos.

Adicionalmente, a identificação de locais prioritários na rede de ensaios de VCU fornece, algumas vezes, resultados de difícil implementação. É oportuno observar que, entre os locais a serem priorizados, alguns têm importância relativamente pequena no cenário comercial da produção de grãos; ao passo que, entre aqueles com características redundantes, há localidades de reconhecida importância agrícola. Por exemplo, no grupo das linhagens de ciclo precoce, Campo Novo do Parecis, Maracajú, São Miguel do Araguaia e Tangará da Serra reuniram-se para formar um único estrato (Tabela 16), e, entre estes, São Miguel do Araguaia foi indicado para compor a rede de avaliação (Apêndice AC). No entanto, Campo Novo do Parecis e Tangará da Serra pertencem a uma

grande região produtora de soja no Estado do Mato Grosso, substituídas, neste caso, por São Miguel do Araguaia, muito menos importante neste cenário.

Tabela 17. Locais de avaliação a serem priorizados na fase final (ensaios de VCU) do melhoramento de linhagens, nos grupos comerciais de soja convencional e transgênica RR, nos três principais grupos de maturação.

Estratos	Precoce	Médio	Tardio
1	Anápolis	Barreiras	Anápolis
2	Barretos	Barretos	Campo Alegre
3	Campos de Júlio	Campo Alegre	Campo Novo do Parecis
4	Capinópolis	Campos de Júlio	Campos de Júlio
5	Chapadão do Céu	Capinópolis	Capinópolis
6	Chapadão do Sul	Chapadão do Céu	Chapadão do Céu
7	Goiatuba	Chapadão do Sul	Chapadão do Sul
8	Igarapava	Cristalina	Cristalina
9	Jataí	Goiatuba	Goiatuba
10	Luziânia	Iraí	Jataí
11	Morro Agudo	Jataí	Luziânia
12	Planaltina	Lucas do Rio Verde	Montividiu
13	Primavera do Leste	Luziânia	Primavera do Leste
14	Sacramento	Montividiu	Rio Verde
15	São Gabriel do Oeste	Perolândia	São Desidério
16	São Miguel do Araguaia	Planaltina	São Gabriel do Oeste
17	Sapezal	Primavera do leste	Sonora
18	Sidrolândia	Rio Verde	Sorriso
19	Sonora	Sacramento	Uberaba-Chapadões
20	Uberaba-Chapadões	São Desidério	Uberaba-Epamig
21	Uberaba-Epamig	Senador Canedo	Unai
22	Unai	Sorriso	-
22	-	Unai	-

Cumprir mencionar, ainda, que a indicação de apenas um local de cada estrato já é suficiente para minimizar a redundância associada à interação GxA em produtividade de grãos. Dessa forma, o uso do critério específico aqui adotado (menor distância ao genótipo vencedor do estrato) deve ser tido apenas como critério complementar, mediante outros aspectos de natureza estrutural, logística, edafo-climática etc., associados a cada local candidato.

Nessa estratificação de ambientes, boa parte dos estratos identificados foram de local único. Nos ciclos precoce e tardio de maturação, foram dezesseis estratos de única localidade; e, no ciclo médio, dezenove estratos tiveram esta característica (Tabela 16).

Assim, no que tange aos aspectos avaliados, esses locais de teste apresentam propriedades únicas, ainda não amostradas por qualquer outro local do conjunto. Portanto, os resultados obtidos sugerem que a rede experimental adotada no Programa de Melhoramento da Soja da Embrapa Cerrados tem sido bem orientada, no tocante à escolha dos locais de avaliação.

As atividades relativas à fase inicial do melhoramento são onerosas, e, como já mencionado, demandam altos investimentos e acompanhamento técnico contínuo. Por esse motivo, é preferencialmente conduzida em uma mesma localidade, salvo em casos alternativos (ex. condução dos *bulk's* em localidades separadas). Nesse sentido, se o objetivo é selecionar linhagens com ciclo precoce de maturação, Campos de Júlio deve ser priorizado. Devido à forma como interage com as linhagens do grupo precoce, este local reduziria, teoricamente, a possibilidade de que os genótipos desejáveis, que apresentam maior produtividade de grãos (vencedores), fossem eliminados em fases preliminares, antes de avaliações mais rigorosas em ensaios de rendimento (ex. testes P1, P2 e P3). Cumpre mencionar que este local poderia ser substituído por outras localidades: Goiatuba, Igarapava, Jataí, Luziânia, Planaltina, Sacramento, Sapezal, Sonora, Tangará da Serra, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai. Do mesmo modo, e pelos mesmos motivos, se o objetivo é selecionar linhagens com ciclos médio e tardio de maturação, Rio Verde deveria ser o local priorizado para essa fase do processo.

5 CONCLUSÕES

A estratificação da região alvo deste estudo (Brasil Central, envolvendo os Estados da Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, e São Paulo, além do Distrito Federal) diferiu entre os grupos de maturação precoce, médio e tardio, corroborando a noção de que genótipos de ciclos diferentes apresentam adaptações distintas entre si. Por isso, a avaliação de genótipos de soja deve ser conduzida em conjuntos de locais diferentes, dependendo do grupo de maturação, e a recomendação de cultivares, como já vem sendo feita, deve ser regionalizada seguindo o mesmo critério.

Conforme o grupo de maturação, os locais puderam ser agrupados nas seguintes sub-regiões ou estratos ambientais homogêneos (mega-ambientes):

- a) ciclo precoce: estrato 1 (Campo Novo do Parecis, Maracajú, São Miguel do Araguaia e Tangará da Serra); estrato 2 (Conquista, Nuporanga, Sidrolândia e Sorriso); estrato 3 (Cristalina, Iraí e Sacramento); estrato 4 (Montividiu, Sonora e Tapurah); estrato 5 (Capinópolis e Senador Canedo); estrato 6 (Guaíra e Morro Agudo); e estrato 7 (Lucas do Rio Verde e Sapezal).
- b) ciclo médio: estrato 1 (Anápolis, Montividiu e Tangará da Serra); estrato 2 (Barreiras, Campo Novo do Parecis e Uberaba-Chapadões); estrato 3 (Chapadão do Sul, Conquista, Maracajú e Sonora); e estrato 4 (São Gabriel do Oeste, Sorriso e Uberaba-Epamig).
- c) ciclo tardio: estrato 1 (Campo Novo do Parecis; Planaltina; Senador Canedo; e Tapurah); estrato 2 (Iraí; Sacramento; e Sonora); estrato 3 (Lucas do Rio Verde e Sorriso); estrato 4 (Goiatuba e Tangará da Serra); e estrato 5 (Barreiras e São Desidério).

Os locais identificados como prioritários (locais-chave) para receberem os ensaios finais de avaliação de linhagens de soja (ensaios de VCU) são:

- a) ciclo precoce: Anápolis, Barretos, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Goiatuba, Igarapava, Jataí, Luziânia, Morro Agudo, Planaltina, Primavera do Leste, Sacramento, São Gabriel do Oeste, São Miguel do Araguaia, Sapezal, Sidrolândia, Sonora, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai.

- b) ciclo médio: Barreiras, Barretos, Campo Alegre, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Goiatuba, Iraí, Jataí, Lucas do Rio Verde, Luziânia, Montividiu, Perolândia, Planaltina, Primavera do Leste, Rio Verde, Sacramento, São Desidério, Senador Canedo, Sorriso e Unai.
- c) ciclo tardio: Anápolis, Campo Alegre, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Capinópolis, Chapadão do Céu, Chapadão do Sul, Cristalina, Goiatuba, Jataí, Luziânia, Montividiu, Primavera do Leste, Rio Verde, São Desidério, São Gabriel do Oeste, Sonora, Sorriso, Uberaba-Chapadões, Uberaba-Epamig e Unai.

Entre os locais-chave indicados para os ensaios de VCU, Campos de Júlio (para o ciclo precoce) e Rio Verde (ciclos médio e tardio) são os mais indicados para a condução das fases preliminares do processo de avaliação de linhagens, haja vista suas menores probabilidades de descarte de genótipos potencialmente vencedores na região.

6 REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 2, p. 503-508, 1964.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F. de; FONSECA JR., N.; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. de S. Efeitos da interação genótipos x ambiente sobre a produtividade da soja no estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1433-1444, 1994.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F. de.; FONSECA JUNIOR, N. S.; KIIHL, R. A. De S.; ALMEIDA, L. A. de. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 489-497, 1993.

ANNICCHIARICO, P. **Genotype x environment interaction**: Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Rome: Food and Agriculture Organization, 2002, 105 p..

ARANTES, N. E. **Interação genótipos x ambiente e estudo de alternativas para seleção de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), com base em testes regionais**. 1979. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Análise de adaptabilidade e estabilidade em soja (*Glycine max* L.) em Mato Grosso. **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n. 1, p. 75-88, 2010.

BECKER, H. C. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, Wageningen, v. 30, n. 1, p. 835-840, 1981.

BONATO, E. R. **Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nas condições do Rio Grande do Sul**. 1978. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.

BRANDÃO, A. S. P.; REZENDE, G. C., MARQUES, R. W. C. M. Crescimento agrícola no Brasil no período 1999-2004: explosão da soja e da pecuária bovina e seu impacto sobre o meio ambiente. Disponível em: < <http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 23 jun. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de soja (*Glycine max*), para a inscrição no registro nacional de cultivares – RNC**. Brasília: MAPA, 1998. Anexo VI.

BRASIL, E. M.; CHAVES, L. J. Utilizacion de um modelo cuadratico para el estudio de la respuesta de cultivares a la variacion ambiental. In: Congresso Latino-Americano de Genética, 2, 1994, Monterrey. **Memorias**. Monterrey: Asociacion Latino Americana de Genetica, 1994, p. 616.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; ROSOLEM, C. A. Inheritance of long juvenile period under short day conditions for the BR80-6778 soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) line. **Euphytica**, v. 112, n. 2, p. 203-209, 2000.

CALVO, E. S.; KIIHL, R. A. S. Melhoramento genético: de onde partimos e para onde vamos. **Visão agrícola**, Piracicaba, v. 5, n. 5, p. 50-53, 2006.

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

CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. de; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 187-193, 2003.

CARVER, B. F.; BURTON, J. W.; CARTER, T. E.; WILSON, R. F. Response to environmental variation of soybean lines selected for altered unsaturated fatty acid composition. **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 6, p. 1176-1181, 1985.

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

CHAVES, L. J.; VENCOVSKY, R.; GERALDI, I.O. Modelo não-linear aplicado ao estudo da interação genótipo x ambiente em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 259-268, 1989.

COMSTOCK, R. E.; MOLL, R. H. Genotype x environment interactions: statistical and plant breeding. **National Academy of Sciences**, Washington, v. 82, n. 2, p. 164-96, 1963.

CORNELIUS, P. L.; SEYEDSADR, M.; CROSSA, J. Using the shifted multiplicative model to search for “separability” in crop cultivar trial. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 84, n. 2, p. 161-172, 1992.

CORREIA, W. R. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Minas Gerais**. 2007. 29 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia)—Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

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

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

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

CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. de A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 1, p. 567-580, 1989.

CUCOLOTTI, M.; PÍPOLO, V. C.; GARBUGLIO, D. D.; FONSECA, N. S.; DESTRO, D.; KAMIKOGA, M. K. Genotype x environment interaction in soybean: evaluation through three methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 7, n. 3, p. 270-277, 2007.

DUARTE, J. B. **Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1988. 155 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)—Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1988.

DUARTE, J. B.; ROLIM, R. B.; OLIVEIRA, P. M. F. de; SOUZA, J. R. de. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de soja (*Glicine max* (L.) Merrill) nas condições de Goiás e Distrito Federal. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, v. 24, n. 1, p. 90-109, 1994.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise "AMMI"**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 25-32, 1994.

EBDON, J. S.; GAUCH, H. G. Additive main effect and multiplicative interaction analysis of national turfgrass performance trial: ii cultivar recommendation. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 3, p. 497-506, 2002.

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

FELIPE, C. R. P.; DUARTE, J. B.; CAMARANO, L. F. Estratificação ambiental para avaliação e recomendação de variedades de milho no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 186-199, 2010.

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

FOX, P. N.; SKOVMAND, B. K.; THOMPSON, H. J.; BRAUN, H. J.; CORMIER, R. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. **Euphytica**, Wageningen, v. 47, n. 1, p. 57-64, 1990.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, 2011. 12 p.

GAUCH, H. G. Model selection and validation for yield trials with interaction. **Biometrics**, v. 44, n. 4, p. 705-715, 1988.

GAUCH, H. G. **Statistical analysis of regional yield trials**: AMMI Analysis of Factorial Designs. New York: Elsevier Science Publishers B.V., 1992. 278 p.

GAUCH, H. G. Statistical analysis of yield trial by AMMI and GGE. **Crop Science**, v. 46, n. 3, p. 1488-1500, 2006.

GAUCH, H. G. J.; PIEPHO, H. P.; ANNICCHIARICO, P. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: further considerations. **Crop Science**, v. 48, n. 2, p. 866-889, 2008.

GAUCH, H. G.; ZOBEL, R. W. Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. **Theoretical Applied of Genetics**, Berlin, v. 76, n. 1, p. 1-10, 1988.

GAUCH, H. G.; ZOBEL, R.W. AMMI analysis of yield trials. In M.S. KANG, M. S. & GAUCH, H. G. (Ed.) **Genotype-by-environment interaction**. Boca Ration: CRC Press, 1996. p. 85-122.

GAUCH, H. G.; ZOBEL, R. W. Identifying mega-environment and targeting genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 2, p. 311-326, 1997.

GERALDI, I. O. O processo de seleção e avaliação de linhagens. **Visão agrícola**, Piracicaba, v. 5, n. 5, p. 54-55, 2006.

GRAVOIS, K. A.; MOLDENHAUER, K. A.K.; ROIIMAN, P. C. Gentic and genotype x environment effects for rough rice and head rice yields. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 4, p. 907-911, 1991.

GURMU, F.; MOHAMMED, H.; ALEMAW, G. Genotype x environment interactions and stability of soybean for grain yield and nutrition quality. **African Crop Science Journal**, Kampala v. 17, n. 2, p. 87-99, 2009.

HIROMOTO, D. M.; VELLO, N. A. The genetic base of brasilian soybean (*Glycine max* (L.) MERRILL) cultivars. **Revista Brasileira de Genética**, v. 9, n. 2, p. 295-306, 1986.

HORNER, T. W.; FREY, Y.J. de O. Selection of location for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agronomy Journal**, Madison, v. 49, n. 6, p. 313-315, 1957.

HUEHN, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1 and 2: theory and applications. **Euphytica**, Wageningen, v. 47, n. 3, p. 189-194; 195-201, 1990.

KANG, M. S.; HARVILLE, B. G.; GORMAN, D. P. Contribution of weather variables to genotype x environment interaction in soybean. **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 21, n. 2, p. 297-300, 1989.

LAVORANTI, O. J. **Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da reamostragem “bootstrap” no modelo AMMI**. 2003. 166 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Estatística e Experimentação Agronômica)—Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

LAVORANTI, O. J.; LINS, A. C.; SILVA, H. D. da; FERREIRA, C. A. **Modelagem AMMI para estudos de interação em modelos estatísticos de efeitos fixos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 7 p. (Comunicado Técnico, 124).

LIMA, W. F.; PÍPOLO, A. E.; MOREIRA, J. U. V.; CARVALHO, C. G. P. de; PRETE, C. E. C.; ARIAS, A. A. A.; OLIVEIRA, M. F. de; SOUZA, G. E. de; TOLEDO, J. F. F. de. Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente a glifosato, no estado do Paraná. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 43, n. 6, p. 729-736, 2008.

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

LIN, C. S. & BINNS, M.R. Genetic properties of four types of stability parameter. **Tag Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 82, n. 4, p. 505-509, 1991.

MAGARI, R.; KANG, M. S. SAS–STABLE: Stability analysis of balanced and unbalanced data. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 6, p. 929–932, 1997.

MAIA, M. C. C.; VELLO, N. A.; ROCHA, M. M.; PINHEIRO, J. B.; SILVA, N. F. S. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agronômicos através de método uni-multivariado. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 215-22, 2006.

MARANHA, F. G. C. B. **Estratificação ambiental para avaliação de genótipos de algodoeiro no estado de Mato Grosso**. 2005. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)—Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MARTINS, A. S. **Aplicação de sistema de informações geográficas no estudo da interação de genótipos com ambientes**. 2004. 312p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)—Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.

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

- MOLINA, L. M. **Um estudo sobre métodos estatísticos na avaliação de interação genótipo x ambiente em linhagens de arroz (*Oryza sativa* L).** 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2007.
- OLIVEIRA, A. B. de; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 357-364, 2003.
- OLIVEIRA, A. B. de; DUARTE, J. B.; CHAVES, L. J.; COUTO, M. A. Environmental and genotypic factors associated with genotype by environment interactions in soybean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 79-86, 2006.
- PACHECO, R. M. **Estratificação de ambientes em cerrados do Brasil Central para fins de seleção e recomendação de cultivares de soja.** 2004. 173 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.
- PACHECO, R. M.; DUARTE, J. B.; ASSUNÇÃO, M. S.; NUNES, J. CHAVES, A. A. P. Zoneamento e adaptação produtiva de genótipos de soja de ciclo médio de maturação para Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 33, n. 1, p. 23-27, 2003.
- PACHECO, R. M.; DUARTE, J. B.; SOUZA, P. I. M.; ABUD, S.; NUNES JÚNIOR, J. Key locations for soybean genotype assessment in Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 5, p. 478-486, 2009.
- PEREIRA, D. G.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; REIS, M. S.; GOMES, J. L. L.; TEIXEIRA, R. C.; NOGUEIRA, A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados para resistência ao oídio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1836-1842, 2008.
- PIEPHO, H. P. Analysis of genotype by environment interaction and phenotypic stability. In: KANG, M. S.; ZOBEL JR., H. G. **Genotype by Environment interaction**, Boca Raton: CRC Press, 1996. p. 151-174.
- PIMENTEL-GOMES, F **Curso de estatística experimental.** Piracicaba, v. 15, 2009. 451 p.
- PLAISTED, R. L.; PETERSON, L. C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, Orono, v. 36, n. 11, p. 381-385, 1959.
- PRADO, E. E. do; HIROMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2001.

PRIOLLI, R. H. G.; MENDES, C. T. Jr.; SOUSA, S. M. B.; SOUSA, N. E. A.; CONTEL, E. P. B. Diversidade genética da soja entre períodos e entre programas de melhoramento no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 10, p. 967-975, 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. v. 2.10.0. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria, 2009. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: 09 jan. 2011.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. 322 p.

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

RAO, M. S. S.; MULLINIX, B. G.; RANGAPPA, M.; CEBERT, E.; BHAGSARI, A. S.; SAPRA, V. T.; HOSHI, J. M.; DADSON, R. B. Genotype x environment interactions and yield stability of food-grade soybean genotypes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 1, p. 72-80, 2002.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002. 173 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Genética e Melhoramento de Plantas)—Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A.; MAIA, M. C. C.; LOPES, A. C. A. Magnitude da interação genótipos x ambientes para o caráter teor de óleo em linhagens de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 617-625, 2002.

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

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. v. 1, p. 553-604.

SHUKLA, G. K. Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. **Heredity**, Edinburgh, v. 29, n. 2, p. 237-45, 1972.

SILVA, J. G. C. Análise de adaptabilidade por regressão segmentada com estimação da junção dos segmentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 7, p. 1013-1029, 1998

- SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: Simpósio de Experimentação Agrícola, 1, 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ – USP, 1985. p. 49-50.
- SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 23-30, 2006.
- STORCK, L.; VENCOVSKY, R. Stability analysis based on a bi-segmented discontinuous model with measurement errors in the variables. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão preto, v. 17, n. 1, p. 75-81, 1994.
- TAI, G.C.C. Genotypic stability analyses and its application to potato regional trials. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 184-194, 1971.
- TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. de. MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 89-94, 1990.
- TOLEDO, J. F. F. de; CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; ALMEIDA, L. A. de; BROGIN, R. L.; OLIVEIRA, M. F. de; MOREIRA, J. U. V.; RIBEIRO, A. S.; HIROMOTO, D. M. Genotype and environment interaction on soybean yield in Mato Grosso state, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 785-791, 2006.
- TOLER, J. E.; BURROWS, P. M. Genotypic performance over environmental arrays: a non-linear grouping protocol. **Journal of Applied Statistics**, Abingdon, v. 25, n. 1, p. 131-143, 1998.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão: Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 496 p.
- VENCOVSKY, R.; TORRES, R. A. A. Estabilidade geográfica temporal de algumas cultivares de milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 16, 1988, Belo Horizonte. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA - CNPMS, 1988. p. 294-300.
- VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis, a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n. 1, p. 89-91, 1978.
- WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Pflanzenzuchtung**, Berlin, v. 52, n. 1, p. 127-138, 1965.
- WRICKE, G.; WEBER, E. W. **Quantitative genetics and selection in plant breedings**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986, 406 p.
- WYSMIERSKI, P. T. **Contribuição genética dos ancestrais da soja às cultivares brasileiras**. 2010. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências: Genética e Melhoramento de

Plantas)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

YAN, W.; HUNT, L. A.; SHENG, Q.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 3, p. 596-605, 2000.

YAN, W. ; KANG, M. S. ; MA, B.; WOODS, S. ; CORNELIUS, P. L. GGE Biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. **Crop Science**, v. 47, n. 2, p. 643-655, 2007.

YAN, W.; RAJCAN, I. Prediction of cultivar performance based on single-versus multiple year tests in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 3, p. 549-555, 2003.

ZHE, Y; LAUER, J; BORGES, R.; LEON, N de. Effects of genotype x environment interaction on agronomic traits in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 60, n. 3, p. 696 – 702, 2010.

APÊNDICES

Apêndice A. Lista de “scripts” em linguagem R utilizados nas principais análises estatísticas implementadas neste estudo – análises de variância individuais e conjuntas, incluindo procedimento para diagnóstico da suposição de homogeneidade de variâncias residuais (a), e análise AMMI da interação GxE, incluindo procedimento para construção dos gráficos tipos *biplot* (b).

```

a) ANÁLISES DE VARIÂNCIA INDIVIDUAIS E CONJUNTAS:

# Análise de ambientes de múltiplos ensaios
#
#(A) Funções
  source('FUNÇÕES.txt')
  attach(FUNÇÕES)
  rm(FUNÇÕES)

#(B)
  source("diagnóstico.txt")

#(C)
  source("ammigxe.txt")
#
#_____
#
# Trabalhando os dados

# Importando a matriz de dados

  Dd=Importar.xls('dados/Dados/20022003.xls', "Central")
  odbcCloseAll()
  dados=Dd[,c("Exp", "Amb", "Gen", "Rep", "Prod")]

# Identificando as variáveis (fatores)
  attach(dados)
  dados$Safra=as.factor(Exp)
  dados$Amb=as.factor(Amb)
  dados$Gen=as.factor(Gen)
  dados$Rep=as.factor(Rep)
  detach(dados)

# Correção:
# (Valores perdidos ao nível de parcela)
  dados=na.omit(dados)
#
#_____
#
# Análise conjunta da variância (Por Gênero/Grupo de Maturação)

CJEXPERIMENTOS=Cjexperimentos(dados)

TESTE_HOMOCEDECIDADE=Teste_bartlett(CJEXPERIMENTOS)

CJMODELO=Cjmodelo(CJEXPERIMENTOS)

CJANAVA=Anava(CJMODELO)
#_____
#
# Análise individual
#
# Isolando experimentos
  EXPERIMENTOS_ACFP=Locais(CJEXPERIMENTOS$ACFP)
  EXPERIMENTOS_BCFM=Locais(CJEXPERIMENTOS$BCFM)
  EXPERIMENTOS_CCFT=Locais(CJEXPERIMENTOS$CCFT)

# Modelando
  MODELO_ACFP=Modelo(EXPERIMENTOS_ACFP)
  MODELO_BCFM=Modelo(EXPERIMENTOS_BCFM)
  MODELO_CCFT=Modelo(EXPERIMENTOS_CCFT)

# Análise
  ANAVA_ACFP=Anava(MODELO_ACFP)
  ANAVA_BCFM=Anava(MODELO_BCFM)
  ANAVA_CCFT=Anava(MODELO_CCFT)

# Erro Experimental
  ERRO_ACFP=ERRO(EXPERIMENTOS_ACFP, MODELO_ACFP, ANAVA_ACFP)
  ERRO_BCFM=ERRO(EXPERIMENTOS_BCFM, MODELO_BCFM, ANAVA_BCFM)
  ERRO_CCFT=ERRO(EXPERIMENTOS_CCFT, MODELO_CCFT, ANAVA_CCFT)

#_____
#
# Ajustes ao nível de experimentos
  AJUSTES_ACFP=Ajustes_DBC(MODELO_ACFP)
  AJUSTES_BCFM=Ajustes_DBC(MODELO_BCFM)
  AJUSTES_CCFT=Ajustes_DBC(MODELO_CCFT)

AJUSTES=list(
  ACFP=rbind(
    AJUSTES_ACFP[[ 1 ]],

```

```

                AJUSTES_ACFP[[ 2 ]],
                AJUSTES_ACFP[[ 3 ]],
...
                AJUSTES_ACFP[[ 31 ]],
                AJUSTES_ACFP[[ 32 ]]),
BCFM=rbind(
  AJUSTES_BCFM[[ 1 ]],
                AJUSTES_BCFM[[ 2 ]],
                AJUSTES_BCFM[[ 3 ]],
...
                AJUSTES_CCFT[[ 24 ]],
                AJUSTES_CCFT[[ 25 ]])

#___
# Balanceando os tratamentos
#
# Obtendo os tratamentos desbalanceados
attach(CJEXPERIMENTOS$CCFT)
Médias_1=tapply(Prod,Amb:Gen,mean)

Médias_2=matrix(Médias_1,nlevels(Gen),dimnames=list(c(
  levels(Gen)),c(levels(Amb))))
Médias_3=na.omit(Médias_2)
NA.AÇÃO=names(na.action(Médias_3));length(NA.AÇÃO)
NA.AÇÃO
detach(CJEXPERIMENTOS$CCFT)
# Filtrando os genótipos desbalanceados (um a um)
AJUSTES$CCFT$Gen=Na(NA.AÇÃO[3],as.vector(AJUSTES$CCFT$Gen))

# Reciclando a matriz de médias
AJUSTES$CCFT=na.omit(AJUSTES$CCFT)

#___
# Identificando (novamente) as fontes de variação
AJUSTES$CCFT$Gen=factor(AJUSTES$CCFT$Gen)
AJUSTES$CCFT$Amb=factor(AJUSTES$CCFT$Amb)

#___
# GERANDO RESULTADOS

y=CJEXPERIMENTOS$CCFT
x=AJUSTES$CCFT
GLerro=CJANAVA$CCFT['Residuals','Df']
SQerro=CJANAVA$CCFT['Residuals','Sum Sq']
n=ERRO_CCFT['Média.Total','BLOCOS']

DIAG=diagnóstico(x,GLerro,SQerro,n)

SHAPIRO=DIAG$SHAPIRO
PREDIÇÕES=DIAG$P
COORDENADAS=list(G=DIAG$CG,A=DIAG$CA)
COORDENADAS_BETA=data.frame(rbind(DIAG$CG,DIAG$CA))

AMMI=ammi(y,x,GLerro,SQerro,n)

ANALISE=AMMI$ANALISE
INTERAÇÃO=AMMI$INT
#___
# Obtendo a matriz completa (Intercepto, CP`s, PREDIÇÕES)

COMPLETA=data.frame(x[,c('Amb','Gen')],
  MédG=rep(COORDENADAS$G[,1],nlevels(x$Amb)),
  CP1G=rep(COORDENADAS$G[,2],nlevels(x$Amb)),
  CP1A=rep(COORDENADAS$A[,2],rep(nlevels(x$Gen),nlevels(
    x$Amb))))
COMPLETA=data.frame(COMPLETA,Prod=COMPLETA$M+COMPLETA$
  CP1G*COMPLETA$CP1A)
COMPLETA_LOCAIS=Locais_Completa(COMPLETA)
#___
# Identificando Genótipos Vencedores
VENCEDORES_BETA=Vencedor(COMPLETA_LOCAIS)
VENCEDORES=as.data.frame(t(matrix(unlist(VENCEDORES_BETA),6)))
VENCEDORES$V1=names(VENCEDORES_BETA)

colnames(VENCEDORES)=paste(colnames(COMPLETA_LOCAIS)[[1
  ]],sep=" ")
VENCEDORES$Gen=as.factor(VENCEDORES$Gen)
VENCEDORES$Amb=as.factor(VENCEDORES$Amb)
VENCEDORES=Gp(VENCEDORES)
VENCEDORES=Gp2(VENCEDORES)
#___
#
# FAZENDO O BIPLLOT
p=NULL
for(i in 1){
  p[i]=plot(
    x=NULL,

