

ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE CULTIVARES DE SOJA NO BRASIL CENTRAL

PHENOTYPIC STABILITY OF SOYBEAN CULTIVARS IN CENTRAL BRAZIL

*Aldaisa Martins da Silva de OLIVEIRA*¹; *Oswaldo Toshiyuki HAMAWAKI*²; *José Osvaldo de OLIVEIRA NETO*³; *Julio César Viglione PENNA*²; *Fernando César JULIATTP*; *Sandro Ângelo de SOUZA*¹

RESUMO: Com o objetivo de se avaliar o potencial produtivo de cultivares comerciais de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), indicados para a região Brasil Central, realizou-se esta pesquisa na safra 2000/1, em Goiatuba, GO e em Uberlândia, MG, com semeaduras nos meses de novembro e dezembro. Em Goiatuba a pesquisa desenvolveu-se na Fazenda São José do Pontal, enquanto que em Uberlândia desenvolveu-se em dois locais, sendo na Fazenda Canadá e na Fazenda Capim Branco. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e os tratamentos foram 28 cultivares pertencentes a três grupos de maturação, sendo 3 do Semi Precoce (Confiança, E316 e Msoy 6101), 11 do Médio (Aventis 7003, Carla, E 315, Milena, Conquista, Liderança, Segurança, Vencedora, Msoy 8001, DM 247, e UFV 19), e 14 do Semi tardio (Aventis 7002, Suprema, Celeste, E 313, E 313 RCH, Garantia, Msoy 8800, Msoy 9001, Msoy 8400, Msoy 8411, DM Vitória, DM 309, DM 339 e UFV 18). De acordo com as análises de adaptabilidade e estabilidade, a maioria das cultivares apresentaram adaptabilidade ampla e estabilidade geral. Dentre essas destacaram-se as seguintes: Msoy 8800, Emgopa 313 RCH, DM 339, Celeste, e Garantia que obtiveram produtividade média acima de 3200 kg/ha. Os três métodos de adaptabilidade e estabilidade, Wricke (1965), Eberhart e Russell (1966) e Cruz *et al.* (1989) revelaram resultados semelhantes o que possibilitou uma maior confiabilidade e melhor caracterização do comportamento das cultivares estudadas.

UNITERMOS: *Glycine max* L. Merrill, Melhoramento, Ambiente, Adaptabilidade, Produção, Potencialidade agrônômica

INTRODUÇÃO

A cultura da soja no Brasil vem sendo desenvolvida nas mais diversas latitudes, sendo cultivada desde Roraima até o Rio Grande do Sul.

Esta diversidade de ambientes agrícolas exige maior volume de pesquisa na geração de tecnologia adequada a cada situação.

Assim, a interação genótipo por ambiente assume papel fundamental na manifestação fenotípica de cultivares, devendo ser estimada e considerada, tanto nos programas de seu melhoramento genético, quanto na sua indicação.

De acordo com Romagosa e Fox (1993), o ambiente é um termo geral que envolve uma série de condições sob as quais as plantas crescem, podendo ser

locais, anos, tratos culturais e manejo, ou a soma de todos estes fatores. Geralmente cada local e ano é considerado como um ambiente diferente.

É indispensável conhecer a resposta dos genótipos aos investimentos em tecnologia, bem como, o desempenho frente às diversas situações edafoclimáticas observadas durante o desenvolvimento da cultura.

Para áreas tecnificadas será possível disponibilizar cultivares adaptadas, responsivas à melhoria das condições ambientais. As cultivares de menor resposta ou específicas para ambiente desfavorável devem ser indicadas às áreas com limitação de recursos naturais ou econômicos.

As análises de adaptabilidade e estabilidade são indispensáveis para o conhecimento do desempenho das cultivares em ambientes diferentes, uma vez que apesar

¹ Mestre em Agronomia. Professor da Universidade Luterana do Brasil, Instituto Luterano de Ensino Superior, Itumbiara, GO.

² Professor, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

³ Mestrando, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

Received 15/04/03 Accept 19/11/03

de importante, só o estudo da interação genótipo x ambiente não é suficiente de acordo com Cruz e Regazzi (1994).

Vários autores têm concordado com a necessidade da comparação entre metodologias disponíveis para análise de estabilidade em soja (ZOBEL *et al.*, 1988; SNELLER *et al.*, 1997) e também em outras culturas (DUARTE, 1988; DUARTE e ZIMMERMANN, 1995; ARIAS, 1996; RAIZER, 1998; ROSSE *et al.*, 2002).

Existem atualmente, muitas metodologias para se analisar estabilidade, tendo todas a finalidade de avaliar um grupo de genótipos testados em vários ambientes. Todas as metodologias possuem como fundamento básico a existência da interação genótipo x ambiente, diferindo-se quanto aos conceitos de estabilidade adotados e princípios estatísticos usados (TREVISOLI, 1999).

Entre os métodos que utilizam a análise de regressão linear, destacam-se as metodologias de Eberhart e Russell (1966) e de Cruz *et al.* (1989).

Na metodologia de Eberhart e Russell (1966), o genótipo ideal é aquele que apresenta alta produção média, coeficiente de regressão igual a 1,0 ($\hat{\alpha}_i=1$) e desvio da regressão (S^2d) tão pequenos quanto for possível. Assim, o genótipo ideal deve apresentar resposta positiva à melhoria das condições ($\hat{\alpha}_i=1$), tendo adaptabilidade geral, e um comportamento altamente previsível ou estável ($S^2d=0$). Esta metodologia ainda considera o coeficiente de determinação (R^2) em substituição ao desvio da regressão (S^2d). Quando o $R^2=1$ ou próximo de 100%, o genótipo apresenta um pequeno desvio em relação a resposta linear.

