

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES UNDER DIFFERENT TIMES OF SOWING

Marcelo Cunha MARQUES¹; Osvaldo Toshiyuki HAMAWAKI²; Tuneo SEDIYAMA³; Mariana Rodrigues BUENO⁴; Múcio Silva REIS³; Cosme Damião CRUZ³; Ana Paula Oliveira NOGUEIRA⁵

1. Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, Piracicaba, SP, Brasil. marcelo.cmarques@yahoo.com.br; 2. Professor, Doutor, Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia - UFU; 3. Professor, Doutor, Universidade Federal de Viçosa - UFV; 4. Mestranda em Agronomia, ICIAG - UFU; 5. Doutoranda em Genética e Melhoramento, UFV.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento médio, a interação genótipos x ambientes (GxA), a adaptabilidade e estabilidade de sete cultivares de soja em três épocas de semeadura em Uberlândia-MG. Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. As semeaduras foram realizadas nos dias 29 de outubro (1ª época), 24 de novembro (2ª época) e 17 de dezembro (3ª época) de 2007. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, sendo sete genótipos (UFUS Xavante, UFUS Riqueza, UFUS Guarani, UFUS Milionária, Msoy 8001, Msoy 8411 e Msoy 8914) com três repetições em cada uma das três épocas de semeadura. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelos métodos de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e centróide (NASCIMENTO et al., 2009). Para o caráter produtividade de grãos, a cultivar UFUS Xavante foi classificada como de adaptabilidade específica para ambiente favorável e de alta estabilidade. As demais cultivares foram classificadas como sendo de adaptabilidade geral. Para o teor de óleo, as cultivares Msoy 8914 e UFUS Xavante comportaram-se como de alta estabilidade e foram classificadas como de adaptabilidade geral alta. Para o caráter teor de proteína, todas as cultivares se comportaram como de ampla adaptabilidade e baixa estabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max.* Produtividade. Teor de óleo. Teor de proteína.

INTRODUÇÃO

A seleção de genótipos com alta produtividade de grãos e elevados teores de proteína e óleo é o principal objetivo dos programas de melhoramento (ROCHA; VELLO, 1999). Porém, a interação genótipos x ambientes (GxA) constitui-se num dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação de cultivares. A interação GxA pode ser reduzida utilizando-se cultivares específicas para cada ambiente, ou utilizando-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. (ALLARD; BRADSHAW, 1964; RAMALHO et al., 1993).

A interação de G x A dificulta a seleção de genótipos amplamente adaptados. (DUARTE; VENCOVSKY, 1999). Cockerham (1963) atribuiu o aparecimento de interação GxA devido a respostas diferenciais do mesmo conjunto gênico em ambientes distintos.

A adaptabilidade é a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente; a estabilidade é a capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente

previsível mesmo com as variações ambientais (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

A seleção de cultivares, através da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, inclui a interação GxA e dá melhor interpretação dos resultados experimentais do que quando se despreza a interação (BUENO et al., 2001). Assim, a estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica tem sido uma forma muito difundida, entre os melhoristas de plantas, de avaliar novos genótipos antes de sua recomendação como cultivares.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento médio, a adaptabilidade e estabilidade de sete cultivares de soja em três épocas de semeadura em Uberlândia-MG, pelos métodos de Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e centróide (NASCIMENTO et al., 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na Fazenda Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia – MG,

situada na latitude 18° 55' 23" S, longitude 48° 17' 19" W, a uma altitude de 872 m e média anual pluviométrica de 1.250 a 1.500 mm.

As sementeiras foram realizadas nos dias 29 de outubro (1ª época), 24 de novembro (2ª época) e

17 de dezembro (3ª época) de 2007 em Uberlândia-MG.

Os dados de precipitação pluvial e das temperaturas máximas e mínimas durante cada época de sementeira estão apresentados na Figura 1.

