

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE GIRASSOL NOS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E PARANÁ

Adaptability and stability of sunflower genotypes from the states of Rio Grande do Sul and Paraná

Anna Karolina Grunvald¹, Claudio Guilherme Portela de Carvalho²,
Ana Cláudia Barneche de Oliveira³, Carlos Alberto de Bastos Andrade⁴

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se estudar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná, quanto a rendimento de grãos e de óleo. Os dados analisados foram obtidos da Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja, entre 2003 e 2007. Os ensaios foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os métodos usados foram os de Eberhart & Russel, Lin & Binns e Annicchiarico. Correlações próximas da unidade, em valores absolutos, foram obtidas entre a média geral dos genótipos e os parâmetros de adaptabilidade dos métodos de Lin & Binns e Annicchiarico. Contudo, o método de Eberhart & Russel teve a vantagem de indicar genótipos com adaptação a ambientes específicos. Nesse método, os híbridos Agrobel 959 e Helio 360 e a variedade BRSGira 02 foram considerados ideais, por apresentar bons desempenhos em rendimento de grãos, adaptabilidade geral e boa previsibilidade. Para rendimento de óleo, essas características foram encontradas nos híbridos Agrobel 959 e EXP 1441 e nas variedades BRSGira 01, BRSGira 02 e BRSGira 03.

Termos para indexação: *Helianthus annuus* L., rendimento de grãos, rendimento de óleo.

ABSTRACT

The objective of this paper was to study the adaptability and stability of sunflower genotypes from the states of Rio Grande do Sul and Paraná, according to their grain and oil yield. The analyzed data were obtained from the Official Sunflower Trials Network, coordinated by Embrapa Soja, from the year 2003 to 2007. The experiment was carried out in randomized block design with four replicates. The Eberhart & Russel, Lin & Binns, and Annicchiarico methods were used. Correlations close to the unit in absolute values were obtained between the general average of genotypes and the adaptability parameters of Lin & Binns and Annicchiarico methods. However, the method of Eberhart & Russel had the advantage of indicating genotypes with adaptation to specific environments. According to this method, the hybrids Agrobel 959 and Helio 360, and the variety BRSGira 02 were considered ideal, for showing good performance in yield grain, general adaptability and good previsibility. For oil yield, these characteristics were found in the hybrids Agrobel 959 and EXP 1441 as well as in the varieties BRSGira 01, BRSGira 02, and BRSGira 03.

Index terms: *Helianthus annuus* L., grain yield, oil yield.

(Recebido em 22 de setembro de 2008 e aprovado em 15 de abril de 2009)

INTRODUÇÃO

Diante da crescente busca de novas alternativas ao uso do petróleo, o estímulo à produção de biodiesel tem aumentado por se tratar de fonte renovável de energia e por seu uso provocar menos dano ao ambiente (Knothe, 2005). Dentre as matérias-primas existentes para produção de biodiesel no Brasil, o Governo Federal tem indicado o óleo de girassol (*Helianthus annuus* L.) (Machado, 2008). Isso é em razão de o girassol apresentar alto teor de óleo em suas sementes; boa qualidade do co-produto (torta) obtido pelo processo de extração; boa adaptação a diferentes condições edafo-climáticas; opções práticas para

semeadura e colheita; tratos culturais bem definidos em tecnologias geradas e/ou adaptadas pela pesquisa; além de boa alternativa aos sistemas de rotação ou sucessão de culturas, nas regiões produtoras de grãos. Apesar de ser recente, a produção de biodiesel deverá ter, em breve, grande influência na economia do País, pois, de acordo com a legislação vigente, a partir de julho de 2008, será obrigatório adicionar 3% de biodiesel no diesel de petróleo (Agência Nacional do Petróleo-ANP, 2008). Além do mercado potencial de combustível, o Brasil apresentou déficit na balança comercial de US\$ 20,8 milhões, em 2007, em razão da importação de óleo, sementes e torta de girassol para alimentação humana (CONAB, 2007). Assim, o

¹Mestre em Genética e Melhoramento. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Av. Colombo, 5790, 87020-900 Maringá, PR – karolgrunvald@hotmail.com

²Doutor em Genética e Melhoramento. Embrapa Soja, C.P. 231 - 86001-970 - Londrina, PR. E-mail: cportela@cnpso.embrapa.br

³Doutor em Agronomia. Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: barneche@cpect.embrapa.br

⁴Doutor em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Agronomia, Av. Colombo, 5790, 87020-900 Maringá, PR. E-mail: cabandrade@uem.br

estímulo à produção de girassol é relevante, pois existe um grande mercado interno.