Segundo pesquisa com trigo de Carvalho *et al.* (1983) como método que não utiliza análise de regressão linear, o método da ecovalência de Wricke (1965) apresentou resultados semelhantes aos apresentados pelos métodos de Eberhart e Russell (1966) e de Tai (1971).

Na metodologia de Cruz *et al.* (1989), os parâmetros de adaptabilidade são a média ($\hat{\alpha}_{0i}$), a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ($\hat{\alpha}_{1i}$) e aos ambientes favoráveis ($\hat{\alpha}_{1i} + \hat{\alpha}_{2i}$). A estabilidade dos genótipos é avaliada pelo desvio da regressão (S^2d) e/ou coeficiente de determinação (R^2) de cada cultivar, em função das variações ambientais (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Dentre os métodos que não utilizam a regressão linear, podemos destacar o método de Wricke (1965). Este método possui como principal parâmetro, a "ecovalência", que se baseia na decomposição da interação genótipo x ambiente, em componentes atribuídos a cada genótipo. O parâmetro de estabilidade é obtido pela partição da soma de quadrados da interação genótipo x ambiente. O

teste objetiva distribuir o efeito total da interação genótipo x ambiente obtido na análise de variância conjunta, determinando-se com isso, quais os tratamentos que influem mais ou menos para a interação. A ecovalência em % ou eco% é importante e informa a porcentagem de contribuição de cada genótipo. Somando-se as contribuições relativas de todos os genótipos que participam da análise, tem-se um total de 100%.

A ecovalência avalia as oscilações de cada genótipo frente às variações ambientais, sendo o genótipo tanto mais estável quanto menor for o valor deste parâmetro, ou seja, quanto maior for a contribuição do genótipo para a interação, maior será a ecovalência e menos estável será o genótipo (TREVISOLI, 1999).

Usando 12 cultivares de soja em 10 ambientes Yue *et al.* (1997) compararam as metodologias de Eberhart & Russell (1966), Tai (1971), Shukla (1972) e Wricke (1965), para estimativa de parâmetros de estabilidade onde concluíram que as metodologias usadas apresentaram correlações positivas e significativas indicando que os métodos comportaram-se de formas similares no fornecimento das estimativas de estabilidade para os genótipos testados, e também que cultivares altamente produtivos podem apresentar alta estabilidade.

Este trabalho tem o objetivo de avaliar os genótipos de soja semeados na região e assim identificar os cultivares de ambiente específico, de adaptação ampla, responsivos e com estabilidade produtiva.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 28 cultivares de soja a seguir relacionadas: Aventis 7002, Aventis 7003, Suprema, Carla, Celeste, Emgopa 313, Emgopa 313 RCH, Emgopa 315, Emgopa 316, Milena, Confiança, Conquista, Garantia, Liderança, Segurança, Vencedora, Msoy 6101, Msoy 8001, Msoy 8400, Msoy 8411, Msoy 8800, Msoy 9001, DM 247, DM 309, DM 339, DM Vitória, UFV 18 e UFV 19. O experimento foi realizado no ano agrícola 2000/2001 em 3 locais, sendo no município de Goiatuba-GO, na Fazenda São José do Pontal de propriedade particular, e no município de Uberlândia-MG, na Fazenda Canadá de propriedade do Grupo ABC, e na Fazenda Capim Branco, de propriedade da Universidade Federal de Uberlândia-UFU.

A área experimental da Fazenda São José do Pontal, Goiatuba-GO situa-se a 18°01'52" S e 50°01'26" W, 528 m de altitude, onde se adota o sistema de produção em plantio convencional; as características químicas do solo podem ser observadas na análise de solo da área (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo na área experimental da Fazenda São José do Pontal, Goiatuba-GO¹:

| pH H ₂ O | P | K | Al | Ca | Mg | H+Al | t | T | V | MO |
|---------------------|--------------------|-----|-----------------------|-----|-----|------|-----|------|------|--------|
| 1:2,5 | mg/dm ³ | | cmolc/dm ³ | | | | | | % | dag/kg |
| 6,0 | 18 | 118 | 0 | 5,0 | 1,2 | 3,7 | 6,5 | 10,2 | 63,7 | 2,3 |

¹Análise de solo efetuada no Laboratório de Análise de Solos. Curso de Agronomia. ILES/ULBRA, Itumbiara-GO.

P, K- (KCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N), Al, Ca, Mg- (KCl 1N); (Walkey – Black)

SB- soma de bases/ t- CTC efetiva/T- CTC a pH 7,0/ V-sat. Por bases/ m-sat. por alumínio.

Em Uberlândia-MG, a área experimental Fazenda Canadá encontra-se à 18° 51' 45" S e 48° 24' 55" W, 800 metros de altitude, desenvolve o sistema de

produção em plantio direto; com solo de características químicas disponíveis na análise de solo (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química do solo na área experimental da Fazenda Canadá, Uberlândia-MG¹:

| pH H ₂ O | P | K | Al | Ca | Mg | H+Al | t | T | V | MO |
|---------------------|--------------------|------|-----------------------|-----|-----|------|---|-----|------|--------|
| 1:2,5 | mg/dm ³ | | cmolc/dm ³ | | | | | | % | dag/kg |
| 6,0 | 20,0 | 50,8 | 0 | 1,6 | 0,5 | 1,7 | 2 | 3,9 | 56,7 | 2,1 |

¹Análise de solo efetuada no Laboratório de Análise de Solos e Calcários do DEAGO/FUNDAP /UFU.

P, K- (KCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N), Al, Ca, Mg- (KCl 1N); (Walkey – Black)

SB- soma de bases/ t- CTC efetiva/T- CTC a pH 7,0/ V-sat. Por bases/ m-sat. por alumínio.

Com relação a área experimental Fazenda Capim Branco, a posição geográfica é de 18° 55' 23" S e 48° 17' 19" W, 872 metros de altitude; sob pastagem de

Brachiaria sp.; e o solo tem características químicas que podem ser observadas na análise de solo (Tabela 3).

