

RODRIGO MARCHIORI

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE 20 GENÓTIPOS DE SOJA PARA A
MACRO-REGIÃO SOJÍCOLA 3

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Oswaldo Toshiyuki Hamawaki

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

RODRIGO MARCHIORI

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE 20 GENÓTIPOS DE SOJA PARA A
MACRO-REGIÃO SOJÍCOLA 3

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-
graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 12 de março de 2008.

Profa. Dra. Regina Maria Quintão Lana

UFU

Prof. Dr. Júlio César V. Penna

UFU

Dr. João Luiz Borsoi Filho

Monsanto do Brasil

Prof. Dr. Oswaldo Toshiyuki Hamawaki
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

*Aos meus pais **Moacir e Vera.***

*A minha esposa **Gabriela.***

*A minha filha **Luísa.***

*Aos meus irmãos **Daniela e Moacir.***

*Ao meu sobrinho **Guilherme.***

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade e pelo suporte para realização do curso.

A Monsanto do Brasil Ltda e a Monsoy Ltda, por terem possibilitado o uso de sua infra-estrutura e recurso na realização de todo o meu trabalho.

Ao Professor Oswaldo, pela orientação, ensinamentos e amizade.

À minha esposa Gabriela, pelo amor, carinho, companheirismo, paciência e pela disposição em me ajudar em todos os momentos.

Aos amigos da área de Melhoramento de Soja da Monsoy Ltda: Hilker, Christiane, Regina, Poliana, Giovani, Leandro, Sabiá, Abatti, Cavassim, Gustavo, Karina, Alessandro, Rudnei, Mario Oda, Marcellinho, Everton e Wilson.

Um agradecimento especial ao melhorista Marcos Norio Matsumoto, pelo apoio, incentivo, ensinamentos, cooperação e grande dedicação na minha carreira profissional.

A João L. Borsoi Filho, pela amizade, apoio e colaboração durante o desenvolvimento desta tese.

Em especial aos amigos do Purity Unit Soybean Ângelo e Luiz (Masca Fumo), pela grande paciência, amizade e colaboração.

A Leonardo Gonçalves Oliveira, pela amizade, apoio e colaboração em diversas etapas do desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos da área de Qualidade de Soja e Milho: Paini, Casagrande, Flávio, Antônio Sérgio, Cassiano e Luciano.

E aos demais amigos da Monsanto e Monsoy que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho.

Aos amigos do programa de pós-graduação em genética e melhoramento, pelos momentos vividos e aprendizagem.

Ao Dr. Adésio Ferreira, pela importante co-orientação e dedicação na análise dos dados deste trabalho.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Histórico.....	03
2.2. Posição taxonômica.....	03
2.3. Importância econômica.....	03
2.4. Características da cultura.....	04
2.5. Melhoramento da soja.....	05
2.6. Interação genótipo x ambiente.....	07
2.7. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica.....	08
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1. Regiões e locais de implementação dos ensaios.....	10
3.2. Caracterização dos ambientes testados na Safra Agrícola 2005/2006.....	13
3.3. Caracterização dos ambientes testados na Safra Agrícola 2006/2007.....	17
3.4. Linhagens e cultivares avaliados.....	27
3.5. Adubação, semeadura e tratos culturais.....	27
3.6. Delineamento Experimental.....	28
3.7. Teste de comparação entre médias.....	28
3.8. Colheita e avaliação da produtividade.....	28
3.9. Análises estatísticas.....	28
3.9.1. Método de Eberhart e Russel (1966)	29
3.9.2. Método proposto por Lin e Binns (1988)	29
3.9.3. Método proposto por Annicchiarico (1992)	30
3.9.4. Método do Centróide.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. ANAVA e teste de comparação entre médias.....	33
4.2. Interação de genótipos com locais e anos.....	38
4.3. Interação genótipos x locais x anos.....	42
4.4. Adaptabilidade e estabilidade.....	43
4.5. Metodologia de Annicchiarico (1992)	44
4.6. Metodologia de Eberhart & Russell (1966)	47
4.7. Metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998).....	48
4.8. Metodologia do Centróide.....	49
4.9. Análises por Regiões.....	52
5. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

RESUMO

MARCHIORI, RODRIGO. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macro-região sojícola 3**. 2008. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

Este trabalho visou avaliar a adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja, sendo 10 linhagens do programa de melhoramento de soja da Monsoy Ltda e 10 testemunhas comercialmente utilizadas. Os experimentos foram conduzidos nas safras agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, na macro-região sojícola 3 (micro-regiões 301, 302 e 303). O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Foram realizadas análises individual e conjunta, considerando a produtividade dos genótipos nos diferentes locais, sendo que as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974). A adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foram avaliadas pelos métodos de Eberhart e Russel, Annicchiarico, Lin e Binns e Centróide. Os métodos de Annicchiarico, Linn e Binns, modificado por Carneiro e Centróide, apresentaram coerência entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, os de maior estabilidade e adaptabilidade. As linhagens 1, 2, 4 e 10 foram as de adaptabilidade e estabilidade geral. As linhagens 1, 2 e a testemunha 20 foram classificadas como de adaptabilidade e estabilidade a ambientes favoráveis. As linhagens 3 e 10 e as testemunhas 11 e 14 a ambientes desfavoráveis. Para a análise por regiões, em separado, as linhagens 2 e 4 foram estatisticamente superiores as demais, simultaneamente nas regiões 301, 302 e 303, e a linhagem 10, simultaneamente nas regiões 301 e 302.

Palavras-chave: linhagens de soja, interação G x A, adaptabilidade e estabilidade.

¹Orientador: Oswaldo Toshiyuki Hamawaki – UFU.

ABSTRACT

MARCHIORI, RODRIGO. **Adaptability and stability of 20 soybean genotypes for the macro-region 3**. 2008. 61p. Dissertation (Master's degree in Agriculture/Plant Technology) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.¹

This study evaluated the adaptability and stability of 20 soybean genotypes, where 10 of them were lines of the breeding program of Monsoy Ltd. and the other 10 were commercially used controls. The experiments were done in the agricultural years 2005/2006 and 2006/2007, in the soybean macro-region 3 (micro-regions 301, 302 and 303). The experimental design was randomized blocks, with three repetitions. Individual and joint analyses were done, considering genotype yield at the different locations and the averages were compared by the Scott Knott test (1974). Genotype adaptability and stability were evaluated by the methods of Eberhart and Russel, Annicchiarico, Lin and Binns and Centroid. The methods of Annicchiarico, Linn and Binns modified by Carneiro and Centroid presented coherence between them and allowed the identification, among the genotypes evaluated, of those of greater stability and adaptability. The lines 1, 2, 4 and 10 were the ones with general adaptability and stability. Lines 1, 2, and the control 20 were classified as those with adaptability and stability to favorable environments, while lines 3 and 10 and the controls 11 and 14 to unfavorable environments. In the analysis by region, lines 2 and 4 were statistically superior to all others in the regions 301, 302 and 303 and line 10, was simultaneously superior in the regions 301 and 302.

Keywords: soybean lines, genotype x environment interaction, adaptability, stability.

¹ Supervisor: Oswaldo Toshiyuki Hamawaki – UFU.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo Medina (1981), as primeiras referências à soja datam de 1882, na Bahia, e posteriormente, em 1901, em São Paulo. A verdadeira expansão da cultura no Brasil teve início no final da década de 60, tornando-se, em curto período de tempo, um dos principais produtos agrícolas, de maneira que, atualmente, representa o carro-chefe da economia nacional (EMBRAPA-TRIGO, 2005).

Na última safra, o Brasil produziu 58 milhões de toneladas de soja, ou seja, 44% do total de grãos produzidos no país, em uma área de 20,687 milhões de hectares e continua sendo o segundo maior produtor e exportador de soja do mundo (CONAB, 2007).

O aumento de produtividade da soja nos últimos anos se deve principalmente ao melhoramento genético, o qual também possibilitou a expansão da soja a novas fronteiras agrícolas (Roessing & Guedes, 1993), pois esta cultura mostra grande capacidade de se adaptar a uma ampla diversidade de ambientes, fotoperíodos e solos.

Até meados da década de 90, a maioria dos programas de melhoramento de soja do Brasil eram mantidos pelo setor público (Universidades, Embrapa e Empresas de Pesquisas Estaduais). Atualmente, o setor privado tem grande importância neste ramo, e empresas como a Monsanto, Pioneer e outras têm contribuído para a manutenção e desenvolvimento de novas cultivares.

De modo geral, os materiais genéticos em processo de melhoramento são cultivados em uma ampla gama de condições ambientais (Destro *et al.* 2001). Nessa situação, é comum que, diferentes genótipos sejam superiores nos diferentes ambientes, caracterizando a chamada interação genótipos com ambiente. Altos rendimentos somente são obtidos quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estágios de crescimento da soja (Gilioli *et al.* 1995).

O termo ambiente pode ser interpretado, no melhoramento, como uma série de condições sob as quais as plantas crescem, podendo envolver locais, épocas, anos, práticas culturais ou manejo, ou a combinação de todos esses fatores (Rocha, 2002). A diversidade das condições ambientais a que a cultura é submetida contribui para a ocorrência da interação cultivar versus ambiente, ou seja, para a alteração no desempenho relativo dos cultivares, em virtude da diferença de ambiente (Borém, 1997). O conhecimento e a avaliação dos componentes dessa interação é de grande importância para o melhoramento genético. Porém, esses não fornecem informações

pormenorizadas sobre o comportamento de cada cultivar frente às variações ambientais (Cruz & Regazzi, 1994). Assim, as análises de adaptabilidade e de estabilidade tornam-se necessárias e complementares.

Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram estudar o desempenho, a adaptabilidade e a estabilidade de 20 de genótipos de soja do programa de melhoramento da Monsanto do Brasil, Monsoy, para a macro-região sojícola 3, mais especificamente nas micro-regiões 301, 302 e 303, durante as safras de 2005/2006 e 2006/2007.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico

A soja foi domesticada no século XI a.c. na região da Manchúria (Hymowitz, 1970), seu provável centro de origem secundário (Xu et al., 1989). Após sua domesticação, foi disseminada posteriormente para a Europa, América do Norte e América do Sul. A sua introdução no ocidente deu-se a partir do século XVIII, quando em 1739 foi plantada, experimentalmente, na Europa. No continente americano, maior produtor mundial de soja, o primeiro relato sobre seu comportamento data de 1804. A soja foi introduzida no Brasil em 1882, na Bahia. No entanto, o cultivo comercial da cultura teve maior relevância econômica no início da década de quarenta, no Rio Grande do Sul, com o plantio de cultivares desenvolvidos no Sul dos Estados Unidos (Vernetti, 1983; Almeida e Kiihl, 1998).

2.2. Posição taxonômica

A espécie *Glycine max* (L.) Merrill possui $2n=40$ cromossomos e pertence à classe *Dicotyledoneae*, ordem *Rosales*, família *Leguminosae*, subfamília *Papilionaceae*, tribo *Phaseoleae*, gênero *Glycine* (Moench) (Dong et al., 2004). A soja cultivada (*G. max*) e a soja selvagem (*G. soja*) estão alocadas dentro do gênero *Glycine*. Essas espécies são alotetraplóides ($2n = 40$), com comportamento meiótico de um diplóide normal e são facilmente cruzadas, constituindo-se efetivamente em uma espécie simples (Probst e Judd, 1973; Singh e Hymowitz, 1988), apresentando alto grau de autopolinização e assim são consideradas como linhagens endogâmicas. Outras 22 espécies perenes são reconhecidas dentro do gênero *Glycine*, das quais *Glycine tabacina* e *Glycine tomentella* são neopoliploides ($2n=78, 80$) (Hymowitz, 2004). O genoma da soja possui tamanho médio de 1,115 milhões de pares de base por genoma haplóide (Shoemaker et al., 2003), tendo mais de 35% de heterocromatina na sua constituição, com o braço curto de seis dos 20 cromossomos bivalentes completamente heterocromáticos (Singh e Hymowitz, 1988).

2.3. Importância econômica

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, a principal cultura de exportação do país, sendo cultivada em 17 estados. Na safra de 2006, foram cultivados aproximadamente 22 milhões de hectares, com uma produção de 52,2

milhões de toneladas (IBGE, 2007). Nos Estados Unidos, maior produtor mundial do grão, a produção na safra de 2006/07 foi de 86,77 milhões de toneladas (CONAB, 2007). A participação da soja nas exportações brasileiras em 2006 foi de 9,3 bilhões de reais, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio e a Participação no PIB neste mesmo ano foi de 540,06 bilhões de reais (EMBRAPA, 2006).

Os dois maiores estados produtores brasileiros de soja são: Mato Grosso e Paraná, com uma produção de 15,359 e 11,916 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2008). A média de produtividade dos Estados Unidos na última safra foi de 45 sacas.ha⁻¹, ou seja, 2700 kg.ha⁻¹ (USDA, 2008). No estado de Goiás, o cultivo da soja começou em 1969 com uma produção inicial de 1.573 toneladas. A expansão da soja no estado pode ser explicada por vários fatores, dentre eles: o esgotamento das fronteiras agrícolas do Rio Grande do Sul e do Paraná; os incrementos dos incentivos concedidos a outras culturas, a exemplo do milho e da cana-de-açúcar e, ainda, a grande capacidade de expansão da lavoura goiana, com a existência de climas favoráveis (Vieira, 2002).

A agricultura no Estado de Goiás representa 27,60% do PIB goiano, sendo que a produção de soja contribui com 10,8%. No ano de 1998, o estado produziu 6,7 milhões de toneladas de grãos, sendo 3,4 milhões de soja. A soja destaca-se entre as principais culturas do estado, tanto em área plantada e colhida, como em rendimento obtido (produtividade). No ano de 2000, chegou a 2.729 kg.ha⁻¹, melhor que a do ano anterior que foi de 2.565 kg.ha⁻¹, conforme dados do IBGE (2007).

2.4. Características da cultura

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, apresentando variabilidade para características morfológicas, as quais podem ser fortemente influenciadas pelo ambiente (Müller, 1981; Sedyama et al., 1996).

Os cultivares de soja possuem ciclo de vida que pode variar de 75 a 210 dias, dependendo das condições locais como umidade, temperatura, latitude, altitude, dentre outras (Sedyama et al., 2005). Os cultivares são classificados em grupos de maturação, e são denominados, em geral, como precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio. Entretanto, em relação ao número de dias para maturação, esses grupos divergem entre as variadas regiões de adaptação. Desta maneira, uma mesma cultivar pode alcançar diferentes ciclos, conforme as condições de manejo e, principalmente, das condições edafoclimáticas de regiões distintas (Embrapa, 2006).

Quanto ao hábito de crescimento, as cultivares são classificadas como: determinado (em que, logo após o início do florescimento, a planta praticamente paralisa o crescimento, podendo crescer somente 10% de sua altura final); semideterminado (quando, após o início do florescimento, a planta cresce ainda cerca de 30% de sua altura final); indeterminado (em que as plantas, após seu florescimento, dobram de tamanho). De acordo com Sedyama et al. (2005), as cultivares de hábito determinado e semideterminado predominam no Brasil devido à melhor resistência ao acamamento. A resistência ao acamamento é outra característica importante para o desenvolvimento de novos cultivares, levada em consideração principalmente durante o processo de colheita. Várias outras características de interesse agrônomo são relevantes para o processo de melhoramento como a deiscência de vagens e qualidade das sementes. Esta última deve atender alguns critérios como ausência ou presença de rachaduras, uniformidade, ataque de fungos, enrugamento do tegumento, dentre outros (Sedyama et al., 1981).

2.5. Melhoramento da soja

Os programas de melhoramento da soja, de maneira geral, objetivam a obtenção de cultivares com finalidades diversas (Toledo et al., 1994), e que apresentem alta produtividade e estabilidade de produção em ambientes variados. A estabilidade é conferida pela introdução de resistência às doenças, aos nematóides e aos insetos e de características especiais como tolerância aos solos ácidos, raiz profunda e alta qualidade fisiológica da semente, tornando a planta tolerante a fatores adversos que comprometem a produção (Almeida e Kiihl, 1998).

No melhoramento genético da soja, normalmente, estão envolvidas várias fases, desde o desenvolvimento das populações, processos de seleção e avaliações das linhagens (Almeida & Kiihl, 1998). Primeiramente, são desenvolvidas as populações segregantes, através de hibridações artificiais, para atender aos objetivos gerais e específicos dos programas de melhoramento. Essas populações são conduzidas por várias gerações até que se obtenha homozigose. A partir de populações em gerações mais avançadas, são selecionadas plantas para o estabelecimento de testes de progênies e seleção de linhagens possuindo características agrônomicas desejáveis. Posteriormente, avalia-se produtividade e estabilidade de produção em um grande número de linhagens. Necessariamente, na seleção de genótipos superiores, é obrigatório empregar ensaios de avaliação, repetidos em vários ambientes (locais e

anos), para poder identificar a interação do genótipo com o ambiente e a possível adaptação em função da produtividade e da estabilidade.

Os métodos de melhoramento mais utilizados no avanço de gerações das populações segregantes são: genealógico (pedigree), população (bulk), genealógico modificado (SSD - single seed descent) e retrocruzamento simples. O Método Descendente de uma Única Semente, mais conhecido como SSD (Single Seed Descent) prevê que uma semente F3 de cada indivíduo F2 da população seja colhida aleatoriamente e agrupada para constituir a geração F3, sendo esta agrupada e plantada, e uma semente F4 de cada indivíduo F3 é colhida na época da maturação, repetindo até a geração F5, selecionando-se após, plantas individuais que são submetidas ao teste de progênie (Borém, 2001). Este método permite o fornecimento de máxima variância genética entre as linhagens na população final, além de poder ser conduzido fora da região de adaptação.

Após a aplicação de um determinado método de melhoramento, as plantas serão selecionadas para o estabelecimento dos testes de progênies, geralmente a partir da geração-F5, pois já possuem alto grau de homozigose. Considera-se, no processo de seleção, o aspecto das progênies quanto às características agronômicas tais como: uniformidade do ciclo, hábito de crescimento, porte, atributos gerais para produtividade e resistências à deiscência das vagens, ao acamamento e às doenças, além de outras características de interesse (Sediyama et al., 2005).

Após a identificação e seleção das linhagens, estas serão avaliadas em diferentes ambientes. No processo de avaliações regionais, as linhagens são classificadas em grupos de maturação. Dessa maneira, o ciclo do genótipo deixa de ter efeito significativo entre os tratamentos dentro de um mesmo experimento. As linhagens são separadas em experimentos constituídos por dois ou mais grupos de maturação, com uma seqüência cronológica composta de quatro etapas de avaliações: preliminar 1, preliminar 2, intermediária e final. As avaliações preliminares geralmente envolvem um número maior de linhagens. A avaliação intermediária é realizada em maior número de ambientes que podem variar de cinco ou mais locais em cada estado ou região. Nos ensaios preliminares e intermediários, as linhagens são avaliadas por um ano e no ensaio final por, no mínimo, dois anos. Desta maneira, somente são recomendadas as linhagens que, em função de suas boas qualidades, possam contribuir para o aumento da produtividade e a estabilidade do cultivo (Sediyama et al., 2005).