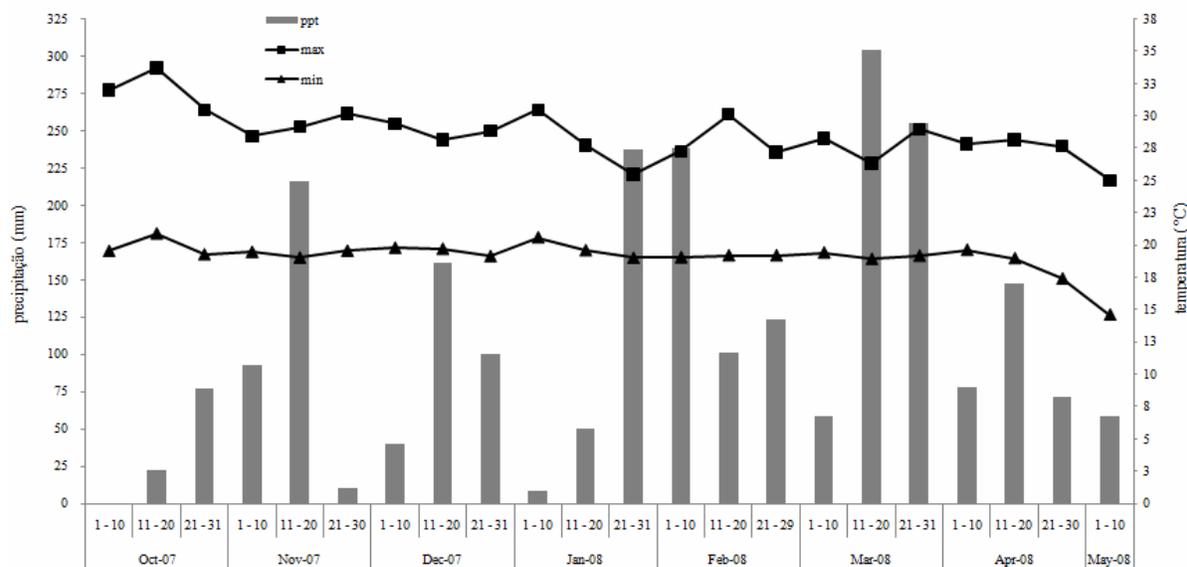


Figura 1. Dados climáticos de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial de outubro / 2007 a primeira dezena de maio / 2008, da Fazenda Capim Branco (UFU), Uberlândia - MG.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, sendo sete genótipos com três repetições em cada uma das três épocas de sementeira. As cultivares avaliadas foram UFUS

Xavante, UFUS Milionária, UFUS Guarani, UFUS Riqueza, Msoy 8001, Msoy 8411 e Msoy 8914. Algumas características e a região de adaptação de cada cultivar são listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Característica das cultivares avaliadas no experimento

Cultivares	Cor			Altura (cm)	Ciclo (dias)	Região de Adaptação
	Flor	Pubescência	Hilo			
UFUS Xavante	Roxa	Cinza	Marrom	70	135-145 (médio)	MT / MG
UFUS Riqueza	Branca	Marrom	Amarelo	71	130-135 (médio)	GO/ MT / MG
UFUS Guarani	Branca	Marrom	Marrom claro	67	125-132 (médio)	GO / MG
UFUS Milionária	Branca	Marrom	Marrom claro	66	138-145 (semi -tardio)	GO/ MT / MG
¹ Msoy 8001	Branca	Marrom	Preto	75	120-125 (médio)	C1*
¹ Msoy 8411	Branca	Cinza	Marrom claro	90	115-130 (médio)	C1*
¹ Msoy 8914	Roxa	Marrom	Marrom	95	124-140 (semi -tardio)	C1*

¹Fonte: Monsanto – MONSOY, 2007 (C1*: SP (norte), GO (sul), Triângulo Mineiro e MS (norte)).

Cada unidade experimental foi constituída de 4 fileiras de 5 metros, espaçadas de 0,50 metro entre fileiras. A parcela útil foi constituída das 2 fileiras centrais, desconsiderando-se as 2 fileiras

laterais e 0,50 metro de cada extremidade, perfazendo 4,0 m² para cada parcela. O restante foi considerado bordadura.

A produtividade de grãos foi determinada pela colheita da área útil de cada parcela e pesagem dos grãos obtidos após trilha dos feixes de plantas e limpeza dos grãos. Os dados obtidos (gramas por parcela) foram transformados para kg ha⁻¹, sendo esta produtividade corrigida para teor de umidade de 13%.

O teor de óleo e proteína foram estimados indiretamente por meio da técnica de ressonância magnética nuclear (NMR), onde os dados foram expresso em percentagem, com base na matéria seca.

Foi realizada análise conjunta das três épocas de semeadura e verificada a significância para cada característica, segundo ao teste de F e a comparação das médias dos tratamentos, utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas segundo os métodos propostos por Eberhart e Russel (1966), Lin e Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e centróide modificado (sete pontos) segundo Nascimento et al. (2009).