Tabela 3. Análise química do solo na área experimental da Fazenda Capim Branco, Uberlândia-MG¹:

| pH H ₂ O | P | K | Al | Ca | Mg | H+Al | t | T | V | MO |
|---------------------|--------------------|------|-----------------------|-----|-----|------|---|-----|----|--------|
| 1:2,5 | mg/dm ³ | | cmolc/dm ³ | | | | | | % | dag/kg |
| 6,1 | 0,5 | 27,7 | 0 | 1,1 | 0,8 | 2,6 | 2 | 4,6 | 43 | 2,1 |

¹Análise de solo efetuada no Laboratório de Análise de Solos e Calcários do DEAGO/FUNDAP /UFU.

P, K- (KCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N), Al, Ca, Mg- (KCl 1N); (Walkey – Black)

SB- soma de bases/ t- CTC efetiva/T- CTC a pH 7,0/ V-sat. Por bases/ m-sat. por alumínio.

Todas as áreas experimentais apresentam-se sob domínio do ecossistema Cerrado.

Quanto ao clima, todos os locais apresentam o clima Aw segundo a classificação de Köppen, que se caracteriza como um clima tropical chuvoso (clima de savana), megatérmico, com inverno seco. A temperatura do mês mais frio é superior a 18°C e a precipitação do mês mais seco é inferior a 60 mm. A precipitação pluvial média é de 1.550 mm anuais, caracterizada por um período chuvoso de seis meses (outubro a março), sendo que nos meses de janeiro e dezembro a quantidade precipitada pode atingir de 600 a 900 mm. Julho e agosto são os meses mais secos.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com quatro repetições sendo que a unidade experimental constituiu-se de quatro linhas de 5 metros com espaçamento de 0,45 m. Como parcela útil utilizaram-se 8 metros lineares das duas fileiras centrais. As semeaduras ocorreram no verão, em duas épocas, nas datas de 20/11 e 12/12 (Fazenda Canadá), 22/11 e 17/12 (Fazenda São José do Pontal) e 23/11 e 19/12 (Fazenda Capim Branco).

Em todos os experimentos, os caracteres avaliados foram número de dias para o florescimento, altura da planta no florescimento, número de dias para a maturação, altura de inserção da primeira vagem, altura

da planta na maturação e produtividade de grãos. Os dados relativos aos caracteres avaliados nestes experimentos foram submetidos a uma análise de variância individualizada por ensaio e conjunta considerando os 6 ensaios. Foram realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade utilizando-se o método não linear e da ecovalência, proposto por Wricke (1965), para todos os caracteres anteriormente descritos. Com relação à produtividade de grãos, as análises de adaptabilidade e estabilidade também foram realizadas por mais dois métodos, porém lineares como o da regressão simples de Eberhart e Russell (1966) e o da regressão bissegmentada de Cruz *et al.* (1989).

Para a análise dos dados, foram utilizados o aplicativo computacional em Genética e Estatística Genes

(Cruz, 1997), e o programa Excel para Windows 98 para a tabulação dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância individual apresentou diferença significativa para todos os caracteres o que indica comportamento diferenciado entre as cultivares em cada local/época. A análise de variância conjunta (Tabela 4) indicou efeitos significativos das fontes de variação genótipos, ambientes e interação entre elas. Essa interação reflete a existência de comportamento diferenciado dos genótipos, quando comparados nos diferentes ensaios.

Tabela 4. Análise de variância conjunta para produtividade de grãos (kg/ha), número de dias para o florescimento (dias), altura da planta no florescimento (cm), altura da planta na maturação (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm), número de dias para a maturação (dias) de 28 cultivares de soja semeadas em duas épocas e três locais, na safra de 2000/2001.

| Fonte de variação | GL | Quad. Médio | | | | | |
|----------------------|-----|-----------------------------|--------------|------------------|-------------------|---------------|-------------|
| | | Rendimento de grãos (kg/ha) | Nº Dias Mat. | Nº Dias Floresc. | Alt. Ins. Pr. Vg. | Alt. Floresc. | Alt. Matur. |
| bloco/ambiente | 18 | 2167240,84** | 9,01** | 3,75** | 12,34** | 301,82** | 851,53** |
| Genótipos | 27 | 1407099,16** | 1944,25** | 705,38** | 81,12** | 2245,74** | 2375,41** |
| Ambiente | 5 | 55726174,63** | 6044,58** | 2581,85** | 69,55** | 1034,62** | 1542,70** |
| Genótipos x ambiente | 135 | 257739,02** | 46,00** | 15,22** | 16,72** | 119,63** | 113,49** |
| Resíduo | 486 | 145.589,86 | 2,66 | 1,49 | 5,59 | 19,92 | 32,48 |
| Média | | 3.058,43 | 124,14 | 54,21 | 16,23 | 57,88 | 83,92 |
| CV % | | 12,48 | 1,31 | 2,25 | 14,58 | 7,71 | 6,79 |

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

Todos os caracteres foram avaliados pelo método da Ecovalência de Wricke (1965) (Tabela 5) onde notou-se que a maioria das cultivares apresentou pequena contribuição para interação genótipo x ambiente o que pode ser confirmado pela observação dos seus valores de Wi%, demonstrando estabilidade geral para a maioria dos caracteres.

A cultivar mais estável para produtividade e dias

para florescimento foi a Emgopa 316, para altura da planta no florescimento e altura de inserção da primeira vagem foi a cultivar Liderança, para altura da planta na maturação foi a cultivar DM 339 e para número de dias para a maturação foi a cultivar Msoy 8400.

Segundo o modelo de Eberhart e Russell (1966) (Tabela 6 e 7), a cultivar Emgopa 316 apresenta-se como a mais estável, por ter a maior previsibilidade (R^2).