```

```

y=NULL,
xlab=colnames(COORDENADAS$A)[i],
ylab=colnames(COORDENADAS$A)[i+1],
xlim=c(min(COORDENADAS_BETA[,i]-
500),max(COORDENADAS_BETA[,i]+500)),
ylim=c(min(COORDENADAS$A[,i+1])-
10,max(COORDENADAS$A[,i+1]+10)),
main= #'Gráfico de dispersão',
      'Estratos Ambientais - CCFT -
20022003',
sub='AMMI - 1')

points(x=COORDENADAS$A[,i],y=COORDENADAS$A[,i+1],bg="blue",pch=21,cex=1.4)

points(x=VENCEDORES[, 'MédG'],y=VENCEDORES[, 'CP1G'],bg="green",pch=21)

#abline(v=mean(c(COORDENADAS$A[,i],COORDENADAS$G[,i])),lty=24)

#abline(h=mean(c(COORDENADAS$A[,i+1],COORDENADAS$G[,i+1])),lty=24)

text(x=COORDENADAS$A[,i],y=COORDENADAS$A[,i+1],labels=rownames(COORDENADAS$A),pos=c(1,2),cex=0.8)

text(x=VENCEDORES[, 'MédG'],y=VENCEDORES[, 'CP1G'],labels=VENCEDORES[, 'Gen'],pos=c(1,2),cex=0.7)
}
# Adicionando linhas de forma interativa

Linhal=(VENCEDORES[, 'x', 'MédG']-
VENCEDORES[, 'y', 'MédG'])/(VENCEDORES[, 'y', 'CP1G']-
VENCEDORES[, 'x', 'CP1G'])

b) ANÁLISE AMMI (adaptado de Lavoranti et al., 2004):

ammi=function(y,x,GLerro,SQerro,n){
# renomeando as variáveis
#var1=names(x[1])
#var2=names(x[2])
#var3=names(x[3])
#names(x)=paste("V",1:ncol(x),sep=" ")

#x$V1=as.ordered(x$V1)
#x$V2=as.ordered(x$V2)

# ajustando um modelo linear simples e obtendo a ANOVA
aj=lm(x$Prod~x$Amb+x$Gen)
anv=anova(aj)

# obtendo a matriz de resíduos
mres=matrix(aj$res,(anv$Df[2]+1),
dimnames=list(c(levels(x$Gen)),c(levels(x$Amb))))),

# obtendo a DVS e selecionando as raízes características não nulas
dec=svd(mres)
val.sel=function(y,precisao=1e-9){
id=which(y$d>precisao)
return(list(d=diag(y$d[id],u=-1*(y$u[,id]),v=t(-1*(y$v[,id])))))}
sval=val.sel(dec)

# obtendo os níveis da interação
na=ncol(mres)
ng=nrow(mres)

# obtendo os graus de liberdade dos níveis da interação,
# do erro médio e dos ipca's segundo Gullob
#gltotal=nrow(dados)-1
gltrat=na*ng-1
gla=na-1
glg=ng-1
glint=gla*glg
glerr=#((ng+na)*(na+1))
GLerro
glipca=NULL
for(i in 1:ncol(sval$d)){
glipca[i]=ng+na-1-(2*i)}

# obtendo soma de quadrados e quadrados médios
MM=matrix(rep(mean(x$Prod),nlevels(x$Amb)*nlevels(x$Gen)))
sqttotal=sum((y$Prod-(rep(MM,n))[1:nrow(y)])^2)
M=matrix(x$Prod)
sqtrat=sum((M-MM)^2)*n
sqge=anv$Sum[3]*n
sqerr=#(1+(na/glerr))*sqge

```

```

SQerro
qmerr=#((1+(na/glerr))*sqge)/glerr
sqerr/glerr
lambda=diag(sval$d^2)*n

# obtendo os vetores dos graus de liberdade
vgl=c(gltrat,glg,gla,glint,glipca,glerr)
repglerr=c(rep(glerr,ncol(sval$d)))
vdenomgl=c(glerr,glerr,glerr,glerr,repglerr)

# obtendo vetor das soma de quadrados
vsq=round(c(sqtrat,anv$Sum[2]*n,anv$Sum[1]*n,sqge,lambda,sqerr),6)

# obtendo vetor dos quadrados médios e teste F segundo Gullob
vqm=round(c(vsq/vgl),8)
ftrat=round(vqm[1]/qmerr,8)
fg=round(vqm[2]/qmerr,8)
fa=round(vqm[3]/qmerr,8)
fint=round(vqm[4]/qmerr,8)
qmipca=round(lambda/glipca,8)
fipca=round(qmipca/qmerr,8)
vfcalc=c(ftrat,fg,fa,fint,fipca)
vglcalc=c(gltrat,glg,gla,glint,glipca)
prf=round(c(1-pf(vfcalc,vglcalc,vdenomgl)),8)
vf=c(ftrat,fg,fa,fint,fipca,NA)
vIPCA=paste("IPCA",1:ncol(sval$d),sep=" ")

# obtendo graus de liberdade para os resíduos AMMI conforme
Cornelius
glresammi=NULL
for(i in 1:ncol(sval$d)){
glresammi[i]=(ng-1-i)*(na-1-i)}
vglresammi=c(glint,glresammi)

# obtendo soma de quadrados dos resíduos AMMI
lambdares=NULL
for(i in 1:ncol(sval$d)){
lambdares[i]=sum(lambda[(i+1):length(lambda)])}

# obtendo quadrados médios e teste F dos resíduos AMMI
vsqresammi=c(sqge,lambdares)
vqmresammi=round(vsqresammi/vglresammi,6)vfresammi=round(vqmresammi
/qmerr,6)
prfresammi=round(1-pf(vfresammi,vglresammi,glerr),6)
vetglresammi=c(NA,NA,NA,vglresammi,NA)
vetqmresammi=c(NA,NA,NA,vqmresammi,NA)

```

```

vetvfresammi=c(NA,NA,NA,vfresammi,NA)
vetprfresammi=c(NA,NA,NA,prfresammi,NA)

# obtendo o quadro da análise conjunta de variância
mtr=cbind(vgl,vsq,vqm,vf,prf,vetglresammi,vetqmresammi,vetvfresammi
,vetprfresammi)
colnames(mtr)=c("gl","SQ","QM","F","P>F","gl-res","QM-res","F-
res","P>F")
rownames(mtr)=c("Trat","Gen","Amb","Interação",vIPCA,"Erro Médio")
return(list(ANALISE=data.frame(mtr),INT=data.frame(round(mres,3))))
}

# Rotina para construção dos gráficos biplot AMMI 1

# Gráficos
p=NULL
par(las=1,adj=1,font.lab=2,cex.lab=0.5,cex.axis=0.6,bty='o',
mai=c(3.5,0.3,0.2,0.05),mgp=c(1.1,0.5,0))
for(i in 1){
p[i]=plot(
x=NULL,
y=NULL,
xlab=colnames(COORDENADAS$A)[i],
ylab=colnames(COORDENADAS$A)[i+1],
xlim=c(min(COORDENADAS_BETA[,i])-
250,max(COORDENADAS_BETA[,i]+200),
ylim=c(min(COORDENADAS_BETA[, (i+1)])-
3,max(COORDENADAS_BETA[, (i+1)]+3)
)
title('2008-2009',cex.main=1)

points(x=COORDENADAS$A[,i],y=COORDENADAS$A[,i+1],bg="b
lue",pch=21,cex=0.6)

points(x=VENCEDORES[, 'MédG'],y=VENCEDORES[, 'CP1G'],bg=
2,pch=21,cex=0.8)

text(x=COORDENADAS$A[,i],y=COORDENADAS$A[, (i+1)],label
s=locais,cex = 0.7, pos=c(1,2,3,4),col=4)

text(x=VENCEDORES[, 'MédG'],y=VENCEDORES[, 'CP1G'],label
s=VENCEDORES[, 'Gen'],cex=0.7, pos=c(1,2,3,4),col='10')
}

```

Apêndice B. Coeficientes de variação experimental (CV%) dos ensaios de avaliação da produtividade de genótipos de soja convencional e transgênica RR, de ciclos precoce, médio e tardio de maturação, na região central do Brasil – período-safra 2002/03 a 2008/09.

Locais	Convencional Precoce					RR Precoce				Convencional Médio					RR Médio					Convencional Tardio					RR Tardio							
	2002/03	2003/04	2004/05	2006/07	2008/09	2004/05	2005/06	2006/07	2008/09	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2007/08	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
Anápolis	8,4	11	8,9	9,2	-	13	13	9,3	-	7,5	11,1	9,4	-	10	-	16	14	12	9	-	-	9,6	11	10,6	-	-	16	16	14	9,3	-	
Barreiras	12	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5	10,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	18	-	-	-	-	-	-	-	-	
Barreiras (2)	23	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Barretos	-	7,8	-	13	-	-	14	15	13	-	-	-	13	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Campo Alegre	-	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	30	-	-	-
C.N.Parecis	9	18	9,2	-	-	-	-	-	-	8,6	15,9	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,2	20	13	-	-	-	-	-	-	-	
Campos de Júlio	-	-	-	22	-	-	11	14	-	-	-	-	13	17	-	-	-	11	14	-	-	-	-	-	13	-	-	-	12	9,2	-	
Capinópolis	8,4	7,7	12	-	-	-	12	10	11	8,5	7,7	13	-	-	-	-	12	8,5	8,3	10	8,2	8,4	11,4	-	-	-	-	-	11	12	9,1	
Chapadão do Céu	15	15	16	-	-	17	14	-	-	15	14	17	19	-	-	16	18	16	-	-	16	14	25,1	19	-	-	30	19	-	-	-	
Chapadão do Sul	11	16	17	8,8	-	-	14	10	-	15	13,6	25	22	7,9	-	-	-	14	11	-	-	13	-	59,8	12	-	-	-	16	12	-	
Conquista	8,5	8,6	11	-	-	9,3	-	-	-	8,2	8,2	12	-	-	-	-	9,7	-	-	-	-	8,7	8,5	12,8	-	-	-	10	-	-	-	
Correntina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	10,9	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	9,9	-	-	-	11	-	-	-	-	-	
Cristalina	14	-	10	7,2	-	12	9,9	7,8	-	19	-	11	11	8,4	-	7,7	13	10	8	-	11	-	11,6	14	-	9,8	12	12	11	-	-	
Cristalina (2)	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diamantino	-	-	-	21	-	-	-	12	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	
Formosa	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	32,9	-	-	-	-	-	22	-	-	-	-	33	-	-	-	-	28	-	-	-	-	
Goiatuba	16	8	11	-	-	-	-	-	-	17	8,2	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	8	14,3	-	-	-	-	-	-	-	
Guaira	14	8,9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Igarapava	-	8,9	-	14	-	-	11	9,5	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Iraí	11	8,9	10	11	-	13	13	10	10	10	7,2	13	11	11	13	-	11	11	12	11	11	10	8,3	11,3	11	14	-	11	12	9,6	14	
Itiquira	-	-	-	21	-	-	-	17	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	
Itumbiara	-	-	-	-	15	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ituverava	-	-	-	12	-	-	-	12	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jataí	-	-	-	24	12	-	-	14	11	-	-	-	-	16	12	12	-	-	12	11	13	-	-	-	7,2	-	-	-	16	11		
Lucas RV	5,2	13	13	-	-	-	7,3	-	-	6,2	11,5	18	-	-	-	-	-	7,1	-	-	-	7,4	13	15,9	-	-	-	-	5,8	-	-	
Luziânia	9,1	8,3	11	6,9	17	11	7,5	7,4	14	9,3	9,7	16	11	8,4	8,2	17	9,4	11	8,7	7,6	9,1	12	11	9,4	13,71	9,7	8,4	8,9	11	7,2	6,7	19
Maracajú	9,8	11	6,8	-	-	-	-	-	-	17	10,9	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Miguelópolis	-	-	-	-	12	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mineiros	10	-	-	-	-	-	-	-	-	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Montividiu	8,2	11	13	-	-	13	-	-	-	7,1	10,2	13	-	-	-	12	12	-	-	-	-	9,5	12	16,3	-	-	14	16	-	-	-	-
Morro Agudo	12	11	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nova Mutum	-	-	-	12	-	-	-	7,8	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	8,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5	-	-
Nova Ubiratã	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-

Apêndice C. Resumo da análise da variância, com desdobramento da interação pelo método AMMI, para – dados de produtividade de grãos em soja convencional, de ciclo precoce de maturação (período-safra 2002/03 a 2008/09).

Período-Safra 2002/03								
F.V.	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	767	1039303070	1355024	9,00 **	-	-	-	-
Gen (G)	23	70433866	3062342	20,34 **	-	-	-	² 6,78
Amb (A)	31	664343382	21430432	142,34 **	-	-	-	² 63,92
GxA	713	304525822	427105	2,84 **	713	427104,9	2,84 **	² 29,30
IPCA1	53	82608938	1558659	10,35 **	660	336237,7	2,23 **	³ 35,96
IPCA2	51	38470117	754316	5,01 **	609	301226,2	2,00 **	³ 52,71
IPCA3	49	32053895	654161	4,34 **	560	270344,4	1,80 **	³ 66,66
IPCA4	47	29007533	617182	4,10 **	513	238567,9	1,58 **	³ 79,29
IPCA5	45	21050307	467785	3,11 **	468	216527,8	1,44 **	³ 88,45
IPCA6	43	18381545	427478	2,84 **	425	195184,7	1,30 **	³ 96,45
IPCA7	41	15628454	381182	2,53 **	384	175325,6	1,16 *	³ 103,26
IPCA8	39	11065124	283721	1,88 **	345	163072,2	1,08	³ 108,07
IPCA9	37	9459299	255657	1,70 **	308	151950	1,01	³ 112,19
IPCA10	35	8518896	243397	1,62 *	273	140226,1	0,93	³ 115,90
IPCA11	33	7441678	225505	1,50 *	240	128500,1	0,85	³ 119,14
IPCA12	31	5973317	192688	1,28	209	118979,5	0,79	³ 121,74
IPCA13	29	5067142	174729	1,16	180	109997,6	0,73	³ 123,95
IPCA14	27	4105086	152040	1,01	153	102578,4	0,68	³ 125,73
IPCA15	25	3356953	134278	0,89	128	96387,02	0,64	³ 127,20
IPCA16	23	2963791	128860	0,86	105	89273,78	0,59	³ 128,49
IPCA17	21	2632239	125345	0,83	84	80256,05	0,53	³ 129,63
IPCA18	19	2307728	121459	0,81	65	68212,01	0,45	³ 130,64
IPCA19	17	1654013	97295	0,65	48	57911,81	0,38	³ 131,36
IPCA20	15	1362330	90822	0,6	33	42952,64	0,29	³ 131,95
IPCA21	13	893333	68718	0,46	20	26205,18	0,17	³ 132,34
IPCA22	11	340029	30912	0,21	9	20452,71	0,14	³ 132,49
IPCA23	9	184074	20453	0,14	0	-	-	³ 132,57
Erro Médio	2570 ⁶ (1791)	269649440	104922 ⁶ (150558)	-	-	-	-	-
Total	3337	1308952510	392.254.273	-	-	-	-	-
AMMI ₁	107	817386186	7639123,23	-	-	-	-	⁴ 62,44
AMMI ₂	158	855856303	5416812,04	-	-	-	-	⁴ 65,38
AMMI ₃	207	887910119,8	42899421,3	-	-	-	-	⁴ 67,83
GxA (Padrão)	713	229716436	322182,9	-	-	-	-	⁵ 75,43
Período-Safra 2003/04								
F.V.	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	543	976160361	1797717	17,93 **	-	-	-	-
Gen (G)	16	18902956	1181435	11,78 **	-	-	-	² 1,94
Amb (A)	31	797324851	26000000	259,44 **	-	-	-	² 81,68
GxA	496	159932553	322445	3,21 **	496	322445	3,21 **	² 16,38
IPCA1	46	32976020	716870	7,15 **	450	282126	2,82 **	³ 28,15
IPCA2	44	24386949	554249	5,53 **	406	252634	2,53 **	³ 48,97
IPCA3	42	23790774	566447	5,65 **	364	216425	2,16 **	³ 69,28
IPCA4	40	16646394	416160	4,15 **	324	191767	1,914 **	³ 83,49
IPCA5	38	12823891	337471	3,36 **	286	172407	1,720 **	³ 94,44
IPCA6	36	11296365	313788	3,13 **	250	152049	1,517 **	³ 104,09
IPCA7	34	7809228	229683	2,29 **	216	139828	1,395 **	³ 110,75
IPCA8	32	6383872	199496	1,99 **	184	129451	1,292 **	³ 116,20
IPCA9	30	5631452	187715	1,87 **	154	118101	1,178	³ 121,01
IPCA10	28	5058173	180649	1,80 **	126	104202	1,040	³ 125,33
IPCA11	26	4876057	187541	1,87 **	100	82533,8	0,824	³ 129,49
IPCA12	24	3527216	146967	1,46	76	62186,4	0,621	³ 132,50
IPCA13	22	1969791	89536	0,89	54	51043,9	0,509	³ 134,18
IPCA14	20	1050188	52509	0,52	34	50181,9	0,501	³ 135,08
IPCA15	18	976290	54238	0,54	16	45618,4	0,455	³ 135,91
IPCA16	16	729894	45618	0,45	-	-	-	³ 136,54
Erro Médio	2518 ⁶ (2168)	217266227	86285 ⁶ (100215)	-	-	-	-	-
Total	3061	1193426588	-	-	-	-	-	-
AMMI ₁	93	849203827	-	-	-	-	-	⁴ 71,10
AMMI ₂	137	873590776	-	-	-	-	-	⁴ 73,20
AMMI ₃	179	897381550	-	-	-	-	-	⁴ 75,20
GxA (Padrão)	496	117135193	236159	-	-	-	-	⁵ 73,24
Período-Safra 2004/05								
F.V.	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	539	1042348279	1933856	8,32 **	-	-	-	-
Gen (G)	17	31275780	1839752	7,92 **	-	-	-	² 3,00
Amb (A)	29	779463350	26878047	115,73 **	-	-	-	² 74,78
GxA (Padrão)	493	231609149	469795	2,02 **	493	469795	2,02 **	² 22,22
IPCA1	45	62268495	1383744	5,95 **	448	377993	1,62 **	³ 41,36
IPCA2	43	36754286	854751	3,68 **	405	327374	1,40 **	³ 65,77
IPCA3	41	25383713	619115	2,66 **	364	294513	1,26 **	³ 82,63

Apêndice C. Continuação.

Período-Safra 2004/05								
F.V.	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
IPCA4	39	17069945	437691	1,88 **	325	277331	1,19 **	³ 93,96
IPCA5	37	16280641	440017	1,89 **	288	256431	1,10	³ 104,78
IPCA6	35	14702839	420081	1,80 **	253	233791	1,00	³ 114,54
IPCA7	33	13111350	397314	1,71 **	220	209263	0,90	³ 123,25
IPCA8	31	10285314	331784	1,42	189	189167	0,81	³ 130,08
IPCA9	29	8154816	281201	1,21	160	172486	0,74	³ 135,50
IPCA10	27	7339496	271833	1,17	133	152318	0,65	³ 140,37
IPCA11	25	6451641	258066	1,11	108	127839	0,55	³ 144,66
IPCA12	23	3737212	162487	0,69	85	118464	0,51	³ 147,14
IPCA13	21	3145176	149770	0,64	64	108191	0,46	³ 149,23
IPCA14	19	2750528	144765	0,62	45	92749	0,39	³ 151,05
IPCA15	17	1718864	101110	0,43	28	87673	0,37	³ 152,20
IPCA16	15	1410404	94027	0,4	13	80341	0,34	³ 153,13
IPCA17	13	1044427	80341	0,34	0	-	-	³ 153,83
Erro Médio	2461 ⁶ (1742)	404560046	164388 ⁶ (232238)	-	-	-	-	-
Total	3000	1446908325	-	-	-	-	-	-
AMMI1	91	873007625	-	-	-	-	-	⁴ 60,30
AMMI2	134	909761911	-	-	-	-	-	⁴ 62,80
AMMI3	175	935145624	-	-	-	-	-	⁴ 64,60
GxA (Padrão)	493	150565865	305407,4	-	-	-	-	⁵ 65,00
Período-Safra 2006/07								
F.V.	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	359	944300933	2630365	16,91 **	-	-	-	-
Gen (G)	17	30611581	1800681	11,57 **	-	-	-	² 3,24
Amb (A)	19	804927964	42364630	272,43 **	-	-	-	² 85,24
GxA	323	108761388	336723	2,16 **	323	336723	2,62 **	² 11,52
IPCA1	35	21666446	619041	3,98 **	288	302413	2,35 **	³ 32,19
IPCA2	33	16879179	511490	3,28 **	255	275356	2,14 **	³ 57,26
IPCA3	31	11606573	374406	2,40 **	224	261648	2,03 **	³ 74,50
IPCA4	29	11204522	386363	2,48 **	195	243101	1,89 **	³ 91,15
IPCA5	27	10724078	397188	2,55 **	168	218337	1,70 **	³ 107,08
IPCA6	25	7888867	315555	2,02 **	143	201341	1,56 **	³ 118,80
IPCA7	23	7182842	312297	2,00 **	120	180074	1,40 **	³ 129,47
IPCA8	21	5562362	264874	1,7	99	162086	1,26	³ 137,73
IPCA9	19	4761472	250604	1,61	80	141063	1,09	³ 144,80
IPCA10	17	3379827	198813	1,27	63	125480	0,97	³ 149,83
IPCA11	15	3058014	203868	1,31	48	100984	0,78	³ 154,37
IPCA12	13	2071384	159337	1,02	35	79309	0,61	³ 157,45
IPCA13	11	1188266	108024	0,69	24	66148	0,51	³ 159,21
IPCA14	9	800514	88946	0,57	15	52469	0,4	³ 160,40
IPCA15	7	582052	83150	0,53	8	25624	0,2	³ 161,26
IPCA16	5	181249	36250	0,23	3	7914	0,06	³ 161,53
IPCA17	3	23741	7914	0,05	0	-	-	³ 161,57
Erro Médio	1670 ⁶ (1378)	214285291	128315 ⁶ (155505)	-	-	-	-	-
Total	2029	1158586224	571013	-	-	-	-	-
AMMI1	71	857205991	12073324	-	-	-	-	⁴ 74,00
AMMI2	104	874085170	8404665	-	-	-	-	⁴ 75,40
AMMI3	135	885691743	6560680	-	-	-	-	⁴ 76,40
GxA (Padrão)	323	67315643	208407	-	-	-	-	⁵ 61,89
Período-Safra 2008/09								
F.V.	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	161	135204324	839778	3,92 **	-	-	-	-
Gen (G)	17	26786206	1575659	7,36 **	-	-	-	² 19,80
Amb (A)	8	45844660	5730583	26,77 **	-	-	-	² 33,90
GxA	136	62573458	460099	2,15 **	136	460099	2,843 **	² 46,30
IPCA1	24	19651766	818824	3,82 **	112	383229	2,368 **	³ 48,40
IPCA2	22	11568713	525851	2,45 **	90	348366	2,152 **	³ 76,90
IPCA3	20	10948068	547403	2,56 **	70	291499	1,801 **	³ 103,90
IPCA4	18	8175739	454208	2,12 **	52	235176	1,453 *	³ 124,10
IPCA5	16	5142664	321416	1,50	36	196848	1,216	³ 136,80
IPCA6	14	4233588	302399	1,41	22	129678	0,801	³ 147,20
IPCA7	12	1476651	123054	0,57	10	137627	0,85	³ 150,80
IPCA8	10	1376270	137627	0,64	0	-	-	³ 154,20
Erro Médio	410 ⁶ (310)	66357596	161848 ⁶ (214056,8)	-	-	-	-	-
Total	571	201561920	352998,1	-	-	-	-	-
AMMI1	49	92282632	1883319	-	-	-	-	⁴ 45,80
AMMI2	71	103851345	1462695	-	-	-	-	⁴ 51,50
AMMI3	91	114799413	1261532	-	-	-	-	⁴ 57,00
GxA (Padrão)	136	40547600,78	298251	-	-	-	-	⁵ 64,80

¹ Teste Fr de Cornelius; ² Proporção da SQ de tratamentos (Trat); ³ Proporção Acumulada, relativa ao padrão da SQ da interação GxA; ⁴ Proporção da SQ total; ⁵ Proporção relativa ao padrão da interação GxA; * < 5%; ** < 1%; ⁶ Correção dos graus de liberdade do resíduo pelo método de Cochran (1954).

Apêndice D. Resumo da análise da variância, com desdobramento da interação pelo método AMMI, para dados de produtividade de grãos em soja transgênica RR, com ciclo precoce de maturação – período-safra 2004/05 à 2008/09.