O método de Eberhart e Russell (1966) fornece informações sobre o desempenho relativo de cada genótipo em relação às médias dos ambientes, bem como em relação à sua resposta linear. A estabilidade é estimada pela variância dos desvios da regressão (σ^2_{di}), já a adaptabilidade é obtida pela média e pelo coeficiente de regressão β_{1i} .

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade podem ser estimados a partir do seguinte modelo de regressão:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\epsilon}_{ij}$$

Os estimadores indicativos da estabilidade e adaptabilidade são determinados como se segue:

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_j Y_{ij}}{a} \quad \hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

$$I_j = \frac{\sum_i Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{ag} \quad (\text{índice ambiental})$$

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

Lin e Binns (1988) definiram como medida para estimar a adaptabilidade e estabilidade, o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima obtida no ambiente.

Neste método, considera-se o rendimento do genótipo e a resposta relativa a um genótipo

hipotético que é uma medida de adaptabilidade. Além disso, pondera os desvios de comportamento dos genótipos nos ambientes, ou seja, considera a estabilidade de comportamento.

Carneiro (1998) sugeriu a decomposição do estimador P_i nas partes devidas a ambientes favoráveis e desfavoráveis, sendo o parâmetro P_i denominado MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento). A classificação dos ambientes baseia-se nos índices definidos como a diferença entre a média dos genótipos avaliados em cada local e a média geral.

A recomendação é baseada na estimativa do parâmetro (P_i) como medida de superioridade. Para os ambientes favoráveis, com índices positivos incluindo o valor zero, estima-se o parâmetro MAEC (P_{if}), e para ambientes desfavoráveis (P_{id}), como a seguir:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n} \quad P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2}{2f} \quad P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

O método centróide (ROCHA et al., 2005) é um método não paramétrico que tem como objetivo facilitar a recomendação de genótipos, pois permite o direcionamento dos genótipos em relação à variação ambiental, dispensa a análise de vários parâmetros, como a que ocorre nos métodos baseados em regressão, e não possibilita a duplicidade de interpretação observada na metodologia de Lin e Binns (1988).

Para utilização do método centróide, os ambientes devem ser classificados em favoráveis e desfavoráveis utilizando o índice ambiental proposto por Finlay & Wilkinson (1963):

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

Após a classificação dos ambientes e criação dos pontos referenciais representativos dos ideótipos (centróides), utiliza-se a análise de componentes principais considerando, na matriz de médias de dimensão $g \times a$, sete linhas adicionais correspondentes aos ideótipos estabelecidos. A partir desses genótipos ($g+7$) é feita a análise de componentes principais obtendo-se escores utilizados na representação gráfica. A posição dos genótipos em relação aos centróides (ideótipos) no gráfico de dispersão e os valores de distância cartesiana entre os pontos (genótipos) e cada um dos sete centróides possibilitam a sua classificação quanto à adaptabilidade e estabilidade. Uma medida de probabilidade espacial é calculada com uso do inverso da distância entre um tratamento e os sete ideótipos:

$$P_{d(i,k)} = \frac{\left(\frac{1}{d_{ik}}\right)}{\sum_i \frac{1}{d_{ik}}}$$

Em que: Pd(i,k): é a probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao k-ésimo centróide; e dik: é a distância do i-ésimo genótipo ao k-ésimo centróide no plano gerado a partir da análise de componentes principais.

O conceito de adaptabilidade e estabilidade nesta metodologia difere das demais metodologias existentes na literatura. Os genótipos de máxima e média adaptação específica não são aqueles que apresentam bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim os genótipos que apresentam valores máximos ou médios para determinado grupo de ambientes

(favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para o outro conjunto.

Todas as análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional em genética e estatística, Programa GENES (CRUZ, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação experimental variaram de 1,60% para teor de proteína a 14,39% para produtividade de grãos (Tabela 2), indicando adequado controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais. Segundo Carvalho et al. (2002) 16% é o limite máximo de coeficiente de variação para produtividade de grãos em soja.