Tabela 5. Estimativas das médias e ecovalências de 28 cultivares de soja semeadas em duas épocas de plantio e três locais, quanto às características de produtividade de grãos (kg/ha) e altura da planta na maturação (cm), altura da planta no florescimento (cm), altura de inserção da primeira vagem (cm), número de dias para o florescimento (dias), número de dias para a maturação, segundo o método de Wricke (1965).

| Cultivar | Produtividade de grãos | | Altura maturação | | Altura florescimento | | Altura 1ª Vagem | | Dias Florescimento | | Dias Maturação | |
|-----------|------------------------|-------|------------------|-------|----------------------|-------|-----------------|-------|--------------------|-------|----------------|-------|
| | (kg/ha) | (Wi%) | cm | (Wi%) | cm | (Wi%) | cm | (Wi%) | dias | (Wi%) | dias | (Wi%) |
| E 316 | 2742,03 | 0,61 | 79,47 | 2,92 | 39,68 | 1,38 | 15,76 | 3,14 | 47,50 | 0,66 | 109,75 | 3,79 |
| Liderança | 2931,59 | 1,04 | 68,64 | 2,26 | 49,15 | 0,82 | 15,62 | 0,15 | 50,46 | 1,87 | 115,58 | 4,98 |
| Carla | 3021,88 | 1,09 | 70,97 | 3,38 | 50,86 | 3,21 | 16,85 | 1,86 | 50,08 | 1,54 | 117,96 | 5,45 |
| Celeste | 3223,97 | 1,34 | 81,92 | 4,50 | 61,55 | 3,80 | 15,59 | 2,71 | 54,79 | 4,99 | 129,54 | 3,70 |
| DM | | | | | | | | | | | | |
| Vitória | 3122,32 | 1,48 | 101,2 | 6,33 | 78,05 | 11,70 | 18,01 | 11,50 | 59,67 | 5,48 | 132,08 | 7,45 |
| Suprema | 2984,79 | 1,81 | 96,81 | 5,68 | 46,95 | 1,02 | 15,10 | 3,64 | 53,54 | 1,85 | 128,25 | 1,77 |
| Garantia | 3206,36 | 1,83 | 90,88 | 4,32 | 66,06 | 3,80 | 19,25 | 8,23 | 57,21 | 5,20 | 131,50 | 7,78 |
| MS 6101 | 2324,31 | 1,95 | 77,35 | 1,02 | 45,65 | 4,98 | 12,72 | 0,90 | 40,50 | 4,30 | 99,83 | 7,53 |
| DM247 | 3114,34 | 2,19 | 89,39 | 2,90 | 64,46 | 5,50 | 18,58 | 1,03 | 58,29 | 5,46 | 124,87 | 2,63 |
| Confiança | 2492,61 | 2,30 | 66,10 | 6,38 | 47,49 | 3,62 | 13,72 | 2,11 | 44,96 | 1,53 | 105,95 | 3,23 |
| Segurança | 2834,35 | 2,32 | 82,51 | 2,42 | 60,67 | 3,71 | 17,18 | 2,08 | 55,37 | 9,12 | 122,67 | 2,29 |
| E 315 | 3119,03 | 2,98 | 79,82 | 2,86 | 54,5 | 1,91 | 16,94 | 2,37 | 54,71 | 4,81 | 122,29 | 8,40 |
| DM 339 | 3289,88 | 3,09 | 89,21 | 0,48 | 64,96 | 2,18 | 20,11 | 4,60 | 61,25 | 4,60 | 131,42 | 3,80 |
| UFV 19 | 2999,63 | 3,20 | 77,23 | 1,55 | 52,1 | 3,06 | 14,94 | 2,99 | 49,21 | 2,47 | 121,83 | 2,6 |
| MS 8800 | 3361,62 | 3,47 | 92,44 | 1,56 | 70,41 | 2,72 | 16,95 | 1,05 | 62,21 | 3,35 | 135,12 | 2,18 |
| E 313 RCH | 3295,77 | 3,60 | 89,73 | 5,74 | 66,97 | 6,03 | 16,56 | 3,41 | 58,50 | 7,92 | 130,21 | 5,71 |
| DM 309 | 3218,79 | 3,87 | 89,59 | 0,79 | 66,09 | 2,20 | 16,82 | 6,30 | 61,12 | 2,92 | 135,58 | 1,39 |
| UFV 18 | 3048,14 | 3,90 | 92,09 | 6,18 | 68,48 | 3,41 | 18,13 | 1,64 | 60,29 | 0,72 | 132,71 | 4,17 |
| A 7002 | 3055,09 | 4,73 | 86,46 | 4,14 | 46,19 | 2,69 | 15,94 | 7,53 | 52,50 | 1,62 | 127,54 | 1,33 |
| MS 9001 | 2897,86 | 4,85 | 89,06 | 3,57 | 67,26 | 4,82 | 18,38 | 2,32 | 61,58 | 1,53 | 134,38 | 4,08 |
| MS 8400 | 3291,38 | 4,96 | 80,11 | 1,88 | 54,84 | 0,99 | 14,29 | 2,43 | 55,33 | 3,76 | 127,92 | 0,52 |
| MS 8411 | 3310,02 | 5,26 | 86,66 | 1,79 | 60,61 | 4,51 | 16,94 | 2,95 | 56,25 | 3,79 | 129,17 | 0,60 |
| E 313 | 3197,36 | 5,82 | 92,76 | 8,00 | 68,89 | 4,97 | 16,25 | 5,11 | 58,67 | 5,70 | 132,62 | 3,44 |
| Conquista | 3233,92 | 5,87 | 74,19 | 6,10 | 53,84 | 3,69 | 16,62 | 1,70 | 50,92 | 3,58 | 122,17 | 1,84 |
| MS 8001 | 2999,80 | 6,05 | 62,61 | 3,09 | 42,89 | 0,86 | 12,92 | 1,09 | 48,98 | 3,32 | 119,50 | 3,56 |
| A7003 | 2886,19 | 6,17 | 101,24 | 2,89 | 55,86 | 5,45 | 13,33 | 2,70 | 51,5 | 4,34 | 117,66 | 1,84 |
| Vencedora | 3220,48 | 6,85 | 74,12 | 3,60 | 52,83 | 2,37 | 15,53 | 5,39 | 50,92 | 2,08 | 117,08 | 0,80 |
| Milena | 3179,76 | 7,42 | 86,60 | 3,64 | 62,97 | 4,54 | 15,19 | 9,09 | 51,54 | 1,46 | 120,54 | 3,11 |