Período-Safra 2004/05								
F.V	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	363	1205643000	3321331	-	-	-	-	-
Amb (A)	25	923760623,8	36950425	171,41 **	-	-	-	2 76,62
Gen (G)	13	95158305,86	7319869681	33,95 **	-	-	-	2 7,89
GxA	325	186724070,8	5745356023	2,66 **	325	5745356023	2,66 **	2 15,49
IPCA1	37	64790816,81	1751103157	8,12 **	288	423379354	1,96 **	3 54,18
IPCA2	35	26192803,1	7483658028	3,47 **	253	3784207543	1,75 **	3 76,08
IPCA3	33	22399072,2	6787597637	3,14 **	220	3333699029	1,5 **	3 94,81
IPCA4	31	17689668,9	5706344805	2,64 **	189	2944534907	1,36 **	3 109,60
IPCA5	29	12659815,53	4365453632	2,02 **	160	2686993388	1,24 *	3 120,19
IPCA6	27	11457725,02	424360186	1,96 **	133	2370990165	1,10	3 129,77
IPCA7	25	8317973,67	3327189469	1,54 *	108	2149647733	1,00	3 136,73
IPCA8	23	7656353,64	3328849408	1,54 *	85	1830569633	0,85	3 143,13
IPCA9	21	6691723,13	3186534823	1,48	64	1385643555	0,64	3 148,73
IPCA10	19	3734275,25	1965408028	0,91	45	1140854112	0,53	3 151,85
IPCA11	17	3281765,52	1930450306	0,9	28	6614564221	0,31	3 154,59
IPCA12	15	1053388,64	7022590929	0,33	13	6143764172	0,29	3 155,47
IPCA13	13	7986893,42	6143764172	0,29	0	-	0	3 162,15
Erro Médio	1080 ⁶ (1035)	223101251,7	206575,23 ⁶ (215557)	-	-	-	-	-
Total	363	1428744252	3935934579	-	-	-	-	-
AMMI1	75	1083709746	14449463	-	-	-	-	4 75,85
AMMI2	110	1109902550	10090023	-	-	-	-	4 77,68
AMMI3	143	1132301622	7918193159	-	-	-	-	4 79,25
GxA (Padrão)	325	119587120	3679603693	-	-	-	-	5 64,04
Período-Safra 2005/06								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	356	804643033	2260233	-	-	-	-	-
Amb (A)	20	633146834	31657342	219,43 **	-	-	-	2 78,69
Gen (G)	16	28178069	1761129	12,20 **	-	-	-	2 3,50
GxA	320	143318130	447869	3,10 **	320	447869	3,10 **	2 17,81
IPCA1	35	34219570	977702	6,77 **	285	382802	2,65 **	3 33,21
IPCA2	33	25936756	785962	5,44 **	252	330007	2,28 **	3 58,38
IPCA3	31	22556364	727625	5,04 **	221	274233	1,90 **	3 80,27
IPCA4	29	15520220	535180	3,70 **	192	234819	1,62 **	3 95,33
IPCA5	27	11040700	408915	2,83 **	165	206330	1,43 **	3 106,05
IPCA6	25	9356294	374252	2,59 **	140	176345	1,22 **	3 115,13
IPCA7	23	5594212,3	243227	1,68 *	117	163197	1,13	3 120,56
IPCA8	21	4831360,5	230065	1,59 *	96	148569	1,03	3 125,24
IPCA9	19	3702621,9	194875	1,35	77	137143	0,95	3 128,84
IPCA10	17	3228107,8	189889	1,32	60	122199	0,85	3 131,97
IPCA11	15	2537617,5	169175	1,17	45	106540	0,74	3 134,43
IPCA12	13	1598591,3	122969	0,85	32	99866	0,69	3 135,99
IPCA13	11	1470112,3	133647	0,93	21	82172	0,57	3 137,41
IPCA14	9	1208812,1	134313	0,93	12	43066	0,3	3 138,58
IPCA15	7	432361,78	61766	0,43	5	16886	0,12	3 139,00
IPCA16	5	84429,19	16886	0,12	0	-	-	3 139,09
Erro Médio	1254 ⁶ (1094)	157830,41	125861,6 ⁶ (144269)	-	-	-	-	3 -
Total	1610	962473446	597810	-	-	-	-	-
AMMI1	71	695544473	9796401	-	-	-	-	4 72,27
AMMI2	104	721481228	6937320	-	-	-	-	4 74,96
AMMI3	135	744037592	5511390	-	-	-	-	4 77,30
GxA (Padrão)	320	103042426	322008	-	-	-	-	5 71,90
Período-Safra 2006/07								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	417	916525321	2197902	-	-	-	-	-
Amb (A)	18	736289246	40904958	403,62 **	-	-	-	2 80,33
Gen (G)	21	34761972	1655332	16,33 **	-	-	-	2 3,79
GxA	378	145474103	384852	3,79 **	378	384852	3,79 **	2 15,87
IPCA1	38	43438343	1143114	11,27 **	340	300105	2,96 **	3 40,23
IPCA2	36	24770853	688079	6,78 **	304	254161	2,50 **	3 63,17
IPCA3	34	14767568	434340	4,28 **	270	231472	2,28 **	3 76,85
IPCA4	32	14052080	439127	4,33 **	238	203552	2,00 **	3 89,86
IPCA5	30	13216272	440542	4,34 **	208	169370	1,67 **	3 102,10
IPCA6	28	9580740,6	342169	3,37 **	180	142490	1,40 **	3 110,97
IPCA7	26	5894588,1	226715	2,23 **	154	128271	1,26 *	3 116,43
IPCA8	24	4758410	198267	1,95 **	130	115348	11.381.898	3 120,84
IPCA9	22	3641496	165523	1,63 *	108	105127	10.373.374	3 124,21
IPCA10	20	2861139,5	143057	14.116.056	88	96506977	0,9522765	3 126,86
IPCA11	18	2796874,3	155382	15.332.211	70	81368	0,8028907	3 129,45
IPCA12	16	2038573,1	127411	12.572.181	54	67725308	0,6682752	3 131,34

Apêndice D. Continuação.

Período-Safra 2006/07									
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)	
IPCA13	14	1270300,5	90735754	0,8953293	40	59671652	0,5888062	³	132,52
IPCA14	12	1057395,1	88116259	0,8694816	28	47481106	0,4685168	³	133,49
IPCA15	10	597962,22	59796222	0,5900354	18	40639374	0,4010064	³	134,05
IPCA16	8	420160,91	52520114	0,5182389	10	31134783	0,3072205	³	134,44
IPCA17	6	225455,49	37575916	0,370778	4	21473083	0,2118843	³	134,65
IPCA18	4	85892,33	21473083	0,2118843	0	-	-	³	134,73
Erro Médio	1699 ⁶ (1663)	168534149	99196 ⁶ (101343)	-	-	-	-	-	-
Total	2116	1085000000	512788	-	-	-	-	-	-
AMMI1	77	814489560	10577786	-	-	-	-	⁴	75,07
AMMI2	113	839260413	7427083	-	-	-	-	⁴	77,35
AMMI3	147	854027980	5809714	-	-	-	-	⁴	78,71
GxA (Padrão)	378	107977983	285656	-	-	-	-	⁵	74,22
Período-Safra 2008/09									
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)	
Trat	237	330395370	1394073	-	-	-	-	-	-
Amb (A)	16	210892550	13000000	82,91 **	-	-	-	²	63,83
Gen (G)	13	26369052	2028389	12,76 **	-	-	-	²	7,98
GxA	208	93133768	447759	2,81 **	208	447759	2,81 **	²	28,19
IPCA1	28	23813916	850497	5,35 **	180	385110	2,42 **	³	36,23
IPCA2	26	20085892	772534	4,85 **	154	319701	2,01 **	³	66,78
IPCA3	24	16935005	705625	4,43 **	130	248454	1,56 **	³	92,55
IPCA4	22	9351369,3	425062	2,67 **	108	212478	1,33 *	³	106,77
IPCA5	20	6616997	330850	2,08 **	88	185575	1,167.434.634	³	116,84
IPCA6	18	6265197,4	348067	2,18 **	70	143791	0,904577994	³	126,37
IPCA7	16	3694560,4	230910	1.452.634.003	54	117978	0,74219101	³	131,99
IPCA8	14	2349719,7	167837	1.055.848.061	40	100528	0,632411061	³	135,56
IPCA9	12	2016116,1	168010	1.056.933.621	28	71606946	0,450472786	³	138,63
IPCA10	10	1131617,2	113162	0,711890091	18	48520959	0,305240941	³	140,35
IPCA11	8	551305,11	68913	0,433526291	10	32207215	0,202612661	³	141,19
IPCA12	6	239038,49	39840	0,250628232	4	20758417	0,130589314	³	141,56
IPCA13	4	83033,67	20758	0,130589314	0	-	-	³	141,68
Erro Médio	969 ⁶ (803)	127644509	131728 ⁶ (158959)	-	-	-	-	-	-
Total	1206	458039879	379801	-	-	-	-	-	-
AMMI1	57	261075518	4580272	-	-	-	-	⁴	57,00
AMMI2	83	281161410	3387487	-	-	-	-	⁴	61,38
AMMI3	107	298096415	2785948	-	-	-	-	⁴	65,08
GxA (Padrão)	208	65734328	316030	-	-	-	-	⁵	70,58

¹ Teste "Fr" de Cornelius; ² Proporção da SQ de tratamentos (Trat); ³ Proporção Acumulada, relativa ao padrão da SQ da interação GxA; ⁴ Proporção da SQ total; ⁵ Proporção relativa ao padrão da interação GxA; * < 5%; ** < 1%. ⁶ Correção dos graus de liberdade do resíduo, pelo método de Cochran (1954).

Apêndice E. Resumo da análise de variância, com desdobramento da interação pelo método AMMI, para dados de produtividade de grãos em soja convencional, com ciclo médio de maturação – período-safra 2002/03 à 2008/09.

Período-Safra 2002/03									
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)	
Trat	782	1482621470,48	1895935,38	-	-	-	-	-	-
Amb	26	1065687006,62	40987961,79	205,14 **	-	-	-	²	71,88
Gen	28	66486266,30	2374509,51	11,88 **	-	-	-	²	4,48
Interação	728	350448197,56	481384,89	2,40 **	728,00	481384,89	2,40 **	²	23,64
IPCA1	53	76194610,35	1437634,16	7,19 **	675,00	406301,61	2,03 **	³	52,38
IPCA2	51	41073620,06	805365,10	4,03 **	624,00	373685,84	1,87 **	³	80,62
IPCA3	49	37453884,03	764364,98	3,82 **	575,00	340393,19	1,70 **	³	106,37
IPCA4	47	34370668,61	731290,82	3,66 **	528,00	305597,38	1,52 **	³	130,00
IPCA5	45	25517852,68	567063,39	2,83 **	483,00	281237,19	1,40 **	³	147,55
IPCA6	43	19940460,65	463731,64	2,32 **	440,00	263402,50	1,31 **	³	161,26
IPCA7	41	19544052,74	476684,21	2,38 **	399,00	241486,34	1,20 **	³	174,69
IPCA8	39	16320965,94	418486,31	2,09 **	360,00	222311,34	1,11	³	185,91
IPCA9	37	12892193,73	348437,67	1,74 **	323,00	207863,43	1,04	³	194,78
IPCA10	35	11386363,46	325324,67	1,62 *	288,00	193588,63	0,97	³	202,60
IPCA11	33	10902329,38	330373,62	1,65 *	255,00	175887,04	0,88	³	210,10
IPCA12	31	8711850,82	281027,45	1,41	224,00	161336,36	0,81	³	216,09
IPCA13	29	7386897,40	254720,60	1,27	195,00	147448,45	0,74	³	221,17
IPCA14	27	6579788,21	243695,86	1,22	168,00	131980,12	0,66	³	225,69
IPCA15	25	5559661,00	222386,44	1,11	143,00	116174,81	0,58	³	229,51
IPCA16	23	4269378,76	185625,16	0,93	120,00	102863,50	0,51	³	232,45
IPCA17	21	2878928,67	137091,84	0,69	99,00	95602,94	0,48	³	234,43
IPCA18	19	2606453,71	137181,77	0,69	80,00	85727,97	0,43	³	236,22
IPCA19	17	2207202,59	129835,45	0,65	63,00	73825,95	0,37	³	237,74
IPCA20	15	1564201,44	104280,10	0,52	48,00	64309,03	0,32	³	238,81
IPCA21	13	1014575,80	78044,29	0,39	35,00	59207,36	0,30	³	239,51
IPCA22	11	913641,42	83058,31	0,42	24,00	48275,67	0,24	³	240,14
IPCA23	9	455904,52	50656,06	0,25	15,00	46847,44	0,23	³	240,45
IPCA24	7	353761,36	50537,34	0,25	8,00	43618,78	0,22	³	240,70
IPCA25	5	336257,32	67251,46	0,34	3,00	4230,97	0,02	³	240,93
IPCA26	3	12692,92	4230,97	0,02	0,00	-	-	³	240,94
Erro Médio	2339 ⁶ (1412)	282114979,17	120613 ⁶ (199798)	-	-	-	-	-	-
Total	3121	1764736449,65	565439,43	-	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	107	1208367883,26	11293157,79	-	-	-	-	⁴	68,47

Apêndice E. Continuação.

Período-Safra 2002/03								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Modelo AMMI2	158	1249441503,32	7907857,62	-	-	-	-	4 70,80
Modelo AMMI3	207	1286895387,35	6216885,93	-	-	-	-	4 72,92
Interação (Padrão)	728	145453048,75	199798,14	-	-	-	-	5 41,50
Período-Safra 2003/04								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	376	635028688,09	1688906,09	-	-	-	-	-
Amb	12	505949499,87	42162458,32	127 **	-	-	-	2 79,67
Gen	28	15718195,07	561364,11	1,69 **	-	-	-	2 2,48
Interação	336	113360993,15	337383,91	1,02	336,00	337383,91	1,02	2 17,85
IPCA1	39	26824450,45	687806,42	2,08 **	297,00	291368,83	0,88	3 63,08
IPCA2	37	16731480,58	452202,18	1,37	260,00	268481,01	0,81	3 102,43
IPCA3	35	14649406,86	418554,48	1,27	225,00	245136,25	0,74	3 136,88
IPCA4	33	13237300,99	401130,33	1,21	192,00	218324,76	0,66	3 168,00
IPCA5	31	9960950,95	321321,00	0,97	161,00	198493,19	0,60	3 191,43
IPCA6	29	8128260,72	280284,85	0,85	132,00	180523,81	0,55	3 210,54
IPCA7	27	6076735,32	225064,27	0,68	105,00	169070,55	0,51	3 224,83
IPCA8	25	4771614,26	190864,57	0,58	80,00	162259,91	0,49	3 236,05
IPCA9	23	4554859,30	198037,36	0,60	57,00	147823,40	0,45	3 246,77
IPCA10	21	3483043,80	165859,23	0,50	36,00	137302,50	0,42	3 254,96
IPCA11	19	2928799,02	154147,32	0,47	17,00	118475,94	0,36	3 261,84
IPCA12	17	2014090,92	118475,94	0,36	0,00	-	-	3 266,58
Erro Médio	2210	279698229,27	126560,28	-	-	-	-	-
Total	2586	914726917,36	353722,71	-	-	-	-	-
AMMI1	79	548492145,39	6942938,55	-	-	-	-	4 59,96
AMMI2	116	565223625,96	4872617,47	-	-	-	-	4 61,79
AMMI3	151	579873032,82	3840218,76	-	-	-	-	4 63,39
Interação GxA Padrão	336	42524255,67	126560,28	-	-	-	-	5 37,51
Período-Safra 2004/05								
FV	GL	SQ	QM	F	gires	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	419	1032131093,96	2463320,03	9,49**	-	-	-	-
Amb	14	800943817,70	57210272,69	220,52**	-	-	-	2 77,60
Gen	27	37191535,70	1377464,29	5,30**	-	-	-	2 3,60
Interação	378	193995740,56	513216,24	1,97**	378,00	513216,24	2,44 **	2 18,80
IPCA1	40	44737505,09	1118437,63	4,31**	338,00	441592,41	2,10 **	3 39,02
IPCA2	38	32840816,73	864232,02	3,33**	300,00	388058,06	1,84 **	3 67,67
IPCA3	36	26358309,70	732175,27	2,82**	264,00	341132,99	1,62 **	3 90,66
IPCA4	34	21356896,59	628144,02	2,42**	230,00	298705,27	1,42 **	3 109,29
IPCA5	32	17242889,04	538840,28	2,07**	198,00	259895,57	1,23 * 3	3 124,34
IPCA6	30	12307883,15	410262,77	1,58*	168,00	233044,29	1,11	3 135,07
IPCA7	28	9178231,11	327793,97	1,26	140,00	214094,35	1,02	3 143,08
IPCA8	26	7296275,32	280625,97	1,08	114,00	198920,47	0,95	3 149,44
IPCA9	24	6046951,85	251956,33	0,97	90,00	184777,58	0,88	3 154,72
IPCA10	22	4978898,44	226313,57	0,87	68,00	171339,46	0,82	3 159,06
IPCA11	20	4258620,59	212931,03	0,82	48,00	154009,64	0,73	3 162,78
IPCA12	18	3221903,58	178994,64	0,69	30,00	139018,65	0,66	3 165,59
IPCA13	16	2662960,57	166435,04	0,64	14,00	107685,63	0,51	3 167,91
IPCA14	14	1507598,82	107685,63	0,41	0,00	-	-	3 169,22
Erro Médio	2186 (1769)	458929426,00	209940 (259409)	-	-	-	-	-
Total	1216	2717187354,48	2234529,07	-	-	-	-	-
AMMI1	81	882872858	10899664,92	-	-	-	-	4 32,49
AMMI2	119	915713675	7695072,90	-	-	-	-	4 33,70
AMMI3	155	942071985	6077883,77	-	-	-	-	4 34,67
Interação (Padrão)	378	114638319,17	303275,98	-	-	-	-	5 59,09
Período-Safra 2005/06								
FV	GL	SQ	QM	F	gires	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	299	768317447,01	2569623,57	-	-	-	-	-
Amb	19	596413853,40	31390202,81	150 **	-	-	-	2 77,63
Gen	14	50724278,75	3623194,91	17 **	-	-	-	2 6,60
Interação	266	121178864,87	455559,64	2,19 **	266,00	455559,64	2,19 **	2 15,77
IPCA1	32	32193316,10	1006041,13	4,83 **	234,00	380280,12	1,82 **	3 39,99
IPCA2	30	23954195,47	798473,18	3,83 **	204,00	318781,14	1,53 **	3 69,74
IPCA3	28	15771215,08	563257,68	2,70 **	176,00	279887,15	1,34 **	3 89,33
IPCA4	26	11685300,07	449434,62	2,16 **	150,00	250498,92	1,20 * 3	3 103,85
IPCA5	24	9700086,85	404170,29	1,94 **	126,00	221228,18	1,06	3 115,90
IPCA6	22	7692659,54	349666,34	1,68 **	104,00	194058,57	0,93	3 125,45
IPCA7	20	6425333,28	321266,66	1,54	84,00	163770,93	0,79	3 133,44
IPCA8	18	4961738,48	275652,14	1,33	66,00	133257,88	0,64	3 139,60
IPCA9	16	3216995,25	201062,20	0,97	50,00	111560,49	0,54	3 143,59
IPCA10	14	2824594,08	201756,72	0,97	36,00	76484,18	0,37	3 147,10
IPCA11	12	1703445,67	141953,81	0,68	24,00	43749,37	0,21	3 149,22
IPCA12	10	556550,94	55655,09	0,27	14,00	35245,29	0,17	3 149,91
IPCA13	8	437654,77	54706,85	0,26	6,00	9296,55	0,04	3 150,45
IPCA14	6	55779,28	9296,55	0,04	0,00	-	-	3 150,52
Erro Médio	1235	188843560,48	152909,77	-	-	-	-	-
Total	1534	957161007,50	623964,15	-	-	-	-	-
AMMI1	65	679331898,25	10451259,97	-	-	-	-	4 70,97
AMMI2	95	703286093,73	7403011,51	-	-	-	-	4 73,48
AMMI3	123	719057308,80	5845994,38	-	-	-	-	4 75,12
Interação (Padrão)	266	80504867,22	302649,88	-	-	-	-	5 66,43
Período-Safra 2006/07								
FV	GL	SQ	QM	F	gires	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	271	796042834,81	2937427,43	-	-	-	-	-
Amb	15	662671525,49	44178101,70	346 **	-	-	-	2 83,25
Gen	16	28071352,69	1754459,54	13,77 **	-	-	-	2 3,53
Interação	240	105299956,62	438749,82	3,44 **	240,00	438749,82	3,44 **	2 13,23
IPCA1	30	35954540,18	1198484,67	9,40 **	210,00	330216,27	2,59 **	3 47,24
IPCA2	28	23275419,08	831264,97	6,52 **	182,00	253131,85	1,98 **	3 77,82
IPCA3	26	14226550,32	547175,01	4,29 **	156,00	204124,66	1,60 **	3 96,51
IPCA4	24	8023869,99	334327,92	2,62 **	132,00	180451,34	1,41 **	3 107,05
IPCA5	22	7132399,33	324199,97	2,54 **	110,00	151701,62	1,19 **	3 116,42

Apêndice E. Continuação.

Período-Safra 2006/07								
FV	GL	SQ	QM	F	glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
IPCA6	20	5340293,11	267014,66	2,09 **	90,00	126076,50	0,99	³ 123,44
IPCA7	18	4526040,33	251446,69	1,97 **	72,00	94733,95	0,74	³ 129,39
IPCA8	16	2508407,80	156775,49	1,23	56,00	77007,79	0,60	³ 132,68
IPCA9	14	1928544,48	137753,18	1,08	42,00	56759,33	0,45	³ 135,22
IPCA10	12	1037348,02	86445,67	0,68	30,00	44884,80	0,35	³ 136,58
IPCA11	10	737428,86	73742,89	0,58	20,00	30455,76	0,24	³ 137,55
IPCA12	8	288191,98	36024,00	0,28	12,00	26743,59	0,21	³ 137,93
IPCA13	6	241292,44	40215,41	0,32	6,00	13271,78	0,10	³ 138,24
IPCA14	4	59142,73	14785,68	0,12	2,00	10243,98	0,08	³ 138,32
IPCA15	2	20487,96	10243,98	0,08	0,00	-	-	138,35
Erro Médio	1330	161751940,80	121618,00	-	-	-	-	-
Total	1601	957794775,61	598247,83	-	-	-	-	-
AMM1	61	726697418,37	11913072,43	-	-	-	-	⁴ 75,87
AMM2	89	749972837,45	8426661,09	-	-	-	-	⁴ 78,30
AMM3	115	764199387,77	6645212,07	-	-	-	-	⁴ 79,79
Interação (Padrão)	240	76111636,48	317131,82	-	-	-	-	⁵ 72,28
Período-Safra 2007/08								
FV	GL	SQ	QM	F	glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	111	109481677,65	986321,42	-	-	-	-	-
Amb	15	40107001,48	2673800,10	7,42 **	-	-	-	² 36,63
Gen	6	27822213,18	4637035,53	20,12 **	-	-	-	² 25,41
Interação	90	41552462,98	461694,03	34,89 **	90,00	461694,03	3,47 **	² 37,95
IPCA1	20	15073239,48	753661,97	5,67 **	70,00	378274,62	2,84 **	³ 50,93
IPCA2	18	12059373,91	669965,22	5,04 **	52,00	277304,80	2,08 **	³ 91,68
IPCA3	16	6900607,36	431287,96	3,24 **	36,00	208867,84	1,57 *	³ 115,00
IPCA4	14	3518142,46	251295,89	1,89 *	22,00	181868,17	1,37	³ 126,89
IPCA5	12	2514178,47	209514,87	1,58	10,00	148692,13	1,12	³ 135,39
IPCA6	10	1486921,31	148692,13	1,12	0,00	-	-	³ 140,41
Erro Médio	428	56871124,44	132876,46	-	-	-	-	-
Total	539	166352802,09	308632,29	-	-	-	-	-
AMM1	41	83002454,14	2024450,10	-	-	-	-	⁴ 49,90
AMM2	59	95061828,05	1611217,42	-	-	-	-	⁴ 57,14
AMM3	75	101962435,41	1359499,14	-	-	-	-	⁴ 61,29
Interação (Padrão)	90	29593581,68	328817,57	-	-	-	-	⁵ 71,22
Período-Safra 2008/09								
FV	GL	SQ	QM	F	glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	119	119803290,65	1006750,34	-	-	-	-	-
Amb	14	45621337,11	3258666,94	6,32 **	-	-	-	² 38,08
Gen	7	14513750,87	2073392,98	20,48 **	-	-	-	² 12,11
Interação	98	59668202,67	608859,21	13,03 **	98,00	608859,21	3,82 **	² 49,81
IPCA1	20	31026423,63	1551321,18	9,75 **	78,00	367202,30	2,30 **	³ 70,39
IPCA2	18	13990462,07	777247,89	4,88 **	60,00	244188,62	1,53 *	³ 102,13
IPCA3	16	6451182,50	403198,91	2,53 **	44,00	186366,69	1,17	³ 116,77
IPCA4	14	3532267,17	252304,80	1,59	30,00	155595,58	0,98	³ 124,79
IPCA5	12	1955508,83	162959,07	1,02	18,00	150686,58	0,95	³ 129,22
IPCA6	10	1590135,10	159013,51	1,00	8,00	140277,92	0,88	³ 132,83
IPCA7	8	1122223,37	140277,92	0,88	0,00	-	-	³ 135,38
Erro Médio	334	53140889,35	159104,46	-	-	-	-	-
Total	453	172944180,00	381775,23	-	-	-	-	-
AMM1	41	91161511,61	2223451,50	-	-	-	-	⁴ 52,71
AMM2	59	105151973,68	1782236,84	-	-	-	-	⁴ 60,80
AMM3	75	111603156,17	1488042,08	-	-	-	-	⁴ 64,53
Interação (Padrão)	98	44075965,67	449754,75	-	-	-	-	⁵ 73,87

¹ Teste "Fr" de Cornelius; ² Proporção da SQ de tratamentos (Trat); ³ Proporção Acumulada, relativa ao padrão da SQ da interação GxA; ⁴ Proporção da SQ total; ⁵ Proporção relativa ao padrão da interação GxA; * < 5%; ** < 1%. ⁶ Correção dos graus de liberdade do resíduo, pelo método de Cochran (1954).

Apêndice F. Resumo da análise de variância, com desdobramento da interação pelo método AMMI, para dados de produtividade de grãos em soja transgênica RR, com ciclo médio de maturação – período-safra 2004/05 à 2008/09.

Período-Safra 2004/05								
FV	GL	SQ	QM	F	glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	293	1490942534	5088541	-	-	-	-	-
Amb	20	1248542330	62427117	226 **	-	-	-	² 83,74
Gen	13	60902770	4684828	17 **	-	-	-	² 4,08
Interação	260	181497434	698067	2,53 **	260,00	698067	2,53 **	² 12,17
IPCA1	32	70591823	2205994	8,00 **	228,00	486428	1,76 **	³ 60,22
IPCA2	30	31217356	1040579	3,77 **	198,00	402466	1,46 **	³ 86,86
IPCA3	28	19278628	688522	2,49 **	170,00	355351	1,29 **	³ 103,30
IPCA4	26	15500762	596183	2,16 **	144,00	311867	1,13	³ 116,53
IPCA5	24	11738945	489123	1,77 *	120,00	276416	1,00	³ 126,54
IPCA6	22	9841902	447359	1,62 *	98,00	238041	0,86	³ 134,94
IPCA7	20	7008373	350419	1,27	78,00	209226	0,76	³ 140,92
IPCA8	18	6229373	346076	1,26	60,00	168171	0,61	³ 146,23
IPCA9	16	4197232	262327	0,95	44,00	133933	0,49	³ 149,81
IPCA10	14	2659183	189942	0,69	30,00	107795	0,39	³ 152,08
IPCA11	12	1723616	143635	0,52	18,00	83902	0,30	³ 153,55
IPCA12	10	799674	79967	0,29	8,00	88821	0,32	³ 154,23
IPCA13	8	710566	88821	0,32	0,00	-	-	³ 154,84
Erro Médio	1133 ⁶ (1017)	280122065	247239 ⁶ (275440)	-	-	-	-	-
Total	293	1771064599	6044589	-	-	-	-	-
AMM1	65	1380036922	21231337	-	-	-	-	⁴ 77,92
AMM2	95	1411254278	14855308	-	-	-	-	⁴ 79,68

Apêndice F. Continuação.