O método do retrocruzamento é utilizado com o objetivo de incorporar características importantes em cultivares elites ou no desenvolvimento de populações envolvendo parentais não adaptados. O método de introduções é mais aplicado em programas de melhoramento dependentes de germoplasma melhorado (linhagens e cultivares), desenvolvido em outros programas. A escolha dos parentais envolvidos nas hibridações depende dos objetivos estabelecidos no programa de melhoramento. De modo geral, as cultivares possuem vários caracteres agronômicos que necessitam serem melhorados. Fontes de genes para caracteres qualitativos e quantitativos estão disponíveis em cultivares comerciais, linhagens e nos Bancos de Germoplasma. Quando o objetivo do melhoramento é uma característica qualitativa, como resistência a uma determinada doença, a escolha recai em cultivares e linhagens adaptadas e genótipos com fonte de gene(s) para resistência. Para característica quantitativa, como a produtividade, obtêm-se um sucesso maior com o cruzamento envolvendo genótipos produtivos.

2.6. Interação genótipo x ambiente

As avaliações das linhagens de soja para recomendação comercial são conduzidas em ambientes diferentes, com um maior número de genótipos. Deste modo, pode haver interação entre genótipo e ambiente, ou seja, diferentes genótipos podem ser superiores em diferentes ambientes. Assim, por representarem caracteres cuja variação é contínua (caracteres quantitativos), suas expressões fenotípicas resultam, além dos efeitos genotípicos (G), nos efeitos ambientais (E) e das interações genótipos x ambientes (G x E) (Rocha, 1998).

A interação G x E pode ser simples, quando é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, e pode ser complexa, quando denota a falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes distintos e indica haver inconsistência na superioridade de genótipos com variação ambiental (Robertson, 1959). Somente quando ocorre interação complexa haverá dificuldades no melhoramento (Cruz e Regazzi, 1994; Cruz e Carneiro, 2006). A interação genótipo x ambiente pode ser reduzida, utilizando-se cultivares específicos para cada ambiente, ou utilizando-se cultivares com ampla adaptação e boa estabilidade e, além disso, pode-se estratificar a região considerada em sub-regiões com características ambientais semelhantes, dentro da qual a interação passa a ser não significativa (Allard & Bradshaw, 1964, Ramalho et al., 1993). Neste contexto, Gauch e Zobel (1997)

discutiram que a subdivisão de áreas pode favorecer a exploração de adaptações específicas. A resposta relativa dos genótipos de acordo com a variação dos ambientes foi classificada como: previsível, no qual incluem todos os fatores permanentes do ambiente, e imprevisível, que incluem as variações ambientais (Allard e Bradshaw, 1964).

O método mais utilizado para avaliação da interação $G \times E$ é a análise de variância, através da análise conjunta de experimentos. A magnitude das interações $G \times E$ é determinada pelo teste F. As interações $G \times E$ são detectadas como um padrão de resposta diferencial e significativa dos genótipos, entre ambientes. No sistema biológico, isto ocorre quando as contribuições ou nível de expressão dos genes regulando o caráter diferem entre ambientes. De acordo com Basford e Cooper (1998), essa contribuição dos genes para a expressão de um caráter é considerada ser a base biológica das interações $G \times E$. As causas da interação $G \times E$ também têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado (Cruz e Regazzi, 1994).

Fatores abióticos podem influenciar de maneiras diferentes entre os locais e anos de cultivo, contribuindo para as interações $G \times E$ (Câmara, 1998). O desenvolvimento normal da planta de soja é influenciado diretamente por vários fatores como: fotoperíodo, umidade do solo, temperatura, radiação solar, aeração e pelos minerais do solo e, indiretamente, pela latitude, altitude, topografia, textura e estrutura do solo (Lucchesi, 1987). Por exemplo, um dos efeitos típicos do fotoperíodo observado na cultura da soja é a redução do período entre emergência das plântulas à floração, tendo como consequência a redução do ciclo da cultura. Assim sendo, a medida que uma cultivar é levada para latitudes menores ou quando a sua semeadura é retardada, suas plantas apresentam menor altura e menor produção (Sediyama et al., 1972). Os fatores bióticos também têm contribuído em maior ou menor escala para as interações $G \times E$. Dentre eles, as doenças e pragas destacam-se como os fatores bióticos que mais têm influenciado no comportamento diferencial dos genótipos de soja entre ambientes (Rocha, 1998).

2.7. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica

Segundo Cruz e Carneiro (2006), uma das alternativas para amenizar a influência da interação $G \times E$ é a recomendação do emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. As análises de adaptabilidade e estabilidade fornecem as informações mais detalhadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às

variações ambientais em condições específicas ou amplas (Cruz e Regazzi, 1994). A adaptabilidade de uma variedade refere-se à sua capacidade de aproveitar vantajosamente as variações ambientais. A estabilidade refere-se à sua capacidade de apresentar um comportamento altamente previsível com as variações ambientais (Cruz e Regazzi, 1994, Borém, 2001).

As metodologias mais usadas em soja para analisar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos são aquelas baseadas em regressão linear. Vários trabalhos utilizaram o método proposto por Eberhart & Russel (1966) em soja (Duarte et al., 1994; Ablett et al., 1994; Scott et al., 1994; Raut et al., 1997; Alliprandini et al., 1998; Galvão et al., 1998; Mohanty et al., 1999; Sood et al., 1999; Lima et al., 2000; Mauro et al., 2000, Prado et al., 2001), os quais identificaram genótipos com adaptação ampla (estáveis) e com adaptação específica a ambientes favoráveis (produtividade média alta) e desfavoráveis (produtividade média baixa). Outras metodologias têm sido utilizadas para analisar a adaptabilidade e estabilidade em soja, como o método AMMI – Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Model (Pacheco et al., 2003; Silva e Duarte, 2006) e as metodologias não-paramétricas como Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992), também têm sido propostas na literatura para análises de genótipos de soja (Carvalho et al., 2002, Silva e Duarte, 2006).

A forma comumente utilizada para comparar as metodologias é através da correlação entre os parâmetros que medem a adaptabilidade e estabilidade fenotípica. As correlações mais usadas são as de Spearman e Pearson. Essa abordagem tem como principal objetivo verificar similaridades ou divergências das metodologias citadas quanto ao ordenamento dos genótipos com os ambientes. Silva e Duarte (2006) compararam nove métodos de avaliação de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja e concluíram que 40% das correlações estimadas apresentaram significância estatística, sugerindo, desta maneira, um grau de associação entre os métodos estudados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Regiões e locais de implementação dos ensaios

Os ensaios foram implementados na Macro-região sojícola 3, mais especificamente nas micro-regiões 301, 302 e 303, durante duas safras consecutivas (2005/2006 e 2006/2007), visando analisar o comportamento de diferentes linhagens nas diferentes micro-regiões (TABELA 1). A FIGURA 1 apresenta o Brasil subdividido em 5 macro-regiões e 29 micro-regiões (ou regiões) sojícolas.

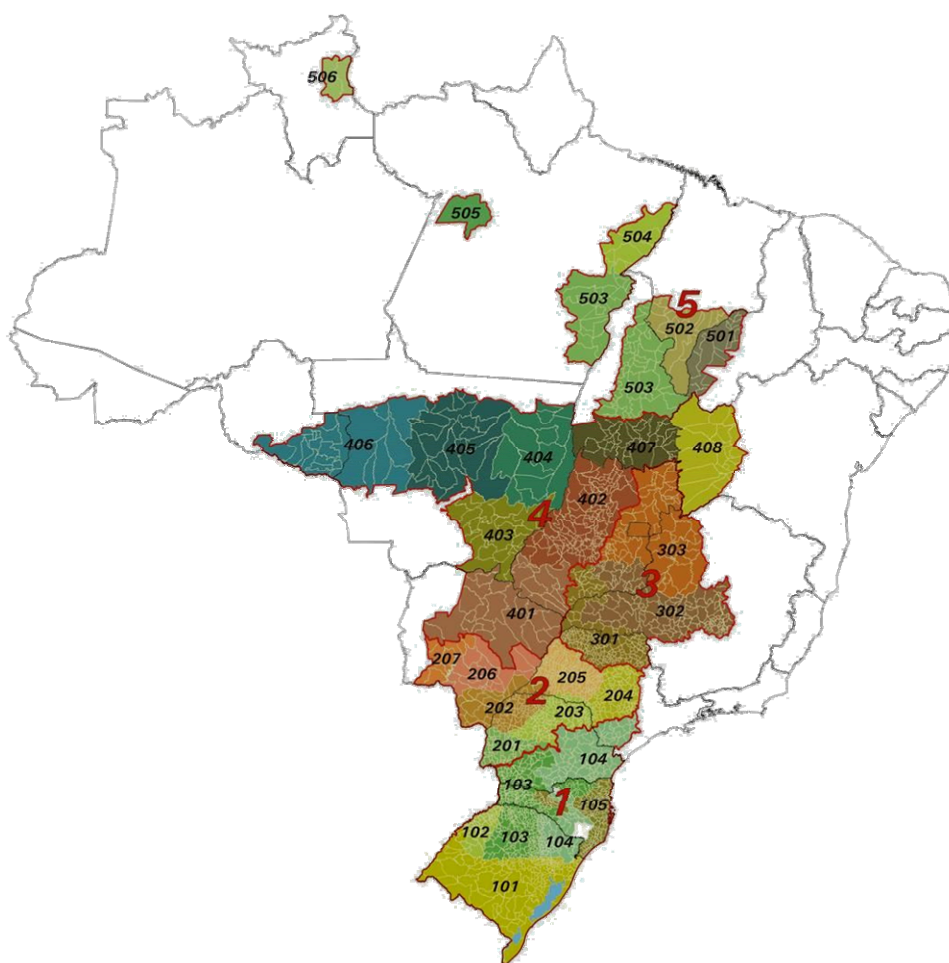


FIGURA 1. Mapa do Brasil subdividido nas macro e micro-regiões sojícolas (Fonte: KASTER & FARIAS, 2002).

TABELA 1. Regiões e municípios avaliados durante as safras agrícolas.

Locais	Regiões	Municípios	Estado	Safras
L1	Região 301	Edéia	GO	2005/2006
L2	Região 301	Santa Helena de Goiás	GO	2005/2006
L3	Região 302	Morrinhos 1	GO	2005/2006
L4	Região 302	Morrinhos 2	GO	2005/2006
L5	Região 303	Vianópolis	GO	2005/2006
L6	Região 302	Uberlândia	MG	2005/2006
L7	Região 301	Edéia	GO	2006/2007
L8	Região 301	Santa Helena de Goiás	GO	2006/2007
L9	Região 301	Tupaciguara 2	MG	2006/2007
L10	Região 301	Barretos	SP	2006/2007
L11	Região 301	Goiatuba	GO	2006/2007
L12	Região 302	Tupaciguara 1	MG	2006/2007
L13	Região 302	Morrinhos 1	GO	2006/2007
L14	Região 302	Morrinhos 2	GO	2006/2007
L15	Região 303	Vianópolis	GO	2006/2007
L16	Região 302	Uberlândia	MG	2006/2007

Os ensaios foram conduzidos em oito municípios de três estados: Goiás, Minas Gerais e São Paulo, detalhados nas FIGURAS 2, 3 e 4.

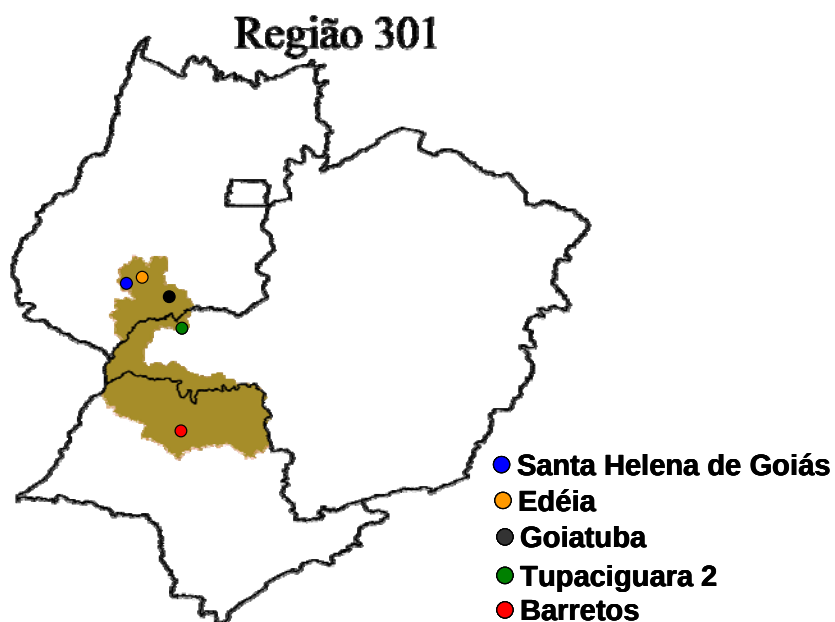


FIGURA 2. Região Sojícola 301, com os respectivos locais de testes.



FIGURA 3. Região Sojícola 302, com os respectivos locais de testes.



FIGURA 4. Região Sojícola 303, com o respectivo local de testes.

3.2. Caracterização dos ambientes testados na Safra Agrícola 2005/2006

Morrinhos 1 e 2/GO

Altitude: 850 metros;

Latitude: S 17° 53’;

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: início de Novembro (Morrinhos 1) e final de novembro (Morrinhos 2).

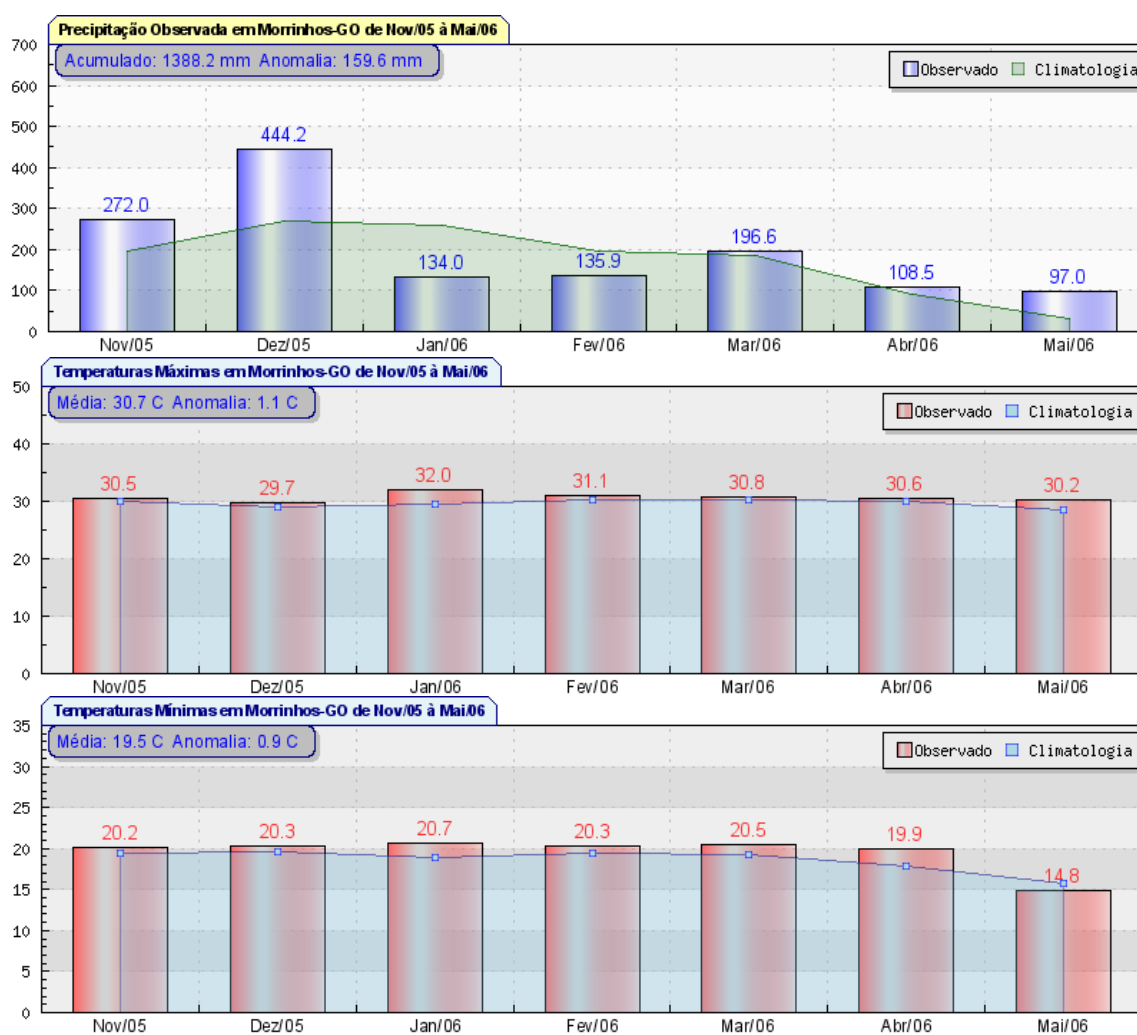


FIGURA 5. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Morrinhos, referentes ao período do ensaio de novembro de 2005 a maio de 2006 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Santa Helena de Goiás/GO

Altitude: 560 metros;