Tabela 6. Análise de variância para produtividade de grãos (kg/ha), utilizando o método de Eberhart e Russell (1966).

| Fonte de variação | GL | Soma de Quadrados | Quadrado médio | R ² |
|-------------------|-----|-------------------|-----------------|----------------|
| Ambiente (A) | 5 | 279.285.696,00 | 55.857.140,00** | |
| Genótipo (G) | 27 | 38.180.012,00 | 1.414.074,50** | |
| Int Gen x Amb | 135 | 35.675.540,00 | 264.263,25* | |
| Ambiente/Genótipo | 140 | 314.961.248,00 | 2.249.723,00** | |
| Amb. Linear | 1 | 279.285.472,00 | 279.285.472,00 | |
| G x amb li | 27 | 7.172.448,00 | 265.646,22 | |
| Desv. Comb | 112 | 28.503.364,00 | 254.494,33 | |
| Desv g1 | 4 | 613.349,00 | 153.337,25ns | 85,45 |
| Desv g2 | 4 | 216.827,00 | 54.206,75ns | 97,87 |
| Desv g3 | 4 | 646.019,00 | 161.504,75ns | 92,09 |
| Desv g4 | 4 | 630.882,00 | 157.720,50ns | 93,03 |
| Desv g5 | 4 | 318.713,00 | 79.678,25ns | 97,29 |
| Desv g6 | 4 | 353.742,00 | 88.435,50ns | 96,15 |
| Desv g7 | 4 | 1.585.796,00 | 396.449,00ns | 74,07 |
| Desv g8 | 4 | 653.854,00 | 163.463,50ns | 96,71 |
| Desv g9 | 4 | 2.117.445,00 | 529.361,25ns | 86,78 |
| Desv g10 | 4 | 1.043.684,00 | 260.921,00ns | 89,71 |
| Desv g11 | 4 | 2.079.090,00 | 519.772,50ns | 81,59 |
| Desv g12 | 4 | 785.254,00 | 196.313,50ns | 91,74 |
| Desv g13 | 4 | 892.009,00 | 223.002,25ns | 93,75 |
| Desv g14 | 4 | 1.097.514,00 | 274.378,50ns | 90,50 |
| Desv g15 | 4 | 779.424,00 | 194.856,00ns | 92,65 |
| Desv g16 | 4 | 1.278.047,00 | 319.511,75ns | 91,86 |
| Desv g17 | 4 | 866.498,00 | 216.624,50ns | 95,12 |
| Desv g18 | 4 | 461.419,00 | 115.354,75ns | 95,22 |
| Desv g19 | 4 | 1.814.410,00 | 453.602,50ns | 86,28 |
| Desv g20 | 4 | 644.681,00 | 161.170,25ns | 93,60 |
| Desv g21 | 4 | 2.051.473,00 | 512.868,25ns | 81,41 |
| Desv g22 | 4 | 504.284,00 | 126.071,00ns | 95,61 |
| Desv g23 | 4 | 1.379.346,00 | 344.836,50ns | 88,19 |
| Desv g24 | 4 | 1.114.410,50 | 278.602,63ns | 86,16 |
| Desv g25 | 4 | 1.106.676,00 | 276.669,00ns | 92,04 |
| Desv g26 | 4 | 1.601.628,50 | 400.407,13ns | 83,04 |
| Desv g27 | 4 | 1.237.337,00 | 309.334,25ns | 89,01 |
| Desv g28 | 4 | 629.556,00 | 157.389,00ns | 93,57 |
| Resíduo | 81 | 11.792.779,00 | 145.589,86 | |

ns Não significativo, * Significativo a 5% de probabilidade, ** Significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 7. Estimativa dos coeficientes $\hat{\alpha}_0$, $\hat{\alpha}_i$ e S^2 (di) utilizando o método de Eberhart e Russell (1966), para produtividade de grãos (kg/ha), na semeadura realizada em duas épocas e três locais na safra 2000/2001.