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta dos dados obtidos para as características produtividade, teor de óleo e teor de proteína de 7 cultivares de soja em 3 épocas de semeadura. Ano agrícola 2007/08, Uberlândia-MG

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		Produtividade (kg ha ⁻¹) ⁺	Teor de Óleo (%) ⁺	Teor de Proteína (%) ⁺
Bloco/Época	6	336787,1255	0,0906	0,2312
Cultivares	6	896257,6028**	10,3025**	26,5892**
Épocas	2	26872852,6079**	0,2477	3,1147**
Cultivares X Épocas	12	301507,8786*	0,6727**	0,7731
Resíduo	36	122069,5860	0,2028	0,4477
Média		2427,33	20,86	41,69
C.V. (%)		14,39	2,15	1,60

** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F;+: referem-se à unidade de médias.

A terceira época de semeadura, realizada em 17 de dezembro, mostrou-se inferior às outras épocas em relação à produtividade de grãos (kg ha⁻¹) (Tabela 3), evidenciando queda no rendimento médio das cultivares. Este fato já era esperado, devido ao efeito ocasionado pela semeadura tardia para qualquer cultivar, o qual proporciona um florescimento precoce com encurtamento do ciclo vegetativo, diminuição do porte e consequentemente, queda na produtividade. Não houve diferença significativa entre os tratamentos dentro da terceira época, onde todos obtiveram baixas produtividades, em torno de 1000 kg ha⁻¹.

A cultivar UFUS Xavante merece atenção especial visto seu potencial produtivo, alcançando elevada produtividade na primeira época diferindo das demais cultivares também na segunda época. Entre as épocas de semeadura, a terceira diferiu das demais.

De forma geral as cultivares testadas apresentaram elevados teores de óleo (Tabela 4) em todas as épocas de semeadura avaliadas. A cultivar Msoy 8914 apresentou elevado teor de óleo, sendo estatisticamente superior as demais cultivares obtendo valores entre 21,83% a 23% de óleo na 1^a e 2^a época respectivamente, já a cultivar UFUS Riqueza obteve as menores médias para essa característica (Tabela 4).

Existe uma correlação negativa entre a porcentagem de óleo e a porcentagem de proteína. Alto teor de óleo associa-se à floração e maturação precoce (SEDIYAMA et al., 1993). Em estudos de casa de vegetação, as temperaturas de 21°C, 25°C e 29°C, durante o estágio de enchimento de vagens, obteve-se soja com 19,5%, 20,8% e 23,2% de óleo, respectivamente (SEDIYAMA et al., 1993), demonstrando que temperaturas mais elevadas favoreceram maior teor de óleo. Os dados de

temperatura, apresentados na Figura 1, registrados durante o período experimental fornecem uma média mensal variando entre 23,4°C a 24,3°C e ainda temperatura média geral de 23,8°C, não ocorrendo, portanto diferenças pronunciadas desse

efeito ambiental no caráter teor de óleo. Esses valores de temperatura associados aos teores de óleo estimados para as cultivares nas diferentes épocas de semeadura, corroboram com dados apresentados por Sediya et al.(1993).

Tabela 3. Médias de produtividade de grãos de sete cultivares de soja em três épocas de semeadura no município de Uberlândia – MG, no ano agrícola de 2007/2008

Cultivares	PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)			Média
	1ª época	2ª época	3ª época	
UFUS Xavante	4158,42 a A	3804,30 a A	1088,64 b A	3017,12 A
Msoy 8001	3334,87 a AB	3043,68 a AB	1330,89 b A	2569,81 AB
Msoy 8411	3106,00 a B	2977,07 a AB	1199,01 b A	2427,36 BC
UFUS Milionária	2569,17 b B	3295,54 a AB	1346,52 c A	2403,74 BC
UFUS Guarani	3125,87 a B	2777,53 a B	1229,57 b A	2377,66 BC
UFUS Riqueza	2864,52 a B	2854,06 a B	778,03 b A	2165,54 BC
Msoy 8914	2565,80 a B	2647,44 a B	877,05 b A	2030,10 C
Média	3103,52 a	3057,09 a	1121,39 b	2427,33
C.V. (%):	14,39			

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias de teor de óleo de sete cultivares de soja em três épocas de semeadura no município de Uberlândia – MG, no ano agrícola de 2007/2008