Latitude: S 18° 05';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

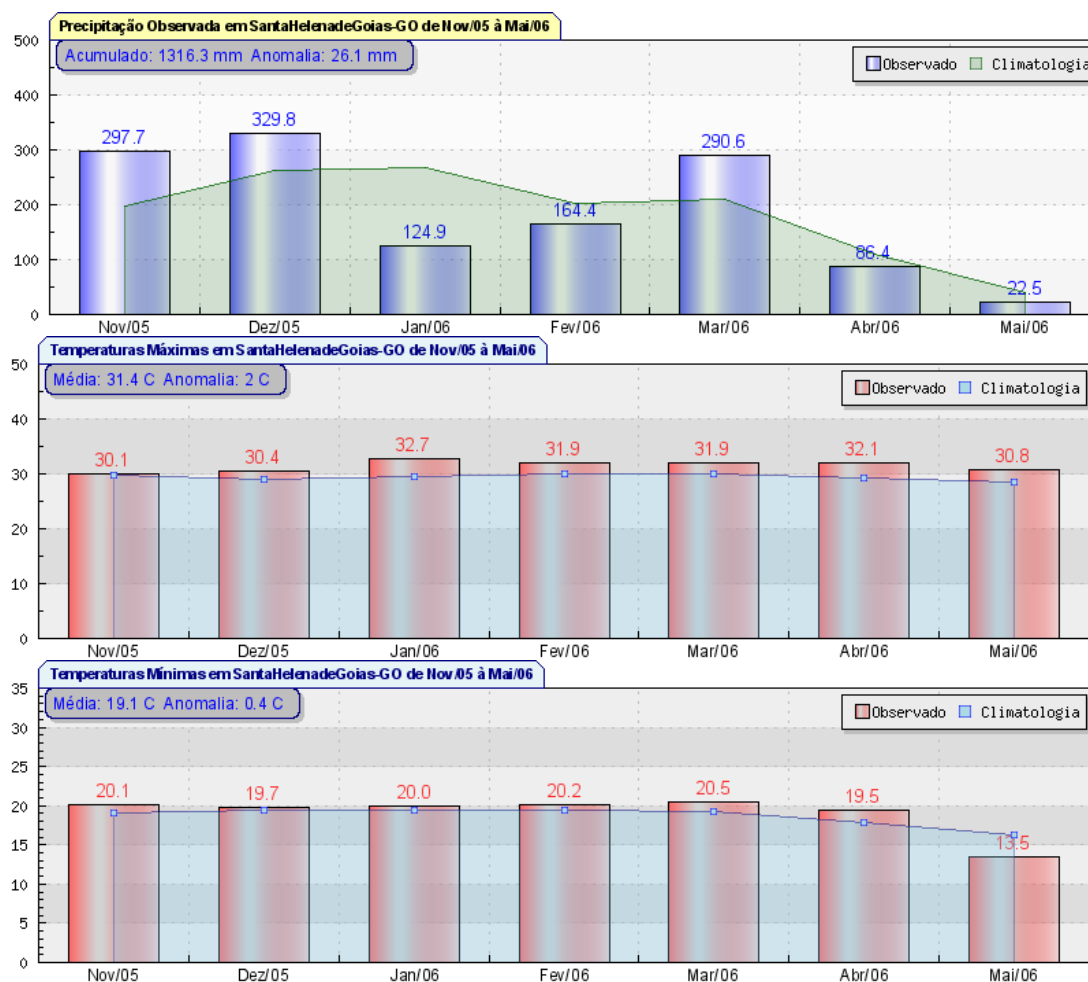


FIGURA 6. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Santa Helena de Goiás, referentes ao período do ensaio de novembro de 2005 a maio de 2006 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Edéia/GO

Altitude: 521 metros;

Latitude: S 17° 25';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

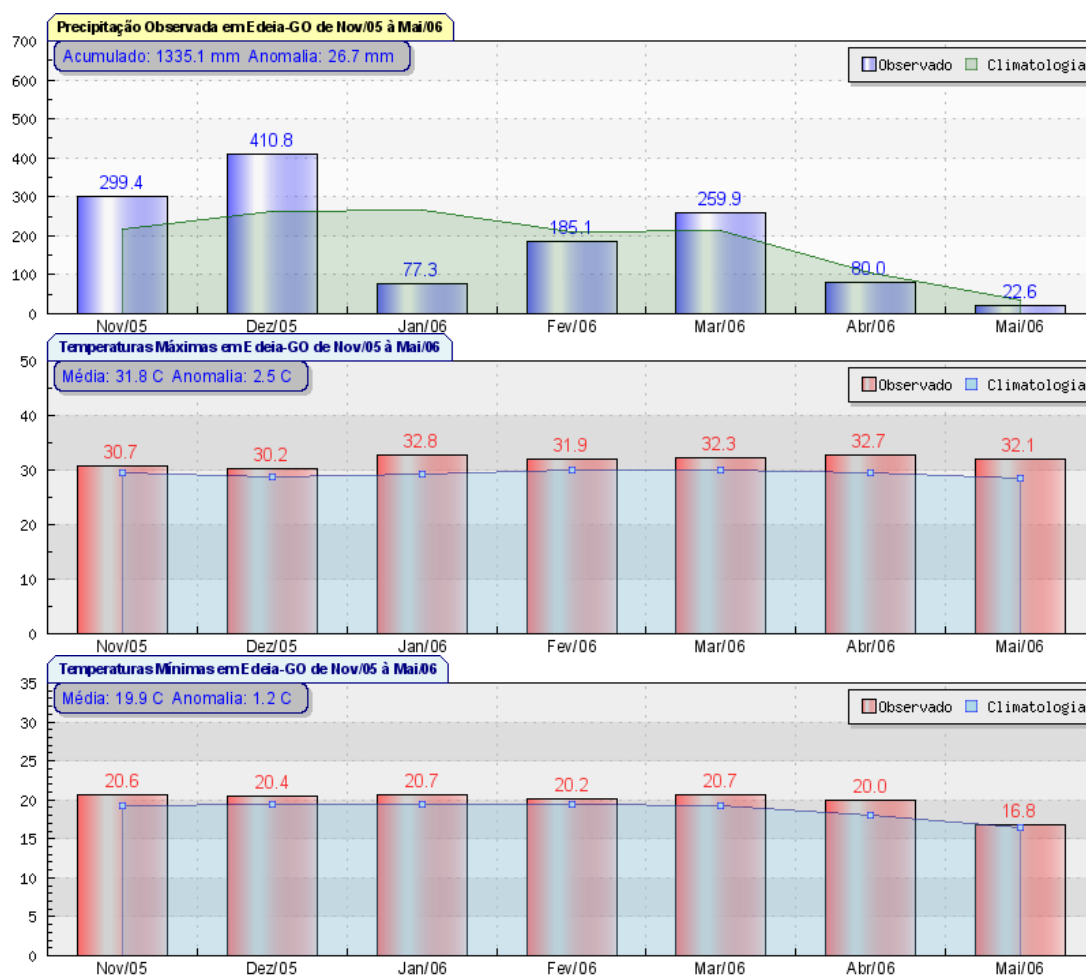


FIGURA 7. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Edeia, referentes ao período do ensaio de novembro de 2005 a maio de 2006 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Vianópolis/GO

Altitude: 1000 metros;

Latitude: S 16° 74';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

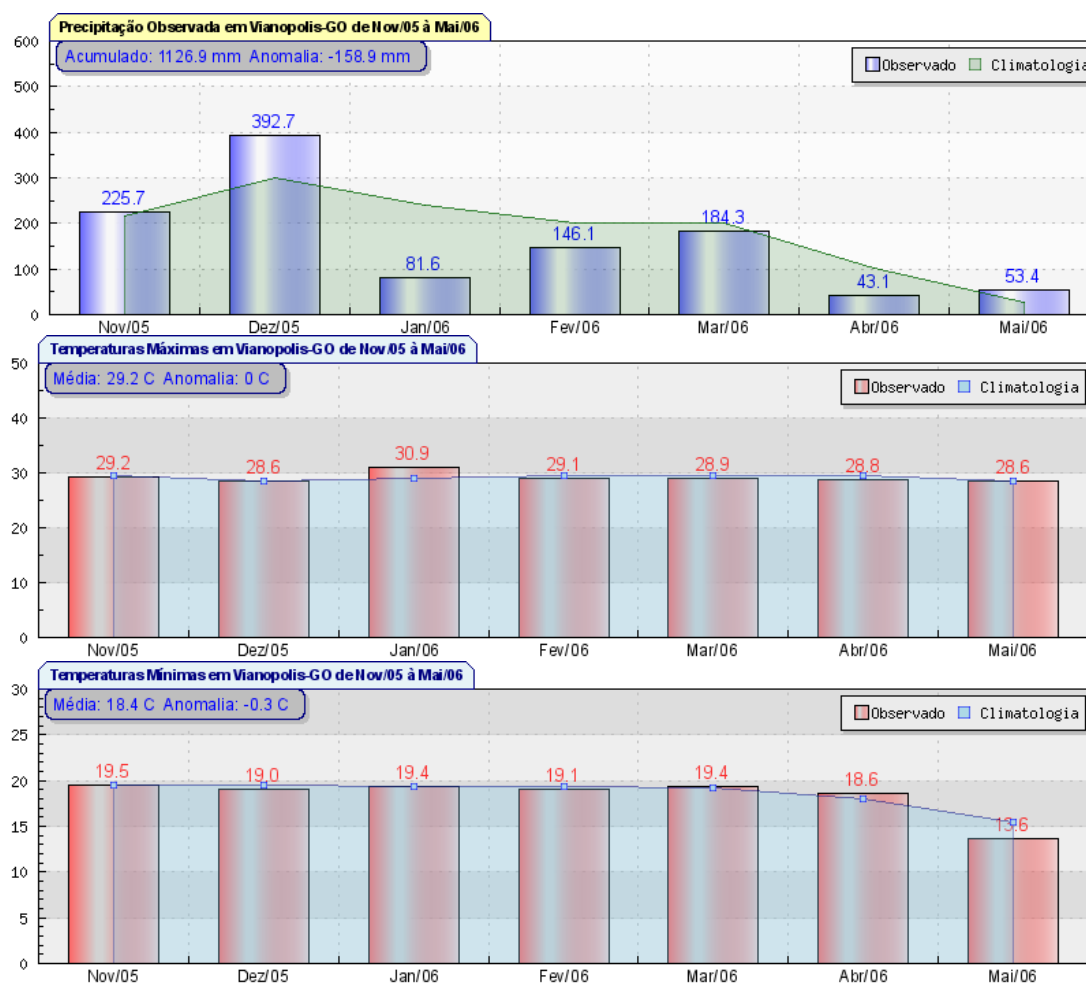


FIGURA 8. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Vianópolis, referentes ao período do ensaio de novembro de 2005 a maio de 2006 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Uberlândia/MG

Altitude: 970 metros;

Latitude: S 18° 54';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

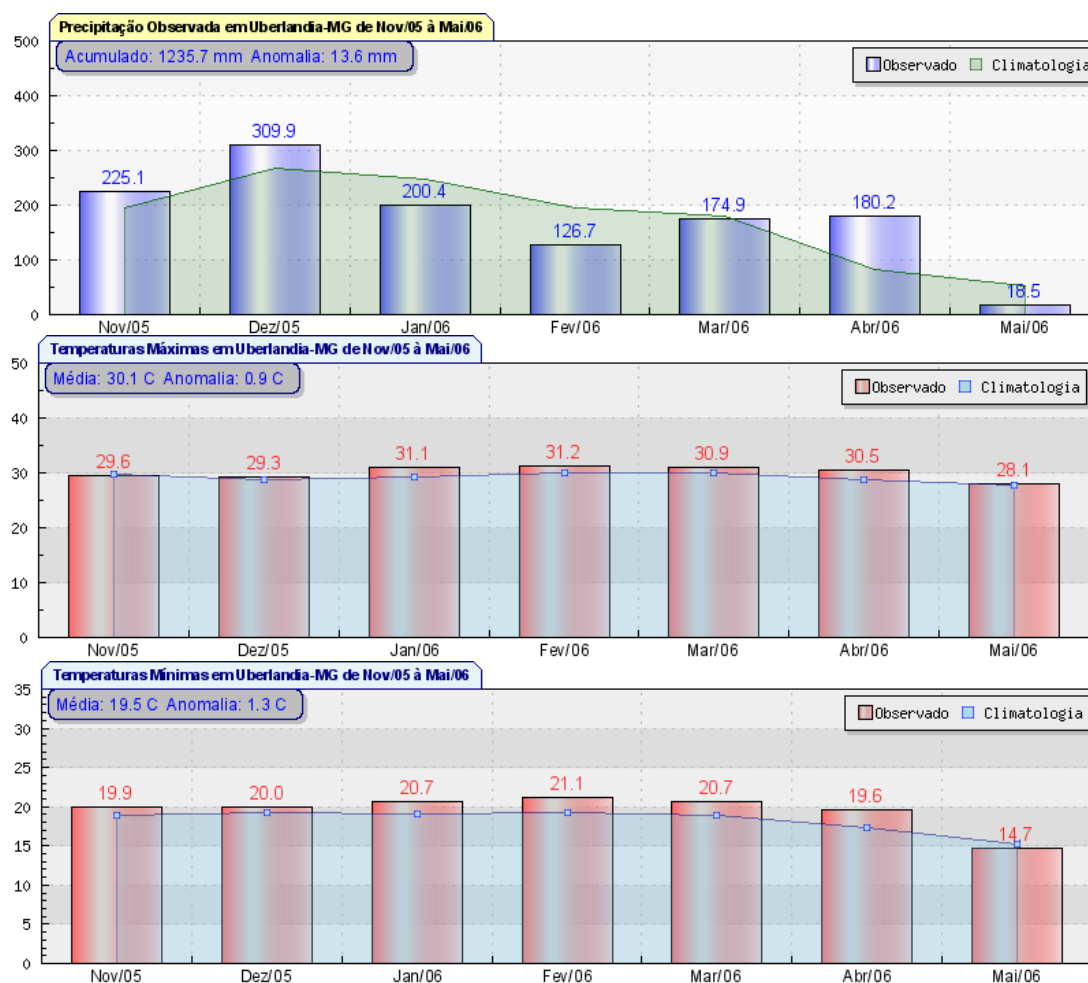


FIGURA 9. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Uberlândia, referentes ao período do ensaio de novembro de 2005 a maio de 2006 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

3.3. Caracterização dos ambientes testados na Safra Agrícola 2006/2007

Barretos/SP

Altitude: 500 metros;

Latitude: S 20° 28' 34";

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-escuro;

Época de plantio: Novembro.

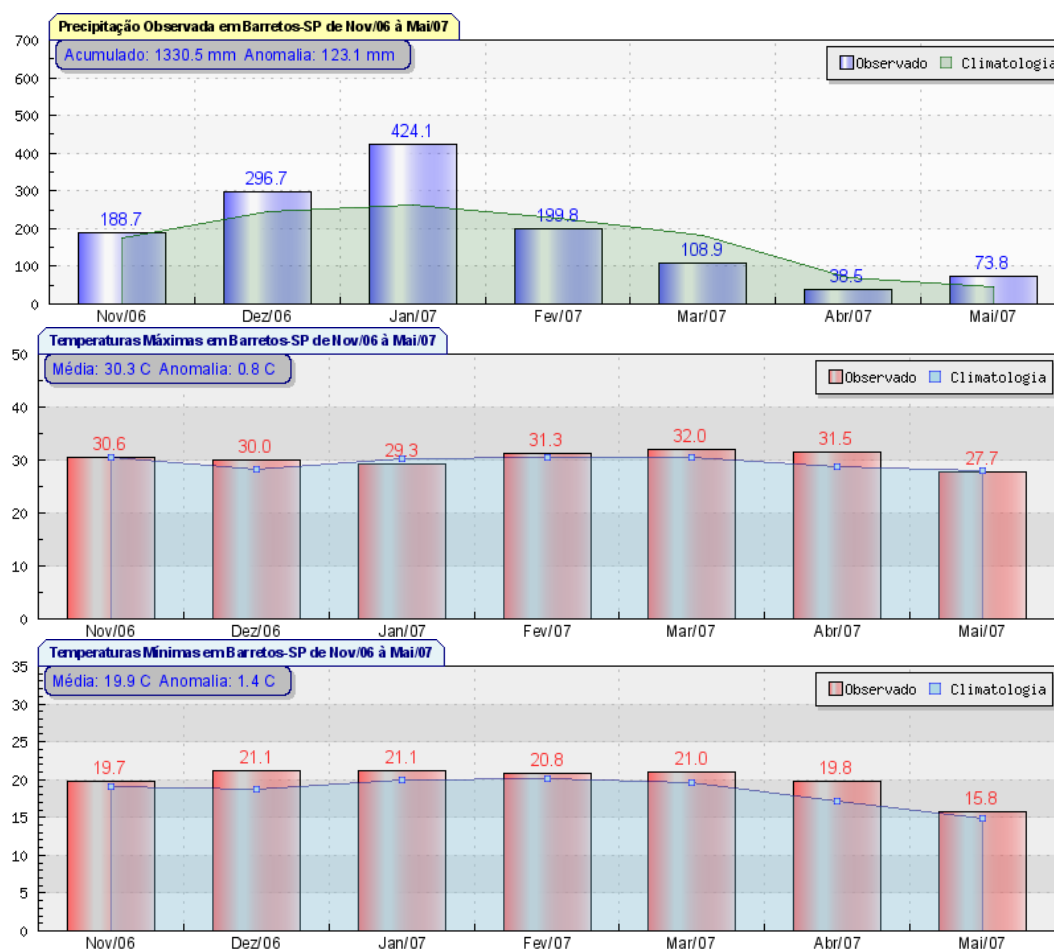


FIGURA 10. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Barretos referente ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Santa Helena de Goiás/GO

Altitude: 560 metros;

Latitude: S 18° 05';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

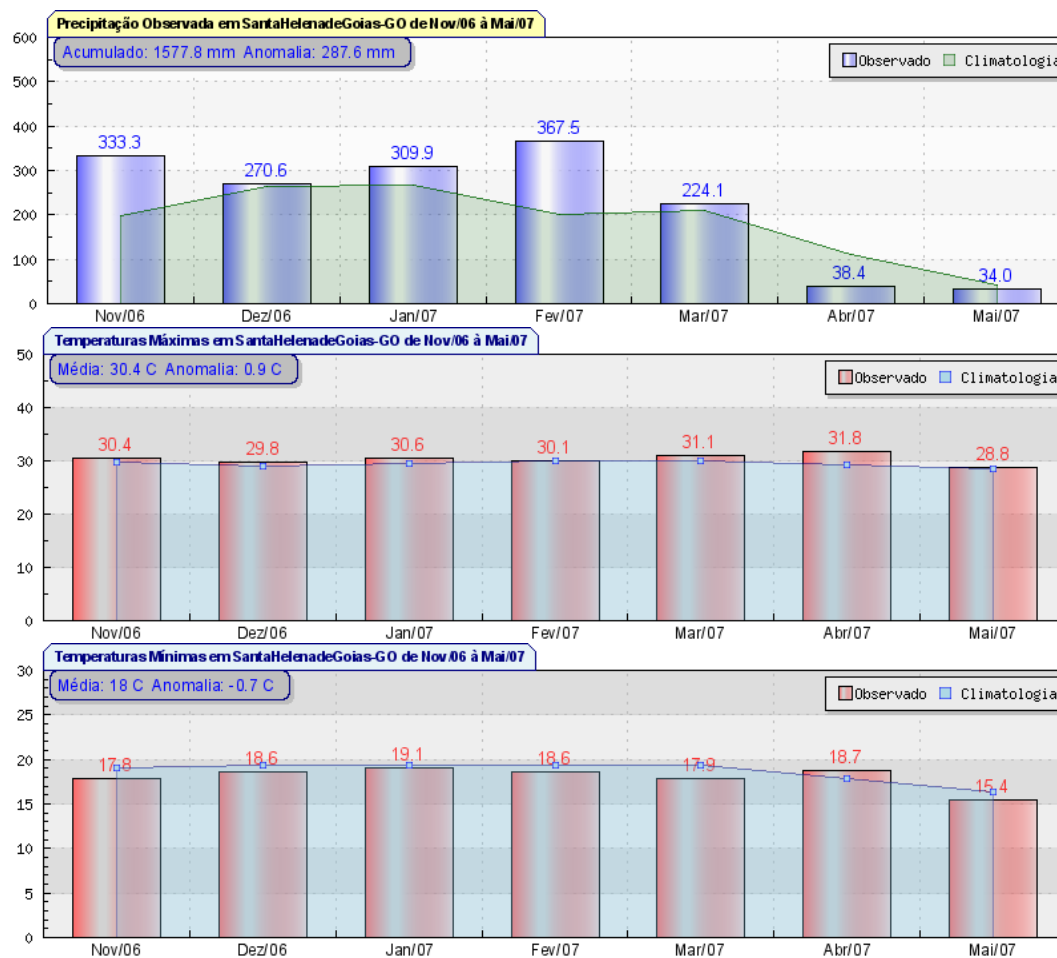


FIGURA 11. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Santa Helena de Goiás, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Morrinhos 1 e 2/GO

Altitude: 850 metros;

Latitude: S 17° 53';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: início de Novembro (Morrinhos 1) e final de novembro (Morrinhos 2).