| Cultivar | Produtividade de grãos | | | | | |
|---|------------------------|------------------|-----------------------|------------|----------|-------|
| | $\hat{\alpha}_0$ | $\hat{\alpha}_i$ | $T(\hat{\alpha}_i=1)$ | S^2 (di) | F | R^2 |
| E 316 | 2.742,03 | 1,00 | (-0,01ns) | -22.845,78 | (0,37ns) | 97,87 |
| Liderança | 2.931,59 | 1,07 | (0,59ns) | -16.477,90 | (0,55ns) | 97,29 |
| Carla | 3.021,88 | 0,94 | (-0,49ns) | -14.288,59 | (0,61ns) | 96,15 |
| Celeste | 3.223,97 | 0,96 | (-0,33ns) | -7.558,78 | (0,79ns) | 95,22 |
| DM Vitória | 3.122,32 | 1,05 | (-0,41ns) | -4.879,71 | (0,87ns) | 95,61 |
| Aventis 7003 | 2.886,19 | 0,60 | (-3,30*) | 1.936,85 | (1,05ns) | 85,45 |
| Suprema | 2.984,79 | 0,96 | (-0,35ns) | 2.949,79 | (1,08ns) | 93,57 |
| MS 6101 | 2.324,31 | 0,92 | (-0,67ns) | 3.032,66 | (1,08ns) | 93,03 |
| Garantia | 3.206,36 | 0,97 | (-0,23ns) | 3.895,10 | (1,11ns) | 93,60 |
| Confiança | 2.492,61 | 0,87 | (-1,09ns) | 3.978,72 | (1,11ns) | 92,09 |
| MS 8001 | 2.999,80 | 1,39 | (-3,22*) | 4.468,41 | (1,12ns) | 96,71 |
| DM 247 | 3.114,34 | 0,99 | (-0,06ns) | 12.316,54 | (1,34ns) | 92,65 |
| Segurança | 2.834,35 | 0,94 | (-0,54ns) | 12.680,91 | (1,35ns) | 91,74 |
| MS 8400 | 3.291,38 | 1,30 | (2,49*) | 17.758,66 | (1,49ns) | 95,12 |
| UFV 19 | 2.999,63 | 1,16 | (1,31ns) | 19.353,10 | (1,53ns) | 93,75 |
| E 315 | 3.119,03 | 0,96 | (-0,37ns) | 28.832,79 | (1,79ns) | 89,71 |
| DM 339 | 3.289,88 | 1,02 | (0,20ns) | 32.197,16 | (1,88ns) | 90,50 |
| E 313 RCH | 3.295,77 | 1,13 | (-1,10ns) | 32.769,79 | (1,90ns) | 92,04 |
| UFV 18 | 3.048,14 | 0,83 | (-1,38) | 33.253,19 | (1,91ns) | 86,16 |
| MS 8800 | 3.361,61 | 1,00 | (-0,02ns) | 40.936,10 | (2,12ns) | 89,01 |
| Aventis 7002 | 3.055,09 | 1,20 | (-1,67ns) | 43.480,47 | (2,19ns) | 91,86 |
| DM 309 | 3.218,79 | 1,02 | (-0,13ns) | 49.811,66 | (2,37ns) | 88,19 |
| Milena | 3.179,76 | 0,67 | (-2,70*) | 62.714,79 | (2,72*) | 74,07 |
| MS 9001 | 2.897,86 | 0,89 | (-0,94ns) | 63.704,32 | (2,75*) | 83,04 |
| MS 8411 | 3.310,02 | 1,07 | (0,58ns) | 77.003,16 | (3,12*) | 86,28 |
| E 313 | 3.197,36 | 0,95 | (-0,42ns) | 91.819,59 | (3,52*) | 81,41 |
| Conquista | 3.233,92 | 0,96 | (-0,32ns) | 93.545,66 | (3,57*) | 81,59 |
| Vencedora | 3.220,48 | 1,18 | (1,49ns) | 95.942,84 | (3,64*) | 86,78 |
| S^2 ($\hat{\alpha}_0$) | 6.066,244 | | | | | |
| S^2 ($\hat{\alpha}_1$) | 0,014596 | | | | | |
| Correlação ($\hat{\alpha}_0$ e $\hat{\alpha}_1$) | 0,2751481 | | | | | |

ns Não significativo, * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste T.

As cultivares Msoy 8400 e Msoy 8001 são recomendados para ambientes favoráveis, responsivos à melhoria do ambiente, estáveis e com grande previsibilidade (R^2), sendo que o genótipo Msoy 8400 foi superior ao genótipo Msoy 8001.

A cultivar Aventis 7003 apresenta adaptabilidade

específica à ambientes desfavoráveis, sendo estável e com boa previsibilidade.

De acordo com o método de Cruz *et al.* (1989) (Tabela 8 e 9) observou-se índices ambientais positivos na Fazenda Canadá e na Fazenda São José do Pontal e índices ambientais negativos na Fazenda Capim Branco.

Tabela 8. Estimativa dos Coeficientes $\hat{\alpha}_0$, $\hat{\alpha}_1$, $\hat{\alpha}_2$ de 28 cultivares de soja, utilizando o método descrito por Cruz *et al.* (1989) para produtividade de grãos (kg/ha) em duas épocas de plantio e três locais, na safra 2000/2001.