Cultivares	TEOR DE ÓLEO (%)			Média
	1ª época	2ª época	3ª época	
Msoy 8914	21,83 b A	23,00 a A	22,00 b A	22,28 A
UFUS Xavante	21,63 b AB	22,56 a A	21,76 ab AB	21,98 A
Msoy 8411	21,00 a AB	21,36 a B	21,00 a AB	21,12 B
UFUS Milionária	21,23 a AB	21,30 a B	20,73 a BC	21,09 B
Msoy 8001	20,53 a BC	19,53 b C	21,00 a AB	20,35 C
UFUS Guarani	19,56 a C	19,56 a C	19,80 a CD	19,64 D
UFUS Riqueza	19,76 a C	19,56 a C	19,30 a D	19,54 D
Média	20,79 a	20,98 a	20,80 a	20,86
C.V. (%):	2,16			

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de óleo nos grãos de soja variam de 14 a 24% em média (HYMOWITZ et al., 1972). Predominantemente, as épocas de semeadura não influenciaram os teores de óleo das cultivares, com exceção da cultivar Msoy 8914 que apresentou média estatisticamente superior na segunda época e a cultivar UFUS Xavante na primeira época que apresentou média inferior.

Os dados da Tabela 2 revelam que não houve interação GxA para o caráter teor de proteína, sendo verificado pelo comportamento constante das

médias de cada cultivar dentro das diferentes épocas de semeadura (Tabela 5).

A média geral entre a semeadura de outubro e as semeaduras de novembro e dezembro apresentou diferença estatística para o teor de proteína (Tabela 5), podendo este fato ser atribuído ao menor período entre o estabelecimento da simbiose das bactérias fixadoras de nitrogênio e o período de enchimento dos grãos durante o desenvolvimento da cultura na 2ª e 3ª época de semeadura, assim prejudicando a produção e o

acúmulo de compostos nitrogenados, que são os componentes básicos de qualquer proteína.

Tabela 5. Médias de teor de proteína de sete cultivares de soja em três épocas de semeadura no município de Uberlândia – MG, no ano agrícola de 2007/2008

Cultivares	TEOR DE PROTEÍNA (%)						Média	
	1ª época		2ª época		3ª época			
UFUS Riqueza	43,80	a A	43,83	a A	43,53	a A	43,72	A
UFUS Guarani	43,86	a A	43,86	a A	43,03	a AB	43,58	A
Msoy 8001	43,20	a AB	43,53	a A	41,50	b BC	42,74	A
Msoy 8411	42,00	a BC	41,16	a B	41,10	a C	41,42	B
UFUS Xavante	41,63	a BC	40,36	a B	40,80	a CD	40,93	BC
UFUS Milionária	40,70	a CD	39,80	a BC	40,23	a CD	40,24	C
Msoy 8914	39,63	a D	38,63	a C	39,36	a D	39,21	D
Média	42,12	a	41,60	b	41,36	b	41,69	
C.V. (%):	1,60							

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O elevado teor de proteína nos grãos de soja tem sido de grande importância para os diversos programas de melhoramento que visam o desenvolvimento de cultivares voltadas ao mercado de soja para consumo humano. O teor médio de proteína nos grãos de soja variam entre 33 a 49% (HYMOWITZ et al., 1972).

Os resultados de interação significativa de cultivares x épocas de semeadura obtidos sugere o comportamento diferenciado dos genótipos aos diferentes ambientes, ou seja, o comportamento dos genótipos não foi constante ao longo dos ambientes.

É importante o conhecimento da adaptação e da estabilidade dos genótipos em relação às épocas de semeadura para identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações de ambientes em questão, com maior critério científico.

Para a variável produtividade de grãos, observou-se na Tabela 6 que a cultivar UFUS Xavante foi a que apresentou maior média de produtividade, coeficiente de regressão significativamente maior que um, desvio da regressão não significativo e alto coeficiente de determinação sendo assim caracterizadas, segundo metodologia de Eberhart e Russell (1966), como uma cultivar de adaptabilidade específica para ambiente favorável e de alta estabilidade. As demais cultivares foram classificadas como sendo de adaptabilidade geral.

Segundo a metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) (Tabela 6) a cultivar UFUS Xavante foi a que apresentou menor Pi para ambiente favorável, sendo assim classificada como uma cultivar de alta estabilidade e adaptabilidade para ambiente favorável. A cultivar

UFUS Milionária por outro lado, comportou-se como a de alta adaptabilidade e alta estabilidade em ambiente desfavorável. As cultivares Msoy 8914 e UFUS Riqueza comportaram-se como de baixa adaptabilidade e estabilidade em todos ambientes.