Período-Safra 2004/05								
FV	GL	SQ	QM	F	glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
AMMI3	123	1430532906	11630349	-	-	-	-	⁴ 80,77
Interação (Padrão)	260	117215230	450828	-	-	-	-	⁵ 64,58
Período-Safra 2005/06								
FV	GL	SQ	QM	F	glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	390	987213446	2531317	-	-	-	-	-
Amb	22	823404523	37427478	283 **	-	-	-	² 83,41
Gen	16	33822985	2113937	16.01 **	-	-	-	² 3,43
Interação	352	129985937	369278	2.79 **	352,00	369278	2.79 **	² 13,17
IPCA1	37	33913228	916574	6.94 **	315,00	304993	2.31 **	³ 37,83
IPCA2	35	26227838	749367	5.67 **	280,00	249446	1.89 **	³ 67,09
IPCA3	33	15880403	481224	3.64 **	247,00	218480	1.65 *	³ 84,80
IPCA4	31	13892608	448149	3.39 **	216,00	185518	1,41	³ 100,30
IPCA5	29	8576240	295732	2.24 **	187,00	168426	1,28	³ 109,87
IPCA6	27	7808488	289203	2.19 **	160,00	148045	1,12	³ 118,58
IPCA7	25	6632295	265292	2.01 **	135,00	126332	0,96	³ 125,98
IPCA8	23	5554308	241492	1.83 **	112,00	102683	0,78	³ 132,17
IPCA9	21	3468247	165155	1,25	91,00	88267	0,67	³ 136,04
IPCA10	19	2378029	125159	0,95	72,00	78531	0,60	³ 138,69
IPCA11	17	1976724	116278	0,88	55,00	66864	0,51	³ 140,90
IPCA12	15	1510462	100697	0,76	40,00	54177	0,41	³ 142,58
IPCA13	13	1238536	95272	0,72	27,00	34390	0,26	³ 143,97
IPCA14	11	599388	54490	0,41	16,00	20572	0,16	³ 144,64
IPCA15	9	329145	36572	0,28	7,00	-	-	³ 145,00
Erro Médio	1217 ⁶ (1057)	139477733	114607 ⁶ (131956)	-	-	-	-	-
Total	390	1126691178	2888952	-	-	-	-	-
AMMI1	75	891140736	11881876	-	-	-	-	⁴ 79,09
AMMI2	110	917368574	8339714	-	-	-	-	⁴ 81,42
AMMI3	143	933248977	6526217	-	-	-	-	⁴ 82,83
Interação (Padrão)	352	89643980	254670	-	-	-	-	⁵ 68,96
Período-safra 2006/07								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prob (%)
Trat	436	1041552670	2388882	-	-	-	-	-
Amb	22	875288994	39785863	404 **	-	-	-	² 84,04
Gen	18	32331540	1796197	18.27 **	-	-	-	² 3,10
Interação	396	133932137	338212	3.44 **	396,00	338212	3.44 **	² 12,86
IPCA1	39	41076065	1053232	10.71 **	357,00	260101	2.64 **	³ 42,78
IPCA2	37	27971482	755986	7.69 **	320,00	202764	2.06 **	³ 71,92
IPCA3	35	12728715	363678	3.69 **	285,00	183003	1.86 **	³ 85,17
IPCA4	33	10322913	312816	3.18 **	252,00	166004	1.68 **	³ 95,92
IPCA5	31	9040128	291617	2.96 **	221,00	148384	1.50 **	³ 105,34
IPCA6	29	8142192	280765	2.85 **	192,00	128389	1.30 **	³ 113,82
IPCA7	27	6575337	243531	2.47 **	165,00	109547	1,11	³ 120,67
IPCA8	25	4629529	185181	1.88 **	140,00	96041	0,98	³ 125,49
IPCA9	23	3218113	139918	1.42 **	117,00	87416	0,89	³ 128,84
IPCA10	21	2705765	128846	1,31	96,00	78353	0,80	³ 131,66
IPCA11	19	2099944	110523	1,12	77,00	70415	0,72	³ 133,85
IPCA12	17	1870905	110053	1,12	60,00	59184	0,60	³ 135,80
IPCA13	15	1384286	92286	0,94	45,00	48150	0,49	³ 137,24
IPCA14	13	1050450	80804	0,82	32,00	34885	0,35	³ 138,33
IPCA15	11	588709	53519	0,54	21,00	25124	0,26	³ 138,95
IPCA16	9	393101	43678	0,44	12,00	11208	0,11	³ 139,35
IPCA17	7	91835	13119	0,13	5,00	8533	0,09	³ 139,45
IPCA18	5	42666	8533	0,09	0,00	-	-	³ 139,49
Erro Médio	1393 ⁶ (1357)	133389898	95757 ⁶ (98298)	-	-	-	-	-
Total	436	1174942568	2694822	-	-	-	-	-
AMMI1	79	948696598	12008818	-	-	-	-	⁴ 80,74
AMMI2	116	976668081	8419552	-	-	-	-	⁴ 83,12
AMMI3	151	989396796	6552297	-	-	-	-	⁴ 84,21
Interação (Padrão)	396	96012252	242455	-	-	-	-	⁵ 71,69
Período-safra 2007/08								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prob (%)
Trat	69	57231291	829439	-	-	-	-	-
Amb	9	27078197	3008689	6.79 **	-	-	-	² 47,31
Gen	6	5857462	976244	24.63 **	-	-	-	² 10,23
Interação	54	24295633	449919	7.99 **	54,00	449919	3.68 **	² 42,45
IPCA1	14	10371181	740799	6.06 **	40,00	348111	2.85 **	³ 58,59
IPCA2	12	6158401	513200	4.20 **	28,00	277359	2.27 **	³ 93,38
IPCA3	10	4600530	460053	3.76 **	18,00	175862	1,44	³ 119,37
IPCA4	8	1620370	202546	1,66	10,00	154515	1,27	³ 128,53
IPCA5	6	1194622	199104	1,63	4,00	87632	0,72	³ 135,28
IPCA6	4	350529	87632	0,72	0,00	-	-	³ 137,26
Erro Médio	490	59839956	122122	-	-	-	-	-
Total	559	117071248	209430	-	-	-	-	-

Apêndice F. Continuação.

Período-safra 2007/08								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prob (%)
AMMI1	29	43306840	1493339	-	-	-	-	⁴ 36,99
AMMI2	41	49465241	1206469	-	-	-	-	⁴ 42,25
AMMI3	51	54065771	1060113	-	-	-	-	⁴ 46,18
Interação (Padrão)	54	17701025	327797	-	-	-	-	⁵ 72,86
Período-safra 2008/09								
FV	GL	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	179	247194875	1380977	-	-	-	-	-
Amb	14	139292798	9949486	60 **	-	-	-	² 56,35
Gen	11	36611736	3328340	20 **	-	-	-	² 14,81
Interação	154	71290341	462924	2.80 **	154,00	462924	2.80 **	² 28,84
IPCA1	24	24057312	1002388	6.07 **	130,00	363331	2.20 **	³ 46,76
IPCA2	22	14483137	658324	3.99 **	108,00	303240	1.83 **	³ 74,91
IPCA3	20	9277712	463886	2.81 **	88,00	266729	1.61 **	³ 92,94
IPCA4	18	8119973	451110	2.73 **	70,00	219317	1.32 *	³ 108,72
IPCA5	16	6500071	406254	2.46 **	54,00	163928	0,99	³ 121,35
IPCA6	14	3511403	250815	1.52 **	40,00	133518	0,81	³ 128,18
IPCA7	12	3020026	251669	1,53	28,00	82882	0,50	³ 134,05
IPCA8	10	1086925	108692	0,66	18,00	68543	0,42	³ 136,16
IPCA9	8	677207	84651	0,51	10,00	55658	0,34	³ 137,48
IPCA10	6	407829	67971	0,41	4,00	37187	0,23	³ 138,27
IPCA11	4	148746	37187	0,23	0,00	-	-	³ 138,56
Erro Médio	762	98162992	128823	-	-	-	-	-
Total	941	345357867	367012	-	-	-	-	-
AMMI1	49	199961846	4080854	-	-	-	-	⁴ 57,90
AMMI2	71	214444983	3020352	-	-	-	-	⁴ 62,09
AMMI3	91	223722695	2458491	-	-	-	-	⁴ 64,78
Interação (Padrão)	154	51451626	334101	-	-	-	-	⁵ 72,17

¹ Teste "Fr" de Cornelius; ² Proporção da SQ de tratamentos (Trat); ³ Proporção Acumulada, relativa ao padrão da SQ da interação GxA; ⁴ Proporção da SQ total; ⁵ Proporção relativa ao padrão da interação GxA; * < 5%; ** < 1%. ⁶ Correção dos graus de liberdade do resíduo, pelo método de Cochran (1954).

Apêndice G. Resumo da análise da variância, com desdobramento da interação pelo método AMMI, para dados de produtividade de grãos em soja convencional, com ciclo tardio de maturação – período-safra 2002/03 à 2007/08.

Período-safra 2002/03								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	624	1275700012	2044391	-	-	-	-	-
Amb	24	889202444	37050102	251,95 **	-	-	-	2 69,70
Gen	24	73059065	3044128	20,70 **	-	-	-	2 5,73
Interação	576	313438502	544164	3,70 **	576	544164	3,70 **	2 24,57
IPCA1	47	77635687	1651823	12,58 **	529	445752	3,03 **	3 32,64
IPCA2	45	49375778	1097240	8,35 **	484	385180	2,61 **	3 53,41
IPCA3	43	40139703	933481	7,11 **	441	331717	2,25 **	3 70,28
IPCA4	41	30325535	739647	5,63 **	400	289905	1,97 **	3 83,04
IPCA5	39	22732143	582875	4,43 **	361	258254	1,75 **	3 92,60
IPCA6	37	14854864	401483	3,05 **	324	241898	1,64 **	3 98,84
IPCA7	35	13056401	373040	2,84 **	289	226015	1,53 * 3	3 104,33
IPCA8	33	10500873	318208	2,42 **	256	214131	1,45 * 3	3 108,75
IPCA9	31	9988437	322208	2,45 **	225	199240	1,35 3	3 112,95
IPCA10	29	7807118	269211	2,05 **	196	188888	1,28 3	3 116,23
IPCA11	27	7085225	262416	1,99 **	169	177140	1,20 3	3 119,21
IPCA12	25	5655295	226212	1,72 *	144	168621	1,15 3	3 121,59
IPCA13	23	5376243	233750	1,78 *	121	156241	1,06 3	3 123,85
IPCA14	21	4569137	217578	1,66	100	143361	0,97 3	3 125,77
IPCA15	19	3641346	191650	1,46	81	132034	0,90 3	3 127,30
IPCA16	17	3347145	196891	1,50	64	114806	0,78 3	3 128,71
IPCA17	15	2230026	148668	1,13	49	104440	0,71 3	3 129,65
IPCA18	13	1824823	140371	1,07	36	91465	0,62 3	3 130,41
IPCA19	11	1510636	137331	1,05	25	71283	0,48 3	3 131,05
IPCA20	9	735899	81767	0,62	16	65387	0,44 3	3 131,36
IPCA21	7	605610	86516	0,66	9	48953	0,33 3	3 131,61
IPCA22	5	428282	85656	0,65	4	3074	0,02 3	3 131,79
IPCA23	3	8408	2803	0,02	1	3888	0,03 3	3 131,80
IPCA24	1	3888	3888	0,03	0	-	-	3 131,80
Erro Médio	2005	263223067	131283	-	-	-	-	-
Total	2629	1538923079	585364	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	95	1039897197	10946286	-	-	-	-	4 67,57
Modelo AMMI2	140	1089272975	7780521	-	-	-	-	4 70,78
Modelo AMMI3	183	1129412677	6171654	-	-	-	-	4 73,39
Interação (Padrão)	-	237819307	-	-	-	-	-	5 75,87

Apêndice G. Continuação.

Período-safra 2003/04								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat		599	1264860925	2111621	-	-	-	-
Amb		23	884717912	38465996	109,06 **	-	-	2 69,94586471
Gen		24	15013780	625574	1,77 *	-	-	2 1,186990544
Interação		552	365129234	661466	1,87 **	552	661466	2 28,86714474
IPCA1		46	75424593	1639665	10,73 **	506	572539	3 26,86
IPCA2		44	62251278	1414802	9,26 **	462	492323	3 49,02
IPCA3		42	38802495	923869	6,04 **	420	449169	3 62,84
IPCA4		40	32875704	821893	5,38 **	380	409935	3 74,55
IPCA5		38	28798417	757853	4,96 **	342	371277	3 84,80
IPCA6		36	21833492	606486	3,97 **	306	343605	3 92,58
IPCA7		34	19868274	584361	3,82 **	272	313511	3 99,65
IPCA8		32	16824209	525757	3,44 **	240	285212	3 105,64
IPCA9		30	14147676	471589	3,08 **	210	258586	3 110,68
IPCA10		28	10906075	389503	2,55 **	182	238445	3 114,56
IPCA11		26	9453959	363614	2,38 **	156	217584	3 117,93
IPCA12		24	8838092	368254	2,41 **	132	190189	3 121,08
IPCA13		22	6255066	284321	1,86 **	110	171363	3 123,30
IPCA14		20	5289103	264455	1,73 *	90	150676	3 125,19
IPCA15		18	4105861	228103	1,49	72	131319	3 126,65
IPCA16		16	3038691	189918	1,24	56	114576	3 127,73
IPCA17		14	2481009	177215	1,16	42	93696	3 128,61
IPCA18		12	1605401	133783	0,88	30	77661	3 129,19
IPCA19		10	1581544	158154	1,04	20	37415	3 129,75
IPCA20		8	347308	43413	0,28	12	33415	3 129,87
IPCA21		6	184355	30726	0,20	6	36105	3 129,94
IPCA22		4	164802	41201	0,27	2	25914	3 130,00
IPCA23		2	51828	25914	0,17	0	-	3 130,02
Erro Médio	1947 ⁶ (843)		297319451	152706 ⁶ (352692)	-	-	-	-
Total	2546	1562180377	613582	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	93	975156284,7	10485551	-	-	-	-	4 62,42
Modelo AMMI2	137	1037407563	7572318	-	-	-	-	4 66,41
Modelo AMMI3	179	1076210058	6012347	-	-	-	-	4 68,89
Interação (Padrão)	-	280835276	-	-	-	-	-	5 76,91
Período-safra 2004/05								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat		249	731793472	2938930	-	-	-	-
Amb		9	616999031	68555448	204,12 **	-	-	2 84,31327339
Gen		24	5493268	228886	0,68	-	-	2 0,750658239
Interação		216	109301173	506024	1,50 **	216	506024	2 14,93606838
IPCA1		32	32445280	1013915	3,86 **	184	417695	3 61,66
IPCA2		30	21446572	714886	2,72 **	154	359801	3 102,42
IPCA3		28	19283446	688694	2,62 **	126	286713	3 139,07
IPCA4		26	12009860	461918	1,76 **	100	241160	3 161,89
IPCA5		24	7993853	333077	1,27	76	212134	3 177,08
IPCA6		22	6346618	288483	1,10	54	181029	3 189,15
IPCA7		20	4363743	218187	0,83	34	159171	3 197,44
IPCA8		18	3572318	198462	0,76	16	114968	3 204,23
IPCA9		16	1839484	114968	0,44	0	-	3 207,72
Erro Médio	1953 ⁶ (1526)		512507957	262420 ⁶ (335850)	-	-	-	-
Total	2202	1244301429	565078	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	65	654937579,1	10075963	-	-	-	-	4 52,63
Modelo AMMI2	95	676384151,2	7119833	-	-	-	-	4 54,36
Modelo AMMI3	123	695667596,7	5655834	-	-	-	-	4 55,91
Interação (Padrão)	-	52618266	-	-	-	-	-	5 48,14
Período-safra 2005/06								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat		311	943285933	3033074	-	-	-	-
Amb		23	783505061	34065437	164,19 **	-	-	2 83,06124727
Gen		12	33475364	2789614	13,44 **	-	-	2 3,548803451
Interação		276	126305508	457629	2,20 **	276	457629	2 13,38994928
IPCA1		34	32108258	944361	4,55 **	242	389245	3 38,37
IPCA2		32	22539662	704364	3,39 **	210	341227	3 65,30
IPCA3		30	18617667	620589	2,99 **	180	294666	3 87,54
IPCA4		28	14668950	523891	2,52 **	152	252441	3 105,07
IPCA5		26	9394212	361316	1,74 *	126	229974	3 116,30
IPCA6		24	8046793	335283	1,61 *	102	205196	3 125,91
IPCA7		22	6024711	273851	1,32	80	186316	3 133,11
IPCA8		20	5641627	282081	1,36	60	154394	3 139,85
IPCA9		18	3513610	195201	0,94	42	136905	3 144,05
IPCA10		16	3003065	187692	0,90	26	105652	3 147,64

Apêndice G. Continuação

Período-safra 2005/06										
F.V	Gl	SQ	QM	F	Glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)		
IPCA11		14	1929315	137808	0,66	12	68137	0,33	3	149,94
IPCA12		12	817639	68137	0,33	0	-	-	3	150,92
Erro Médio	954	⁶ (710)	147300262	154402	⁶ (207465)	0,74	-	-	-	-
Total		1265	1090586194	862123	-	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1		69	849088682,3	12305633	-	-	-	-	4	77,86
Modelo AMMI2		101	871628343,9	8629984	-	-	-	-	4	79,92
Modelo AMMI3		131	890246011,2	6795771	-	-	-	-	4	81,63
Interação (Padrão)	-		83690338	-	-	-	-	-	5	66,26
Período-safra 2007/08										
F.V	Gl	SQ	QM	F	Glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)		
Trat		76	96766492	1273243	-	-	-	-	-	-
Amb		10	38409084	3840908	37,16 **	-	-	-	2	39,69254543
Gen		6	15254917	2542486	24,59 **	-	-	-	2	15,76466874
Interação		60	43102491	718375	6,95 **	60	718375	6,95 **	2	44,54278583
IPCA1		15	25586082	1705739	16,50 **	45	389254	3,76 **	3	69,34
IPCA2		13	9803762	754136	7,29 **	32	241020	2,33 **	3	95,91
IPCA3		11	5195401	472309	4,56 **	21	119869	1,16	3	109,98
IPCA4		9	1757136	195237	1,89	12	63343	0,61	3	114,75
IPCA5		7	634503	90643	0,88	5	25121	0,24	3	116,47
IPCA6		5	125607	25121	0,24	0	-	-	3	116,81
Erro Médio	442		45685424	103361	-	-	-	-	-	-
Total		518	142451916	275004	-	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1		31	79250082,22	2556454	-	-	-	-	4	55,63
Modelo AMMI2		44	89053844,18	2023951	-	-	-	-	4	62,52
Modelo AMMI3		55	94249244,9	1713623	-	-	-	-	4	66,16
Interação (Padrão)	-		36900850	-	-	-	-	-	5	85,61

¹ Teste "Fr" de Cornelius; ² Proporção da SQ de tratamentos (Trat); ³ Proporção Acumulada, relativa ao padrão da SQ da interação GxA; ⁴ Proporção da SQ total; ⁵ Proporção relativa ao padrão da interação GxA; * < 5%; ** < 1%. ⁶ Correção dos graus de liberdade do resíduo, pelo método de Cochran (1954).

Apêndice H. Resumo da análise da variância, com desdobramento da interação pelo método AMMI, para dados de produtividade de grãos em soja transgênica RR, com ciclo tardio de maturação – período-safra 2003/04 à 2007/08.

Período-safra 2003/04										
F.V	Gl	SQ	QM	F	Glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)		
Trat	223	428920332	1923410	-	-	-	-	-	-	-
Amb	27	294179609	10895541	11,74 **	-	-	-	-	2	68,59
Gen	7	24639087	3519870	66,52 **	-	-	-	-	2	5,74
Interação	189	110101636	582548	21,49 **	189	582548	3,55 **	2	25,67	
IPCA1	33	38652342	1171283	7,15 **	156	458008	2,79 **	3	48,83	
IPCA2	31	21410149	690650	4,21 **	125	400313	2,44 **	3	75,89	
IPCA3	29	17939997	618621	3,77 **	96	334366	2,04 **	3	98,55	
IPCA4	27	12525190	463896	2,83 **	69	283681	1,73 **	3	114,38	
IPCA5	25	8141292	325652	1,98 **	44	259833	1,58 *	3	124,66	
IPCA6	23	7104873	308908	1,88 *	21	206085	1,26	3	133,64	
IPCA7	21	4327792	206085	1,26	0	-	-	3	139,11	
Erro Médio	817	133799195	163769	-	-	-	-	-	-	-
Total	1040	562719526,4	541076	-	-	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	67	357471037,2	5335389	-	-	-	-	-	4	63,53
Modelo AMMI2	98	378881186,2	3866135	-	-	-	-	-	4	67,33
Modelo AMMI3	127	396821183	3124576	-	-	-	-	-	4	70,52
Interação (Padrão)	-	79149313	-	-	-	-	-	-	5	71,89
Período-safra 2004/05										
F.V	Gl	SQ	QM	F	Glres	QMres	¹ Fr	Prop (%)		
Trat	285	1417729708	4974490	-	-	-	-	-	-	-
Amb	21	1114595111	53075958	212,60 **	-	-	-	-	2	78,62
Gen	12	72777429	6064786	24,29 **	-	-	-	-	2	5,13
Interação	252	230357167	914116	3,66 **	252	914116	3,66 **	2	16,25	
IPCA1	32	84948738	2654648	10,63 **	220	660947	2,64 **	3	50,73	
IPCA2	30	40526296	1350877	5,41 **	190	552011	2,21 **	3	74,93	
IPCA3	28	30169912	1077497	4,31 **	162	461187	1,84 **	3	92,95	
IPCA4	26	20339321	782282	3,13 **	136	399801	1,60 **	3	105,10	
IPCA5	24	16148666	672861	2,69 **	112	341288	1,36 *	3	114,74	
IPCA6	22	12687996	576727	2,31 **	90	283736	1,14	3	122,32	
IPCA7	20	9552809	477640	1,91 *	70	228335	0,91	3	128,02	
IPCA8	18	5957870	330993	1,33	52	192799	0,77	3	131,58	
IPCA9	16	4250770	265673	1,06	36	160411	0,64	3	134,12	
IPCA10	14	2862792	204485	0,82	22	132363	0,53	3	135,83	
IPCA11	12	1739083	144924	0,58	10	117291	0,47	3	136,87	
IPCA12	10	1172913	117291	0,47	0	-	-	3	137,57	
Erro Médio	1039	259377006	249641	-	-	-	-	-	-	-

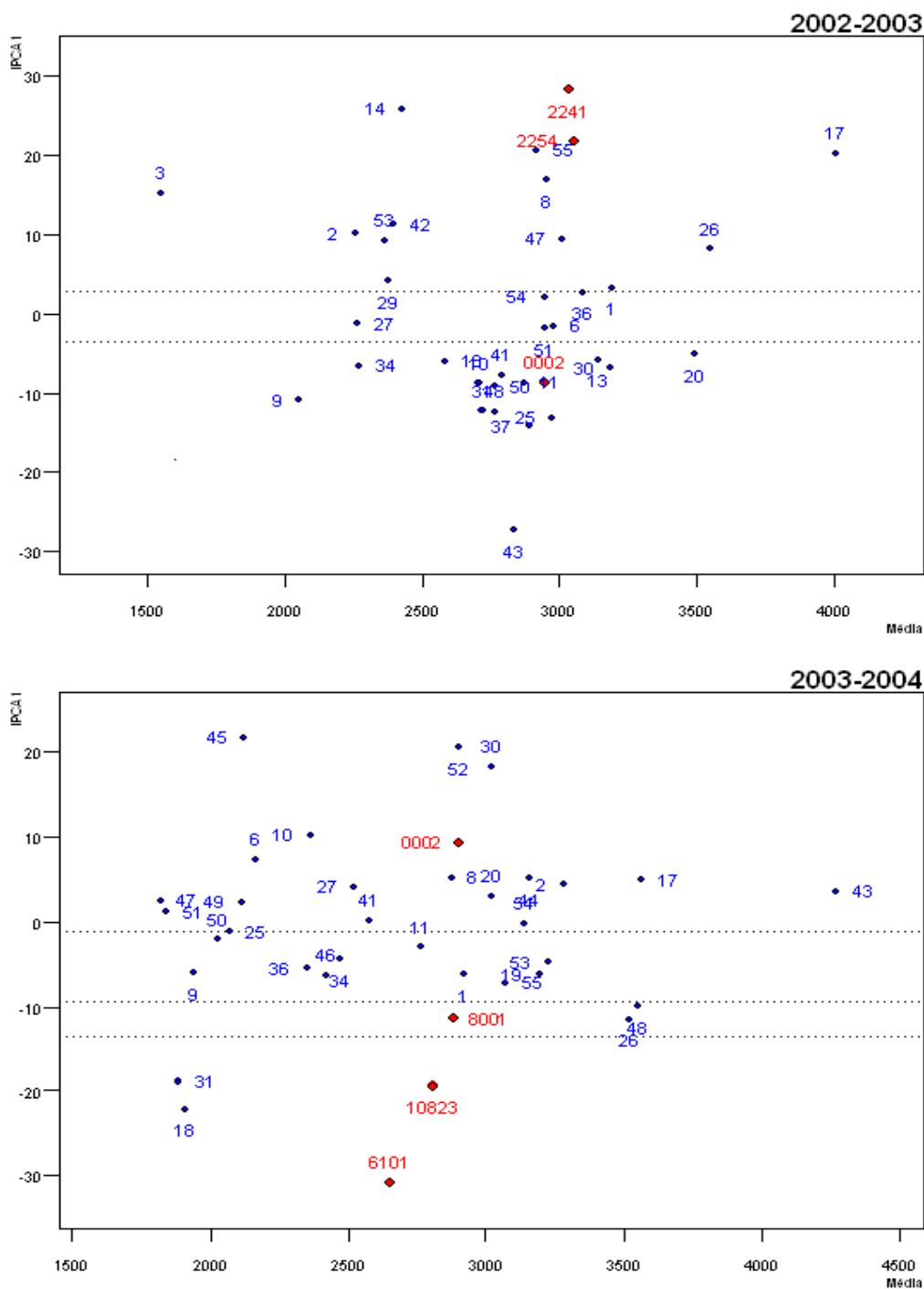
Apêndice H. Continuação.