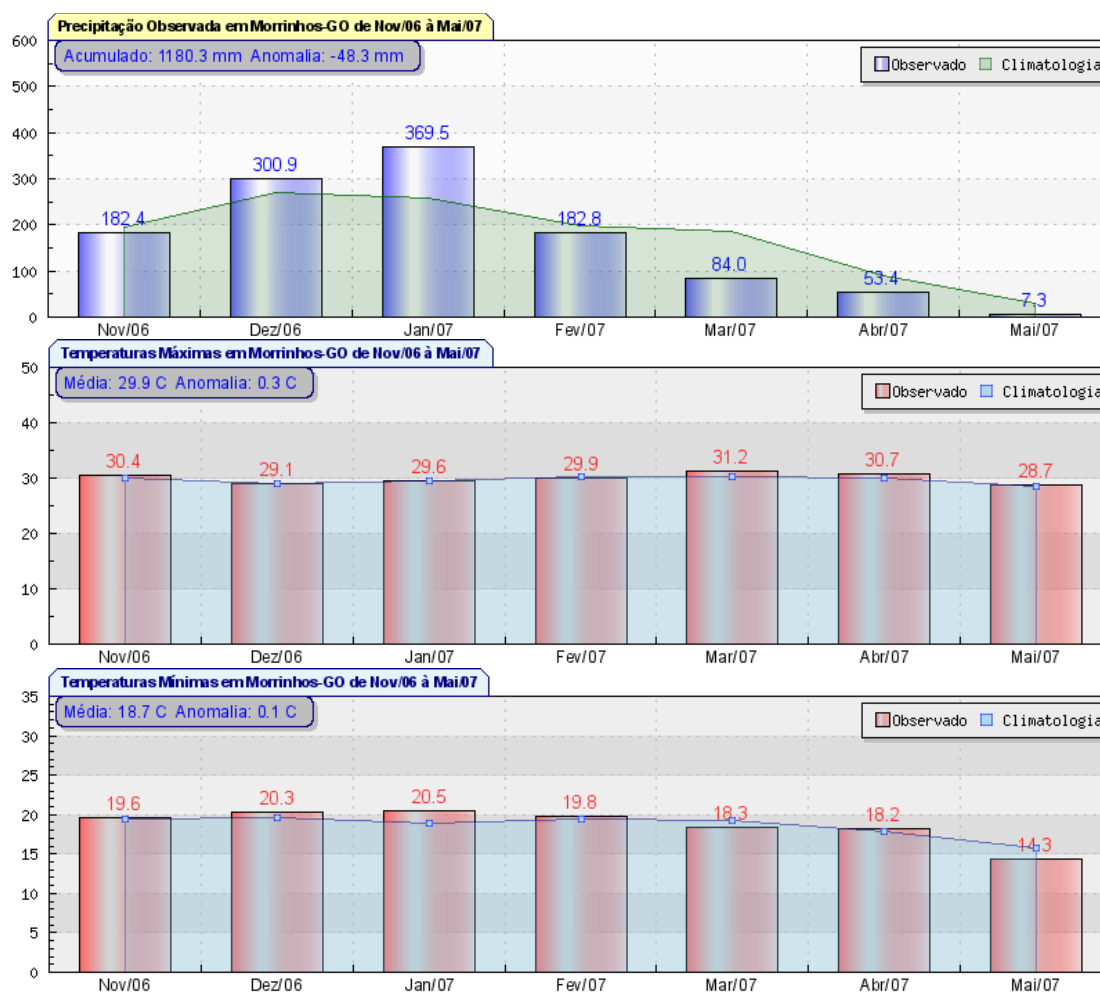


FIGURA 12. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Morrinhos, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Vianópolis/GO

Altitude: 1000 metros;

Latitude: S 16° 74';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

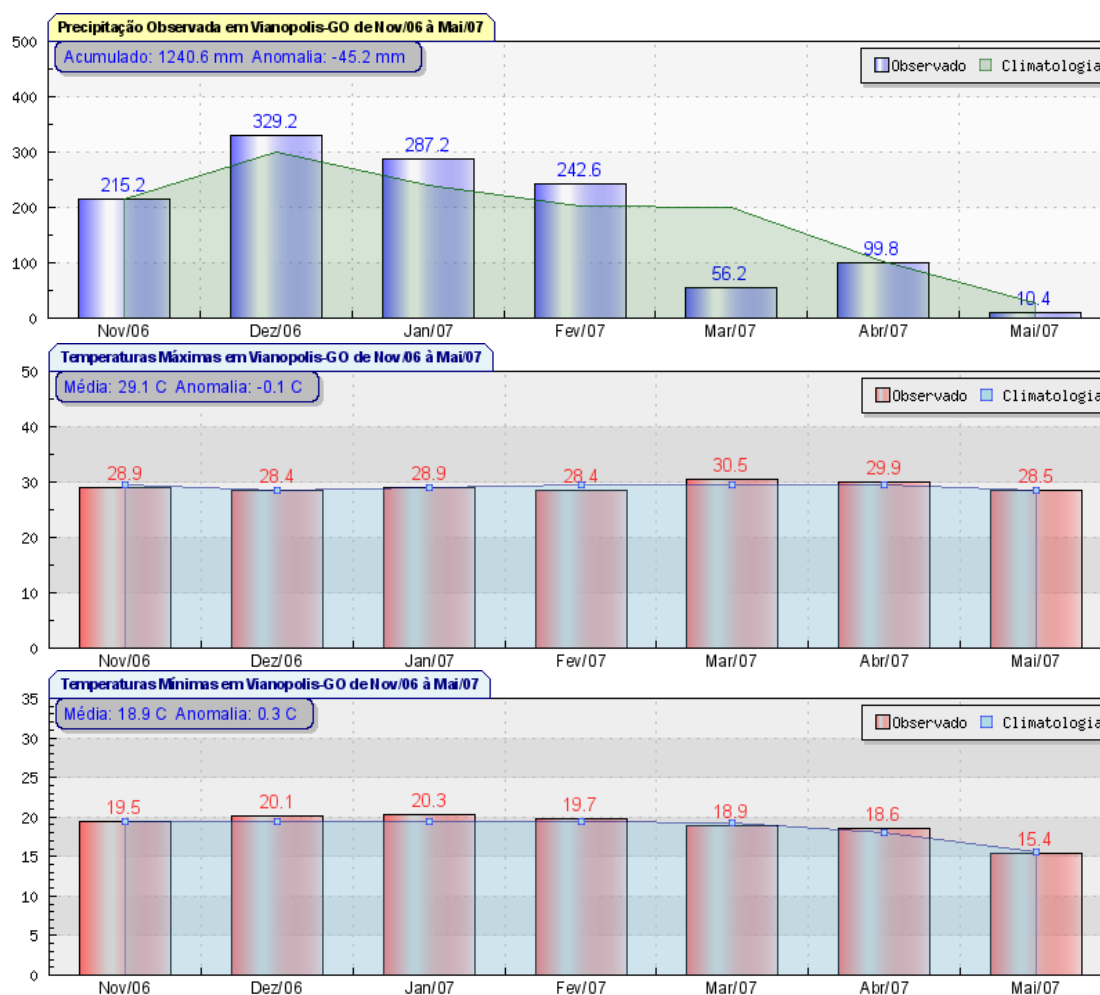


FIGURA 13. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Vianópolis, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Edéia/GO

Altitude: 521 metros;

Latitude: S 15° 25' 13";

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

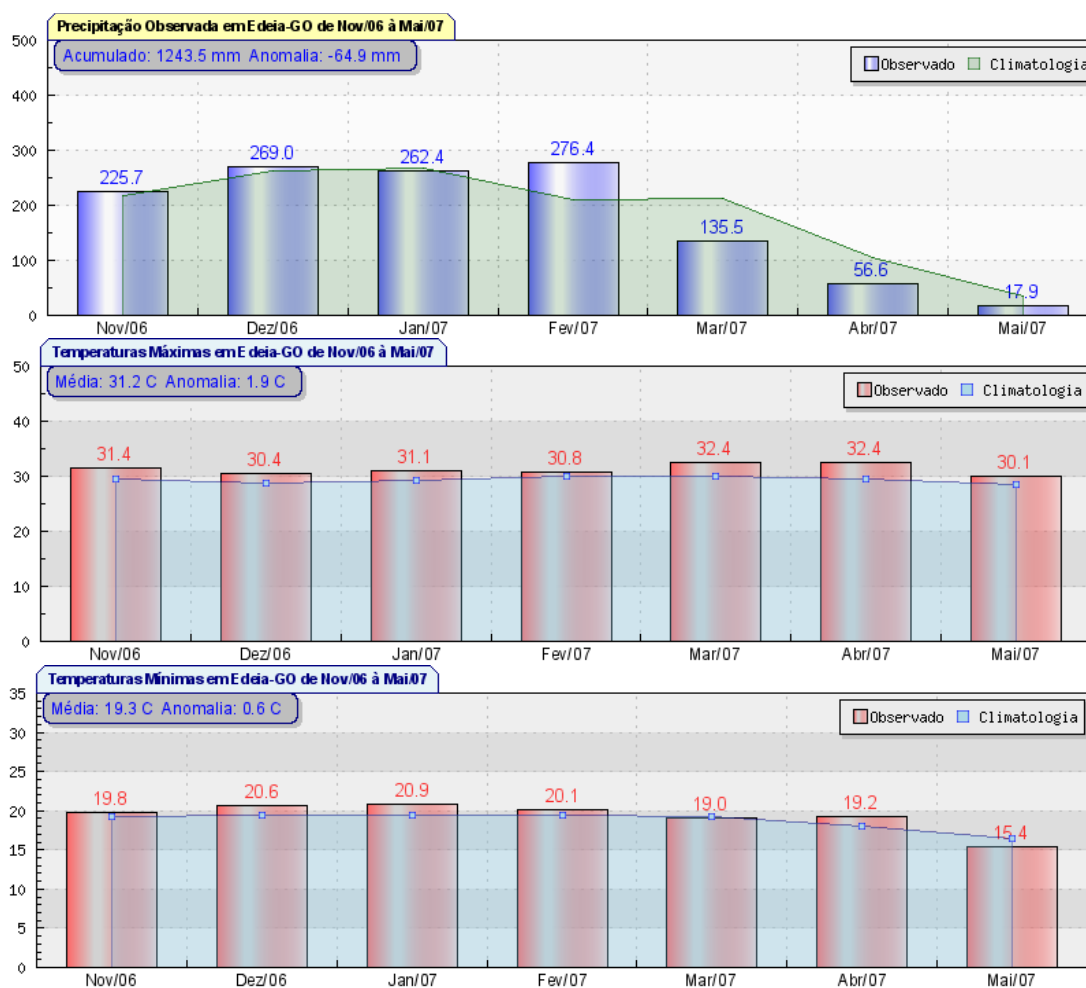


FIGURA 14. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Edeia, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Goiatuba/GO

Altitude: 623 metros;

Latitude: S 18° 00';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

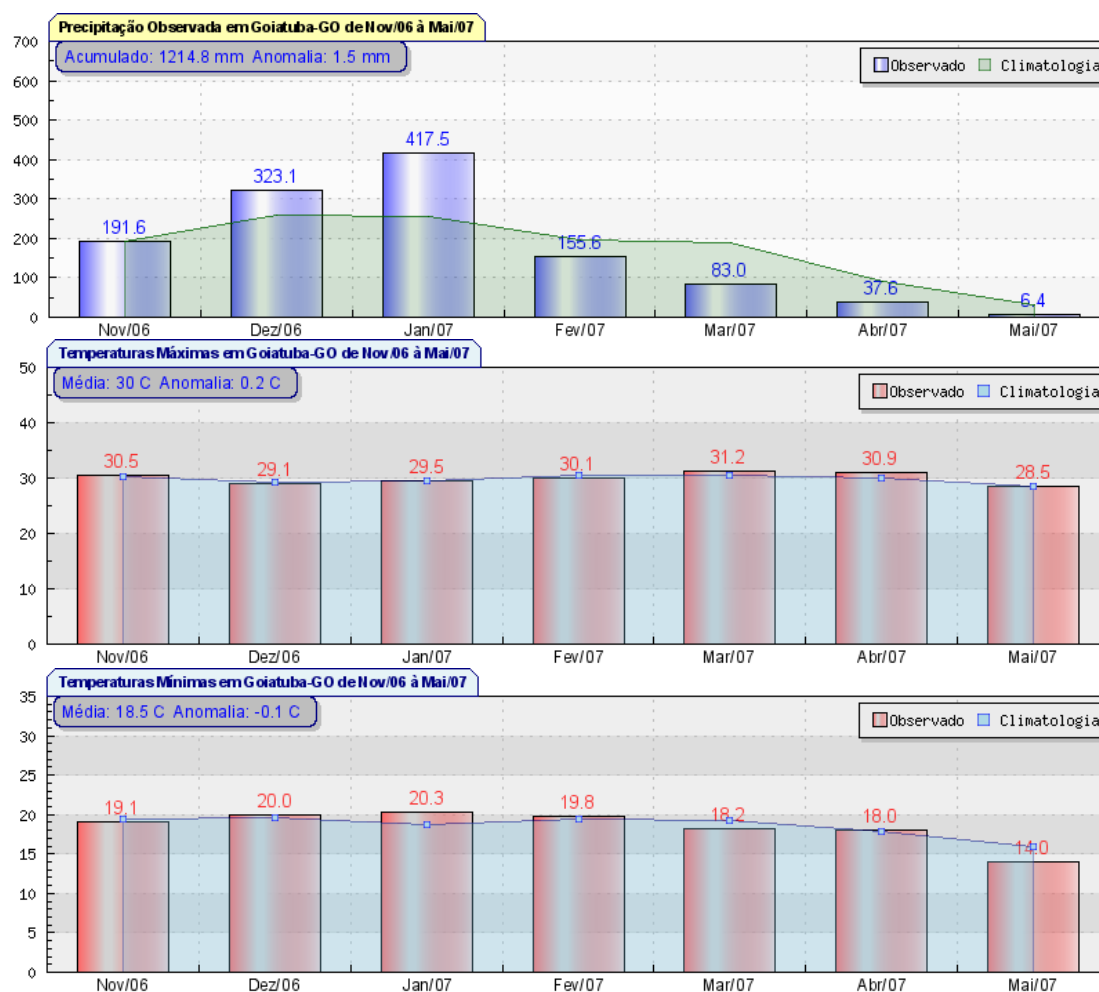


FIGURA 15. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Goiatuba, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Uberlândia/MG

Altitude: 970 metros;

Latitude: S 18° 54';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

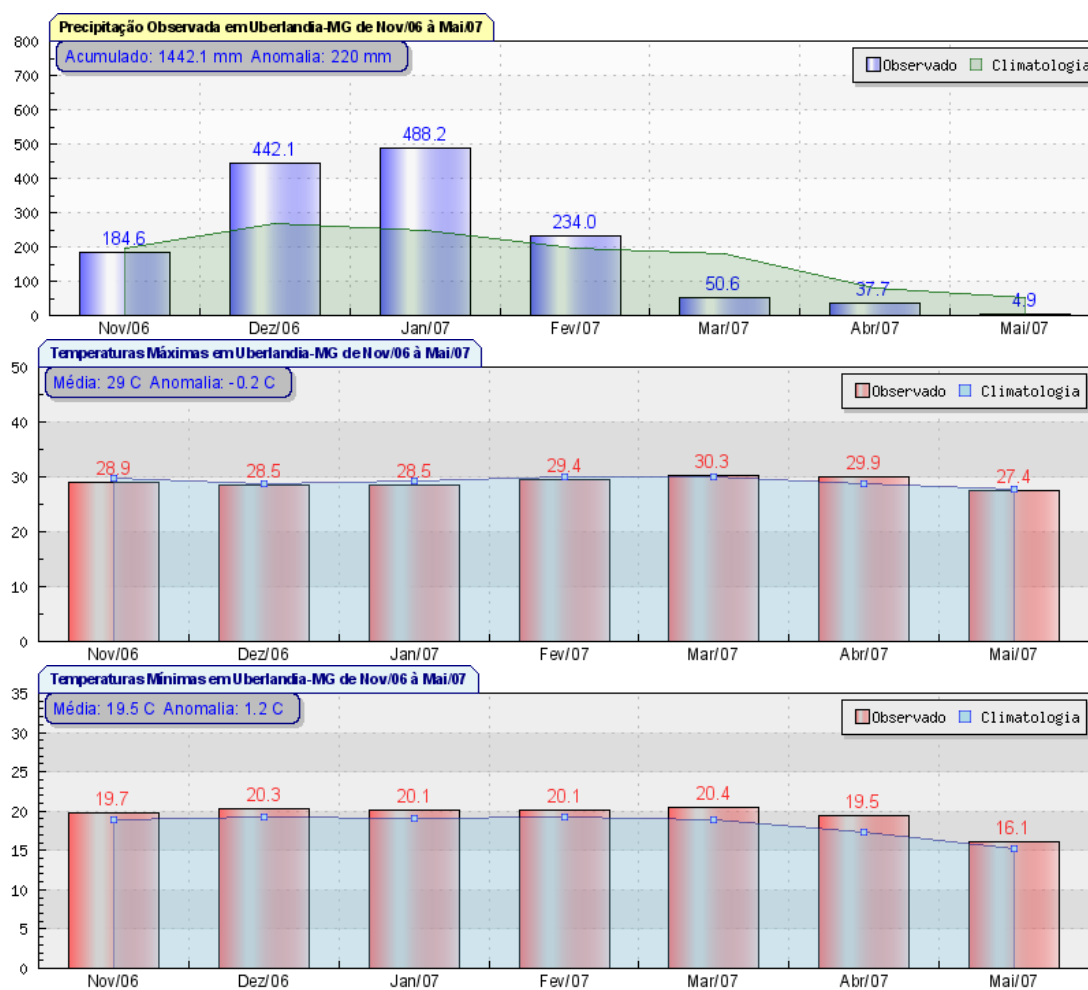


FIGURA 16. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Uberlândia, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Tupaciguara 1/MG

Altitude: 910 metros

Latitude: S 18° 32' 39"

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico

Época de plantio: Novembro.