Em 2007, o girassol foi a quinta oleaginosa em produção de grãos (27,53 milhões de toneladas) e em área cultivada (22,76 milhões de hectare) no mundo, enquanto que no Brasil foi cultivado numa área de quase 100 mil hectares. Dentre os estados brasileiros produtores, incluem-se o Rio Grande do Sul e o Paraná, onde a semeadura feita entre os meses de agosto e outubro, em cultivo antecipado, minimiza os riscos de doenças limitantes e favorece a colheita em épocas de altas temperaturas.

O sucesso do estabelecimento da cultura do girassol no sistema produtivo brasileiro depende, entre outros fatores, não só da época de semeadura, mas também da utilização de genótipos adaptados às regiões de cultivo. No Brasil, desde 1989, a seleção de genótipos, várias empresas, têm sido realizada por meio da Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja. O critério de indicação desses genótipos tem tido como base a produtividade média, obtida nos ambientes testadores. Contudo, essa indicação pode prejudicar os cultivares com adaptação a condições específicas. Essa informação, além da identificação de genótipos de comportamento previsível, pode ser obtida por meio do estudo de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos. Em girassol, poucos estudos com essa ênfase têm sido realizados (Porto et al., 2007, 2008). Neste trabalho, objetivou-se estudar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos de girassol, nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná, quanto ao rendimento de grãos e óleo, avaliados na Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, entre 2003 e 2007.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados os dados de rendimento de grãos e de óleo (kg ha^{-1}) obtidos da Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja, a qual conta com a participação de diversas instituições públicas e privadas. Esses ensaios foram conduzidos entre 2003 e 2007, em diversos locais, dos Estados do Rio Grande do Sul (RS) e do Paraná (PR) (Tabela 1).

Os ensaios foram semeados no período de agosto a outubro, utilizando-se o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 6,0 m, espaçadas de 0,7 a 0,9 m. As duas linhas externas de cada parcela (bordaduras) foram descartadas, assim como 0,5 m de cada extremidade das duas linhas centrais, o que representou uma área útil de 7,0 a 9,0 m^2 .

Tabela 1 – Principais características dos locais da Rede de Avaliação de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja, no período de 2003 a 2007, e as respectivas instituições de pesquisa responsáveis pelos ensaios.

Estado	Local	Instituição	Coordenadas Geográficas		Tipo de solo
			Latitude	Longitude	
Paraná	Curitiba	PUCPR	25°37'S	49°17'W	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico
	Campo Mourão	Coopermibra e Coamo	24°02'38"S	52°22'40"W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
	Londrina	Embrapa Soja e IAPAR	23°47'38"S	50°52'23"W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
Rio Grande do Sul	Maringá	UEM	23°25'S	51°57'W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
	Ibirubá	Cotribá	28°27'39"S	53°05'23"W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
	Cruz Alta	UNICRUZ	28°38'21"S	53°36'34"W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
	Três de Maio	COTRIMAIO	27°46'24"S	54°14'24"W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
	Encruzilhada do Sul	FEPAGRO	30°32'S	52°31'W	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico
Passo Fundo Santa Rosa Ijuí	Passo Fundo	Universidade de Passo Fundo	28°15'46"S	52°24'24"W	LATOSSOLO BRUNO Distrófico
	Santa Rosa	COOPERMIL	27°51'50"S	54°25'59"W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico
	Ijuí	COTRIJUI	28°22'S	53°51'W	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico

Genótipos de girassol híbridos (simples e duplos) e variedades (populações de polinização aberta) pertencentes às empresas Advanta, CATI, Dow AgroSciences, Embrapa Soja, La Tijereta e Helianthus do Brasil, foram testados. Como testemunha de híbridos, foram utilizados M 734 e Agrobrel 960 e, como testemunha de variedade, o cultivar Embrapa 122. O número total de experimentos, genótipos e as safras avaliadas foram, respectivamente, oito e dez em 2004/2005, quatro e doze em 2005/2006 e cinco e quinze em 2006/2007. Na colheita, a população de plantas foi superior ao mínimo de quatro de plantas por m² em todos os ensaios estudados. Cada grupo de genótipo foi avaliado durante dois anos, nos Ensaios Finais de Primeiro e de Segundo Ano.