Período-safra 2004/05								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Total	1324	1677106713	1266697	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	65	1272321279	19574174	-	-	-	-	⁴ 75,86
Modelo AMMI2	95	1312847576	13819448	-	-	-	-	⁴ 78,28
Modelo AMMI3	123	1343017488	10918841	-	-	-	-	⁴ 80,08
Interação (Padrão)	-	167447633	-	-	-	-	-	⁵ 72,69
Período-safra 2005/06								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	407	1052242197	2585362	-	-	-	-	-
Amb	23	855287346	37186406	232,38 **	-	-	-	² 81,28
Gen	16	44496994	2781062	17,37 **	-	-	-	² 4,23
Interação	368	152457857	414288	2,58 **	368	414288	2,58 **	² 14,49
IPCA1	38	49666616	1307016	8,16 **	330	311489	1,94 **	³ 45,76
IPCA2	36	24393251	677590	4,23 **	294	266660	1,66 *	³ 68,23
IPCA3	34	19595698	576344	3,60 **	260	226163	1,41	³ 86,28
IPCA4	32	15380065	480627	3,00 **	228	190448	1,19	³ 100,45
IPCA5	30	11806377	393546	2,45 **	198	159676	1,00	³ 111,33
IPCA6	28	6712409	239729	1,50	170	146491	0,92	³ 117,51
IPCA7	26	6027228	231816	1,45	144	131085	0,82	³ 123,07
IPCA8	24	5546146	231089	1,44	120	111084	0,69	³ 128,17
IPCA9	22	5068152	230371	1,44	98	84305	0,53	³ 132,84
IPCA10	20	3714710	185736	1,16	78	58298	0,36	³ 136,27
IPCA11	18	1789036	99391	0,62	60	45969	0,29	³ 137,91
IPCA12	16	1263750	78984	0,49	44	33964	0,21	³ 139,08
IPCA13	14	765522	54680	0,34	30	24297	0,15	³ 139,78
IPCA14	12	580077	48340	0,30	18	8268	0,05	³ 140,32
IPCA15	10	148820	14882	0,09	8	-	-	³ 140,46
Erro Médio	1219	145459688	119327	-	-	-	-	-
Total	1626	1197701885	736594	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	77	949450955,7	12330532	-	-	-	-	⁴ 79,27
Modelo AMMI2	113	973844207,1	8618090	-	-	-	-	⁴ 81,31
Modelo AMMI3	147	993439904,7	6758095	-	-	-	-	⁴ 82,95
Interação (Padrão)	-	108545499	-	-	-	-	-	⁵ 71,20
Período-safra 2006/07								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	360	1027046412	2852907	-	-	-	-	-
Amb	18	882221891	49012327	519,78 **	-	-	-	² 85,90
Gen	18	20579181	1143288	12,12 **	-	-	-	² 2,00
Interação	324	124245340	383473	4,06 **	324	383473	4,06 **	² 12,10
IPCA1	35	42972417	1227783	13,02 **	289	281221	2,98 **	³ 45,86
IPCA2	33	23568392	714194	7,57 **	256	225408	2,39 **	³ 71,02
IPCA3	31	18627895	600900	6,37 **	225	173674	1,84 **	³ 90,90
IPCA4	29	8181256	282112	2,99 **	196	157629	1,67 **	³ 99,63
IPCA5	27	7797776	288807	3,06 **	169	136672	1,44 **	³ 107,96
IPCA6	25	6543563	261743	2,77 **	144	114959	1,21 **	³ 114,94
IPCA7	23	4302117	187049	1,98 **	121	101256	1,07	³ 119,53
IPCA8	21	3287052	156526	1,65 *	100	89649	0,95	³ 123,04
IPCA9	19	2899637	152612	1,61 *	81	74879	0,79	³ 126,13
IPCA10	17	1897798	111635	1,18	64	65116	0,69	³ 128,16
IPCA11	15	1447927	96528	1,02	49	55500	0,59	³ 129,70
IPCA12	13	1040070	80005	0,85	36	46651	0,49	³ 130,81
IPCA13	11	702214	63838	0,68	25	39089	0,41	³ 131,56
IPCA14	9	552256	61362	0,65	16	26561	0,28	³ 132,15
IPCA15	7	282793	40399	0,43	9	15797	0,17	³ 132,46
IPCA16	5	116408	23282	0,25	4	6442	0,07	³ 132,58
IPCA17	3	25763	8588	0,09	1	5	0,00	³ 132,61
IPCA18	1	5	5	0,00	0	-	-	³ 132,61
Erro Médio	1290	121639124	94294	-	-	-	-	-
Total	1650	1148685537	696173	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	71	945773489,2	13320753	-	-	-	-	⁴ 82,34
Modelo AMMI2	104	969341881,2	9320595	-	-	-	-	⁴ 84,39
Modelo AMMI3	135	987969776,5	7318295	-	-	-	-	⁴ 86,01
Interação (Padrão)	-	93694118	-	-	-	-	-	⁵ 75,41
Período-safra 2007/08								
F.V	Gl	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
Trat	76	79873021	1050961	-	-	-	-	-
Amb	10	19382175	1938217	11,38 **	-	-	-	² 24,27
Gen	6	8966897	1494483	8,78 **	-	-	-	² 11,23
Interação	60	51523949	858732	5,04 **	60	858732	5,04 **	² 64,51
IPCA1	15	23186374	1545758	9,08 **	45	629724	3,70 **	³ 56,12
IPCA2	13	14602756	1123289	6,60 **	32	429213	2,52 **	³ 91,47
IPCA3	11	7943184	722108	4,24 **	21	275792	1,62 **	³ 110,70
IPCA4	9	3152146	350238	2,05 *	12	219957	1,29	³ 118,33
IPCA5	7	1727491	246784	1,45	5	182400	1,07	³ 122,51

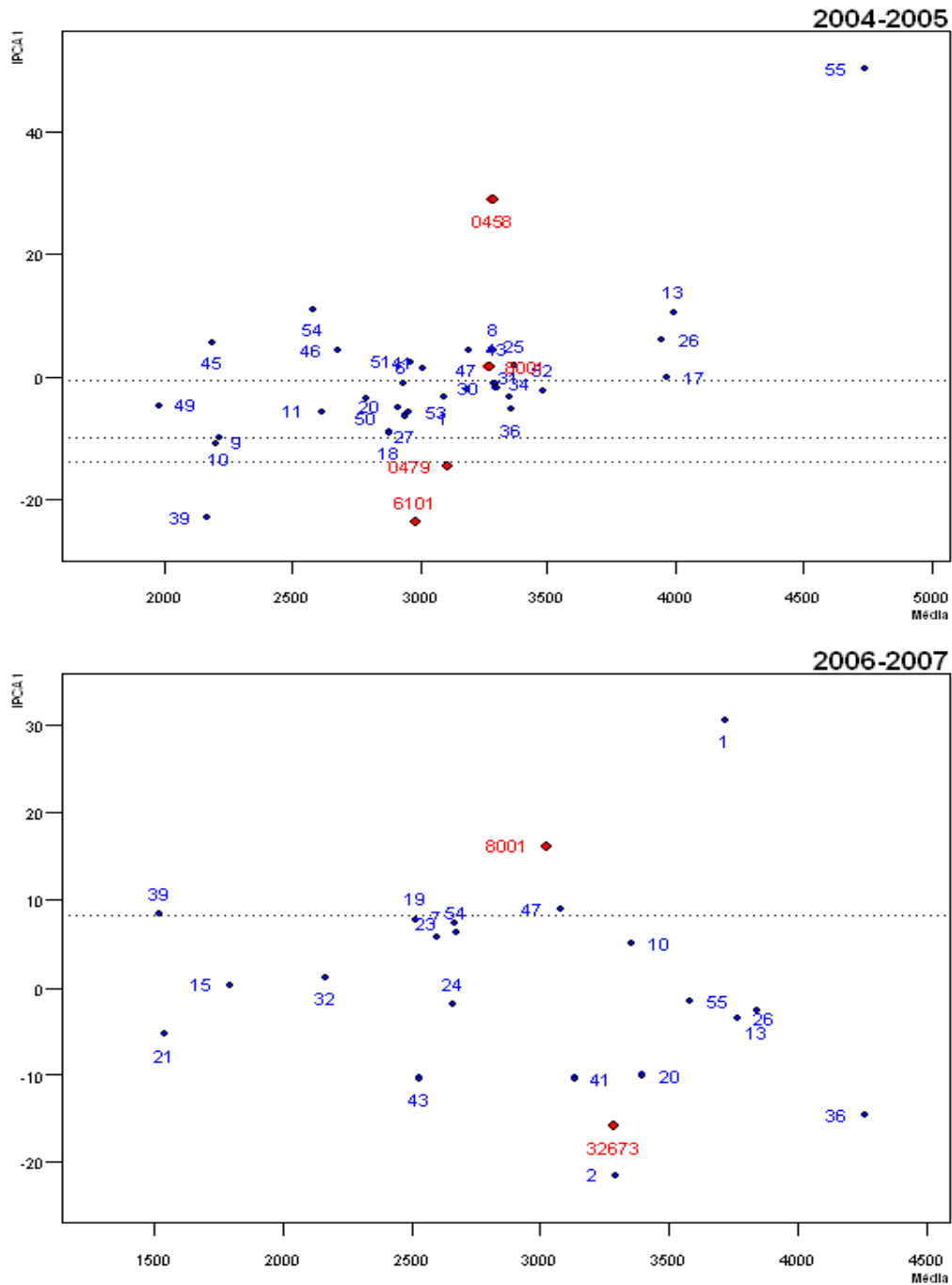
Apêndice H. Continuação.

F.V	Período-safra 2007/08							
	Gl	SQ	QM	F	Gres	QMres	¹ Fr	Prop (%)
IPCA6	5	911999	182400	1,07	0	-	-	³ 124,72
Erro Médio	524	89175477	170182	-	-	-	-	-
Total	600	169048497,6	281747	-	-	-	-	-
Modelo AMMI1	31	51535445,69	1662434	-	-	-	-	⁴ 30,49
Modelo AMMI2	44	66138201,51	1503141	-	-	-	-	⁴ 39,12
Modelo AMMI3	55	74081385,58	1346934	-	-	-	-	⁴ 43,82
Interação (Padrão)	-	41313017	-	-	-	-	-	⁵ 80,18

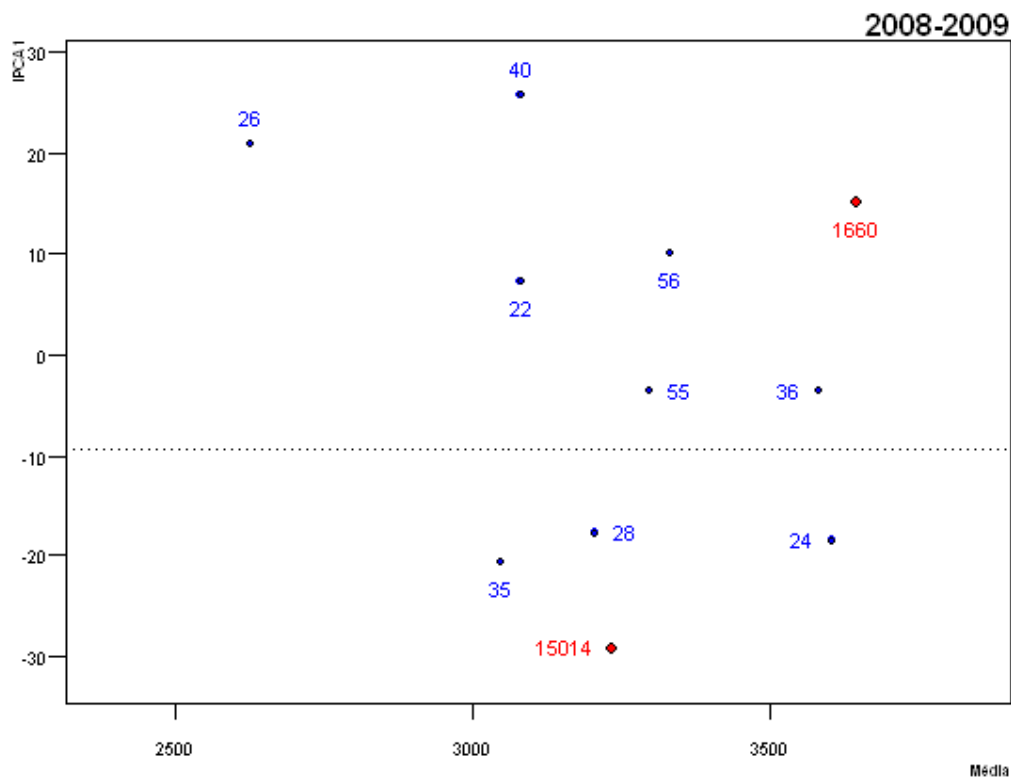
¹ Teste "Fr" de Cornelius; ² Proporção da SQ de tratamentos (Trat); ³ Proporção Acumulada, relativa ao padrão da SQ da interação GxA; ⁴ Proporção da SQ total; ⁵ Proporção relativa ao padrão da interação GxA; * < 5%; ** < 1%. ⁶ Correção dos graus de liberdade do resíduo, pelo método de Cochran (1954).



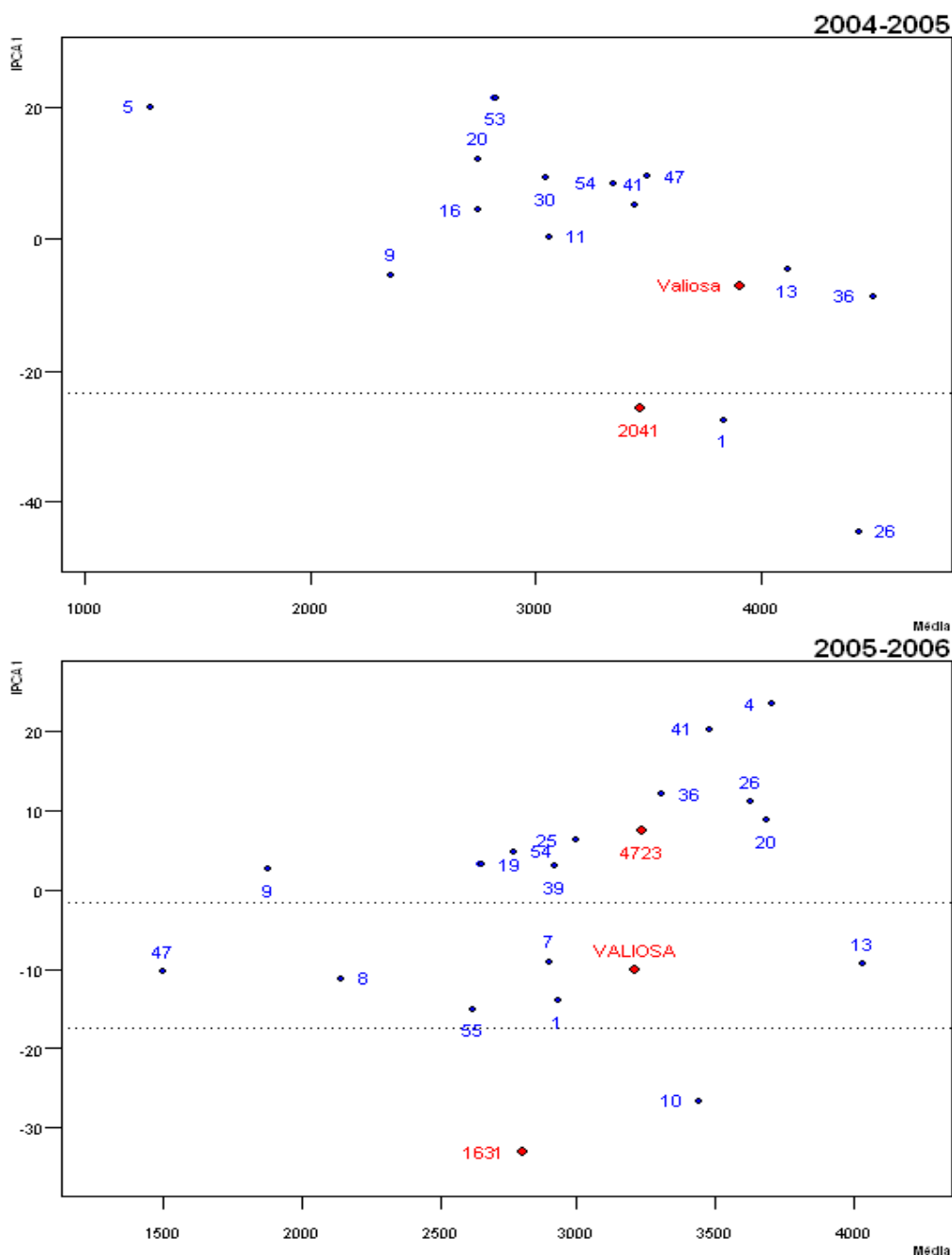
Apêndice I. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional com ciclo precoce de maturação (2002/03 e 2003/04). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação.: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Irai), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



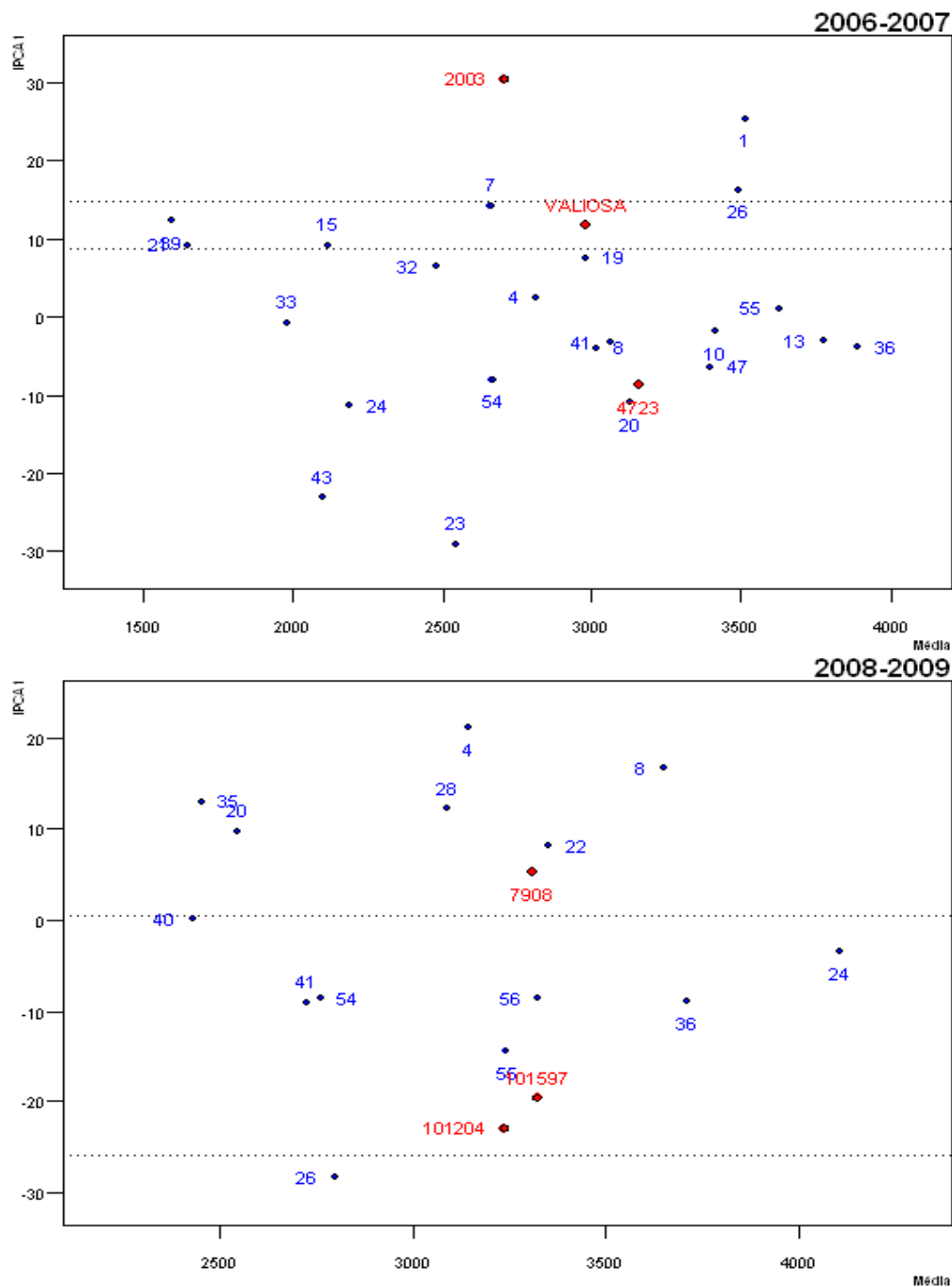
APÊNDICE J. Biplot *AMMI*₁ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional com ciclo precoce de maturação (2004/05 e 2006/07). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capiinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



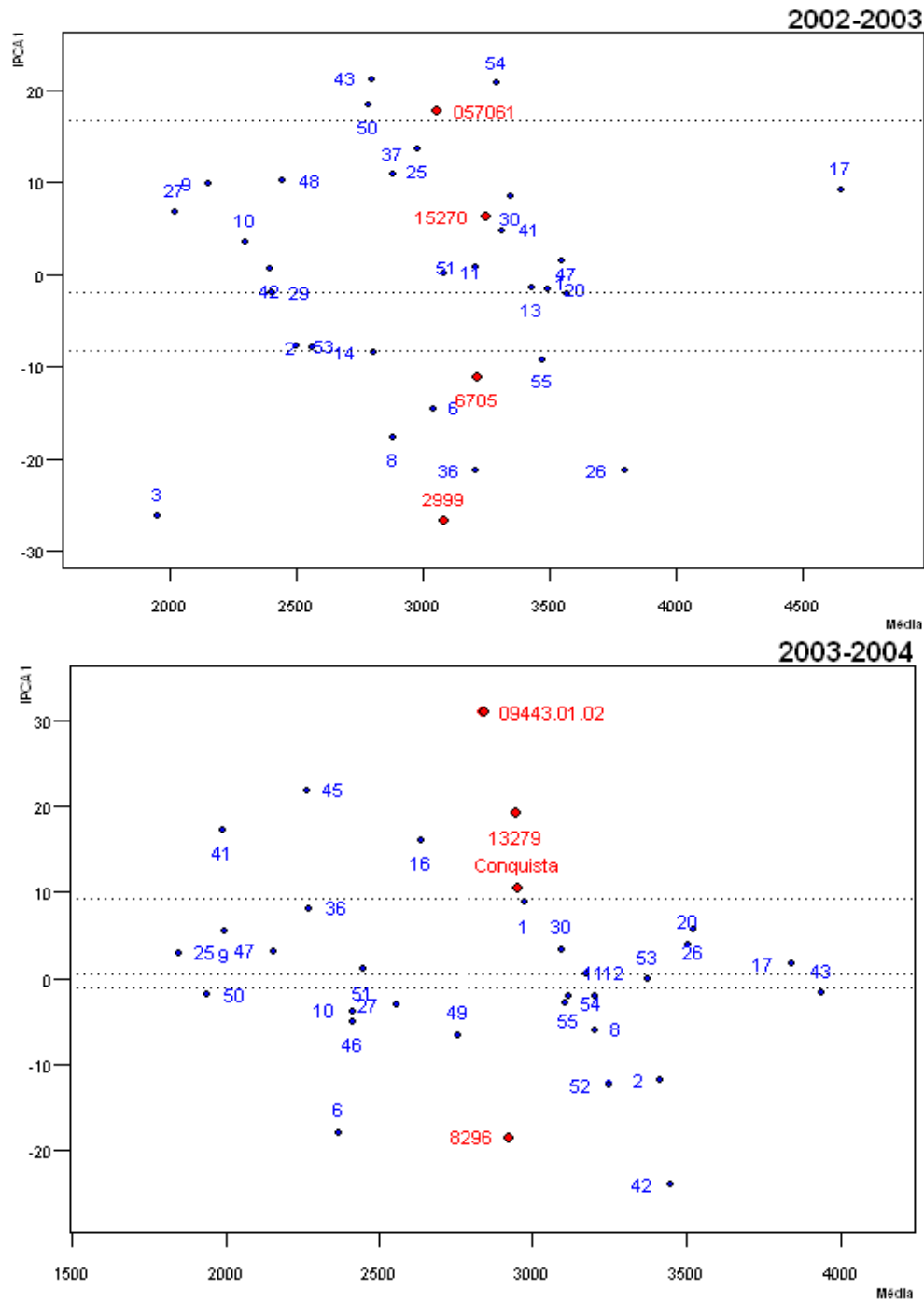
Apêndice K. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional com ciclo precoce de maturação (2008/09). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratan), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



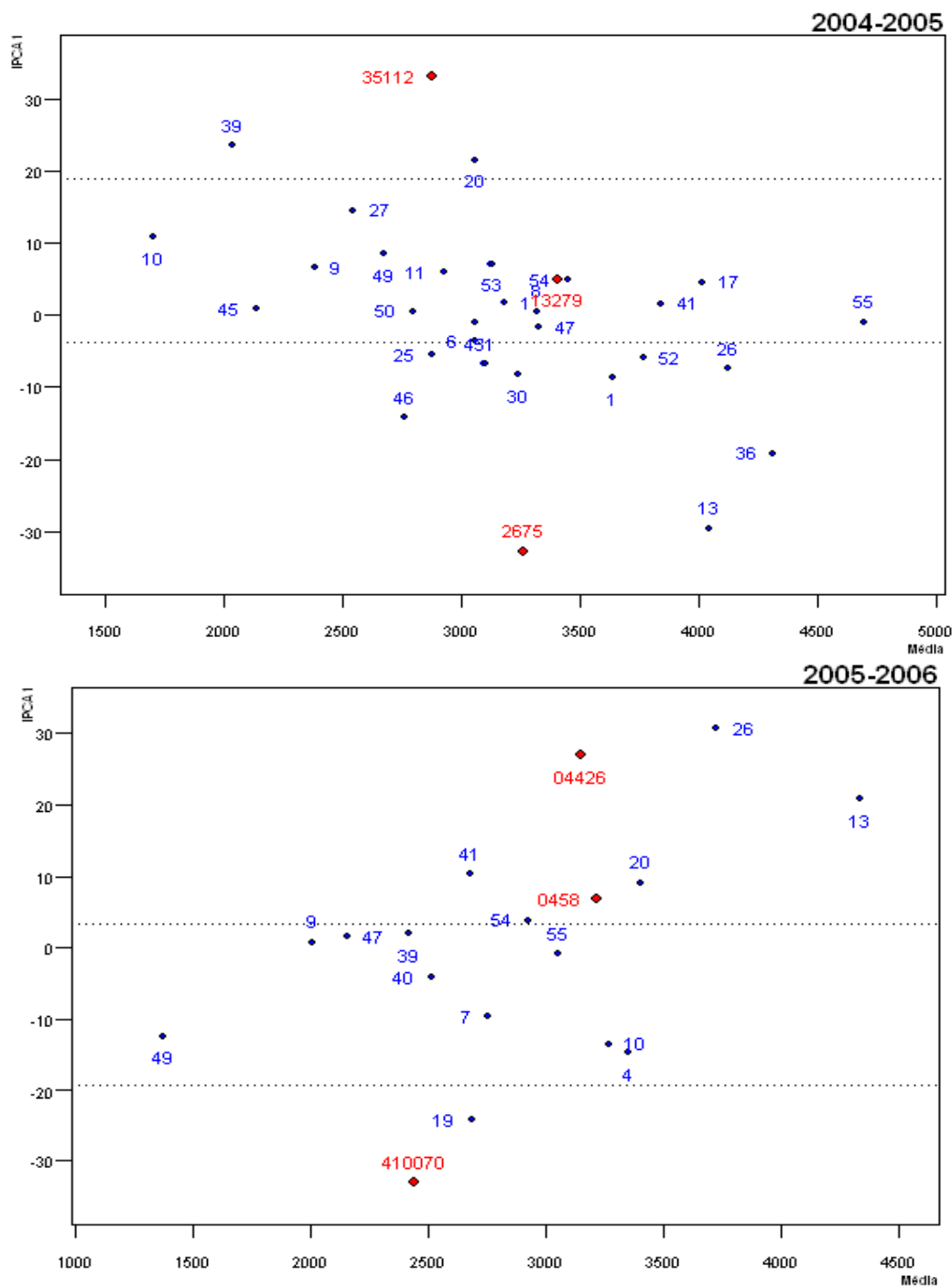
Apêndice L. Biplot *AMMI* definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja transgênica RR, com ciclo precoce de maturação (2004/05 e 2005/06). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capiinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaíra), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