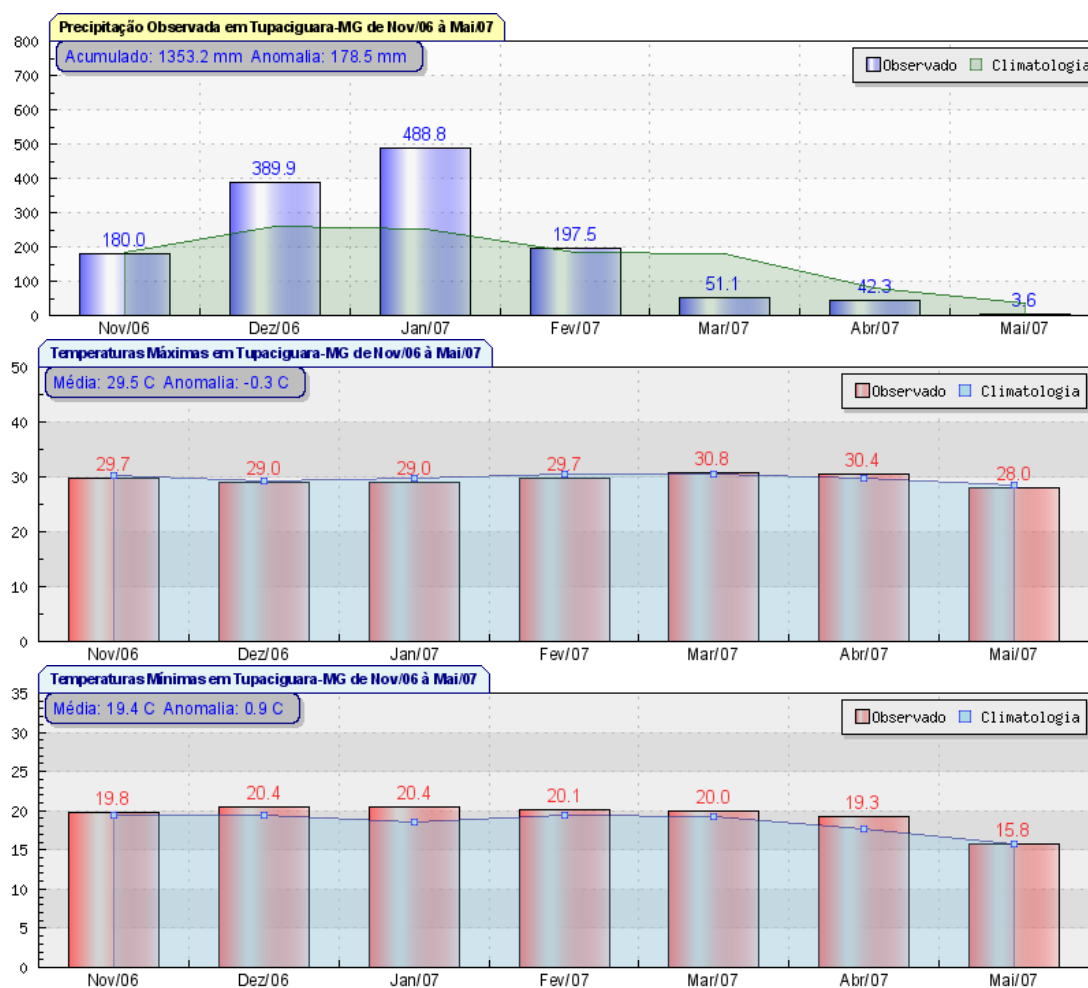


FIGURA 17. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Tupaciguara 1, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

Tupaciguara 2/MG

Altitude: 560 metros;

Latitude: S 18° 21';

Tipo de Solo: Latossolo Vermelho-amarelo distrófico;

Época de plantio: Novembro.

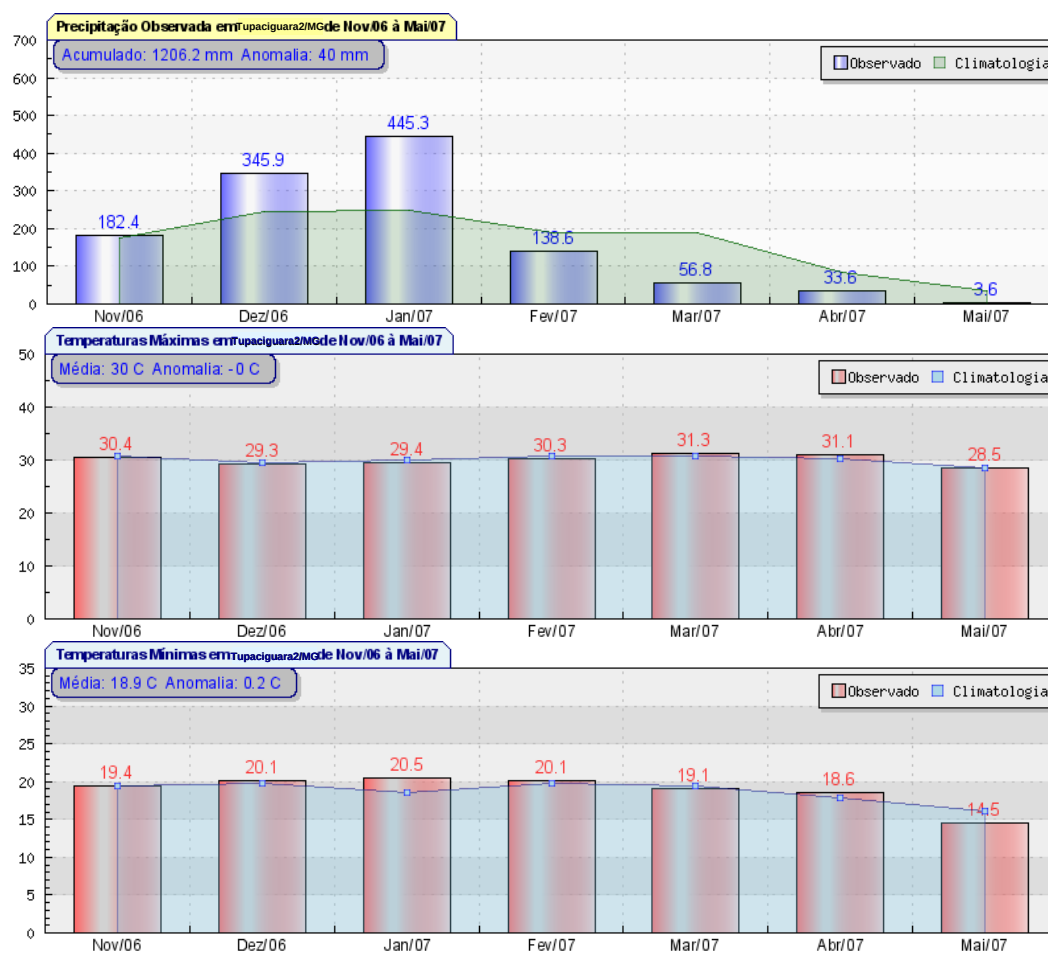


FIGURA 18. Dados de precipitação, temperatura máxima e mínima na cidade de Tupaciguara 2, referentes ao período do ensaio de novembro de 2006 a maio de 2007 (Fonte: www.somarmeteorologia.com.br).

3.4. Linhagens e cultivares avaliados

Para este ensaio, foram utilizadas dez linhagens (L1 a L10) desenvolvidas no programa de melhoramento genético da Monsoy Ltda, mais especificamente da estação de pesquisa de Morrinhos/GO, e dez testemunhas ou cultivares comerciais (L11 a L20) (TABELA 2), de ciclo precoce e médio.

As linhagens testadas nos ensaios foram provenientes do método descendência de uma única vagem (SPD), ou seja, a partir da geração F2 até a geração F6, adotou-se o procedimento de retirada de uma vagem por planta e posteriormente a semeadura de 3 a 5 fileiras de 5 metros cada, contendo de 12 a 15 sementes por metro linear.

TABELA 2. Linhagens e cultivares avaliados e seus respectivos grupos de maturação.

Genótipos (L)	Materiais	Grupo de Maturação (GM)
1	Linhagem 1	82
2	Linhagem 2	81
3	Linhagem 3	75
4	Linhagem 4	81
5	Linhagem 5	75
6	Linhagem 6	75
7	Linhagem 7	76
8	Linhagem 8	79
9	Linhagem 9	80
10	Linhagem 10	80
11	M-SOY 8064 RR	80
12	M-SOY 8000 RR	80
13	M-SOY 8248 RR	82
14	M-SOY 8008 RR	80
15	M-SOY 8360 RR	83
16	M-SOY 7908 RR	79
17	M-SOY 8199 RR	81
18	M-SOY 8287 RR	82
19	M-SOY 8045 RR	80
20	VALIOSA RR	81

3.5. Adubação, semeadura e tratos culturais

Para o preparo da área, foi realizada uma dessecação 14 dias antes da semeadura, utilizando Roundup WG[®] na dosagem de 1,5 kg.ha⁻¹.

Previamente ao plantio, foram realizadas análises de solo completas, de todos os locais, e a adubação foi feita de acordo com a análise e as recomendações para a cultura, utilizando-se a formulação 2-28-20.

A semeadura foi realizada no sistema direto, com o auxílio de semeadora de parcelas experimentais Semeato[®] SHP 249.

Durante a semeadura, foi realizado tratamento inseticida no sulco de plantio com Cruiser[®] (300 g.ha⁻¹) e também foi utilizado o inoculante Gelfix[®] (10 doses.ha⁻¹).

Realizaram-se aplicações do herbicida Roundup Ready[®], na dosagem de 2,0 litros.ha⁻¹, 15 a 20 dias após o plantio para o controle de plantas daninhas. Foram efetuadas pulverizações com inseticidas e fungicidas indicados para a cultura, sempre que necessário.

3.6. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições. Cada parcela correspondeu a quatro linhas de soja com cinco metros de comprimento e com espaçamento de 0,5 metro entre si, ou seja, a área útil de cada parcela foi de 5 m².

3.7. Teste de comparação entre médias

Foram realizadas as comparações entre as médias de produtividade de cada genótipo dentro de cada ambiente, utilizando-se o teste Scott & Knott (1974), a 5% de probabilidade.

3.8. Colheita e avaliação da produtividade

As parcelas foram colhidas através de colheita mecanizada com o auxílio de uma colhedora de parcelas experimentais da empresa Almaco[®], modelo SPC-20. Quando necessário, a secagem foi realizada até 13% de umidade em um secador a gás na estação da Monsoy, em Morrinhos. Os grãos de cada parcela foram recolhidos em um saco de pano e pesados, utilizando uma balança digital.

3.9. Análises estatísticas

Após a obtenção dos dados, foi realizada a análise de variância, utilizando-se o teste de F para cada local de cultivo separadamente e posteriormente foi efetuada a análise conjunta para os locais e os anos. Quando foram observadas diferenças significativas para efeito de tratamento, foi também realizado, para cada ambiente, o teste de agrupamento de médias (Scott Knott) a 5% de probabilidade.

Na análise de estabilidade e adaptabilidade, foram utilizadas as seguintes metodologias: Eberhart e Russel, Lin e Binns, Annicchiarico e do Centróide.

Para determinação dos melhores genótipos, em cada uma das regiões foi realizada uma análise de variância dos ambientes em comum nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007, e posteriormente, quando em genótipos significativos, o teste de agrupamento de médias de Scott Knott separadamente para as regiões sojícolas 301, 302 e 303.

3.9.1. Método de Eberhart e Russel (1966)

O método proposto por Eberhart e Russel (1966) baseia-se numa análise de regressão linear simples em que o efeito do ambiente é a variável independente e a produtividade média de cada genótipo em cada ambiente representa a variável dependente. Os parâmetros coeficiente de regressão (β_i) e a produtividade média (μ_i) estimam a adaptabilidade do genótipo. A variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2) mede a estabilidade de cada genótipo.

$$\bar{Y}_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{a}$$

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i I_j + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}, \text{ onde } Y_{ij} \text{ é a média do genótipo } i (i=1,2,\dots,g) \text{ no ambiente } j (j=1,2,\dots,n)$$

$$\text{e } I_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{ng} \text{ é o índice ambiental;}$$

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{\left[\sum_j Y_{ij}^2 - \left(\sum_j Y_{ij} \right)^2 / n \right] - \left(\sum_j Y_{ij} I_j \right)^2 / \sum_j I_j^2}{n - 2}$$

3.9.2. Método proposto por Lin e Binns (1988)

Lin e Binns (1988) definiram como medida de estabilidade o parâmetro P_i , como sendo a medida de superioridade máxima de um genótipo. Esse parâmetro representa o quadrado médio da distância entre a resposta de um determinado

genótipo em relação à resposta do genótipo que apresenta produtividade máxima, entre todos os genótipos, num determinado ambiente. Quanto menor a distância entre a resposta do genótipo e a produtividade máxima, ou seja, quanto menor P_i , mais estável é o genótipo. Uma vantagem dessa metodologia é que ela tenta aliar estabilidade com adaptabilidade.

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n} \quad \text{Em que: } P_i \text{ é igual a estimativa da estabilidade e}$$

adaptabilidade do cultivar i ; X_{ij} é a produtividade do i -ésimo cultivar no j -ésimo local; M_j é a resposta máxima observada entre todos os cultivares no local j , e n é o número de locais. O genótipo estável é aquele que apresentar o menor P_i .

3.9.3. Método proposto por Annicchiarico (1992)

Neste método, a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança (ou índice de recomendação) de um determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior (Cruz e Carneiro, 2006). Nesta metodologia, consideram-se simultaneamente o desempenho do genótipo e sua estabilidade, de forma que os valores dos índices de recomendação são obtidos para aqueles de maior percentual e menor desvio. No método proposto por Annicchiarico (1992), utiliza-se o modelo:

$I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)} S_i$ em que I_i é o índice de confiança (%); $\bar{Y}_i$ é a média geral da cultivar i em porcentagem média ambiental; S_i é o desvio padrão dos valores percentuais da cultivar i , Z é o percentil $(1-\alpha)$ da função de distribuição normal acumulada e α é o nível de significância pré-fixado.

3.9.4. Método do Centróide

Este método foi desenvolvido visando facilitar a interpretação dos dados e a escolha do genótipo que mais se aproxima do ideal. Primeiramente, admite-se a existência de quatro referenciais ou ideótipos e através de técnicas de agrupamento, baseada em distâncias aos ideótipos, procura-se classificar os diferentes genótipos

estudados. Os ideótipos foram definidos com base nos dados experimentais, conforme apresentado a seguir:

Ideótipo I: apresenta adaptabilidade geral máxima, tendo os máximos valores observados em todos os ambientes.

Ideótipo II: tem máxima adaptabilidade específica a ambiente favorável, apresentando máxima resposta em ambiente favorável e mínima a ambiente desfavorável.

Ideótipo III: possui máxima adaptabilidade específica a ambiente desfavorável, apresentando máxima resposta em ambiente desfavorável e mínima em ambiente favorável.

Ideótipo IV: possui mínima adaptabilidade, apresentando mínimos valores observados em todos os ambientes.

O seguinte índice foi utilizado para classificar os ambientes em favoráveis ou desfavoráveis:

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

em que:

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

$Y_{..}$ = total das observações;

a = número de ambientes; e

g = número de genótipos.

A análise classificatória foi realizada calculando as distâncias euclidianas de cada genótipo aos centróides estabelecidos, por meio de:

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

em que D_{ik} é a distância do genótipo i ao centróide k ($k = 1, 2, 3$ e 4). De posse dos valores de D_{ik} , realiza-se a seguinte classificação:

Adaptabilidade geral: quando D_{i1} é o menor valor obtido.

Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis: quando D_{i2} é o menor valor.

Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis: quando D_{i3} é o menor valor obtido.

Não adaptado: quando D_{i4} é o menor valor obtido.

As análises estatísticas e biométricas de estabilidade e adaptabilidade foram processadas com o auxílio do aplicativo computacional “Genes”, desenvolvido por Cruz (1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANAVA e teste de comparação entre médias

Nas TABELAS 3 e 4 estão contidos os resultados obtidos nos ensaios de avaliação de genótipos dos anos agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007, respectivamente, ou seja, a análise dos 20 genótipos de soja (10 linhagens e 10 testemunhas) nos 16 ambientes que compõem as duas safras (6 locais da primeira safra e 10 da segunda). Verifica-se que a interação testemunhas x linhagens não foi significativa nos ambientes 2, 5 e 6, na safra 2005/2006 (TABELA 3) e nos ambientes 7, 9 e 11, na safra 2006/2007 (TABELA 4), indicando não haver interação entre linhagens e testemunhas nestes ambientes. Verificou-se que, nas duas safras (TABELAS 3 e 4), as linhagens foram estatisticamente significativas a 1% de probabilidade, pelo teste F. Desta forma, como o interesse é verificar as diferenças entre as linhagens e testemunhas, optou-se por realizar o teste de agrupamento de média de Scott Knott para visualizar as diferenças entre os genótipos.

Os 20 genótipos para a safra agrícola 2005/2006 (TABELA 5) apresentaram uma média geral de 3869,33 kg.ha⁻¹. Na cidade de Edéia, a linhagem 2 apresentou maior produtividade e mostrou-se estatisticamente superior às demais linhagens e às testemunhas, pelo teste de agrupamento de médias de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Em Santa Helena de Goiás, a linhagem 4 destacou-se das demais e apresentou-se estatisticamente superior aos demais genótipos. Em Morrinhos 1, a linhagem 1 foi a mais produtiva, mas não diferiu estatisticamente das linhagens 2 e 4 e das testemunhas M-SOY 8199 RR, M-SOY 8287 RR e Valiosa RR. Em Morrinhos 2, a linhagem 1 também foi a mais produtiva, mas não diferiu estatisticamente da linhagem 2 e da testemunha M-SOY 8199 RR. Já em Vianópolis, as maiores médias foram obtidas pelas testemunhas M-SOY 8199 RR e M-SOY 7908 RR e pelas linhagens 4, 2, 9 e 1. Em Uberlândia, a linhagem 2 apresentou maior produtividade e mostrou-se estatisticamente superior aos demais genótipos. Nesta safra, Edéia foi o local que apresentou a maior média dentre os seis ambiente. E em geral, a linhagem 2 apresentou a melhor média de produtividade, com 4452,68 kg.ha⁻¹, destacando-se em quase todos os locais, exceto em Santa Helena de Goiás.

TABELA 3 - Análise de variância para rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) de 20 genótipos de soja, em 6 ambientes, para a macro-região sojícola 3, na safra agrícola de 2005/2006.