Pelo método do centróide (Tabela 6), verificou-se que as cultivares Msoy 8914 e UFUS Riqueza foram agrupadas na classe IV, ou seja, comportando-se como cultivares pouco adaptadas. Já as cultivares Msoy 8001 e UFUS Milionária estão agrupadas na classe VII que representa adaptabilidade específica a ambiente desfavorável, ao passo que UFUS Xavante apresenta-se no grupo VI (adaptabilidade específica a ambientes favoráveis). As cultivares Msoy 8411 e UFUS Guarani apresentaram adaptabilidade geral média, sendo agrupadas na classe V.

Comparando a classificação da estabilidade fenotípica dos genótipos obtida pelo método Centróide, com classificação obtida pela metodologia de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998), observa-se que todos os genótipos apresentaram classificação semelhante.

Na Tabela 7, verifica-se que o caráter teor de óleo para as cultivares Msoy 8914 e UFUS Xavante apresentaram elevada média e comportaram-se como de alta estabilidade segundo as três metodologias utilizadas. Tais cultivares foram classificadas como de adaptabilidade a ambiente favorável pelo método de Eberhart e Russell (1966), no entanto, segundo a estimativa pelo método de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) e do centróide (NASCIMENTO et al., 2009) as cultivares UFUS Xavante e Msoy 8914 comportaram-se como de adaptabilidade geral alta. Ainda referente a Tabela 7, observaram-se que as

cultivares UFUS Guarani e UFUS Riqueza se comportaram como de baixa estabilidade e previsibilidade segundo a metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966). Por outro lado, as metodologias de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) e do centróide (NASCIMENTO et

al., 2009) foram concordantes com relação à classificação das cultivares UFUS Guarani e UFUS Riqueza, apresentando por essas metodologias adaptabilidade reduzida e foram agrupadas com maior probabilidade na classe IV.

Tabela 6. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de sete cultivares de soja para produtividade de grãos, com base nas metodologias de Eberhart e Russel (1966), Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) e centróide (NASCIMENTO et al., 2009)

Cultivares	Média	Eberhart e Russel (1966)		
		β_1	σ^2_{di}	R ² (%)
UFUS Xavante	3017,12	1,47**	62,47	99,27
Msoy 8001	2569,81	0,95	-10162,68	98,69
Msoy 8411	2427,36	0,94	-37057,35	99,84
UFUS Milionária	2403,74	0,80	251001,50*	84,96
UFUS Guarani	2377,66	0,88	6573,55	97,68
UFUS Riqueza	2165,54	1,06	-39934,39	99,97
Msoy 8914	2030,10	0,88	-33174,047	99,62

Cultivares	Média	Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998)		
		Pi geral	Pi fav.	Pi desf.
UFUS Xavante	3017,12	11083,68	0,00	33251,04
Msoy 8001	2569,81	209503,56	314194,24	122,20
Msoy 8411	2427,36	302274,16	447971,19	10880,09
UFUS Milionária	2403,74	464088,51	696132,77	0,00
UFUS Guarani	2377,66	355679,82	530100,60	6838,26
UFUS Riqueza	2165,54	483385,26	644281,73	161592,33
Msoy 8914	2030,10	682524,82	968687,50	110199,47

Cultivares	Média	Centróide							
		Probabilidade							
		Classif.	I	II	III	IV	V	VI	VII
UFUS Xavante	3017,12	VI	0,09	0,08	0,01	0,01	0,01	0,76	0,01
Msoy 8001	2569,81	VII	0,07	0,06	0,09	0,07	0,26	0,07	0,35
Msoy 8411	2427,36	V	0,03	0,03	0,07	0,06	0,44	0,03	0,29
UFUS Milionária	2403,74	VII	0,07	0,07	0,19	0,14	0,20	0,07	0,22
UFUS Guarani	2377,66	V	0,05	0,05	0,14	0,11	0,28	0,05	0,28
UFUS Riqueza	2165,54	IV	0,06	0,06	0,15	0,28	0,22	0,06	0,15
Msoy 8914	2030,10	IV	0,03	0,03	0,13	0,61	0,08	0,03	0,07

Classe I: Adaptabilidade geral alta (Maxf, Maxd); Classe II: Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Maxf, Mind); Classe III: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Minf, Maxd); Classe IV: Pouco adaptado (Minf, Mind); Classe V: Adaptabilidade geral média (Medf, Medd); Classe VI: Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Maxf, Medd); Classe VII: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Medf, Maxd); Classif.: classificação.