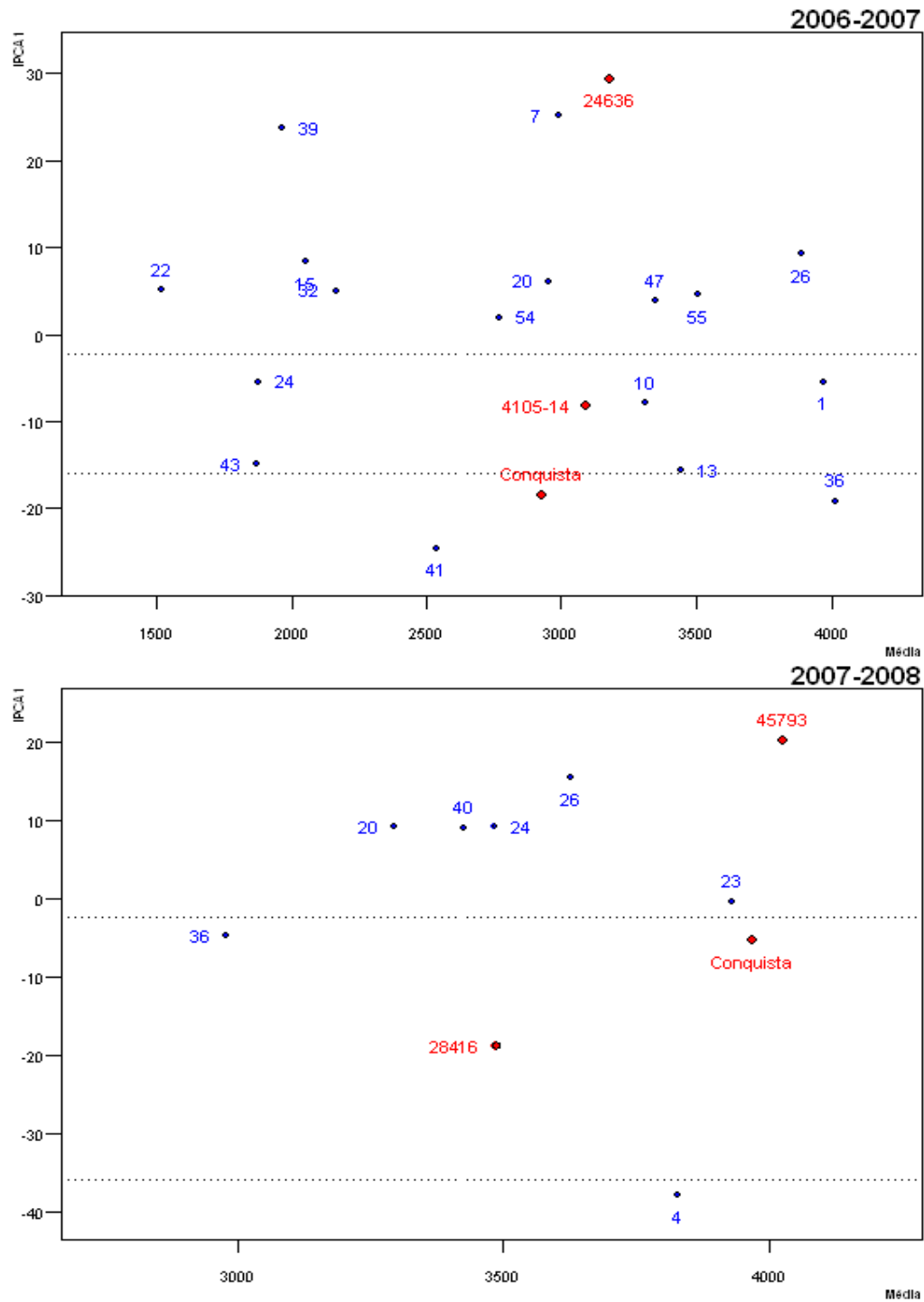
Apêndice M. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja transgênica RR, com ciclo precoce de maturação (2006/07 e 2008/09). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jatáí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



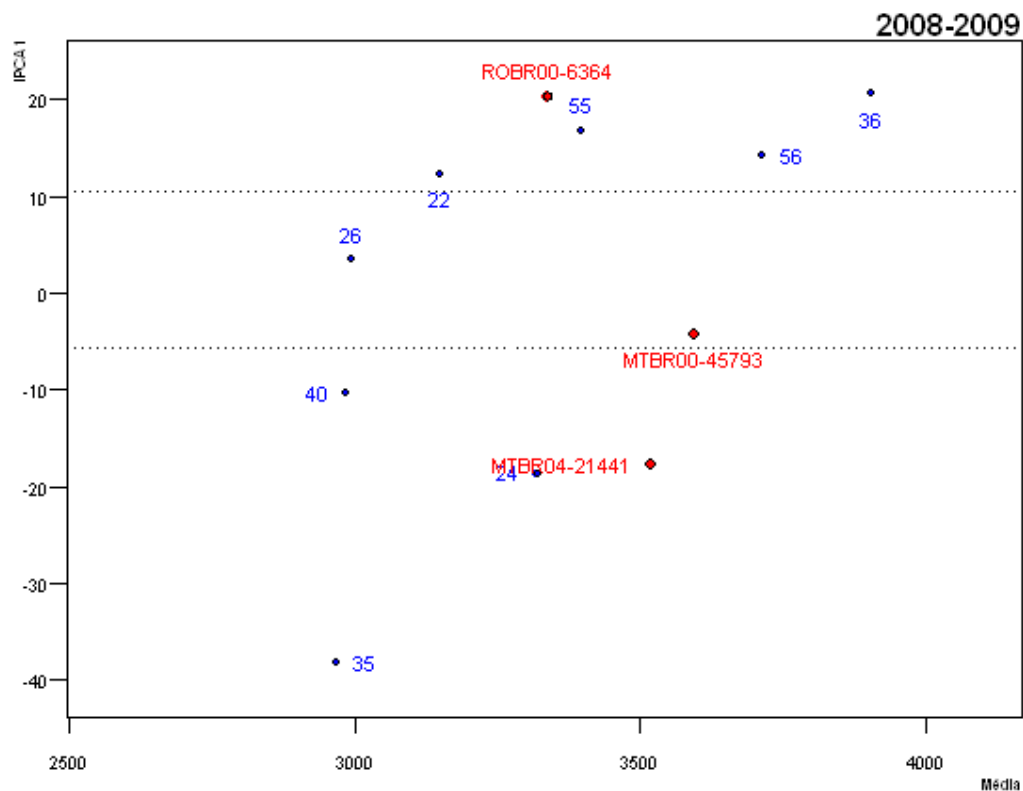
Apêndice N. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional, com ciclo médio de maturação (2002/03 e 2003/04). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guairá), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



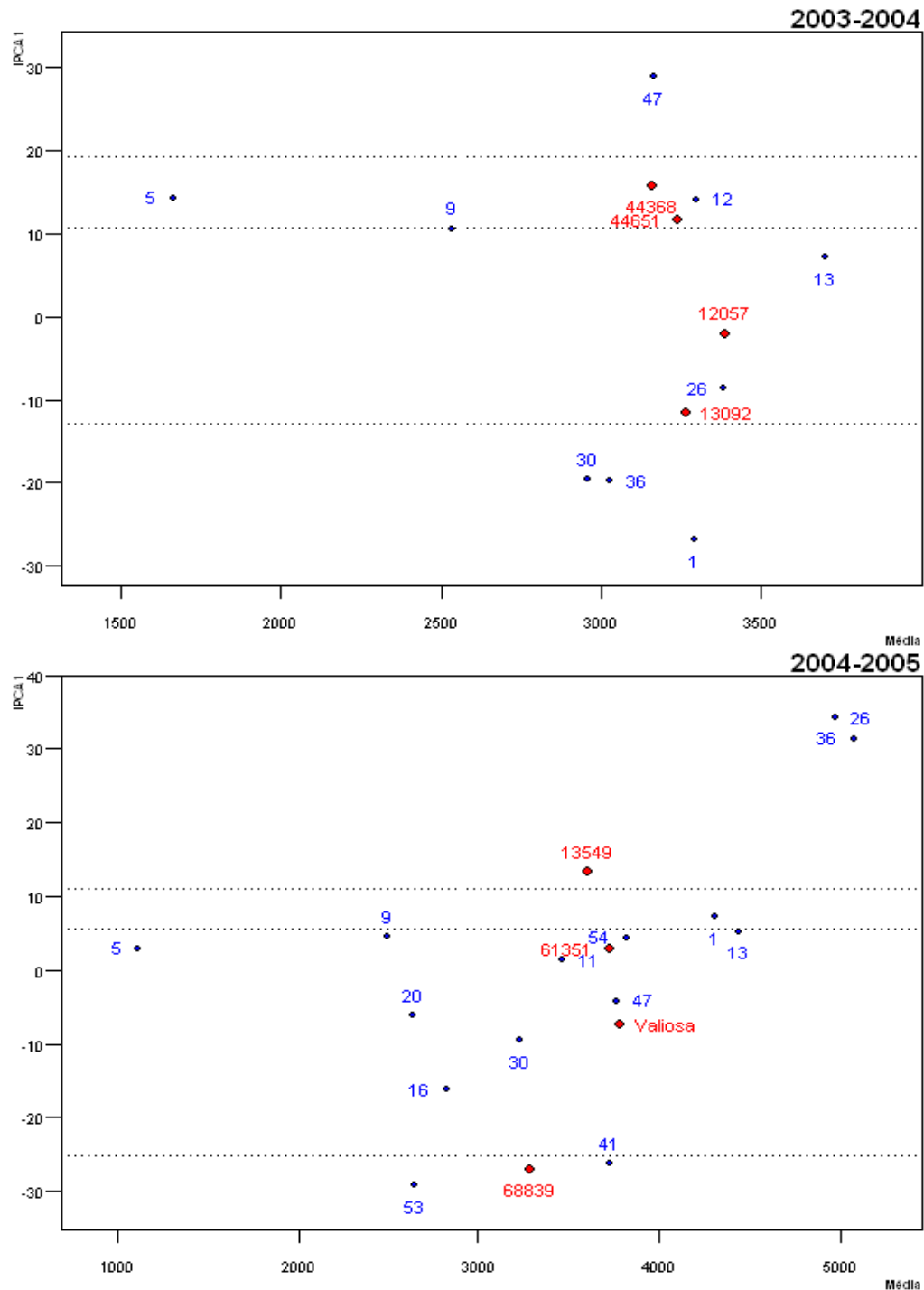
Apêndice O. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional, com ciclo médio de maturação (2004/05 e 2005/06). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Itaí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



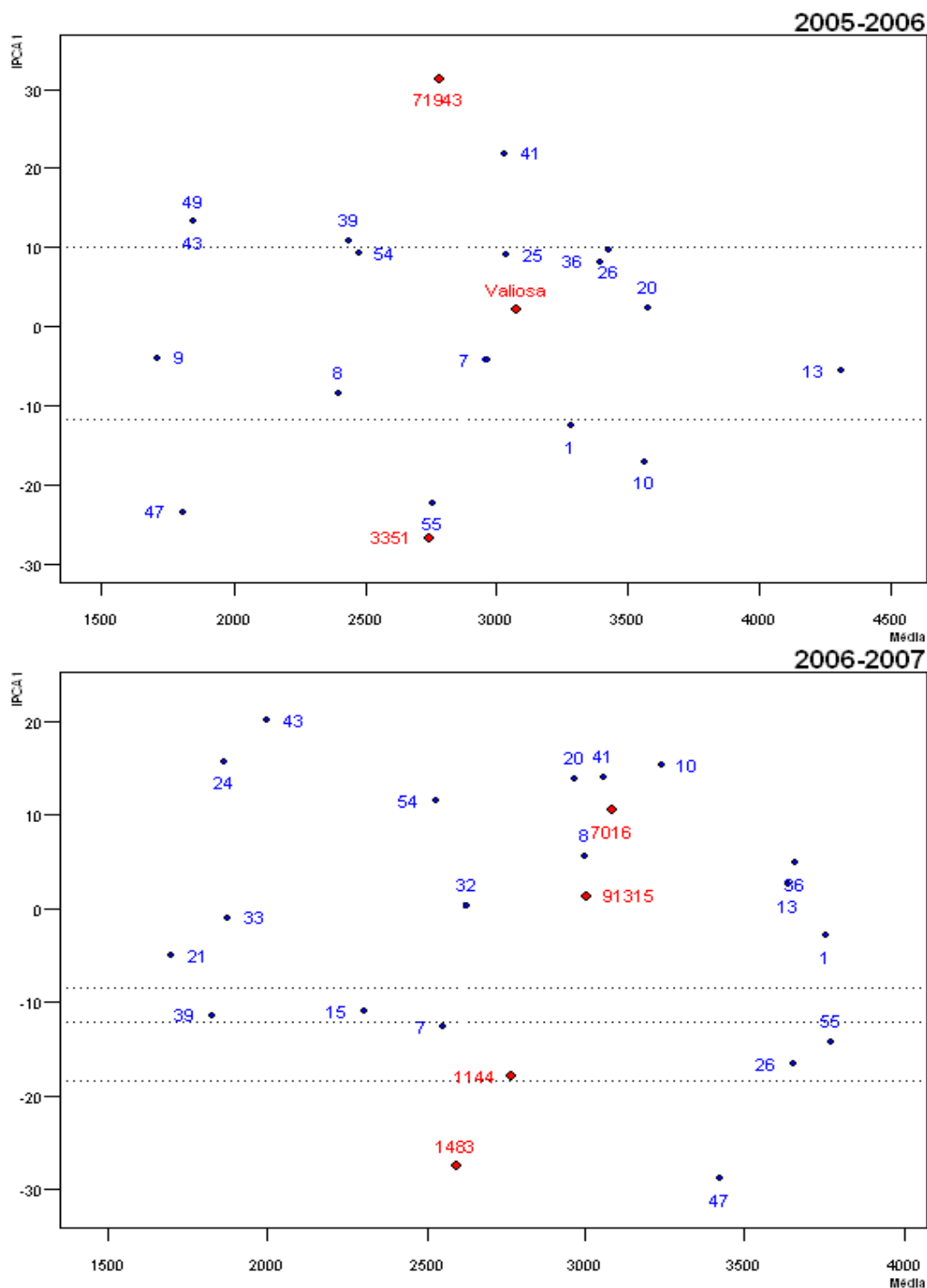
Apêndice P. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional, com ciclo médio de maturação (2006/07 e 2007/08). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaíra), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jatá), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



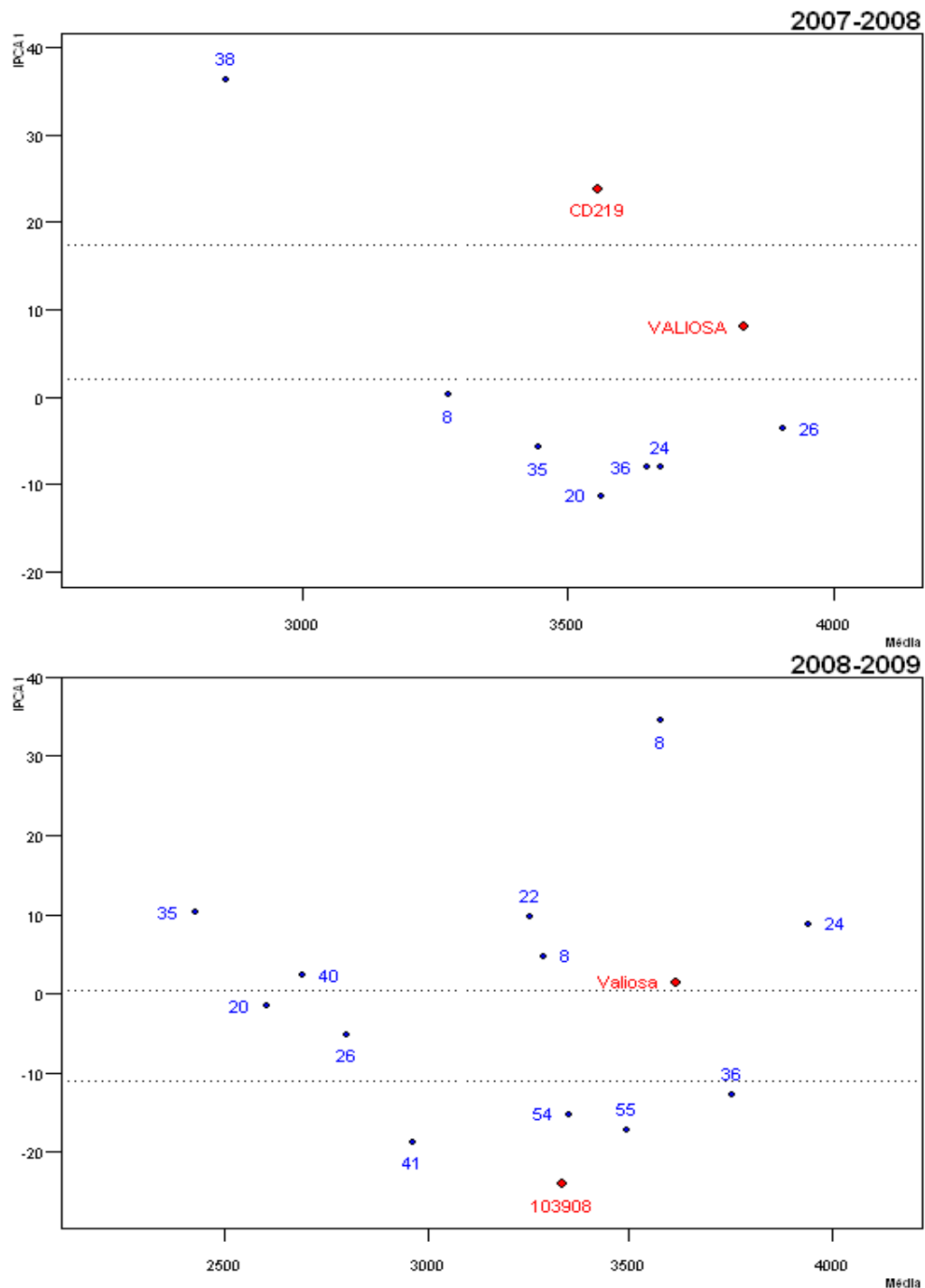
Apêndice Q. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional, com ciclo médio de maturação (2008/09). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratan), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



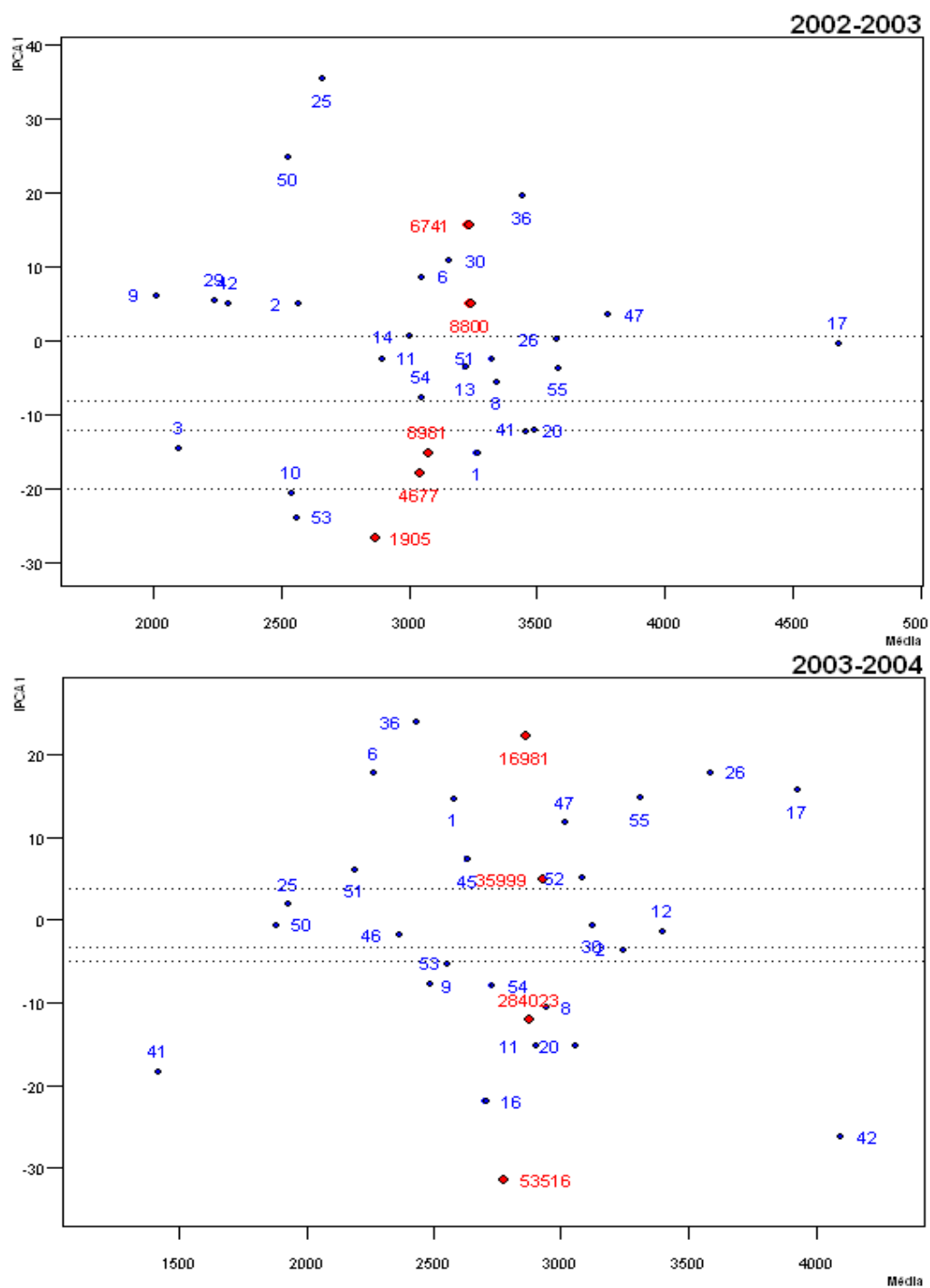
Apêndice R. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja transgênica RR, com ciclo médio de maturação (2003/04 e 2004/05). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epimig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



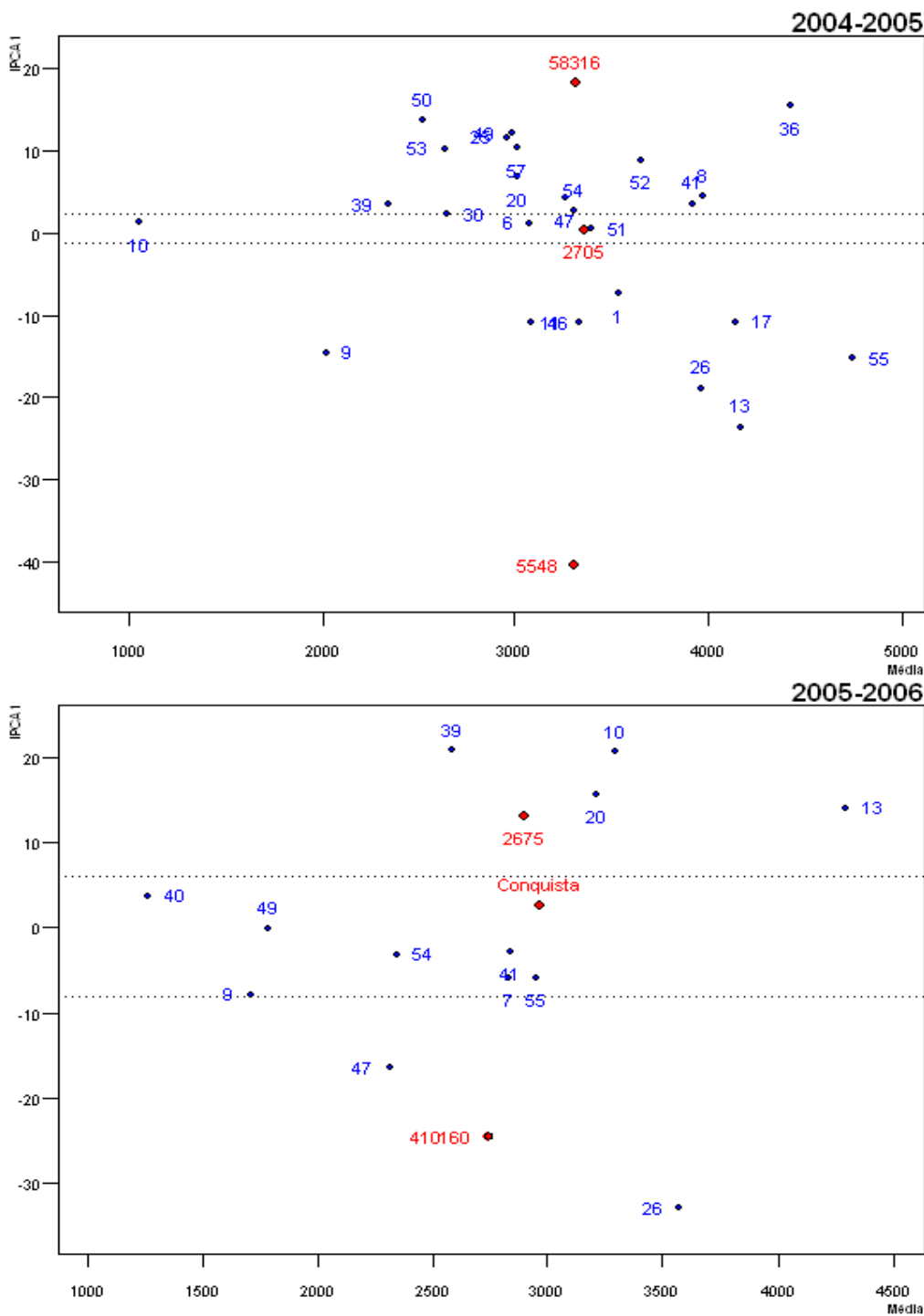
Apêndice S. Biplot *AMMI*₁ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja transgênica RR, com ciclo médio de maturação (2005/06 e 2006/07). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