FV	GL	Edéia	S. H. de Goiás	Morrinhos 1	Morrinhos 2	Vianópolis	Uberlândia
Bloco	2	110326.98	21941.55	5996.37	24019.75	65121.71	53424.49
Tratamentos	19	586469.26**	606124.42**	743413.46**	357253.31**	373249.39**	347302.39**
Linhagens	9	1029885.00**	893774.19**	563144.11**	208016.60**	400687.42**	435023.27**
Testemunhas	9	193341.41**	376660.58**	890961.72**	435954.64**	384021.55**	293722.74**
Test x Lin	1	133878.16*	82451.09 ^{ns}	1037903.23**	992071.85**	29357.66 ^{ns}	40031.33 ^{ns}
Resíduo	38	31075.04	22985.41	59721.92	44193.78	28846.77	24504.23
Total	59						

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - não significativo.

TABELA 4 - Análise de variância para rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) de 20 genótipos de soja, em 10 ambientes, para a macro-região sojícola 3, na safra agrícola de 2006/2007.

FV	GL	Edéia	S.H.G.	Tupac. 2	Barretos	Goiatuba	Tupac. 1	Morr. 1	Morr. 2	Vianópolis	Uberlândia
Bloco	2	41416.20	41604.96	1064.20	29289.97	5987.78	39730.29	29436.55	10264.11	12887.99	7728.74
Tratamentos	19	347629.08**	303682.11**	359846.97**	477247.18**	176758.85**	186973.94**	302958.19**	350983.52**	300280.71**	1024293.90**
Linhagens	9	469456.01**	245706.33**	231195.81**	793477.99**	133195.35**	133657.53**	388364.14**	273256.11**	415702.61**	1013899.71**
Testemunha	9	258110.17**	234029.32**	524994.21**	201382.40**	236155.74**	188829.07**	199105.41**	347104.45**	187255.99**	819094.37**
Test x Lin	1	56856.82 ^{ns}	1452339.30**	31382.21 ^{ns}	113952.98**	34258.26 ^{ns}	650125.32**	468979.69**	1085441.90**	278706.24**	2964637.27**
Resíduo	38	19542.76	20155.16	19763.10	14594.40	15765.94	15038.60	7703.17	15299.62	12956.48	17172.52
Total	59										

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - não significativo.

TABELA 5 - Médias de produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) de 20 genótipos de soja, em seis ambientes, na safra 2005/2006 sojícola 3.

GENÓTIPOS		Edéia		S. H. G.		Morrinhos 1		Morrinhos 2		Vianópolis		Uberlândia		Média Geral
1	Linhagem 1	4573.53	b	4050.67	c	4982.267	A	4685.73	a	3776.13	a	3668.80	b	4289.52
2	Linhagem 2	4971.53	a	4352.00	b	4819.200	A	4466.00	a	3853.27	a	4254.07	a	4452.68
3	Linhagem 3	3652.73	d	3903.93	d	4041.667	B	3983.47	b	3706.20	b	3425.13	c	3785.52
4	Linhagem 4	4654.20	b	4893.33	a	4598.000	A	3862.87	c	3868.67	a	3797.80	b	4279.14
5	Linhagem 5	3338.67	e	3236.17	f	4240.733	B	3864.93	c	3130.60	d	3385.73	c	3532.81
6	Linhagem 6	3735.20	d	3565.80	e	4078.800	B	4084.80	b	2950.33	d	2997.47	d	3568.73
7	Linhagem 7	3301.80	e	3315.70	f	3888.333	B	4248.53	b	2986.07	d	3297.40	c	3506.31
8	Linhagem 8	4574.60	b	4424.67	b	4118.467	B	4052.47	b	3692.87	b	3221.47	d	4014.09
9	Linhagem 9	4250.33	c	3742.67	d	4083.333	B	3997.73	b	3798.73	a	3067.47	d	3823.38
10	Linhagem 10	4180.00	c	4510.67	b	3571.733	C	4155.93	b	3494.20	b	3712.87	b	3937.57
11	M-SOY 8064 RR	4438.20	b	3845.33	d	3537.067	C	3235.80	d	3732.33	b	3112.60	d	3650.22
12	M-SOY 8000 RR	3710.80	d	3290.67	f	2969.733	D	3545.33	d	3400.27	c	3473.67	c	3398.41
13	M-SOY 8248 RR	4625.07	b	4070.00	c	4112.000	B	3495.53	d	3026.63	d	2963.53	d	3715.46
14	M-SOY 8008 RR	4054.73	c	3632.20	e	3883.133	B	3916.53	c	3051.07	d	3821.67	b	3726.56
15	M-SOY 8360 RR	4162.53	c	3529.33	e	4190.067	B	3712.80	c	3133.67	d	3184.20	d	3652.10
16	M-SOY 7908 RR	4153.33	c	4458.67	b	3688.533	C	3882.80	c	3921.73	a	3189.40	d	3882.41
17	M-SOY 8199 RR	4418.80	b	4118.00	c	4697.667	A	4354.40	a	4053.33	a	3354.87	c	4166.18
18	M-SOY 8287 RR	4227.00	c	4088.00	c	4546.667	A	4139.27	b	3321.70	c	3721.33	b	4007.33
19	M-SOY 8045 RR	4064.87	c	3969.33	c	3613.200	C	4253.00	b	3607.00	b	3740.07	b	3874.58
20	VALIOSA RR	4322.00	c	4252.67	c	4554.000	A	4295.27	b	3566.93	b	3750.27	b	4123.52
Média Geral		4170.50		3962.49		4110.73		4011.66		3503.59		3456.99		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de médias de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Na safra agrícola 2006/2007 (TABELA 6), a média geral de todos os genótipos foi de 3786,05 kg.ha⁻¹. Em Edéia, a linhagem 2 apresentou maior média de produtividade, mas não diferiu estatisticamente da linhagem 4 e das testemunhas M-SOY 8199 RR, M-SOY 8287 RR e Valiosa RR. Em Santa Helena de Goiás, a linhagem 8 apresentou maior produtividade, mas não diferiu estatisticamente das linhagens 10 e 4. Para Tupaciguara 2, a linhagem 10 foi superior às demais linhagens, mas não diferiu estatisticamente das testemunhas M-SOY 8064 RR, M-SOY 8045 RR e Valiosa RR. Em Barretos, a linhagem 10 obteve maior produtividade e foi estatisticamente superior às demais linhagens e testemunhas. Em Goiatuba, a linhagem 5 e a testemunha M-SOY 8064 RR foram estatisticamente superiores aos demais genótipos. Em Tupacigara 1, a linhagem 10 foi estatisticamente superior aos demais genótipos. Em Morrinhos 1, as linhagens 1 e 10 apresentaram maiores médias de produtividade, respectivamente, mas não diferiram estatisticamente da testemunha M-SOY 8064 RR. Para Morrinhos 2, as linhagens 3, 7 e 5 foram superiores às demais linhagens quanto à produtividade, respectivamente, mas não foram estatisticamente diferentes da testemunha M-SOY 8045 RR. Em Vianópolis, as linhagens 2, 1 e 4 apresentaram maiores médias, mas não apresentaram diferença estatística em relação à testemunha M-SOY 8287 RR. Em Uberlândia, as linhagens 3 e 5 foram estatisticamente superiores aos demais genótipos.

Ressalta-se, portanto, nesta safra, a linhagem 10, que apresentou maior média de produtividade (4105,06 kg.ha⁻¹).

Quando os resultados das safras 2005/2006 e 2006/2007 são considerados, observa-se que Edéia foi o ambiente que apresentou a maior média nas duas safras, sendo o genótipo que mais se destacou a linhagem 2, com 4452,68 kg.ha⁻¹.

TABELA 6 - Médias de produtividade de grãos de 20 genótipos de soja, em dez ambientes, na safra 2006/2007, na região sojícola 3.

GENÓTIPOS	Edéia	S. H. G.	Tupaciguara 1	Tupaciguara 2	Barretos	Goiatuba	Morrinhos 1	Morrinhos 2	Vianópolis	Uberlândia	Média Geral
1 Linhagem 1	4422.77 b	3914.03 b	3466.57 c	4047.60 b	4249.87 b	3214.20 d	4880.80 a	4095.63 b	4452.73 a	3252.37 e	3999.66
2 Linhagem 2	4760.17 a	3722.50 c	3245.27 e	3853.80 b	4053.43 c	3005.30 e	4391.20 b	3942.83 b	4453.87 a	3242.57 e	3867.09
3 Linhagem 3	4054.80 c	4008.70 b	3507.17 c	3782.23 b	4319.13 b	3171.20 d	3983.57 d	4353.63 a	3750.70 c	4701.10 a	3963.22
4 Linhagem 4	4591.30 a	4234.47 a	3663.33 c	3665.33 c	3852.13 c	3275.27 c	4457.60 b	4012.07 b	4279.07 a	3267.20 e	3929.78
5 Linhagem 5	3639.53 e	3456.00 c	3489.13 c	3326.93 d	3208.77 e	3761.83 a	3990.77 d	4151.03 a	3876.63 c	4634.43 a	3753.51
6 Linhagem 6	3647.00 e	3554.37 c	3402.67 d	3678.83 c	3892.03 c	3337.97 c	4422.83 b	4000.10 b	3535.27 d	4120.93 b	3759.20
7 Linhagem 7	3841.33 d	3957.97 b	3456.40 c	3563.17 c	3199.00 e	3521.00 b	3754.97 e	4283.07 a	3338.80 d	4140.20 b	3705.59
8 Linhagem 8	4444.37 b	4256.77 a	3616.50 c	3500.87 c	3402.93 d	3320.10 c	4110.10 c	3371.70 d	4002.30 b	3276.47 e	3730.21
9 Linhagem 9	4372.60 b	3934.43 b	3530.03 c	3987.10 b	3186.07 e	3398.67 c	4450.00 b	3564.50 c	3828.17 c	3610.43 c	3786.20
10 Linhagem 10	4387.87 b	4278.70 a	4048.03 a	4251.27 a	4567.00 a	3500.07 b	4782.90 a	3997.07 b	3782.87 c	3454.83 d	4105.06
11 M-SOY 8064 RR	4154.53 c	3944.63 b	3239.10 e	4234.80 a	3945.17 c	3905.17 a	4706.83 a	3929.60 b	3870.37 c	3670.27 c	3960.05
12 M-SOY 8000 RR	3869.33 d	3879.23 b	3157.23 e	3106.80 d	3660.83 d	3510.90 b	3868.07 e	3879.70 b	3514.00 d	3769.17 c	3621.53
13 M-SOY 8248 RR	4187.00 c	2984.47 d	3395.27 d	3966.00 b	3598.20 d	3156.87 d	3871.00 e	3026.97 e	3523.83 d	2325.93 g	3403.55
14 M-SOY 8008 RR	4124.67 c	3542.27 c	3245.77 e	3550.50 c	3761.43 c	3244.57 c	4339.60 b	3686.23 c	3814.97 c	3255.17 e	3656.52
15 M-SOY 8360 RR	4164.73 c	3591.70 c	3475.00 c	3931.10 b	3165.23 e	3181.03 d	3965.73 d	3594.90 c	3581.37 d	3044.80 e	3569.56
16 M-SOY 7908 RR	3946.83 c	3659.00 c	3175.17 e	3990.13 b	4031.73 c	3403.67 c	4110.13 c	3591.90 c	3747.77 c	3795.13 c	3745.15
17 M-SOY 8199 RR	4613.63 a	3802.73 b	3788.13 b	3626.80 c	3875.83 c	3636.77 b	4076.53 c	3748.50 c	3735.07 c	3599.83 c	3850.38
18 M-SOY 8287 RR	4600.07 a	3374.77 c	2899.50 f	3224.77 d	3567.63 d	2956.50 e	4010.07 d	3393.20 d	4296.73 a	2575.67 f	3489.89
19 M-SOY 8045 RR	4379.03 b	3658.40 c	3605.57 c	4320.17 a	3522.80 d	3634.27 b	4177.17 c	4256.10 a	4107.40 b	3749.80 c	3941.07
20 VALIOSA RR	4737.57 a	3769.10 b	3362.50 d	4163.47 a	3929.90 c	3353.77 c	4331.40 b	3974.50 b	3745.80 c	3469.07 d	3883.71
Média Geral	4246.96	3776.21	3438.42	3788.58	3749.46	3374.46	4234.06	3842.66	3861.89	3547.77	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de médias de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

4.2. Interação de genótipos com locais e anos

Os resultados das análises de variância conjunta de genótipos e locais, em cada safra agrícola e para produção de grãos da região sojícola 3 (TABELA 7), demonstram que tanto as linhagens, quanto as testemunhas diferiram estatisticamente, a 1% de probabilidade, pelo teste F. Para a interação genótipos x locais, observou-se significância, a 1% ($p < 0,01$) de probabilidade, pelo teste F, ou seja, houve uma variação de resposta dos genótipos nos diferentes locais de cultivo, indicando que os locais são diferenciados, mesmo dentro de cada safra agrícola. Os resultados revelam a possível existência de cultivares adaptados a ambientes particulares e/ou com adaptação mais ampla. O coeficiente de variação foi de 4,85 e 3,32, nas safras 2005/2006 e 2006/2007 respectivamente, indicando uma boa precisão, de acordo com Carvalho et al.(2002), Prado et al. (2001) e Lopes et al. (2002).

Pelo fato desta interação ser significativa para genótipo x ambientes de cultivo, verifica-se que a produtividade de grãos foi influenciada tanto pelo genótipo, quanto pelo ambiente. Resultados semelhantes foram observados por Rocha e Vello (1999) quando estudaram a interação genótipos x ambientes para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. Estes autores observaram também o efeito de linhagens e da interação entre eles. Resultados semelhantes foram obtidos por El-Husny et al. (2005), em avaliação de genótipos de soja no estado de Pará, na safra 2004/2005.

A significância da interação GxA não explica toda a variação encontrada na produção de grãos e também que ocorre um comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes testados. A presença desta interação indica a necessidade de se considerar um maior número de ambientes na avaliação de genótipos dos ensaios regionais (Machado et al, 2003).

A avaliação das interações genótipos x anos também é de grande importância, pois, fornece informações sobre a previsibilidade de comportamento dos genótipos frente aos fatores ambientais no tempo (Rocha 2002). Desta forma, realizou-se a análise conjunta dos 20 genótipos, nos ambientes em comum das safras agrícolas em estudo, e observou-se, pela análise de variância na TABELA 8, que houve efeito significativo da interação genótipo x ano agrícola nas cidades de Edéia, Morrinhos 1, Morrinhos 2, Vianópolis, Santa Helena de Goiás e Uberlândia. No geral, as linhagens apresentaram comportamento diferencial nos diferentes locais, indicando a necessidade de se considerar o local específico para efeito de seleção e recomendação.

A TABELA 8 mostra que, em Edéia, na análise conjunta verificou, pelo teste F, a presença de interação não significativa de linhagens vs testemunhas x ano e também sendo o único a não apresentar interação significativa para o ano. Pode-se observar que a cidade de Edéia, nas duas safras agrícolas avaliadas, obteve superioridade na produção de grãos, em relação à média geral e às testemunhas.

Para as cidades de Morrinhos 1, Morrinhos 2 e Vianópolis, pela análise conjunta nestes locais, verifica-se, pelo teste F, a presença de interação significativa de ano com linhagens e testemunhas, e foi não significativo para o contraste linhagens x testemunhas. Para todas estas cidades, a média das linhagens foi superior a média geral das testemunhas. Deve-se aqui ressaltar que estes ambientes apresentaram interação com anos a 1% de probabilidade.

Em Santa Helena de Goiás, pela análise conjunta neste local, verifica-se pelo teste F, a presença de interação significativa de ano com linhagens, testemunhas e para o contraste linhagens x testemunhas, sendo, para estas safras, a média das linhagens superior à média das testemunhas e a média geral. Este ambiente apresentou interação significativa com anos a 1% de probabilidade.

Em Uberlândia, pela análise conjunta neste local, verifica-se, pelo teste F a presença de interação significativa de ano com linhagens, testemunhas e para o contraste linhagens x testemunhas. Podemos observar que este ambiente apresentou interação com anos a 5% de probabilidade, diferente do demais anteriormente que foram significativos a 1% de probabilidade. Em Uberlândia, a média das testemunhas foi superior a média geral do ensaio e esta superior a média das testemunhas.

De forma geral, evidenciou-se a significância de ano (safras) em todos os ambientes, com exceção do município de Edéia, demonstrando a necessidade da avaliação do efeito de safras para obtenção de informações sobre a previsibilidade de comportamento dos genótipos frente aos fatores ambientais sobre este contexto (tempo). Também seria importante aumentar o número de anos de testes.

TABELA 7 - Análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) de 20 genótipos de soja, nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007.

F. V.	Safr 2005/2006			Safr 2006/2007		
	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F
Blocos/Amb	12	46805.14		20	21941.08	
Blocos	2	18876.09		2	13207.92	
Bl x Amb	10	52390.95		18	22911.43	
Genótipos	19	1504364.92**	42.71	19	965947.56**	61.14
Linhagens	9	2060597.68**	58.50	9	542561.07**	34.34
Testemunhas	9	1016683.33**	28.87	9	1132523.41**	71.68
Test vs Lin	1	887404.38**	25.20	1	3277243.32**	207.43
Ambientes	5	5780452.76**	123.50	9	5137243.63**	234.14
Trat x Amb	95	301889.46**	8.57	171	318300.77**	20.15
Lin x Amb	45	293986.58**	8.35	81	395038.95**	25.00
Test x Amb	45	311595.86**	8.85	81	229281.97**	14.51
(Lin vs Test) x Amb	5	285657.79**	8.11	9	428826.30**	27.14
Resíduo	228	35221.19		380	15799.17	
Total	359			599		
Média geral		3869.33			3786.05	
Média linhagens		3918.97			3859.95	
Média testemunha		3819.68			3712.14	
CV(%)		4.85			3.32	

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - não significativo.