Tabela 7. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de sete cultivares de soja para teor de óleo, com base nas metodologias de Eberhart e Russel (1966), Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) e centróide (NASCIMENTO et al., 2009)

Cultivares	Média	Eberhart e Russel (1966)			
		β_1	σ^2_{di}	R ² (%)	
Msoy 8914	22,28	5,77**	-0,05	98,78	
UFUS Xavante	21,98	4,61*	-0,06	98,78	
Msoy 8411	21,12	1,94	-0,06	99,95	
UFUS Milionária	21,09	1,63	0,06	32,77	
Msoy 8001	20,35	-6,50**	0,05	88,96	
UFUS Guarani	19,64	-0,59	-0,03	23,12	
UFUS Riqueza	19,54	0,13	0,04	0,36	

Cultivares	Média	Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998)		
		Pi geral	Pi fav.	Pi desf.
Msoy 8914	22,28	0,00	0,00	0,00
UFUS Xavante	21,98	0,04	0,09	0,02
Msoy 8411	21,12	0,72	1,33	0,42
UFUS Milionária	21,09	0,80	1,44	0,49
Msoy 8001	20,35	2,45	6,00	0,67
UFUS Guarani	19,64	3,62	5,89	2,49
UFUS Riqueza	19,54	3,89	5,89	2,89

Cultivares	Média	Centróide							
		Probabilidade							
		Classif.	I	II	III	IV	V	VI	VII
Msoy 8914	22,28	I	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UFUS Xavante	21,98	I	0,40	0,06	0,07	0,04	0,10	0,16	0,13
Msoy 8411	21,12	V	0,09	0,07	0,08	0,06	0,41	0,11	0,14
UFUS Milionária	21,09	V	0,09	0,07	0,09	0,07	0,39	0,12	0,14
Msoy 8001	20,35	V	0,08	0,08	0,20	0,16	0,22	0,09	0,14
UFUS Guarani	19,64	IV	0,05	0,07	0,08	0,51	0,12	0,06	0,07
UFUS Riqueza	19,54	IV	0,03	0,04	0,04	0,73	0,06	0,03	0,04

Classe I: Adaptabilidade geral alta (Maxf, Maxd); Classe II: Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Maxf, Mind); Classe III: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Minf, Maxd); Classe IV: Pouco adaptado (Minf, Mind); Classe V: Adaptabilidade geral média (Medf, Medd); Classe VI: Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Maxf, Medd); Classe VII: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Medf, Maxd); Classif.: classificação.

Na Tabela 8 estão apresentadas as estimativas de adaptabilidade e estabilidade para o teor de proteína, através da qual se observa que todas as cultivares se comportaram como de ampla adaptabilidade e baixa estabilidade segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966).

As cultivares UFUS Guarani e UFUS Riqueza apresentaram maior média para o caráter teor de proteína e de acordo com os métodos de Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) e do centróide (NASCIMENTO et al., 2009) comportaram se como de ampla adaptabilidade geral. Por outro lado, segundo as mesmas metodologias as cultivares UFUS Milionária e Msoy

8914 foram classificadas como de baixa estabilidade e pouca adaptabilidade para os ambientes avaliados.

Segundo Marchiori (2008) 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 (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.

Tabela 8. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de sete cultivares de soja para teor de proteína, com base nas metodologias de Eberhart e Russel (1966), Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998) e centróide (NASCIMENTO et al., 2009)

Cultivares	Média	Eberhart e Russel (1966)		
		β_1	σ^2_{di}	R ² (%)
UFUS Riqueza	43,72	0,28	-0,11	44,45
UFUS Guarani	43,58	0,92	0,06	54,59
Msoy 8001	42,74	1,77	1,29**	39,33
Msoy 8411	41,42	1,26	-0,12	94,29
UFUS Xavante	40,93	1,32	0,15	63,27
UFUS Milionária	40,24	0,80	0,06	47,54
Msoy 8914	39,21	0,61	0,27	21,01

Cultivares	Média	Lin e Binns (1988) modificada por Carneiro (1998)		
		Pi geral	Pi fav.	Pi desf.
UFUS Riqueza	43,72	0,00	0,00	0,00
UFUS Guarani	43,58	0,04	0,00	0,06
Msoy 8001	42,74	0,78	0,22	1,06
Msoy 8411	41,42	2,78	1,74	3,30
UFUS Xavante	40,93	4,11	2,49	4,93
UFUS Milionária	40,24	6,24	5,01	6,85
Msoy 8914	39,21	10,45	8,96	11,18