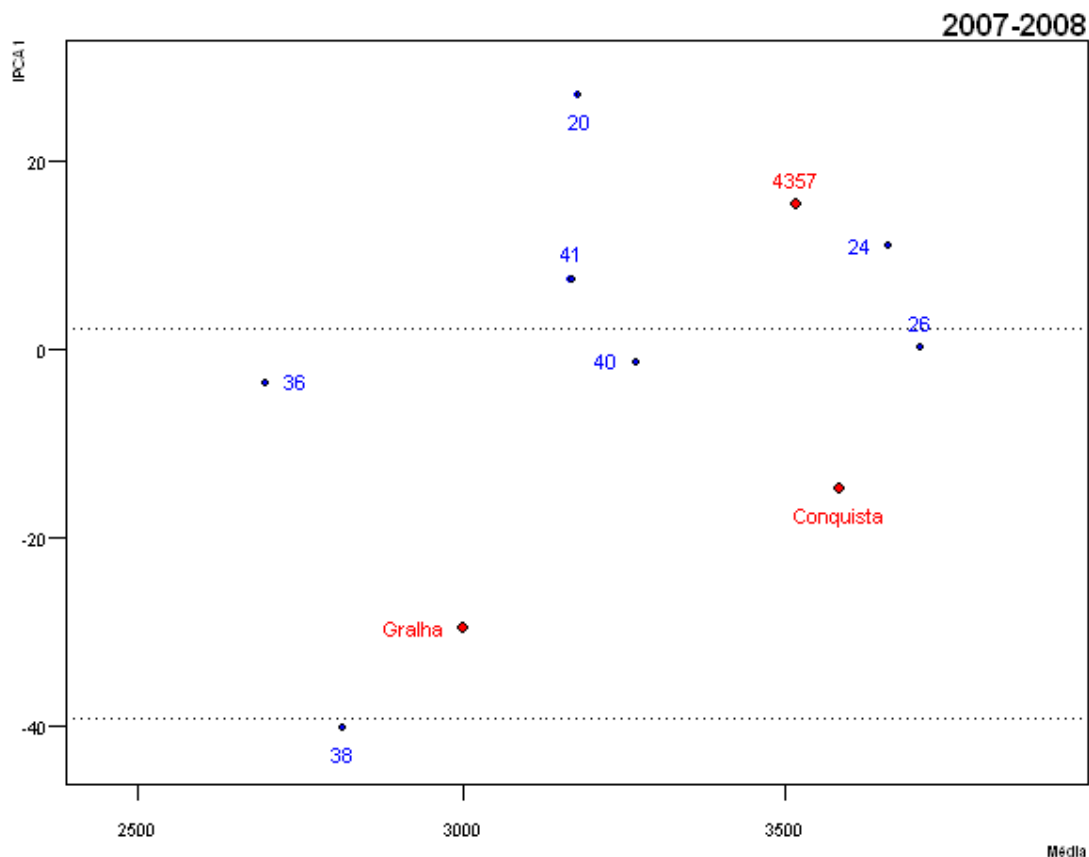
Apêndice T. Biplot *AMMI*₁ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja transgênica RR, com ciclo médio de maturação (2007/08 e 2008/09).¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capiópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena).² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



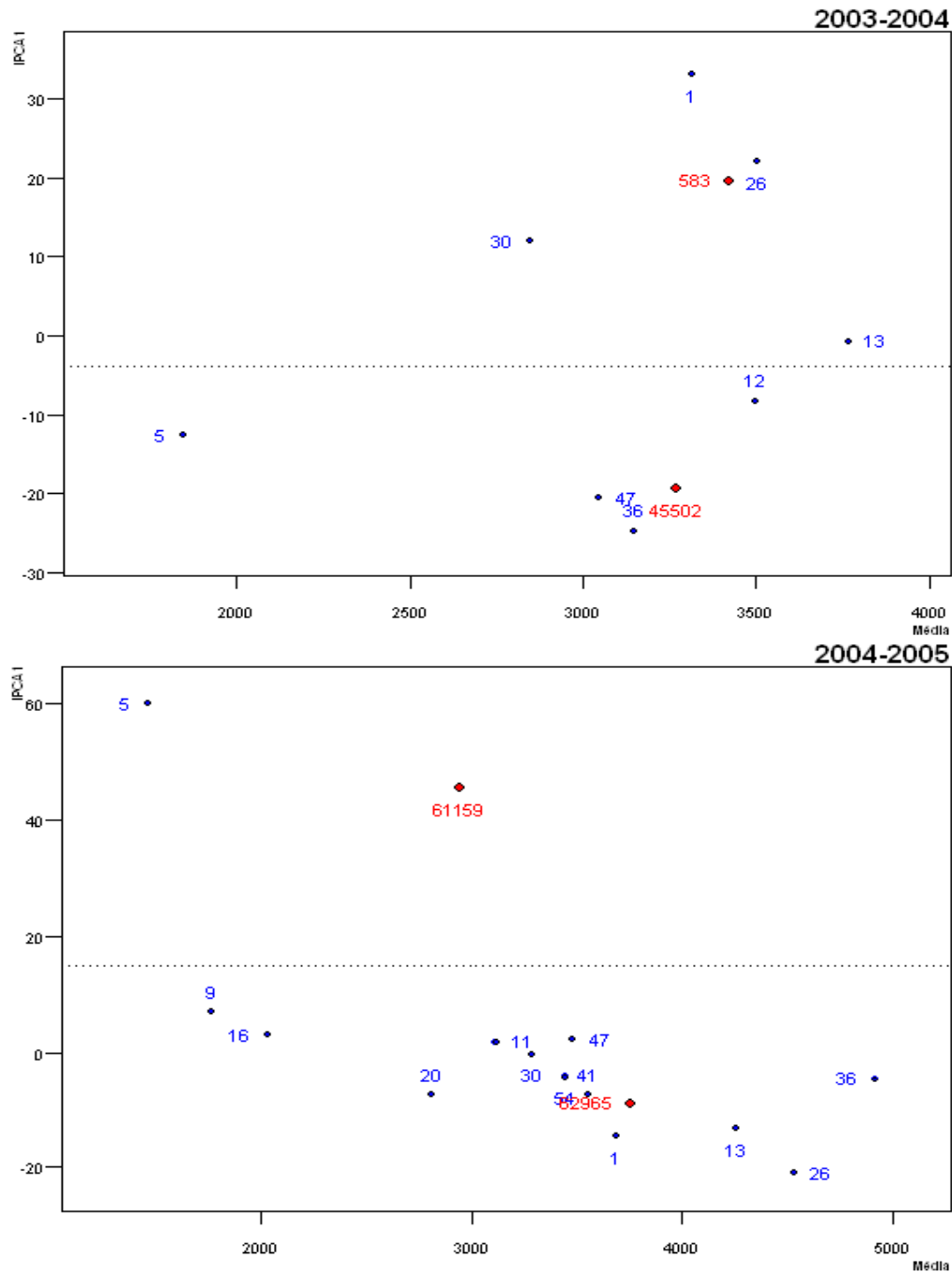
Apêndice U. Biplot *AMMI1* definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional, com ciclo tardio de maturação (2002/03 e 2003/04). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



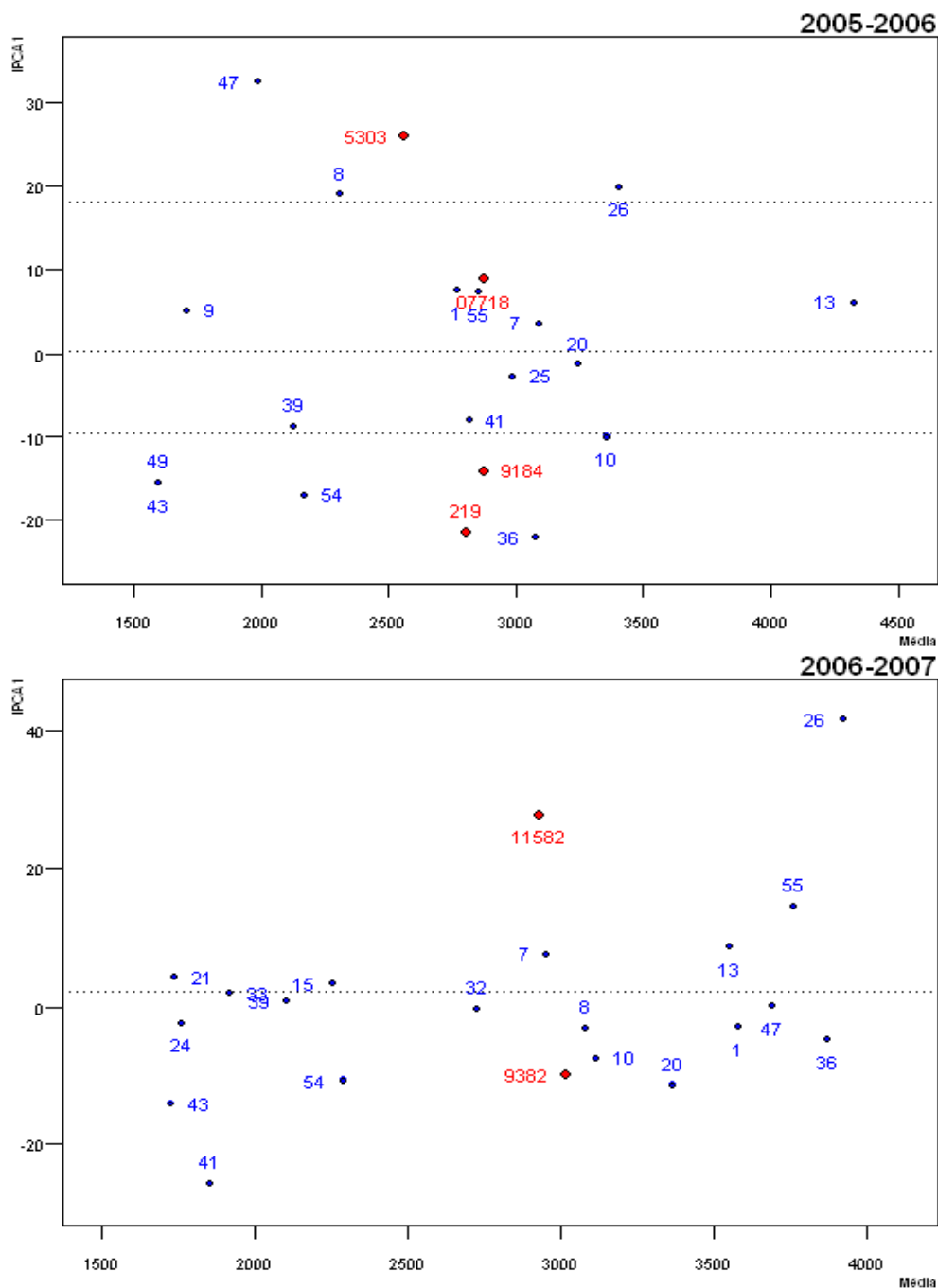
Apêndice V. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional, com ciclo tardio de maturação (2004/05 e 2005/06). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



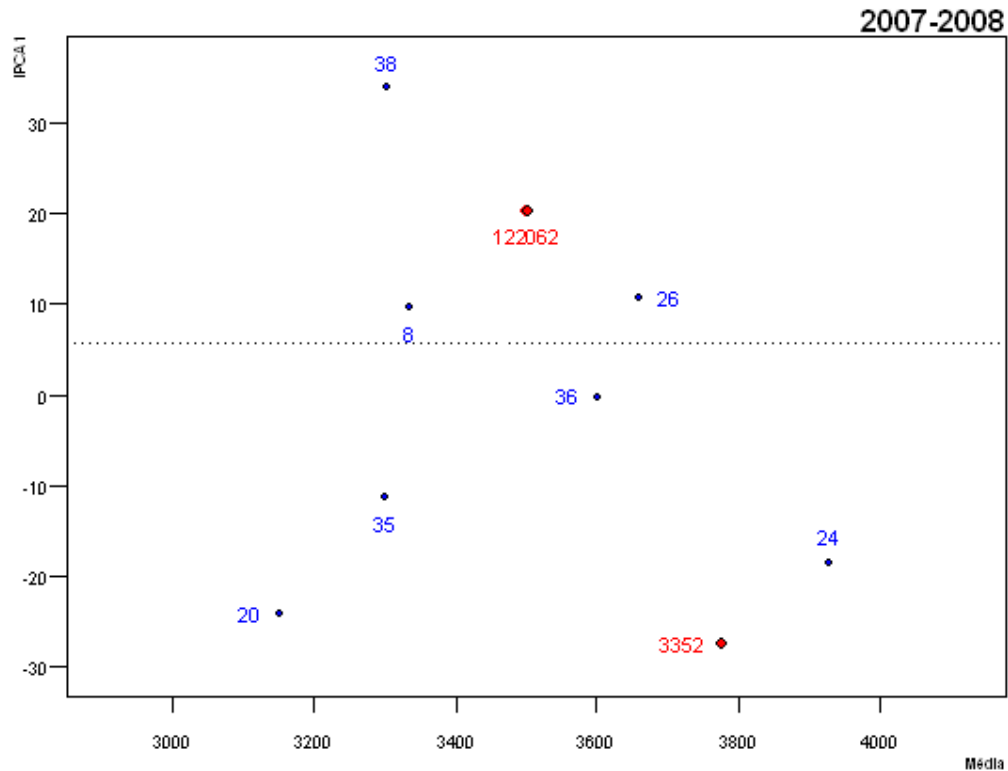
Apêndice X. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja convencional, com ciclo tardio de maturação (2007/08). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Irai), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratan), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



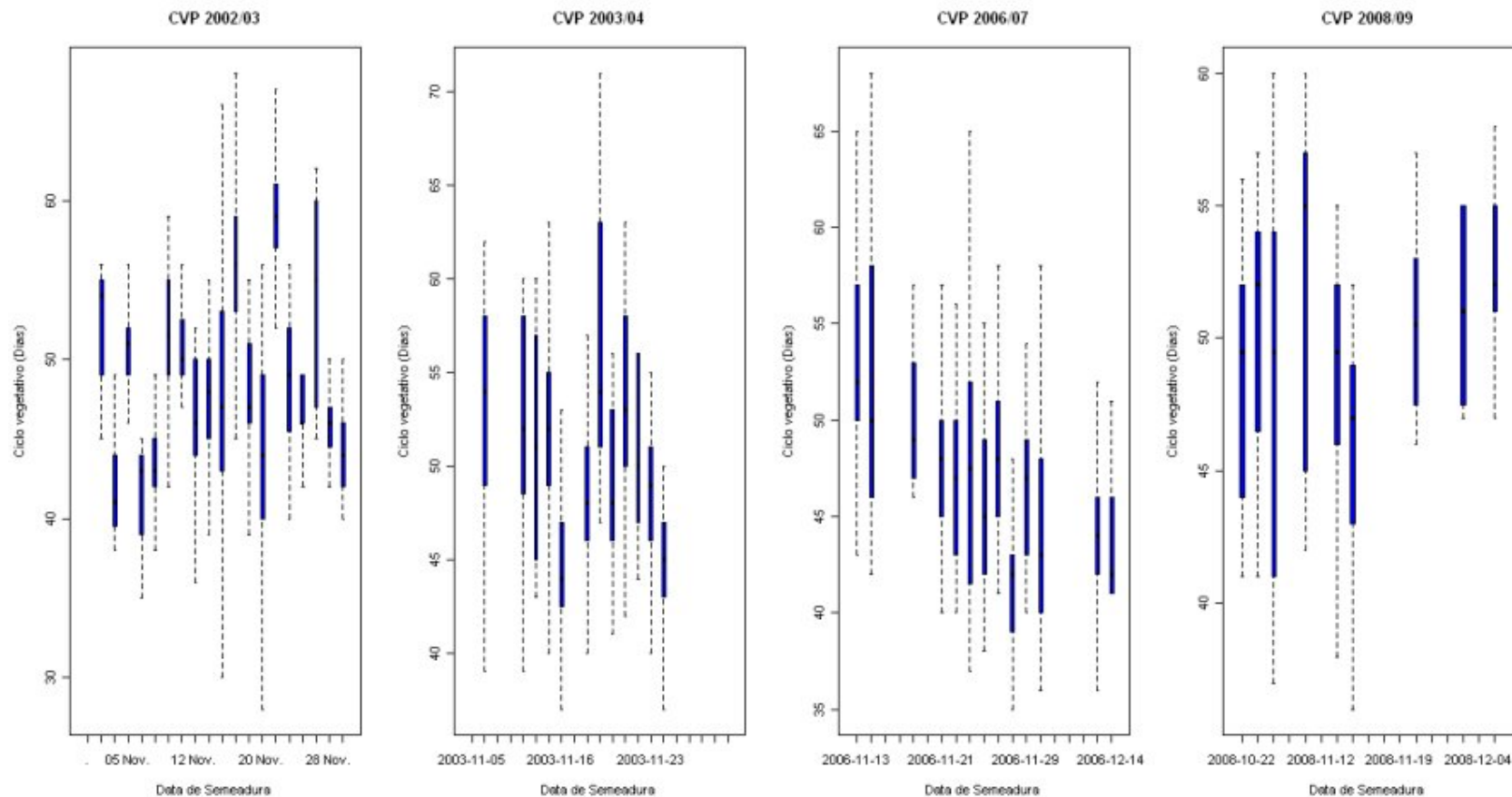
Apêndice W. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja transgênica RR, com ciclo tardio de maturação (2003/04 e 2004/05). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação: ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



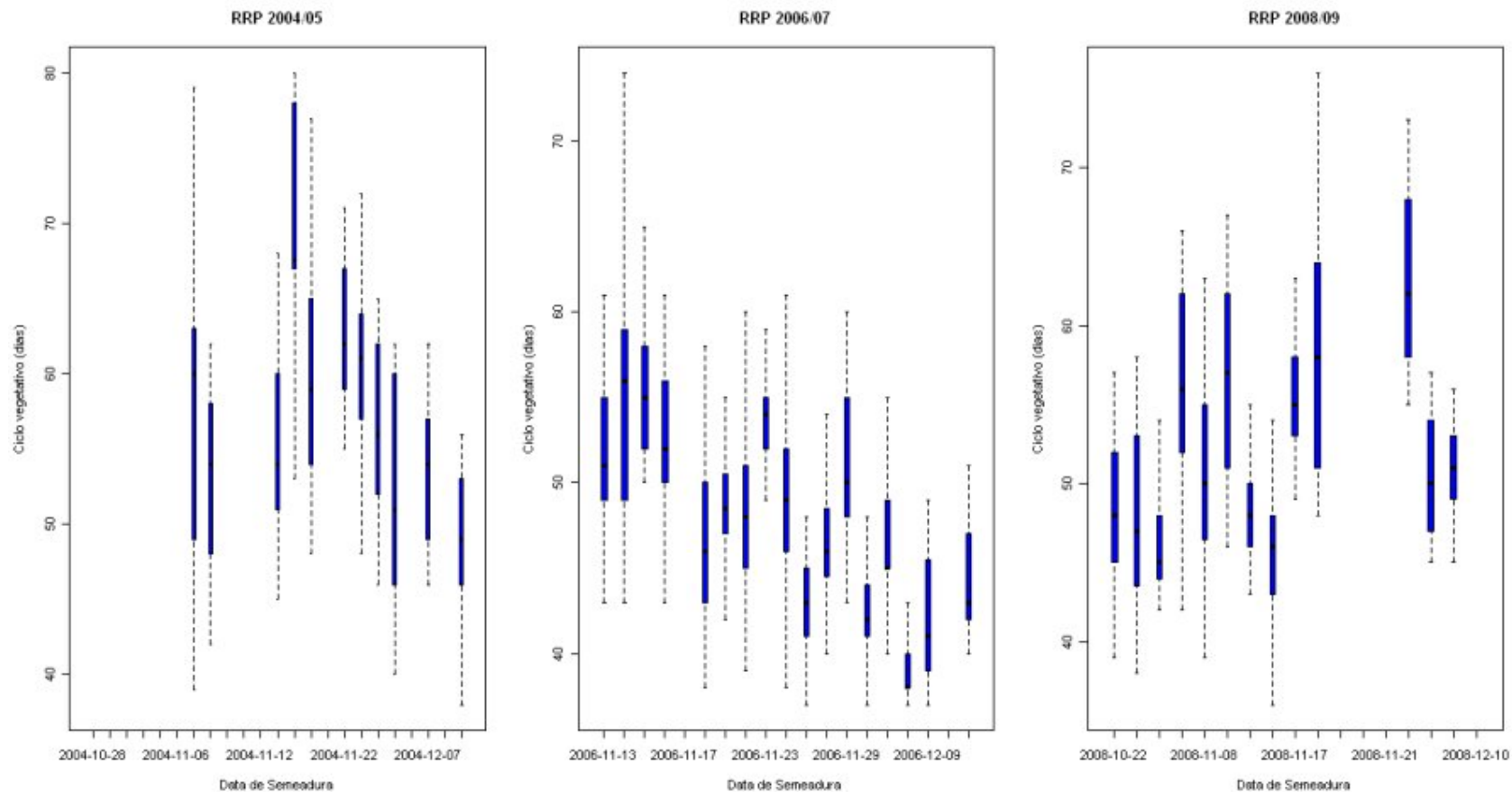
Apêndice Y. Biplot *AMMI*, definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja Transgênica RR, com ciclo tardio de maturação (2005/06 e 2006/07). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ²Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



Apêndice Z. Biplot $AMMI_1$ definindo a estratificação da região de cultivo comercial (Cerrados do Brasil Central), destinada a genótipos de soja transgênica RR, com ciclo tardio de maturação (2007/08). ¹ Em azul, a identificação numérica dos locais de avaliação. ¹ 1 (Anápolis), 2 (Barreiras), 3 (Barreiras 2), 4 (Barretos), 5 (Campo Alegre), 6 (Campo Novo do Parecis), 7 (Campos de Julho), 8 (Capinópolis), 9 (Chapadão do Céu), 10 (Chapadão do Sul), 11 (Conquista), 12 (Correntina), 13 (Cristalina), 14 (Cristalina 2), 15 (Diamantino), 16 (Formosa), 17 (Goiatuba), 18 (Guaira), 19 (Igarapava), 20 (Iraí), 21 (Itiquira), 22 (Itumbiara), 23 (Ituverava), 24 (Jataí), 25 (Lucas do Rio Verde), 26 (Luziânia), 27 (Maracajú), 28 (Miguelópolis), 29 (Mineiros), 30 (Montividiu), 31 (Morro Agudo), 32 (Nova Mutum), 33 (Nova Ubiratã), 34 (Nuporanga), 35 (Perolândia), 36 (Planaltina), 37 (Ponta Porã), 38 (Porto Nacional), 39 (Primavera do Leste), 40 (Rio Verde), 41 (Sacramento), 42 (São Desidério), 43 (São Gabriel), 44 (São José da Barra), 45 (São Miguel do Araguaia), 46 (Sapezal), 47 (Senador Canedo), 48 (Sidrolândia), 49 (Sonora), 50 (Sorriso), 51 (Tangará da Serra), 52 (Tapurah), 53 (Uberaba Chapadão), 54 (Uberaba Epamig), 55 (Unai), 56 (Vicentinópolis), 57 (Vilhena). ² Em vermelho, a identificação numérica dos genótipos vencedores. As linhas pontilhadas representam o ambiente de transição entre dois estratos.



Apêndice AA. Datas de semeadura e sua influência na duração do ciclo vegetativo de linhagens experimentais – Soja convencional com ciclo precoce de maturação (CVP) – Períodos-safra 2002/03, 2003/04, 2006/07 e 2008/09.



Apêndice AB. Datas de semeadura e sua influência sobre a duração do ciclo vegetativo de linhagens experimentais – soja transgênica RR com ciclo precoce de maturação (RRP) – períodos-safra 2004/05, 2006/07, 2006/07 e 2008/09.

Apêndice AC. Distâncias médias ponderadas (\bar{D}_j^2) entre representações gráficas AMMI₁ de locais de avaliação e de genótipos vencedores (Gv) em diferentes estratos ambientais, obtidos de análises da interação de genótipos com ambientes – relativas a linhagens e cultivares de soja convencional e transgênica RR, de ciclo precoce de maturação, avaliadas na região central do Brasil.

Locais ² e Gv (em itálico)	Convencional								Transgênica RR								\bar{D}_j^2 $\left(\sum_{i=1}^a d_j^2\right)$
	2002/03		2003/04		2004/05		2006/07		2004/05		2005/06		2006/07		2008/09		
	IPCA	d_j^2 ¹	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	
C,NOV	-1,6	184,8	7,4	1	1,6	293,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	479
MARA	-1,2	179,6	4,1	7,3	-6,5	491,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	678
S,MIG	-	-	21,7	62	5,8	319	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	381
T,SER	-1,8	188,4	1,2	18	2,6	272,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	478
<i>2254 CE</i>	21,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>09443,00,02</i>	-	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>0458 CE</i>	-	-	-	-	28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONQ	-8,6	0	-2,9	19	-5,5	20,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39
NUPO	-6,6	1,5	-4,4	13	-1	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
SIDR	-12,3	7,5	-9,9	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,4
SORR	-9,2	0,1	-2,1	23	-3,3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33
<i>09443,00,02</i>	-8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M-Soy 8001</i>	-	-	-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M-Soy 8001</i>	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CRIS	-5,8	2,7	-	-	10,6	29	-2,6	52	-4,6	2,6	-9,3	72,8	-3	9,7	-	-	168
IRAÍ	-5,1	3,4	3	8,2	-4,8	13	-10	7,8	12,1	121	8,8	0,4	-11	1,3	9,8	191	346
SACR	-7,7	0,3	0,2	17	-1	2,3	-10	7,1	5,2	49	20,3	33,5	-3,1	7,1	-9	25	141
<i>09443,002G0</i>	-8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>09443,00,02</i>	-	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M-Soy 8001</i>	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>32673CE</i>	-	-	-	-	-	-	-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Valiosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>4723</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-
<i>4723</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-8,5	-	-	-	-
MONT	-	-	18,3	41	-1,7	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
SONO	-	-	2,4	20	-4,6	23,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44
TAPU	-	-	20,6	51	-2,2	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
<i>09443,00,02</i>	-	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M-Soy 8001</i>	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CAPI	16,9	21,32	5,2	2,3	4,5	114,3	-	-	-	-	-11	0,15	-3,8	4,1	12,1	7,9	150
S,CAN	9,5	58,37	2,5	6,2	-2	183,4	-	-	-	-	-10	0,01	-6,3	0,9	2,7	1,1	250
2241 CE	28,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>09443,00,02</i>	-	-	9,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>0458 CE</i>	-	-	-	-	28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Valiosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-10	-	-	-	-	-	-
<i>4723</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-8,5	-	-	-	-

Apêndice AC. Continuação.

Locais ² e Gv	Convencional								Transgênica RR								\bar{D}_j^2 $\left(\sum_{i=1}^a d_{ij}^2\right)$	
	2002/03		2003/04		2004/05		2006/07		2004/05		2005/06		2006/07		2008/09			
	IPCA	d_{ij}^2 ¹	IPCA	d_{ij}^2	IPCA	d_{ij}^2	IPCA	d_{ij}^2	IPCA	d_{ij}^2	IPCA	d_{ij}^2	IPCA	d_{ij}^2	IPCA	d_{ij}^2		
7908	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,26	-	
GUAÍ	-6	2,4	-22,2	20	-9	45,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,8
M,AGU	-12,2	4,3	-19	39	-3,2	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,7
09443,00,02	-8,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M-SOY 6101	-	-	-31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M-Soy 8001	-	-	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L,RVE	-	-	-1,1	42	1,9	435,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	477
SAPE	-	-	-6,3	10	4,3	359,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	370
M-Soy 8001	-	-	-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0458 CE	-	-	-	-	28,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ d_{ij}^2 é a distância do local “i” ao genótipo vencedor de cada estrato, num biplot AMMI₁, ponderada pela participação do primeiro eixo principal no padrão da interação GxA. ² C.NOV (Campo Novo do Parecis); CAPI (Capinópolis); CONQ (Conquista); CRIS (Cristalina); GUAÍ (Guaira); IRAÍ (Iraí); L.RVE (Lucas do Rio Verde); MARA (Maracajú); MONT (Montividiu); M.AGU (Morro Agudo); NUPO (Nuporanga); SACR (Sacramento); S.MIG (São Miguel do Araguaia); SAPE (Sapezal); S.CAN (Senador Canedo); SIDR (Sidrolândia); SONO (Sonora); SORR (Sorriso); TAPU (Tapurah). Em negrito, os locais representantes de cada grupo.

Apêndice AD. Distâncias médias ponderadas (\bar{D}_j^2) entre representações gráficas AMMI₁ de locais de avaliação e de genótipos vencedores (GV) em diferentes estratos ambientais, obtidos de análises da interação de genótipos com ambientes – relativas a linhagens e cultivares de soja convencional e transgênica RR, com ciclo médio de maturação, avaliadas na região central do Brasil.