TABELA 8 - Análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) de 20 genótipos de soja, nos 6 ambientes em comum da região sojícola 3, das safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007

	Edéia		S. H. G.		Morrinhos 1		Morrinhos 2		Vianópolis		Uberlândia	
F. V.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.	G.L.	Q.M.
Blocos/Amb	4	75871.59	4	31773.26	4	17716.46	4	17141.93	4	39004.85	4	30576.61
Blocos	2	14064.95	2	40928.55	2	30796.96	2	18107.22	2	63577.30	2	48907.81
Bl x Amb	2	137678.24	2	22617.96	2	4635.96	2	32353.27	2	14432.39	2	12245.42
Genótipos	19	825609.86**	19	604242.76**	19	618189.54**	19	473960.82**	19	511509.89**	19	597804.34**
Linhagens	9	1397473.30**	9	907174.81**	9	626127.78**	9	267633.29**	9	723533.49**	9	419371.94**
Testemunha	9	325190.44**	9	244733.25**	9	517703.45**	9	502232.43**	9	329155.47**	9	637455.94**
Test vs Lin	1	182613.61**	1	1113439.94**	1	1451120.13**	1	2076464.13**	1	244487.27**	1	1846831.60**
Ano	1	175383.95 ^{ns}	1	1040988.52**	1	456333.33**	1	856813.10**	1	3851330.87**	1	247221.17*
Trat x Ano	19	108488.47**	19	305563.78**	19	428182.11**	19	234276.01**	19	162020.21**	19	773791.94**
Lin x Ano	9	101867.70**	9	232305.72**	9	325380.47**	9	213639.41**	9	92856.53**	9	1029551.05**
Test x Ano	9	126261.15**	9	365956.65**	9	572363.68**	9	280826.66**	9	242122.07**	9	475361.16**
(Lin vs Test) x Ano	1	8121.37 ^{ns}	1	421350.45**	1	55762.79 ^{ns}	1	1049.62 ^{ns}	1	63576.64 ^{ns}	1	1157837.01**
Resíduo	76	25308.90	76	21570.29	48	53378.19	76	29746.70	76	20901.63	76	20838.38
Total	119		119		119		119		119		119	
Média geral		4208.73		3869.35		4172.40		3927.16		3682.74		3502.38
Média linhagens		4169.72		3965.68		4282.36		4058.71		3727.87		3626.44
Média testemunha		4247.74		3773.03		4062.43		3795.62		3637.60		3378.32
CV(%)		3.78		3.80		5.54		4.39		3.93		4.12

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - não significativo.

4.3. Interação genótipos x locais x anos

As análises conjuntas da interação genótipo com locais (TABELA 7) e genótipos com anos (safras) (TABELA 8), demonstraram a existência da interação de genótipos x locais e genótipo x ano, respectivamente. Uma questão importante aos programas de melhoramento é saber qual é a mais importante das interações e ainda: as linhagens e testemunhas respondem diferentemente à esta questão?

Diante dos fatos, pela análise conjunta dos dois anos (safra) e seis locais (os comuns nas duas safras), verificou-se, pelo teste F, que, para linhagens, todas as fontes de variação foram significativas a 1% de probabilidade (TABELA 9). Através da análise de Interação Temporal e Regional, observou-se que do total de 100% da interação Genótipos X Ambientes, a interação mais importante foi a Interação Gen X local, com 57,54% (TABELA 9). Em relação às testemunhas, a análise conjunta dos dois anos (safra) e seis locais (os comuns nas duas safras) demonstrou que, pelo teste F e com exceção de anos, todas as demais fontes de variação foram significativas a 1% de probabilidade (TABELA 9). A análise de Interação Temporal e Regional demonstrou que do total de 100% da interação Genótipos X Ambientes, a interação Gen X local foi responsável por 39,18%, sendo mais importante que a interação Gen x ano, responsável por 19,85%, e que a combinação das interações de segunda ordem Gen X Ano X Local ficou com 40,97% (TABELA 9).

A grande magnitude das interações com ambientes sugere que os fatores previsíveis de locais (tipo de solo, topografia, latitude, altitude) contribuíram mais que os fatores imprevisíveis de anos (temperatura, umidade relativa, pluviosidade) para a interação G x A. Resultados estes semelhantes aos encontrados por Kang (1998) e diferentes dos encontrados por Allard & Bradshaw (1964), nos quais os fatores imprevisíveis foram mais importantes que os previsíveis.

Quando a interação de genótipos com locais é mais forte do que com anos, o zoneamento agrônomo se mostra uma estratégia efetiva para manejar a interação G x A. Um estudo sobre a adaptabilidade e estabilidade das linhagens representa uma estratégia mais indicada no sentido de amenizar os efeitos da interação G x E (Rocha, 2002).

TABELA 9 - Análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg.ha^{-1}) de 20 genótipos de soja, nos 12 ambientes da região sojícola 3, nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007.

F. V.	Linhagens			Testemunhas		
	G.L.	Q.M.	F	G.L.	Q.M.	F
B/A/L	24	39389.3		24	34843.25	
Genótipos	9	1637442.50**	75.06	9	1227533.78**	44.85
Ano	1	1004414.56**	25.5	1	5443.67 ^{ns}	0.16
Local	5	3863839.39**	98.09	5	5673310.01**	162.82
Gen x Ano	9	666557.50**	30.55	9	673115.36**	24.59
Gen x Local	45	540774.42**	24.79	45	265787.44**	9.71
Ano x Local	5	675852.28**	17.16	5	789329.84**	22.65
Gen x Ano x Local	45	265808.68**	12.18	45	277955.20**	10.15
Resíduo	216	21815.82		216	27372.69	
Média						
CV(%)		3.72			4.34	
Interação Temporal e Regional						
FV		R ²			R ²	
Gen x Ambiente		100			100	
Gen x Ano		14.18			19.85	
Gen x Local		57.54			39.18	
Gen x Ano x Local		28.28			40.97	

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - não significativo.

4.4. Adaptabilidade e estabilidade

Diante das observações anteriores de detecção de interações significativas entre genótipos e ambientes (locais e/ou anos), realizou-se inicialmente a análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg.ha^{-1}) para os 20 genótipos de soja, nos 16 ambientes (constituídos de 6 e 10 locais das safras agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, respectivamente), na região sojícola 3 (TABELA 10).

Os resultados da análise de variância conjunta, para o caráter produção de grãos, demonstraram o efeito significativo a 1% de probabilidade para todas as fontes de variação, ou seja, genótipos (tratamentos), local e tratamentos x local. O coeficiente de variação experimental foi de baixa magnitude (4,50%), evidenciando boa precisão experimental.

O resultado de interação significativa de tratamentos x locais obtidos sugere o comportamento diferenciado dos genótipos aos diferentes ambientes, ou seja, o comportamento dos genótipos não foi constante ao longo dos ambientes, fato este que

deve ser priorizado, pois de acordo com Cruz e Carneiro (2003), o estudo da interação genótipos x ambientes constitui numa das maiores preocupações nos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou de recomendação de cultivares. Face a estes resultados, ficou evidenciada a possibilidade de se selecionar genótipos mais estáveis e produtivos, em que a significância da interação genótipos x ambientes indica a conveniência de proceder à análise da adaptabilidade e estabilidade fenotípica. É importante o conhecimento da adaptação e da estabilidade dos genótipos frente aos locais de plantios (municípios) para identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações de ambientes em questão, com maior critério científico.

Diante dos resultados, efetuou-se análise de adaptabilidade e estabilidade, pelos métodos de Annicchiarico, Eberhart & Russell, Lin e Binns, modificado por Carneiro (1998), e do Centróide.

TABELA 10 - Análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) de 20 genótipos de soja, nos 16 ambientes, na região sojícola 3, nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007.

F. V.	G.L.	Q.M.	F
Blocos/Amb	32	31265.10	
Blocos	2	28663.32	
Bl x Amb	30	31438.55	
Tratamentos	19	1653444.38**	55.14
Amb	15	5113196.45**	163.54
Trat x Amb	223	442284.41**	14.75
Resíduo	468	29987.43	
Total	959		
Média			
CV(%)			

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - não significativo.

4.5. Metodologia de Annicchiarico (1992)

De acordo com Annicchiarico (1992), o genótipo que apresenta melhor desempenho é aquele de maior índice de recomendação (ω_i).

Na TABELA 11, os ambientes foram classificados quanto a favoráveis e desfavoráveis, em relação ao índice ambiental.

Com base nos parâmetros estimados pelo método de Annicchiarico (1992) (TABELA 12), verificou-se, na região sojícola 3, nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007 que os genótipos de soja adaptados a ambientes desfavoráveis foram as linhagens 1, 3, 4 e 10 e as testemunhas 11, 17, 19 e 20, por apresentarem, nestes ambientes, os maiores valores de ω_i . Ressalta-se que as médias desses ambientes foram, em geral, altas, em relação aos demais genótipos nestes ambientes.

Para o caso de ambientes favoráveis, os melhores genótipos foram as linhagens 1, 2, 4 e 10 e as testemunhas 17, 18 e 20.

Observando-se os valores de ω_i e alta produtividade, em todos ambientes (no geral), os genótipos considerados de adaptabilidade geral foram as linhagens 1, 2, 4 e 10 e as testemunhas 17, 19 e 20. Mas, ressalva-se que, em análise geral, observando os resultados em ambientes favoráveis e desfavoráveis e altos valores de médias, as linhagens 1, 2, 4 e 10 são as mais recomendadas pelo método de Annicchiarico (1992).

TABELA 11 - Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja nas safras 2005/2006 e 2006/2007 da região sojícola 3, com base na metodologia de Annicchiarico (1992).

Local	Produtividade Média (kg.ha⁻¹)	Índice	Classe
1	4170.50	353.22	Favorável
2	3962.49	145.21	Favorável
3	4110.73	293.45	Favorável
4	4011.66	194.38	Favorável
5	3503.59	-313.69	Desfavorável
6	3456.99	-360.29	Desfavorável
7	4246.96	429.68	Favorável
8	3776.21	-41.06	Desfavorável
9	3788.58	-28.69	Desfavorável
10	3749.46	-67.82	Desfavorável
11	3374.46	-442.82	Desfavorável
12	3438.42	-378.86	Desfavorável
13	4234.06	416.79	Favorável
14	3842.66	25.39	Favorável
15	3861.89	44.61	Favorável
16	3547.77	-269.51	Desfavorável

TABELA 12 - Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja nas safras 2005/2006 e 2006/2007 na região sojícola 3, com base na metodologia de Annicchiarico (1992).

Genótipos	Análise Geral		Análise Ambientes Favoráveis		Análise Ambientes Desfavoráveis	
	Produtividade Média (kg.ha ⁻¹)	Wi	Produtividade Média (kg.ha ⁻¹)	Wi	Produtividade Média (kg.ha ⁻¹)	Wi
1	4108.36	105.13	4518.02	109.55	3698.70	101.26
2	4086.69	104.00	4519.60	109.78	3653.78	98.95
3	3896.59	99.47	3965.56	95.98	3827.61	103.50
4	4060.79	104.05	4418.55	106.85	3703.03	101.41
5	3670.74	93.06	3792.31	90.88	3549.18	95.32
6	3687.78	94.33	3883.73	93.80	3491.83	94.77
7	3630.86	92.45	3746.57	89.53	3515.15	95.39
8	3836.66	98.27	4137.33	99.91	3536.00	96.59
9	3800.14	97.77	4036.17	98.28	3564.12	97.33
10	4042.25	103.57	4171.13	100.51	3913.37	106.80
11	3843.86	98.21	3964.72	94.95	3723.01	101.62
12	3537.86	90.57	3580.95	86.14	3494.76	95.61
13	3520.52	88.79	3863.93	92.36	3177.11	85.32
14	3682.78	95.01	3931.51	96.05	3434.05	94.06
15	3600.51	92.68	3862.68	93.99	3338.34	91.39
16	3796.62	97.60	3947.50	95.52	3645.75	99.75
17	3968.81	102.22	4220.33	102.18	3717.29	102.14
18	3683.93	93.06	4162.63	100.44	3205.23	86.80
19	3916.14	100.97	4102.51	99.39	3729.76	102.53
20	3973.64	102.60	4276.65	104.08	3670.63	101.17

4.6. Metodologia de Eberhart & Russell (1966)

De acordo com a metodologia de Eberhart & Russell (1966), a cultivar ideal é a que apresenta produtividade média superior a média geral, coeficiente de regressão igual à unidade e tão pequeno quanto possível o desvio de regressão, ou seja, a cultivar com resposta positiva à melhoria das condições ambientais ($\beta_1 = 1$) e com comportamento previsível ($\sigma_{di}^2 = 0$).

Na classificação dos ambientes quanto a favoráveis e desfavoráveis foi observado o mesmo resultado obtido pelo método de Annicchiarico (1992) (TABELA 11).

Verificando os resultados (TABELA 13), as linhagens 1, 2, 4 e 8 e as testemunhas 13, 15, 18 e 20 apresentaram coeficientes de regressão maiores do que 1, sendo significativos a 5% de probabilidade, pelo teste de t. As linhagens 1, 2, 4, 8 e somente a testemunha 20 apresentaram médias superiores a média geral de produtividade, indicando que estes genótipos são de adaptabilidade a ambientes favoráveis. Segundo Mauro (1991), nestas condições ($B1=1$), o genótipo tem desempenho diretamente proporcional à melhoria do ambiente, se relacionando com uma média alta, indica elevada adaptabilidade a todos os ambientes, e se baixa, o genótipo tem baixa adaptabilidade a vários ambientes.

Os genótipos 6, 9, 14 e 17 apresentaram o coeficiente de regressão não diferindo estatisticamente de 1, pelo teste t a 5% de probabilidade (TABELA 13), mostrando que são genótipos de adaptabilidade geral. Deve-se considerar que somente a testemunha 17 apresentou-se com o valor da média maior do que a média geral, ou seja, somente ela deverá ser considerada genótipo de adaptabilidade geral.

Já as linhagens 3, 5, 7 e 10 e as testemunhas 11, 12, 16 e 19 apresentaram coeficiente de regressão menor do que 1, sendo significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de t (TABELA 13), sendo classificados como genótipos de adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. Os genótipos 3 e 10 e as testemunhas 11 e 19 apresentaram médias superiores a média geral (TABELA 13), isto indica que estes podem ser recomendados para áreas de baixa tecnologia (Pelúzio & Sediama, 2000).

Estudando a estabilidade, os genótipos mais estáveis seriam aqueles em que apresentariam os desvios da regressão (S^2d) não significativos. Pela TABELA 13, observou-se que nenhum apresentou alta estabilidade, verificando apenas a significância de S^2d . Mas pelo valor do coeficiente de determinação (R^2), ou seja, se um genótipo

apresenta alto valor de R^2 , mesmo com S^2d , apresentando-se significativo, considera-se como de boa estabilidade. Assumindo um valor de R^2 como alto, pode-se observar que os genótipos 1, 2, 4, 9, 14, 15, 18 e 20 como de boa estabilidade. Assim, somente as linhagens 1, 2 e 4 e a testemunha 20, os quais têm boa adaptabilidade a ambientes favoráveis, possuem estabilidade de produção.

TABELA 13 - Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, com base na metodologia de Eberhart e Russel (1966), em 20 genótipos de soja, nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007 na região sojícola 3.

Gen	Média (B0)	B1	t (B1=1)	Probab (%)	S^2d	R^2 (%)
1	4108.36	1.67	8.58	0.0	56146.28**	79.87
2	4086.69	1.67	8.60	0,0	102619.30**	69.69
3	3896.59	0.42	-7.49	0,0	129059.15**	10.48
4	4060.79	1.36	4.63	0.0013	81025.38**	65.53
5	3670.74	0.20	-10.30	0,0	185683.62**	1.87
6	3687.78	0.86	-1.81	6.7725	100646.00**	38.38
7	3630.86	0.39	-7.88	0,0	146558.47**	8.21
8	3836.66	1.25	3.17	0.1781	79758.96**	61.85
9	3800.14	1.10	1.34	17.8932	50288.22**	65.73
10	4042.25	0.85	-1.99	4.4285	115111.21**	34.70
11	3843.86	0.80	-2.57	1.0182	132812.24**	29.41
12	3537.86	0.23	-9.89	0,0	79482.54**	5.38
13	3520.52	1.52	6.76	0,0	158967.50**	56.01
14	3682.78	1.04	0.47	64.2519	30441.16**	72.01
15	3600.51	1.16	2.00	4.3584	36467.01**	73.40
16	3796.62	0.76	-3.12	0.2074	67493.36**	41.08
17	3968.81	1.02	0.30	76.2848	57539.24**	59.44
18	3683.93	1.72	9.23	0,0	126341.05**	66.73
19	3916.14	0.65	-4.47	0.0023	51859.27**	39.55
20	3973.64	1.35	4.45	0.0025	20672.42**	85.35
Média Geral			3817.28			
Variância de B0			480.884			
Variância de B1			0.006			
Correlação entre B0 e B1			0.3488			

4.7. Metodologia de Lin e Binns (1988), modificada por Carneiro (1998)

Na metodologia de Lin e Binns modificado por Carneiro (1998), o desempenho genotípico é estimado pelo parâmetro (P_i), o qual se relaciona à distância do genótipo avaliado ao melhor genótipo, de modo que quanto menor o seu valor, maior será a adaptabilidade e estabilidade de comportamento do genótipo.

Na TABELA 14, estão apresentados os valores de médias de produtividade, Pi geral, Pi favorável e Pi desfavorável dos genótipos de soja, na região sojícola 3 nas safras de 2005/2006 e 2006/2007. Pode-se verificar que as linhagens 1, 2, 3, 4 e 10 foram as que apresentaram as maiores médias de produtividade e estabilidade a ambiente geral, ou seja, menores valores de Pi geral. Já as linhagens 1, 2 e 4 e as testemunhas 17 e 20 foram os melhores genótipos para ambiente favorável, ou seja, apresentaram menor valor do Pi favorável. Quanto à ambiente desfavorável, as melhores linhagens foram a 3 e a 10 e as testemunhas 11, 16 e 17, indicando serem genótipos mais responsivos a estes tipo de ambiente.

TABELA 14 - Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja nas safras 2005/2006 e 2006/2007 na região sojícola 3, com base na metodologia de Lin e Binns (1988).

Gen	Média		Pi geral		Pi favorável		Pi desfavorável
1	4108.36	1	59378276.69	2	11967040.29	3	26192280.34
10	4042.25	10	63656608.94	1	12369469.50	10	33616887.65
2	4086.69	2	64086454.11	4	16105207.91	17	45164406.59
3	3896.59	3	67748359.90	20	23526529.40	16	45723718.64
4	4060.79	4	68640906.51	17	24561198.89	11	45875317.67
17	3968.81	17	69725605.48	18	25422865.56	1	47008807.19
20	3973.64	20	73600960.84	8	25897178.60	19	47544029.06
16	3796.62	16	82282974.68	10	30039721.29	5	47648977.93
19	3916.14	19	82302721.99	19	34758692.93	20	50074431.44
11	3843.86	11	91725339.61	9	35175873.35	2	52119413.82
6	3687.78	6	96383070.05	16	36559256.04	4	52535698.60
8	3836.66	8	98207496.32	13	40492635.55	6	52719103.05
5	3670.74	5	99324700.78	14	41503842.21	12	58203433.50
9	3800.14	9	101556428.91	3	41556079.55	7	58560354.47
14	3682.78	14	111848694.65	6	43663967.00	9	66380555.56
7	3630.86	7	116301577.14	15	45574957.65	14	70344852.45
18	3683.93	18	128770030.60	11	45850021.94	8	72310317.72
12	3537.86	12	129857489.40	5	51675722.85	15	93803861.79
15	3600.51	15	139378819.45	7	57741222.67	18	103347165.04
13	3520.52	13	155381739.29	12	71654055.90	13	114889103.74

4.8. Metodologia do Centróide

A verificação das probabilidades, pela análise da TABELA 15, mostra que os genótipos de soja da região sojícola 3 das safras de 2005/2006 e 2006/2007 com maior probabilidade de pertencerem ao grupo dos que apresentam melhores padrões de

resposta em ambiente geral, classe I e com as maiores médias, foram as linhagens 1, 2, 4 e 10 e as testemunhas 17, 19 e 20, o que também foi observado no método de Annicchiarico.