Cultivares	Média	Centróide							
		Classif.	Probabilidade						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
UFUS Riqueza	43,72	I	0,88	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
UFUS Guarani	43,58	I	0,53	0,00	0,06	0,03	0,08	0,09	0,15
Msoy 8001	42,74	VI	0,19	0,07	0,10	0,06	0,18	0,20	0,17
Msoy 8411	41,42	V	0,06	0,07	0,06	0,06	0,51	0,13	0,07
UFUS Xavante	40,93	V	0,08	0,13	0,08	0,14	0,29	0,16	0,09
UFUS Milionária	40,24	IV	0,08	0,14	0,09	0,27	0,19	0,12	0,09
Msoy 8914	39,21	IV	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00

Classe I: Adaptabilidade geral alta (Maxf, Maxd); Classe II: Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Maxf, Mind); Classe III: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Minf, Maxd); Classe IV: Pouco adaptado (Minf, Mind); Classe V: Adaptabilidade geral média (Medf, Medd); Classe VI: Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (Maxf, Medd); Classe VII: Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (Medf, Maxd); Classif.: classificação

CONCLUSÕES

A cultivar UFUS Xavante destacou-se com maior média de produtividade de grãos na primeira e segunda épocas de semeaduras, assim como no teor de óleo na segunda época. As cultivares UFUS Guarani e UFUS Riqueza apresentaram maiores teores de proteína na primeira e segunda época de semeadura.

Para os caracteres produtividade de grãos e teor de óleo a cultivar UFUS Xavante foi classificada como de adaptabilidade específica para ambiente favorável e de alta estabilidade.

As cultivares UFUS Guarani e UFUS Riqueza comportaram-se com ampla adaptabilidade geral para o caráter teor de proteína.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the average behavior, the genotype x environment (GxE), adaptability and stability of seven soybean cultivars at three sowing dates in Uberlândia-MG. The tests were conducted at Capim Branco Farm, belonging to the Federal University of Uberlândia. Sowing was held on October 29 (1st season),

november 24 (2nd season) and december 17 (3rd season) 2007. The experimental design was a randomized, seven genotypes (UFUS Xavante, UFUS Riqueza, UFUS Guarani, UFUS Milionária, Msoy 8001, Msoy 8411 and Msoy 8914) with three replications in each of three sowing dates. Means were compared by Tukey test at 5% probability. Analysis of adaptability and phenotypic stability of genotypes was performed using the Eberhart and Russell (1966), Lin and Binns (1988) modified by Carneiro (1998) and centroid (NASCIMENTO et al., 2009). For grain yield, the cultivar UFUS Xavante was classified as specific adaptability to environment and high stability. The other cultivars were classified as being of general adaptability. For oil content, the cultivars Msoy 8914 and UFUS Xavante behaved as high stability and was classified as having high adaptability. For the character content of protein, all cultivars behaved as wide adaptability and low stability.

KEYWORDS: *Glycine max.* Productivity. Oil content. Protein content.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype– environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282p.
- CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998. 168p. Tese (Doutorado Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- CARVALHO, C. G. P. de; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F. de; ALMEIDA, L. A. de A.; KIIHL, R. A. de S.; OLIVEIRA, M.F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**, Viçosa, MG: UFV, 2009.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v. 2, 585p.
- DUARTE, J. B.; VENCOSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Série Monografias, 9)
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.
- FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 14, n. 5, p. 742-754, 1963.
- HYMOWITZ, T.; COLLINS, F. I.; PANCZNER, J.; WALKER, W. M. Relationship between the content of oil, protein and sugar in soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, n. 64, v. 5, p. 613-616, 1972.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 68, n. 1, p. 193-198, 1988.
- MARCHIORI, R. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macro-região sojícola 3**. 2008. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2008.

MONSANTO – MONSOY. **Recomendação de Plantio**. Disponível em:
<http://www.monsanto.com.br/sementes/monsoy/recomendacao_plantio/recomendacao_plantio.asp>.
Acessado em: 7 maio 2008

NASCIMENTO, M.; CRUZ, C. D.; CAMPANA, A. C. M.; TOMAZ, R. S.; SALGADO, C. C.; FERREIRA, R. P. Alteração no método centróide de avaliação da adaptabilidade genotípica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 263-269, mar, 2009.

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

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

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

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAUJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, p. 255-266, 2005.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da soja**: Viçosa: UFV, 1993. pt. 1, 96p.