| Cultivar | $\hat{\alpha}_0$ | $\hat{\alpha}_1$ | $t(\hat{\alpha}_1=1)$ | $\hat{\alpha}_2$ | $t(\hat{\alpha}_2=0)$ | $\hat{\alpha}_1+\hat{\alpha}_2$ | $t(\hat{\alpha}_1+\hat{\alpha}_2)=1$ | $R^2(\%)$ |
|--------------|------------------|------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------|
| Aventis 7003 | 2.886,19 | 0,60 | (-3,18**) | -0,02 | (-0,05ns) | 0,58 | (-0,89ns) | 85,46 |
| E 316 | 2.742,03 | 0,96 | (-0,29ns) | 0,53 | (1,08ns) | 1,49 | (1,04ns) | 99,54 |
| Confiança | 2.492,61 | 0,87 | (-1,04ns) | -0,03 | (-0,06ns) | 0,84 | (-0,34ns) | 92,10 |
| MS 6101 | 2.324,31 | 0,91 | (-0,7ns) | 0,07 | (0,15ns) | 0,99 | (-0,03ns) | 93,06 |
| Liderança | 2.931,59 | 1,06 | (0,51ns) | 0,12 | (0,24ns) | 1,18 | (0,38ns) | 97,36 |
| Carla | 3.021,88 | 0,96 | (-0,32ns) | -0,29 | (-0,59ns) | 0,67 | (-0,7ns) | 96,7 |
| Milena | 3.179,76 | 0,58 | (-3,34**) | 1,49 | (3,04*) | 2,07 | (2,25*) | 96,14 |
| MS 8001 | 2.999,81 | 1,39 | (3,09**) | 0,04 | (0,08ns) | 1,42 | (0,9ns) | 96,72 |
| Vencedora | 3.220,48 | 1,13 | (1,01ns) | 0,83 | (1,7ns) | 1,95 | (2,02*) | 89,40 |
| E 315 | 3.119,03 | 1,00 | (-0,02ns) | -0,65 | (-1,34ns) | 0,34 | (-1,39ns) | 92,29 |
| Conquista | 3.233,92 | 1,01 | (0,08ns) | -0,74 | (-1,51ns) | 0,27 | (-1,54ns) | 84,54 |
| Segurança | 2.834,35 | 0,95 | (-0,41ns) | -0,20 | (-0,41ns) | 0,75 | (-0,54ns) | 92,00 |
| UFV 19 | 2.999,63 | 1,10 | (0,77ns) | 0,95 | (1,96ns) | 2,05 | (2,23*) | 97,65 |
| DM 339 | 3.289,88 | 1,08 | (0,63ns) | -0,84 | (-1,72ns) | 0,24 | (-1,61ns) | 94,23 |
| DM 247 | 3.114,35 | 1,05 | (0,41ns) | -0,90 | (-1,85ns) | 0,15 | (-1,8ns) | 97,34 |
| Aventis 7002 | 3.055,09 | 1,22 | (1,73ns) | -0,22 | (-0,45ns) | 0,99 | (-0,01ns) | 92,05 |
| MS 8400 | 3.291,38 | 1,36 | (2,84*) | -0,83 | (-1,69ns) | 0,53 | (-1ns) | 97,47 |
| Celeste | 3.223,97 | 0,94 | (-0,49ns) | 0,32 | (0,66ns) | 1,26 | (0,55ns) | 95,88 |
| MS 8411 | 3.310,02 | 1,14 | (1,09ns) | -1,01 | (-2,06*) | 0,13 | (-1,85ns) | 90,97 |
| Garantia | 3.206,36 | 1,00 | (-0,04ns) | -0,36 | (-0,74ns) | 0,63 | (-0,78ns) | 94,39 |
| E 313 | 3.197,36 | 0,89 | (-0,84ns) | 0,82 | (1,69ns) | 1,72 | (1,53ns) | 85,18 |
| DM Vitória | 3.122,33 | 1,10 | (0,83ns) | -0,83 | (-1,7) | 0,28 | (-1,54ns) | 99,26 |
| DM 309 | 3.218,79 | 0,95 | (-0,37ns) | 0,94 | (1,92*) | 1,9 | (1,89ns) | 92,80 |
| UFV 18 | 3.048,14 | 0,86 | (-1,15ns) | -0,34 | (-0,7) | 0,51 | (-1,03ns) | 87,05 |
| E 313 RCH | 3.295,77 | 1,09 | (-0,74ns) | 0,62 | (1,28ns) | 1,72 | (1,52ns) | 93,75 |
| MS 9001 | 2.897,86 | 0,84 | (-1,28ns) | 0,71 | (1,46ns) | 1,55 | (1,17ns) | 86,32 |
| MS 8800 | 3.361,62 | 1,04 | (0,33ns) | -0,59 | (-1,22ns) | 0,45 | (-1,17ns) | 90,92 |
| Suprema | 2.984,79 | 0,93 | (-0,55ns) | 0,41 | (0,85ns) | 1,34 | (-0,73ns) | 94,64 |

Tabela 9. Índices ambientais (Ij) e T(Ij) obtidos utilizando o método de Cruz *et al.* (1989).

| Local | Média (kg/ha) | Índice (Ij) | Índice T (Ij) | Tipo |
|---------------|---------------|-------------|---------------|------|
| Goiatuba | 3214,39 | 157,13 | -276,71 | F |
| Goiatuba | 3385,12 | 327,85 | -105,98 | F |
| Canadá | 3717,53 | 660,27 | 226,43 | F |
| Canadá | 3647,36 | 590,10 | 156,26 | F |
| Capim Branco | 2378,74 | -678,52 | 0,00 | D |
| Capim Branco | 2000,42 | -1056,84 | 0,00 | D |
| Média Geral | 3057,26 | | | |
| Média X1 e X2 | | 433,84 | | |

Considerando as médias obtidas nos ambientes desfavoráveis e favoráveis (Tabela 10) quase todas as cultivares, exceto duas que são a Confiança e a Msoy

6101, apresentaram rendimentos médios acima da média geral que foi de 3057 kg/ha em ambiente de índice positivo favorável.

Tabela 10. Produtividade média de grãos, em kg/ha, de 28 cultivares de soja em ambientes de índice negativo (desfavoráveis) e positivos (favoráveis).

| Cultivar | média | média desfavorável | média favorável |
|--------------|----------|--------------------|-----------------|
| Aventis 7003 | 2.886,19 | 2.354,46 | 3.152,06 |
| E 316 | 2.742,03 | 1.913,47 | 3.156,31 |
| Confiança | 2.492,61 | 1.710,41 | 2.883,71 |
| MS 6101 | 2.324,31 | 1.517,97 | 2.727,48 |
| Liderança | 2.931,59 | 1.989,51 | 3.402,63 |
| Carla | 3.021,88 | 2.162,29 | 3.451,68 |
| Milena | 3.179,76 | 2.673,89 | 3.432,69 |
| MS 8001 | 2.999,80 | 1.757,85 | 3.620,78 |
| Vencedora | 3.220,48 | 2.251,70 | 3.704,88 |
| E 315 | 3.119,03 | 2.240,27 | 3.558,40 |
| Conquista | 3.233,92 | 2.366,11 | 3.667,83 |
| Segurança | 2.834,35 | 2.010,76 | 3.246,15 |
| UFV 19 | 2.999,63 | 2.059,90 | 3.469,50 |
| DM 339 | 3.289,88 | 2.334,51 | 3.767,57 |
| DM 247 | 3.114,34 | 2.208,68 | 3.567,18 |
| Aventis 7002 | 3.055,09 | 1.998,06 | 3.583,60 |
| MS 8400 | 3.291,38 | 2.142,11 | 3.866,00 |
| Celeste | 3.223,97 | 2.401,31 | 3.635,29 |
| MS 8411 | 3.310,02 | 2.320,77 | 3.804,65 |
| Garantia | 3.206,36 | 2.368,71 | 3.625,19 |
| E 313 | 3.197,36 | 2.424,72 | 3.583,68 |
| DM Vitória | 3.122,32 | 2.177,22 | 3.594,88 |
| DM 309 | 3.218,79 | 2.415,14 | 3.620,62 |
| UFV 18 | 3.048,14 | 2.339,45 | 3.402,48 |
| E 313 RCH | 3.295,77 | 2.328,08 | 3.779,61 |
| MS 9001 | 2.897,86 | 2.185,66 | 3.253,96 |
| MS 8800 | 3.361,62 | 2.480,45 | 3.802,20 |
| Suprema | 2.984,79 | 2.174,79 | 3.389,79 |
| Média Geral | 3.057,26 | | |