As linhagens 8 e 9 e a testemunha 18 pertencem ao grupo dos genótipos que apresentam respostas favoráveis à melhoria do ambiente, ou seja, da classe II com adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e estabilidade de produção.

Para a classe III, ou seja, com adaptação e estabilidade de produção a ambientes desfavoráveis, as linhagens 3 e 5 e a testemunha 11 e 16 foram os genótipos que apresentaram melhores respostas.

Com pouca adaptação, classe IV foi observado nas linhagens 6 e 7 e nas testemunhas 12, 13, 14 e 15.

Considera-se que genótipos determinados conjuntamente como de adaptabilidade e estabilidade geral, ou a ambientes favoráveis ou a ambientes desfavoráveis, pelo maior número de métodos, sejam mais confiáveis que apenas por um método isoladamente. De acordo com Oliveira et al., (2003), a correlação entre as estimativas de adaptabilidade ou estabilidade com o uso de diferentes métodos pode contribuir para melhor predição do comportamento dos genótipos avaliados. Desta forma, considerou-se, neste estudo, como genótipos de adaptabilidade e estabilidade geral, ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis, os classificados por três métodos conjuntamente e que apresentassem alta média geral, em cada situação.

Os genótipos com maior adaptabilidade e estabilidade em ambiente favorável foram as linhagens 1, 2 e 4 e a testemunha 20, demonstrado pelos métodos de Eberhart e Russel, Annicchiarico e Lin e Binns. Para ambiente desfavorável, os genótipos que apresentaram boa adaptabilidade foram as linhagens 3 e testemunha 14, determinadas por todos os quatro métodos, e a linhagem 10 e testemunha 11, em todos os métodos com exceção do centróide.

Os métodos empregados, com exceção de Eberhart e Russel (1966), permitiram identificar cultivares mais estáveis e responsivos como sendo também as mais produtivas.

Considera-se que genótipos determinados como de adaptabilidade geral, conjuntamente pelo maior número de métodos, sejam mais confiáveis que apenas por um método isoladamente. De acordo com Oliveira et al. (2003), a correlação entre as estimativas de adaptabilidade ou estabilidade com o uso de diferentes métodos pode contribuir para melhor predição do comportamento dos genótipos avaliados. Desta

forma, considerou-se, neste estudo, como genótipos de adaptabilidade e estabilidade geral os classificados por três métodos conjuntamente e que apresentassem alta média geral. Assim, os genótipos caracterizados como de adaptabilidade e estabilidade geral foram as linhagens 1, 2, 4 e 10, determinadas conjuntamente pelos métodos de Annicchiarico, Centróide e de Lin e Binns, modificada por Carneiro.

TABELA 15 - Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja nas safras 2005/2006 e 2006/2007 na região sojícola 3, com base na metodologia de Centróide.

Gen.	Média	Classif.	Prob (I)¹	Prob (II)¹	Prob (III)¹	Prob (VI)¹
1	4108.36	I	0.3446	0.2950	0.1847	0.1757
2	4086.69	I	0.3324	0.3063	0.1830	0.1783
3	3896.59	III	0.2799	0.2001	0.3098	0.2102
4	4060.79	I	0.3320	0.2879	0.1952	0.1849
5	3670.74	III	0.2273	0.2173	0.2874	0.2680
6	3687.78	IV	0.2282	0.2327	0.2660	0.2731
7	3630.86	IV	0.2147	0.2163	0.2827	0.2863
8	3836.66	II	0.2548	0.2839	0.2215	0.2398
9	3800.14	II	0.2459	0.2548	0.2453	0.2541
10	4042.25	I	0.3151	0.2204	0.2640	0.2005
11	3843.86	III	0.2497	0.2224	0.2829	0.2450
12	3537.86	IV	0.1792	0.1864	0.2985	0.3358
13	3520.52	IV	0.1822	0.2782	0.1971	0.3425
14	3682.78	IV	0.2114	0.2510	0.2380	0.2996
15	3600.51	IV	0.1953	0.2554	0.2223	0.3270
16	3796.62	III	0.2485	0.2290	0.2741	0.2485
17	3968.81	I	0.3089	0.2619	0.2246	0.2045
18	3683.93	II	0.2011	0.3536	0.1798	0.2655
19	3916.14	I	0.2770	0.2351	0.2621	0.2258
20	3973.64	I	0.3102	0.2750	0.2137	0.2011
Média Geral	3817.28					

1-Probabilidade de pertencer à classe indicada; Classe I: adaptabilidade geral; Classe II: adaptabilidade específica a ambientes favoráveis; Classe III: adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis; Classe IV: pouco adaptado.

Os métodos de Annicchiarico, Linn e Binns, modificado por Carneiro, e Centróide foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, os de maior estabilidade e adaptabilidade;

4.9. Análises por Regiões

Pelas análises de variância dos dados de produtividade (TABELA 16), o efeito de genótipo foi significativo nas três regiões, ou seja, os genótipos se comportaram diferentemente em cada uma das regiões estudadas.

Na região 301, quando se avaliou a média geral de produtividade de cada genótipo, notou-se que as linhagens 4, 2, 8 e 10 foram estatisticamente superiores aos demais genótipos, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,005$) (TABELA 17).

Na região 302, a linhagem 1 apresentou média de produtividade superior às demais linhagens e testemunhas, mas esta não apresentou diferença estatística em relação às linhagens 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10 e às testemunhas 17 e 20, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,005$) (TABELA 17).

Para a região 303, verificou-se, pela média geral de produtividade de cada genótipo, que as linhagens 2, 1 e 4, respectivamente, foram estatisticamente superiores às demais linhagens e genótipos, pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,005$) (TABELA 17).

TABELA 16 - Análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg.ha^{-1}) de 20 genótipos de soja para as regiões 301, 302 e 303, na região sojícola 3 nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007

REGIÃO 301			
F. V.	G.L.	Q.M.	F
Ano	1	180901.00 ^{ns}	1.58
Gen	19	1150185.79**	10.03
Resíduo	219	114703.61	
CV(%)	8.39		
REGIÃO 302			
F. V.	G.L.	Q.M.	F
Ano	1	20352.10 ^{ns}	0.09
Gen	19	951346.84**	4.18
Resíduo	339	227465.55	
CV(%)	12.33		
REGIÃO 303			
F. V.	G.L.	Q.M.	F
Ano	1	3851331.00**	79.06
Gen	19	511509.89**	10.5
Resíduo	99	48716.43	
CV(%)	5.99		

** - Significativo a 1%; * - Significativo a 5%; ns - não significativo.

TABELA 17 - Média dos dados para rendimento de grãos (kg.ha^{-1}) dos 20 genótipos de soja, para as regiões sojícolas 301, 302 e 303, nas safras agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007.

Região 301			Região 302			Região 303		
Genótipos	Médias	Comparações 5%	Genótipos	Médias	Comparações 5%	Genótipos	Médias	Comparações 5%
4	4593.33	a	1	4260.93	a	2	4153.57	a
2	4451.55	a	2	4185.98	a	1	4114.43	a
8	4425.10	a	3	4081.43	a	4	4073.87	a
10	4339.31	a	20	4062.42	a	17	3894.20	b
20	4270.33	b	5	4044.61	a	19	3857.20	b
1	4240.25	b	4	3999.26	a	8	3847.58	b
17	4238.29	b	17	3971.97	a	16	3834.75	b
11	4095.68	b	19	3964.89	a	9	3813.45	b
9	4075.01	b	6	3950.82	a	18	3809.22	b
18	4072.46	b	10	3945.89	a	11	3801.35	b
16	4054.46	b	7	3935.42	a	3	3728.45	b
19	4017.91	b	14	3817.06	b	20	3656.37	b
13	3966.63	c	9	3795.58	b	10	3638.53	b
3	3905.04	c	18	3731.03	b	5	3503.62	c
15	3862.08	c	16	3709.65	b	12	3457.13	c
14	3838.47	c	11	3698.69	b	14	3433.02	c
12	3687.51	d	8	3691.78	b	15	3357.52	c
6	3625.59	d	15	3615.42	b	13	3275.23	c
7	3604.20	d	12	3584.28	b	6	3242.80	c
5	3417.59	d	13	3299.16	c	7	3162.43	c
Média Geral	4039.04		Média Geral	3867.31		Média Geral	3682.74	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de agrupamento de médias de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

- As linhagens 1, 2, 4 e 10 são de adaptabilidade e estabilidade geral. As linhagens 1, 2, 4 e a testemunha 20 são classificadas como de adaptabilidade e estabilidade a ambientes favoráveis e as linhagens 3 e 10 e as testemunhas 11 e 14 a ambientes desfavoráveis;
- As linhagens 2 e 4 são estatisticamente superiores as demais, simultaneamente nas regiões 301, 302 e 303, e a linhagem 10, simultaneamente nas regiões 301 e 302;
- Nas safras agrícolas testadas e nas condições estudadas, os ambientes favoráveis pelos métodos analisados foram: 1, 2, 3, 4, 7, 13, 14 e 15, e os desfavoráveis foram: 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 e o 16.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABLETT, G.R.; BUZZELL, R.I.; BEVERSDORF, W.D.; ALLEN, O.B. Comparative stability of 40 indeterminate and semi-determinate soybean lines. **Crop Science**, v.34, n.2, p.347-351, 1994.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, n.5, p.503-508, 1964.
- ALLIPRANDINI, L.F.; TOLEDO, J.F.F.; FONSECA Jr., N.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. Análise de adaptação e estabilidade de genótipos de soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.9, p.1321-1328, 1998.
- ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. Melhoramento de soja no Brasil – desafios e perspectivas. In: CÂMARA, G.M.S. (Ed.). **Soja tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique. p.40-54, 1998.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal Genetics and Plant Breeding**, v.6, p. 269-278, 1992.
- BASFORD, K.E.; COOPER, M. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, n.2, p.153-174, 1998.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: Editora UFV. 1997. 547p.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 3 ed. Viçosa: Editora UFV. 2001. 500p.
- CÂMARA, G.M. Ecofisiologia da soja e rendimento. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, 1998. p.256-277.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168p. Tese (Doutorado) - Curso de pós-graduação em genética e melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S.; OLIVEIRA, M.F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V. 37, n.7, p.989-1000. 2002.
- COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29 Outubro 2007.
- COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Soja – Brasil**. Série histórica de área plantada e produção; Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em: 31 Março 2008.
- CROSSA, J.; GAUCH, H, G.; ZOBEL, R.W. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. **Crop Science**, v.30, n.3, p.493-500, 1990.

CRUZ, C. D. **Programa genes - biometria**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

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

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

CRUZ, C.D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV. Viçosa – MG. 1997. 442p.

DESTRO, D., PIPOLO, V. C. & KIIHL, R. F. Photoperiodic and genetic control of the long juvenile period in soybean: a review. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.1, n.1, p. 72-92, 2001.

DONG, Y.S.; ZHAO, B.L.; WANG, Z.W.; JIN, Z.Q.; SUN, H. The genetic diversity of cultivated soybean grown in China. **Theoretical Applied Genetics**, v. 108, p. 931-936, 2004.

DUARTE, J.B.; ROLIM, R.B.; OLIVEIRA, P. M.F.; SOUZA, J.R. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de soja (*Glycine 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.

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

EL-HUSNY, J.C.; ANDRADE, E.B.; SILVEIRA FILHO, A.; BENCHIMOL, R.L.; TOLEDO, J.F.F; LAMBERT, E.S.; ALMEIDA, L.A. Avaliação de genótipos de soja no estado do Pará- ano agrícola 2004. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27. **Anais...** Embrapa Soja, Londrina, 2005. p.345-346.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema de produção 11: **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2006. 225p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Centro Nacional de Pesquisa do Trigo. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/sist-prod/soja04/tab1.htm>> acesso em Mar. 2005.

GALVÃO, E.R.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; SCAPIM, C.A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de nove cultivares e linhagens de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v.45, n.259, p.221-231, 1998.

GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. Identifying Mega-Environments and Targeting Genotypes. **Crop Science**, v.37, n.2, p.311-326. 1997.

GILIOLI, J. L.; TERASAWA, F.; WILLEMANN, W.; ARTIAGA, O. P. E.; MOURA, A. V. & PEREIRA, W. V. **Soja: Série 100**. FT Sementes, Cristalina, Goiás. (Boletim Técnico 3), 1995, 18 p.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**., v. 24, n.2, p. 408-421, 1970.

HYMOWITZ, T. Speciation and Cytogenetics. In BOERMA, H. R.; SPECHT, J.E. (eds). Soybeans: improvement, production and uses. 3. ed. Agronomy monograph n° 16. American Society of Agronomy – **Crop science Society of América** – soil science Society of América, madison, WI, p. 97-136, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: [http:// www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 29/10/2007.

KANG, M.S. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. **Advances in Agronomy**, v.62, p.199-252, 1998.

KASTER, M. & FARIAS, J.R.B. **Regionalização dos testes de valor de cultivo e uso e da indicação de cultivares de soja** (Resumo). Embrapa Soja, Cx. Postal 231, CEP 86001-970, Londrina, PR. 2002

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

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

LOPES, A.C.A.; VELLO, N.A.; PANDINI, F.; ROCHA, M.M.; TSUTSUMI, C.Y. Variabilidade e Correlações entre Caracteres em Cruzamentos de Soja. **Scentia Agrícola**. v.59.. n.2. p.341 – 342. 2002.

LUCCHESI, A.A. Fatores da produção vegetal. In. **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e Fósforo, 1987. p 1-11.

MACHADO, J.R.A.; PENNA, J.C.V.; FALLIERI, J.; SANTOS, P.G.; LANZA, M.A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de algodoeiro para características tecnológicas de fibra. **Revista Brasileira de Fibras**, Campina Grande, v.7, n.1, p.673-683, 2003.

MAURO, A.O. **Adaptabilidade, estabilidade e ganho genético com processo seletivo em soja, em Ponta Porá, MS**, 1991. 192f Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

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

MEDINA, J.C. Introdução e Evolução da Soja no Brasil: Primeiras Notícias da Soja no Brasil. In. MIYASAKA, J.C.; MEDINA, J.C. **A Soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. cap.2, p.17-24.

MOHANTY, S.K.; BAISAKH, B.; BHOL, B.B. Phenotypic stability of seed yield and maturity in soybean (*Glycine max*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.69, n.12, p.820-822, 1999.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In. MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C., (Eds). **A Soja no Brasil**. 1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 65-104.

OLIVEIRA, E. de. 2003. **Comportamento de genótipos de soja quanto a doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes no Estado de Goiás**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás. 177 p.

PACHECO, R.M.; DUARTE, J.B; ASSUNÇÃO, M.S.; NUNES JR, J.; CHAVES, A.A.P. Zoneamento e adaptação produtiva de genótipos de soja de ciclo médio de maturação para Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.33, n.1, p.23-27, 2003.

PELUZIO, J.M.; SEDIYAMA, C.S. Adaptabilidade e estabilidade de produção de grãos de dez cultivares de soja, no estado de Tocantins. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v.4, n.1, p.39-45, 2000.

PERKINS, J.M.; JINKS, J.L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, v.23, n.3, p.339-356, 1968.

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

PRADO, E.E.; 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**, v.36, n.4, p.625-635, 2001.

PRADO. E.E.; 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.

PROBST, A.H.; JUDD, R.W. Origin U.S. history and development and world distribution. In CALDEWELL, B.E. **Soybeans, improvement, production and uses**. Madison ASA, 618p. 1973.

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

RAUT, V.M.; TAWARE, S.P.; HALVANKAR, G.B.; PATIL, V.P. Stability analysis for oil and yield in soybean. **Soybean Genetics Newsletter**, v.24, p.92-95, 1997.

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

ROCHA, M.M. **Interação genótipos x locais em linhagens experimentais de soja com diferentes ciclos de maturação**. Piracicaba, 1998. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ROCHA, M.M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. Piracicaba, 2002. Tese de Doutorado, 173 p.

ROCHA, M.M.; VELLO, A.N. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, 1999.

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

ROESSING, A.C.; GUEDES, L.C.A. **Aspectos Econômicos do Complexo Soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central**. In. ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M. (Ed.) *Cultura da Soja nos Cerrados*. Piracicaba, Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato, 1993. p. 1- 69.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v.30, p. 507-512, Sept. 1974.

SCOTT, R.A.; CHAMPOUX, M.; SCHAPAUGH Jr., W.T. Influence of environmental productivity levels and yield stability on selection strategies in soybean. **Euphytica**, v.78, n.1-2, p.115-122, 1994.

SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; ESTEVÃO, H.H. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. **Experientiae**, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 117-41, 1972.

SEDIYAMA, T.; ALMEIDA, A.L.; MIYASAKA, S.; KIIHL, R.A.S. Genética e melhoramento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.209-226.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da Soja – I Parte**. 3º Reimpressão. Viçosa: UFV, 1996, 96p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. . In: BORÉM, A. (Ed). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. p. 553-603.

SHOEMAKER, R.C.; SCHLUETER, J.A.; CREGAN, P.; VODKIN, L. The status of soybean genomics and its role in the development of soybean biotechnologies. **AgBioforum**, v. 6, p. 4-7, 2003.

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para o estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. V.41, n.1, p.23-30, 2006.

SINGH, R.J.; HYMOWITZ, T. The genomic relationship between *Glycine max* (L.) Merr. and *G. soja* Sieb. and Zucc. as revealed by pachytene chromosome analysis. **Theoretical Applied Genetics**, v.76, p.705-711, 1988.

Site Somar Meteorologia referente precipitação média, temperatura mínima e máxima: <http://www.somarmeteorologia.com.br>, acessado em 20 de março de 2008.

SOOD, O.P.; SOOD, V.K.; ANAND, D.; KALIA, N.R. Phenotypic stability for yield and maturity in soybean (*Glycine max*) in mid-hills of Himachal Pradesh. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.69, n.7, p.536-537, 1999.

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.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KASTER, M.; MIRANDA, L.C.; MENOSSO, O.G. Genetic and Breeding. In: Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Londrina. **Tropical soybean: improvement and production**. ROME: FAO (FAO Plant production and protection series, 27), p.19-36, 1994.

United States Department of Agriculture. Disponível em: <http://www.usda.com>. Acesso em abril de 2008.

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

VERNETTI, F.J. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas, 1983. p.3-123.

VIEIRA, N.M. **Caracterização da cadeia produtiva da soja em Goiás. Florianópolis**. 2002. 124 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina.

XU, B.; ZHEN, H; LU, Q.; ZHAO, S. Three new evidences of the original area of soybean. 1989. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EN SOJA, 4, 1989, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires, t.1, p.124-128, 1989.