Locais ² e GV (em itálico)	Convencional										Transgênica RR						\bar{D}_j^2 $\left(\sum_{i=1}^a d_{ij}^2\right)$				
	2002/03		2003/04		2004/05		2005/06		2006/07		2003/04		2004/05		2005/06			2006/07		2008/09	
	IPCA	d_j^2 ¹	d_j^2		IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2		IPCA	d_j^2	IPCA	d_j^2
ANAP	1,50	2,95	8,92	16,31	-8,70	81,00	-	-	-5,44	0,92	-26,8	25	7,30	32	-12,5	19	-3,00	19,4	-	-	196,6
MONT	8,53	0,97	3,41	56,59	-8,32	122,4	-	-	-	-	-19,6	10	-9,50	0,96	-	-	-	-	-	-	190,9
T.SER	0,78	9,19	1,19	118,27	-6,78	221,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	349,4
"15270"	6,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"13279"	-	-	19,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"2675"	-	-	-	-	-32,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"410514"	-	-	-	-	-	-	-	-	-8,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"13092"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-11,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valiosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-7,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"3351"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-26,80	-	-	-	-	-	-	-
"7016"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,50	-	-	-	-	-
BARR	-7,88	8,50	-11,79	25,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,8
C.NOV	-15,00	41,09	-18,00	0,13	-3,50	23,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,6
U.CHA	-7,77	108,20	-0,07	125,90	7,08	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	234,8
"2999"	-26,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"8296"	-	-	-18,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"13279"	-	-	-	-	4,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.SUL	3,56	1,82	-3,74	4,42	10,77	9,02	-13,45	77,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92,8
CONQ	0,18	11,31	-1,96	101,52	5,98	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	113,2
MARA	6,90	0,12	-3,00	89,22	14,54	30,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119,5
SONO	-	-	-6,51	57,73	8,47	4,38	-12,36	92,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	154,4
"15270"	6,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"8296"	-	-	-18,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"13279"	-	-	-	-	4,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"0458"	-	-	-	-	-	6,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S.GAB	21,21	2,13	-1,64	60,41	-1,01	6,68	-	-	-14,80	307,27	-	-	-	-	13,30	41,48	20,10	13,21	-	-	431,2
SORR	18,43	0,15	-1,85	102,86	0,53	-1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101,6
U.EPA	20,82	1,26	-2,89	38,97	4,81	0,00	3,88	53,30	1,95	89,11	-	-	-	-	9,20	46,93	11,50	0,11	-15,20	11,45	241,1
"057061"	17,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"8296"	-	-	-18,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"13279"	-	-	-	-	4,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"04426"	-	-	-	-	-	-	26,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"410514"	-	-	-	-	-	-	-	29,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"71943"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,40	-	-	-	-	-	-	-
"7016"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,50	-	-	-	-	-
"103908"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-24,00	-	-

¹ Distância do local "i" ao genótipo vencedor de cada estrato, num biplot AMMI₁, ponderada pela participação do primeiro eixo principal no padrão interação GxA. ² ANAP (Anápolis); BARR (Barreiras); C.NOV (Campo Novo do Parecis); C.SUL (Chapadão do Sul); CONQ (Conquista); MARA (Maracajú); MONT (Montividiu); S.GAB (São Gabriel); SONO (Sonora); SORR (Sorriso); T.SER (Tangará da Serra); U.CHA (Uberaba Chapadões); U.EPA (Uberaba Epamig). ³ Distância do local i ao genótipo vencedor v_i, ponderada pela participação do primeiro eixo na variação da interação GxA.

Apêndice AE. Distâncias médias ponderadas (\bar{D}_j^{-2}) entre representações gráficas AMMI₁ de locais de avaliação e de genótipos vencedores (GV) em diferentes estratos ambientais, obtidos de análises da interação de genótipos com ambientes – relativas a linhagens e cultivares de soja convencional e transgênica RR, de ciclo tardio de maturação, avaliadas na região central do Brasil.

Locais ² e GV (em itálico)	Convencional								Transgênica RR								\bar{D}_j^{-2} $\left(\sum_{j=1}^a d_{ij}^2\right)$		
	2002/03		2003/04		2004/05		2007/08		2003/04		2004/05		2005/06		2006/07			2007/08	
	IPCA	d _i ^{2 1}	IPCA	d _i ²	IPCA	d _i ²	IPCA	d _i ²	IPCA	d _i ²	IPCA	d _i ²	IPCA	d _i ²	IPCA	d _i ²		IPCA	d _i ²
C.NOV.	8,6	26,3	17,7	9,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,3
PLAN	19,5	1,6	23,9	0,3	-	-	-	-	-24,8	4,4	-	-	-22,2	15,3	-4,7	3,7	-0,2	128,8	181,3
S.CAN	3,5	18,1	11,7	11,2	4,2	45,8	-3,6	27,2	-20,6	0,3	-	-	32,5	344,9	0,1	17,6	-	-	437,9
TAPU	-	-	5,1	88,8	8,8	60,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149,4
"6741"	15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"16981"	-	-	22,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"58316"	-	-	-	-	18,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"410160"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conquista	-	-	-	-	-	-	-14,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"45502"	-	-	-	-	-	-	-	-	-19,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"62965"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-11,8	-	-	-	-	-	-
"9382"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-9,9	-	-	-	-
"3352"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-27,5	-	-
IRAI	12,3	63,5	-15,2	18,3	6,8	20,4	26,9	23,9	-	-	-7,6	0,3	-1,3	19,6	-11,3	0,3	-24,2	1,6	147,8
SACR	-12	1	-18,4	13,9	3,5	39,7	7,4	13,1	-	-	-7,6	0,3	-8	5,4	-25,8	35,1	-	-	108,3
SONO	-	-	-	-	12,1	20,9	-	-	-	-	-	-	-15,6	0,8	-	-	-	-	21,7
"8981"	-15,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"53516"	-	-	-31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"58316"	-	-	-	-	18,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"4357"	-	-	-	-	-	-	15,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"62965"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-9	-	-	-	-	-	-	-	-
"9184"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-14,2	-	-	-	-	-	-
"9382"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-9,9	-	-	-	-
"3352"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-27,5	-	-
L.RVE	35,3	76,5	1,9	1,5	11,6	15,9	-	-	-	-	-	-	-2,7	36,6	-	-	-	-	130,5
SORR	24,7	22,9	-0,6	6,7	13,6	10,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,2
"6741"	15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"35999"	-	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"58316"	-	-	-	-	18,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"9184"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-14,2	-	-	-	-	-	-
GOIA	-0,4	7,9	15,7	9,2	-10,8	447,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	464,5
T.SER	-2,4	14,8	6,1	57,2	-0,5	812,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	884,3
"8800"	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"16981"	-	-	22,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"5548"	-	-	-	-	-40,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BARR	4,9	61,4	-3,6	351,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	412,5
S.DES	5	60,3	-26,2	12,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73,0
"6741"	15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
"53516"	-	-	-31,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Distância do local, ao genótipo vencedor de cada estrato, num biplot AMMI₁, ponderada pela participação do primeiro eixo principal no padrão da interação GxA. ² C.NOV (Campo Novo do Parecis); PLAN (Planaltina); S.CAN (Senador Canedo); TAPU (Tapurah); IRAI (Irai); SACR (Sacramento); SONO (Sonora); L.RVE (Lucas do Rio Verde); SORR (Sorriso); GOIA (Goiatuba); T.SER (Tangará da Serra); BARR (Barreiras); e S.DES (São Desidério). ³ Em negrito, os locais representantes de cada grupo.

Apêndice AF. Classificações médias (\bar{C}_{ij}) dos genótipos vencedores (GV) nos locais de avaliação experimental, obtidas pelo ordenamento das estimativas AMMI₁ da produtividade de linhagens e cultivares de soja convencional e transgênica RR, em diferentes períodos de avaliação – relativo a soja com ciclo precoce de maturação.

Tipo	Safr	GV ³	Locais de avaliação experimental ¹																												v _i																
			A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N			O		P		Q		R		S		T		U		V	
			C _{ij} ²	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP		C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP
Convencional	02/03	1	-	-	-	-	3	0,4	-	-	-	-	5	0,3	-	-	8	0,4	6	0,3	1	0,1	11	0,7	11	1,3	8	0,8	1	0,1	10	0,7	7	0,4	-	-	-	-	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,2	6
		2	-	-	-	-	1	0,1	-	-	-	-	1	0	-	-	2	0,1	1	0	3	0,1	3	0,1	3	0,2	2	0,1	12	0,5	3	0,1	2	0,1	-	-	-	-	21	0,8	6	0,2	13	0,8	13	1,2	3
		3	-	-	-	-	2	0,2	-	-	-	-	2	0,1	-	-	1	0,1	2	0,1	11	0,6	1	0,1	1	0,1	1	0,1	18	1,5	1	0,1	1	0,1	-	-	-	-	23	1,8	14	0,9	19	2,2	19	3,4	6
	03/04	4	-	-	4	0,1	13	0,3	15	0,4	3	0,1	9	0,1	-	-	3	0	4	0	11	0,1	3	0	17	0,3	5	0,1	4	0,1	17	0,2	4	0	17	0,3	-	-	16	0,2	17	0,2	1	0	3	0,1	1
		5	-	-	1	0,1	2	0,3	2	0,4	1	0,2	2	0,1	-	-	2	0,1	1	0,1	2	0,1	1	0,1	2	0,3	1	0,1	1	0,1	2	0,2	1	0,1	2	0,2	-	-	2	0,2	6	0,5	3	0,4	2	0,4	7
		6	-	-	2	0,1	3	0,1	3	0,2	2	0,1	2	0	-	-	1	0	2	0	3	0,1	2	0	9	0,4	2	0,1	2	0,1	9	0,2	2	0	8	0,2	-	-	5	0,1	14	0,3	2	0,1	1	0,1	2
	04/05	7	-	-	3	0,5	1	0,2	1	0,3	4	1	1	0,1	-	-	5	0,4	3	0,3	1	0,1	4	0,4	1	0,2	3	0,5	3	0,4	1	0,1	3	0,3	1	0,1	-	-	1	0,1	1	0,1	8	1,4	5	1,3	9
		8	-	-	-	-	16	0,3	8	0,2	16	0,4	16	0,2	-	-	16	0,2	8	0,1	13	0,1	18	0,2	14	0,3	7	0,1	16	0,2	16	0,2	9	0,1	-	-	1	0	16	0,2	3	0	16	0,3	-	1	
		9	-	-	-	-	8	0,2	3	0,1	10	0,3	14	0,1	-	-	11	0,1	3	0	6	0,1	15	0,2	7	0,1	3	0,1	7	0,1	10	0,1	4	0	-	-	2	0	10	0,1	1	0	8	0,2	-	1	
	06/07	10	-	-	-	-	1	0,2	4	1	1	0,3	1	0,1	-	-	1	0,1	6	0,5	2	0,2	1	0,1	1	0,2	6	0,9	1	0,1	1	0,1	2	0,2	-	-	16	2,6	1	0,1	13	1,3	2	0,4	-	9	
		11	-	-	-	-	2	0,2	1	0,2	2	0,3	3	0,2	-	-	2	0,1	1	0,1	1	0,1	5	0,3	2	0,2	1	0,1	2	0,2	2	0,1	1	0,1	-	-	5	0,5	2	0,2	2	0,1	1	0,1	-	6	
		12	2	0,2	2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	2	0	5	0,3	5	0,1	11	0,2	9	0,2	5	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	14	0,4	1	0	9	0,2	2	0	-	2
	2004/05	13	1	0,4	1	0,2	-	-	-	-	-	-	1	0,1	1	0,3	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
		14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	17	0,2	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
		15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,3	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
16		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0,2	-	-	1	0	4	0,1	8	0,2	-	-	-	-	23	0,8	4	0,1	-	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
17		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,1	-	-	2	0,1	1	0,1	1	0,1	-	-	-	-	-	1	0,1	1	0,1	-	2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Transgênica RR	05/06	18	-	-	21	0,4	-	-	-	-	-	21	0,2	-	-	21	0,2	21	0,2	21	0,2	2	0	-	-	-	-	21	0,3	2	0	2	0	21	0,3	21	0,4	-	-	1	0	-	-	-	-	1	
		19	-	-	2	0,1	-	-	-	-	-	3	0,1	-	-	7	0,2	8	0,2	12	0,3	1	0	-	-	-	-	2	0,1	1	0	1	0	13	0,6	2	0,1	-	-	2	0,1	-	-	-	-	3	
		20	-	-	1	0,1	-	-	-	-	-	1	0,1	-	-	1	0,1	1	0,1	1	0,1	6	0,5	-	-	-	-	-	1	0,1	4	0,4	5	0,4	1	0,1	1	0,1	-	-	8	0,7	-	-	-	-	8
	06/07	21	3	1,1	1	0,2	-	-	-	-	-	1	0,1	1	0,3	3	0,3	1	0,1	1	0,1	1	0,1	-	-	-	-	-	-	1	0,1	7	0,7	1	0,2	3	0,5	1	0,1	1	0,1	-	-	-	-	10	
		22	1	0,1	2	0,1	-	-	-	-	-	6	0,1	11	0,6	2	0	6	0,1	6	0,1	2	0	-	-	-	-	-	-	6	0,1	2	0	2	0,1	1	0	14	0,4	2	0	-	-	-	-	2	
		23	2	0,2	5	0,2	-	-	-	-	-	17	0,3	18	1	1	0	18	0,3	17	0,3	13	0,3	-	-	-	-	-	-	18	0,4	1	0	11	0,3	2	0,1	19	0,5	17	0,4	-	-	-	-	2	
	08/09	24	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	3	0,1	1	0	3	0	3	0	3	0	2	0	-	-	-	-	-	16	0,2	-	-	16	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
25		-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,1	1	0,1	2	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	-	-	-	-	-	12	0,7	-	-	15	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5		
26		-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,1	4	0,2	7	0,1	5	0,1	5	0,1	5	0,1	6	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2		
\bar{C}_{ij}		1,89	2	2,4	2,7	2,7	2,8	3,1	3,1	3,2	3,4	3,4	3,4	3,6	3,9	4,06	4,15	4,24	4,42	4,86	5,23	5,23	5,98	6,56	-																						
Posto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	-																								

CP = $C_{ij} \times v_i / n_{ij}$; ¹ Campos de Júlio (A); Igarapava (B); Tangará da Serra (C); Sonora (D); Sapezal (E); Uberaba-Epamig (F); Jataí (G); Luziânia (H); Planaltina (I); Sacramento (J); Unai (K); Goiatuba (L); Uberaba-Chapadões (M); Chapadão do Céu (N); Capinópolis (O); Anápolis (P); Barretos (Q); Primavera do Leste (R); São Gabriel do Oeste (S); Chapadão do Sul (T); Morro Agudo (U); e Sidrolândia (V). ²C: Classificação do vencedor (V_i); CP: Classificação Ponderada; v_i: Número de vitórias. ³Genótipos vencedores: “002” (1); “2254” (2); “2241” (3); “6101” (4); “10823” (5); “8001” (6); “0002” (7); “6101” (8); “0479” (9); “8001” (10); “0458” (11); “32673” (12); “8001” (13); “15014” (14); “1660” (15); “2041” (16); Valiosa (17); “1631” (18); Valiosa (19); “4723” (20); “4723” (21); Valiosa (22); “2003” (23); “101204” (24); “101597” (25); “7998” (26).

Apêndice AG. Classificações médias (\bar{C}_j) dos genótipos vencedores (GV) nos locais de avaliação experimental, obtidas pelo ordenamento das estimativas AMMI₁ da produtividade de linhagens e cultivares de soja convencional e transgênica RR, em diferentes períodos de avaliação – relativo a soja com ciclo médio de maturação.

Tipo	Safr	GV ²	Locais de avaliação ¹																												V1																									
			A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N			O		P		Q		R		S		T		U		V		X								
			C ³	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP		C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP	C	CP									
Convencional	02/03	1	-	-	1	0,04	6	0,21	-	-	-	-	-	-	21	1,35	5	0,20	-	-	-	-	-	7	0,84	1	0,03	6	0,28	22	1,09	24	1,95	14	0,64	2	0,24	16	0,62	1	0,05	21	1,71	24	1,63	1	0,04	-	-	7						
		2	-	-	2	0,05	2	0,04	-	-	-	-	-	-	-	6	0,22	1	0,02	-	-	-	-	-	2	0,14	2	0,04	2	0,05	7	0,20	14	0,65	2	0,05	1	0,07	2	0,04	2	0,06	7	0,33	11	0,43	2	0,04	-	-	4					
		3	-	-	5	0,45	1	0,07	-	-	-	-	-	-	-	1	0,14	2	0,17	-	-	-	-	-	1	0,26	11	0,78	1	0,10	1	0,11	2	0,35	1	0,10	5	1,29	1	0,08	10	1,06	1	0,17	1	0,15	11	0,84	-	-	15					
	03/04	4	-	-	14	0,25	10	0,15	-	-	-	-	-	-	-	2	0,06	10	0,17	-	-	-	-	-	9	0,47	22	0,31	10	0,20	2	0,04	1	0,03	4	0,08	13	0,67	3	0,05	22	0,47	2	0,07	2	0,06	22	0,34	-	-	3					
		5	-	-	1	0,08	6	0,41	-	-	-	-	-	-	-	5	0,64	5	0,40	-	-	-	-	-	1	0,24	6	0,40	-	-	6	0,60	1	0,16	1	0,09	1	0,24	11	0,86	1	0,10	4	0,65	5	0,68	8	0,57	-	-	14					
		6	-	-	2	0,01	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	2	0,02	2	0,01	-	-	-	-	-	10	0,17	3	0,01	-	-	2	0,01	2	0,02	2	0,01	9	0,16	3	0,02	2	0,01	2	0,02	2	0,02	3	0,02	-	-	1					
	04/05	7	-	-	3	0,20	1	0,05	-	-	-	-	-	-	-	1	0,10	1	0,06	-	-	-	-	-	11	2,09	1	0,05	-	-	1	0,08	3	0,38	6	0,43	10	1,90	2	0,12	6	0,47	1	0,13	1	0,11	1	0,06	-	-	11					
		8	-	-	11	0,20	3	0,04	-	-	-	-	-	-	-	3	0,08	3	0,05	-	-	-	-	-	13	0,67	2	0,03	-	-	3	0,06	11	0,38	11	0,21	13	0,67	1	0,02	11	0,23	5	0,17	4	0,12	2	0,03	-	-	3					
		9	-	-	5	0,27	15	0,67	-	-	-	-	-	-	-	1	0,08	5	0,25	-	-	-	-	-	15	1,41	-	-	1	0,04	1	0,06	13	0,83	6	0,63	15	0,88	-	-	8	0,40	6	0,38	1	0,10	1	0,09	1	0,05	-	-	9			
	05/06	7	-	-	1	0,10	2	0,17	-	-	-	-	-	-	-	4	0,62	1	0,10	-	-	-	-	-	2	0,35	-	-	4	0,32	8	0,92	1	0,12	1	0,20	1	0,11	-	-	1	0,09	1	0,12	8	1,58	8	1,32	7	0,61	-	-	17			
		10	-	-	15	0,18	1	0,01	-	-	-	-	-	-	-	15	0,28	15	0,17	-	-	-	-	-	1	0,02	-	-	15	0,14	15	0,20	12	0,17	15	0,35	7	0,09	-	-	15	0,17	15	0,21	15	0,35	15	0,29	15	0,15	-	-	2			
		11	18	0,43	20	0,12	20	0,10	-	-	-	-	-	-	-	14	0,22	-	-	20	0,11	-	-	20	0,21	-	-	20	0,09	20	0,14	20	0,14	-	-	10	0,06	-	-	20	0,11	-	-	-	-	-	-	-	6	0,27	1					
	06/07	12	1	0,21	1	0,05	2	0,09	-	-	-	-	-	-	1	0,14	-	-	1	0,05	-	-	1	0,09	-	-	3	0,13	3	0,18	1	0,06	-	-	1	0,06	-	-	3	0,15	-	-	-	-	-	-	-	1	0,41	9						
		13	2	0,24	2	0,06	1	0,02	-	-	-	-	-	-	-	2	0,06	-	-	2	0,10	-	-	2	0,10	-	-	1	0,02	1	0,03	2	0,07	-	-	14	0,45	-	-	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	15	3,41	5					
		6	-	-	6	0,07	7	0,07	3	0,09	-	-	-	-	-	15	0,48	-	-	5	0,06	-	-	15	0,31	-	-	12	0,11	2	0,03	-	-	-	-	3	0,04	-	-	1	0,01	-	-	-	-	-	-	1	0,01	-	-	2				
	07/08	14	-	-	2	0,06	2	0,05	1	0,07	-	-	-	-	8	0,63	-	-	2	0,06	-	-	7	0,36	-	-	2	0,05	1	0,03	-	-	-	-	1	0,03	-	-	3	0,08	-	-	-	-	-	-	-	3	0,08	-	-	5				
		15	-	-	1	0,06	1	0,05	4	0,57	-	-	-	-	1	0,16	-	-	1	0,06	-	-	1	0,10	-	-	1	0,05	10	0,68	-	-	-	-	6	0,39	-	-	13	0,72	-	-	-	-	-	-	11	0,56	-	-	10					
		16	11	0,26	-	-	11	0,05	11	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	0,04	1	0,05	1				
08/09	6	2	0,05	-	-	2	0,01	2	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01	2	0,09	1					
	17	1	0,12	-	-	1	0,02	1	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,05	11	2,50	5						
	18	1	0,07	-	-	-	-	1	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,11	-	-	3	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0,18	-	-	3					
Transgênica RR	03/04	17	2	0,05	-	-	-	3	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,22	-	-	1	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,03	-	-	1					
		19	12	1,14	-	-	-	12	0,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	1,78	-	-	4	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02	-	-	4				
		20	-	-	-	6	0,09	-	-	11	1,43	-	-	1	0,03	18	0,31	-	-	-	-	-	-	-	2	0,03	6	0,12	9	0,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02	-	-	3				
	04/05	21	-	-	-	1	0,01	-	-	3	0,39	-	-	3	0,08	7	0,12	-	-	-	-	-	-	1	0,01	1	0,02	1	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,05	-	-	3				
		22	-	-	-	2	0,02	-	-	1	0,09	-	-	14	0,26	2	0,02	-	-	-	-	-	-	-	7	0,07	2	0,03	2	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	0,14	-	-	2				
		23	-	-	-	3	0,01	-	-	2	0,09	-	-	21	0,19	1	0,01	-	-	-	-	-	-	-	10	0,05	3	0,02	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	0,11	-	-	1			
	05/06	24	-	-	-	19	0,19	-	-	19	1,65	-	-	9	0,17	14	0,16	-	-	-	-	-	-	-	19	0,18	19	0,26	19	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	0,19	-	-	2			
		25	-	-	-	1	0,04	-	-	1	0,39	-	-	1	0,08	1	0,05	-	-	-	-	-	-	-	13	0,55	1	0,06	1	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,10	-	-	9				
		26	-	-	-	2	0,01	-	-	2	0,09	-	-	4	0,04	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	7	0,03	2	0,01	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0,05	-	-	1				
	06/07	27	-	-	-	9	0,09	-	-	5	0,43	-	-	11	0,20	9	0,10	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01	4	0,05	4	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	0,16	-	-	2			
		28	-	-	1	0,02	8	0,16	-	-	-	9	0,57	-	-	1	0,02	-	-	22	0,92	-	-	22	0,42	8	0,22	9	0,26	-	-	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	0,49	7	0,20	-	-	4	
		25	-	-	5	0,27	1	0,04	-	-	-	1	0,14	-	-	5	0,25	-	-	2	0,19	-	-	1	0,04	1	0,06	1	0,06	-	-	2	0,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,15	1	0,06	-	-	9		
	06/07	29	-	-	23	0,55	22	0,43	-	-	-	19	1,21	-	-	23	0,52	-	-	1	0,04	-	-	3	0,06	22	0,59	19	0,54	-	-	23	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02	22	0,62	-	-	4	
		30	-	-	2	0,01	23	0,11	23	0,33	-	-	5	0,08	-	-	1	0,01	-	-	5	0,05	-	-	2	0,01	23	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	0,13	23	0,16	-	-	1
		31	-	-	1	0,02	18	0,27	18																																															

Apêndice AG. Continuação.

Tipo	Safr	GV ³	Locais de avaliação experimental ¹																												V _i																				
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V																											
			C _{ij} ²	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP	C _{ij}	CP																					
Transgênica RR	06/07	32	-	-	3	0,04	6	0,06	6	0,17	-	-	2	0,06	-	-	7	0,08	-	-	1	0,02	-	-	3	0,03	3	0,04	-	-	-	-	6	0,08	-	-	6	0,07	3	0,04	-	-	-	-	3	0,03	-	-	2		
		33	-	-	5	0,39	1	0,06	1	0,19	-	-	4	0,83	-	-	13	0,95	-	-	4	0,54	-	-	7	0,43	1	0,09	-	-	-	-	1	0,08	-	-	1	0,07	1	0,09	-	-	-	-	1	0,07	-	-	13		
		25	-	-	-	-	1	0,03	1	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,22	-	-	-	-	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,04	-	-	-	1	0,03	-	-	6
		34	-	-	-	-	10	0,05	9	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	0,30	-	-	-	-	6	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01	-	-	-	9	0,05	-	-	1
		35	5	0,48	1	0,02	3	0,06	11	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	1,78	-	-	-	-	3	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,02	15	0,43	-	-	-	-	1	0,02	-	-
	25	1	0,19	2	0,10	1	0,04	1	0,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,30	-	-	-	-	1	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,13	1	0,06	-	-	-	-	2	0,08	-	-	8
	C _j	-	-	3,24	-	3,70	-	4,08	-	4,17	-	4,57	-	4,57	-	4,63	-	4,64	-	4,70	-	4,79	-	4,88	-	4,93	-	4,99	-	5,11	-	5,12	-	5,13	-	5,24	-	5,28	-	5,28	-	5,29	-	5,94	-	6,05	-	6,73	-		
	Posto	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	-																									

CP = C_{ij} x v_i/n_{e_i}.¹ A (Rio Verde); B (Unai); C (Iraí); D (Jataí); E (Campo Alegre); F (Campos de Júlio); G (Montividiu); H (Senador Canedo); I (Perolândia); J (Primavera do Leste); K (São Desidério); L (Luziânia); M (Cristalina); N (Chapadão do Céu); O (Sorriso); P (Chapadão do Sul); Q (Barreiras); R (Sacramento); S (Capinópolis); T (Goiatuba); U (Lucas do Rio Verde); V (Planaltina); X (Barretos).² Genótipos vencedores. ³C: Classificação do vencedor (V_i); CP: Classificação Ponderada; v_i: Número de vitórias. ³Genótipos vencedores: “2999” (1); “6705” (2); “15270” (3); “57061” (4); “8296” (5); Conquista (6); “13279” (7); “09443.01.02 (8); “2675” (9); “35112” (10); “410070” (11); “458” (12); “4426” (13); “410514” (14); “24636” (15); “28416” (16); “45793” (17); “21441” (18); “6364” (19); “13092” (20); “12057” (21); “44651” (22); “44368” (23); “68839” (24); Valiosa (25); “61351” (26); “13549” (27); “3351” (28); “71943” (29); “1483” (30); “1144” (31); “91315” (32); “7016” (33); “219” (34); “103908” (35).