A cultivar Milena apresentou produtividade média de 3179 kg/ha, estabilidade acima da média nos ambientes desfavoráveis, e também significativa resposta em ambientes favoráveis, com boa previsibilidade, sendo uma cultivar ideal conforme Cruz *et al.* (1989), apresentando comportamento bissegmentado.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos seis ambientes avaliados neste estudo permitem as seguintes conclusões:

1. as cultivares com adaptação específica também se

mostraram produtivas, portanto são indicadas para condições específicas de ambientes.

2. as estimativas de ecovalência do método de Wricke (1965) obtidas neste estudo, indicam que o genótipo mais estável para um caractere não é o mais estável para o outro.
3. Os três métodos de estabilidade e adaptabilidade usados Wricke (1965), Eberhart e Russell (1966) e Cruz *et al.* (1989) revelaram ser coerentes entre si e permitem, com a distinção entre os conceitos de estabilidade e adaptação, uma melhor caracterização do comportamento das cultivares estudadas.

ABSTRACT: The purpose of this research work was to evaluate the behaviour of twenty-eight soybean cultivars [*Glycine max* (L.) Merrill], in two planting dates and three places in the Central Brazil's "Cerrado". It was used a randomized complete blocks design with four repetitions and the experimental unit consisted of four lines of five meters long spaced 0,45 m from each other. The trials were carried out in the agricultural year of 2000/1 and the sowing occurred in the months of November and December, in Goiatuba-GO and Uberlândia-MG. In Goiatuba,GO it was placed only on the São José do Pontal Farm while in Uberlândia, MG the research work was carried out on the Canadá and Capim Branco farms. The twenty-eight cultivars evaluated belonged to three following maturity groups: three were semi-early (Confiança, E 316 and Msoy 6101); eleven belonged to the medium maturity group (Aventis 7003, Carla, E 315, Milena, Conquista, Liderança, Segurança, Vencedora, Msoy 8001, DM 247 and UFV 19) and fourteen belonged to the semi-late group (Aventis 7002, Suprema, Celeste, E 313, E 313 RCH, Garantia, Msoy 8800, Msoy 9001, Msoy 8400, Msoy 8411, DM Vitória, DM 309, DM 339, and UFV 18). The adaptability and stability study revealed that the majority of the cultivars showed a wide adaptability and general stability. Among the cultivars, some as the Msoy 8800, E 313 RCH, DM 339, Celeste and Garantia shows average productivity above 3.200 kg/ha. It was shown similar results for the three adaptability and stability methods (Wricke, 1965; Eberhart and Russell, 1966 and Cruz *et al.*, 1989) what made possible to achieve a better and reliable characterization of the behaviour of the studied cultivars.

UNITERMS: *Glycine max* L. Merrill, Improvement, Environment, Adaptability, Production, Agronomic performance.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS, E. R. A. **Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94.** 1996. 118 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1996.

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

CRUZ, C. D.; **Programa Genes:** aplicativo computacional em Genética e estatística. Viçosa: UFV, 1997. CD-Rom.

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

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

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

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. de O. Correlation among yield stability parameters in common bean. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 3, p. 905-912, 1995.

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

RAIZER, A. J. **Interações genótipos x ambientes e estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar no estado de São Paulo**. 1998. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1998.

ROMAGOSA, I.; FOX, P. N. Genotype x environment interactions and adaptation. In: HAYWARD, M.D.; BOSEMARK, N. O.; ROMAGOSA, I. **Plant breeding: principles and prospects**. London: Chapman & Hall, 1993. chapter 20, p. 375-390.

ROSSE, L. N. VENCOVSKY, R.; FERREIRA, D. F. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 25-32, 2002.

SNELLER, C. H.; KILGORE-NORQUEST, L.; DOMBEK, D. Repeatability of yield stability statistics in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 383-390, 1997.

TAI, G. C. C. Genotypic stability analyses and its application to potato regional trials. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 184-194, 1971.

TREVISOLI, S. H. U. **Estabilidade fenotípica e potencialidade de progênies obtidas por cruzamentos óctuplos em soja**. 1999. 228 p. Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Zeitschrift Pflanzszuchtg**, [S. l.], v. 52, p. 127-138, 1965.

YUE, G. L.; ROOZEBOOM, K. L.; SCHAPAUGH JÚNIOR, W. T.; LIANG, G. H. Evaluation of Soybean cultivars using parametric and nonparametric stability estimates. **Plant Breeding**, [S. l.], v. 16, n.3, p. 271-275, 1997.

ZOBEL, R. W.; MADISON, J. W.; GAUCH JÚNIOR, H. G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, [S. l.], v. 80, p. 388-393, 1988.