As análises de variância foram realizadas para os componentes de rendimento (kg ha⁻¹), aferidos em cada local e ano. Como nem sempre os locais de testes dos ensaios finais de primeiro ano foram os mesmos dos de segundo ano, foi realizada uma análise conjunta de ambientes (local e ano específicos) para cada grupo de genótipos. Para isso, verificou-se a existência de homogeneidade, das variâncias residuais obtidas nas análises de ambientes, sempre que a razão, entre o maior e o menor quadrado médio residual, foi inferior a sete. Os ensaios que apresentaram coeficientes de variação (C.V.) superiores a 20% não foram considerados na análise conjunta (Pimentel Gomes, 1985).

Foi feito estudo de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, quanto ao rendimento de grãos e de óleo, utilizando-se os métodos de Eberhart & Russell (1966), Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992). No método proposto por Eberhart & Russel (1966), as análises são baseadas em análises de regressão linear simples, cujo modelo é dado por: $Y_{ij} = m + \beta I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} = observação do cultivar i no ambiente j ; m = média geral; β = coeficiente de regressão; I_j = índice ambiental obtido pela diferença entre a média de cada ambiente e a média geral. Dessa forma, $\sum_{j=1}^n I_j = 0$; δ_{ij} = desvio da regressão do cultivar i no ambiente j ; ε_{ij} = efeito do erro experimental médio. Nesse método, o genótipo ideal é aquele que apresenta alto rendimento, adaptabilidade geral ($\beta_{ii} = 1$) e alta previsibilidade ($\sigma_{di}^2 = 0$). A superioridade dos genótipos em rendimento foi verificada por meio do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, e por comparação da média geral de cada genótipo com a média das médias gerais das testemunhas. No método de Lin & Binns (1988), a

superioridade do desempenho de um genótipo nos vários locais de avaliação, indicada pelo valor de P_i , foi medida pelo quadrado médio das distâncias entre o desempenho desse genótipo e o desempenho do melhor genótipo em cada local. O parâmetro de estabilidade P_i é dado pela expressão: $P_i = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / 2n$, onde: P_i = índice de superioridade do i -ésimo cultivar; X_{ij} = produtividade do i -ésimo cultivar no j -ésimo ambiente; M_j = resposta máxima obtida entre todos os cultivares no j -ésimo ambiente; n = número de ambientes. Essa expressão pode ser desdobrada em:

$$P_i = \left[n(\bar{X}_i - \bar{M})^2 + \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i - M_j + \bar{M})^2 \right] / 2n$$

onde: $\bar{X}_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} / n$ e $\bar{M} = \sum_{j=1}^n M_j / n$, em que:

\bar{X}_i = a média das produtividades dos cultivares obtidas nos n ambientes; \bar{M} = a média das respostas máximas de todos os cultivares em todos os ambientes. No método proposto por Annicchiarico (1992), a seleção dos genótipos foi realizada com base no índice de recomendação (I_i), considerando um coeficiente de confiança de 75%. Este índice é obtido pela seguinte expressão:

$I_i = \hat{\mu}_i - Z_{(1-\alpha)} \hat{\sigma}_{\varepsilon_i}$, em que: I_i = índice de recomendação do desempenho de um determinado cultivar com relação à média do ambiente; $\hat{\mu}_i$ = média geral do cultivar i em percentagem; $Z_{(1-\alpha)}$: percentual $(1-\alpha)$ da função de distribuição normal acumulada; $\hat{\sigma}_{\varepsilon_i}$: desvio-padrão dos valores percentuais; e α : nível de significância pré-fixado (0,25). Os genótipos selecionados por este método foram aqueles que apresentaram índices de recomendação (I_i) superiores (acima de 97) ou próximos de 100. Foi feita, também, a comparação dos índices desses genótipos com a média dos índices das testemunhas.

Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional Genes (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias gerais de rendimento de grãos obtidas nos ensaios variaram de 2.003 kg ha⁻¹ (safra 2006/2007) a 2.328 kg ha⁻¹ (safra 2005/2006) e para rendimento de óleo, a variação foi de 869 kg ha⁻¹ (2004/2005) a 1.040 kg ha⁻¹ (2005/2006) (Tabela 2). Essas médias foram superiores a média nacional (aproximadamente 1.500 kg ha⁻¹), para o período correspondente (CONAB, 2007). Os coeficientes de variação

(C.V.), das análises de variância conjunta para os componentes de rendimento, foram classificados como médios (Tabela 2), de acordo com a classificação de Pimentel Gomes (1985), indicando boa precisão experimental. Nessas análises, diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os genótipos foram observadas, sendo necessária a aplicação de testes de média para a sua discriminação.

Apesar dos valores médios de C.V., o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade apontou, geralmente, diferenças significativas entre os genótipos somente quando houve grande distância entre suas médias (Tabelas 3 e 4), como observado por Porto et al. (2007, 2008). Nesse estudo, na safra 2005/2006, por exemplo, para o rendimento de grãos, esse teste de agrupamento ($P < 0,05$) diferenciou apenas a única variedade testada (população de polinização aberta) dos demais genótipos (híbridos), sendo que os híbridos classificados no mesmo grupo tiveram uma diferença entre eles de 601 kg ha^{-1} (Tabela 3). Contudo, quando verificado o ranqueamento dos genótipos em cada ambiente testado, foi possível observar razoáveis diferenças entre eles, como na safra 2004/2005, em que o híbrido M 734 ocupou os primeiros postos e a variedade Embrapa 122 os últimos postos na maioria dos locais (Tabela 5). Além disso, em todos os anos avaliados, nenhum híbrido superou as testemunhas com base no teste de média utilizado. Resultados similares foram obtidos, também, por Porto et al. (2007, 2008).

Em virtude do teste de Scott-Knott apontar diferenças significativas entre os genótipos, apenas quando houve grande distância entre suas médias, a seleção de genótipos de girassol foi feita por meio da comparação do desempenho de cada um com a média das testemunhas dos ensaios. Assim, os materiais selecionados foram aqueles que apresentaram média geral superior (em valor numérico) à média das testemunhas. A utilização desse critério reduziu o número de genótipos selecionados em relação ao teste de Scott-Knott (Tabelas 3 e 4).

Na safra 2004/2005 (dados obtidos do Ensaio Final de Primeiro Ano 2003/2004 e do Ensaio Final de Segundo Ano 2004/2005), nenhum genótipo superou a média das testemunhas de híbridos, para os componentes de rendimento avaliados (Tabelas 3 e 4). Nas demais safras, para o rendimento de grãos, essa superioridade foi mostrada pelos híbridos VDH 487 (2005/2006), Agrobél 959 (2005/2006), Helio 253 (2006/2007) e Helio 360 (2006/2007) (Tabela 3). Para rendimento de óleo, os híbridos que se destacaram foram VDH 487 (2005/2006), Agrobél 959 (2005/2006), V 03005 (2005/2006), MG 52 (2005/2006), V 20038 (2005/2006), EXP 1441 (2006/2007), Helio 360 (2006/2007) e Helio 253 (2006/2007) (Tabela 4). Assim, somente os híbridos VDH 487, Agrobél 959, Helio 253 e Helio 360 se destacaram para os dois componentes de rendimento avaliados.

Tabela 2 – Análise conjunta para rendimento de grãos e de óleo de cultivares de girassol, testados na Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja, no período de 2003 a 2007.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
		Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Rendimento de óleo (kg ha ⁻¹)
Safrá 2004/2005 ^{1/}			
Blocos/Ambientes	24	240.928,12	53.822,86
Tratamentos (T)	9	2.160.963,13**	336.907,85**
Ambientes (A)	7	8.603.551,22**	2.115.528,44**
T x A	63	206.986,78**	48.094,78**
Resíduo	216	98.001,94	20.768,65
Média		2.048	869
CV (%)		15,28	16,57
Safrá 2005/2006			
Blocos/Ambientes	12	314.040,33	86.259,99
Tratamentos (T)	11	1.382.788,07**	418.492,27**
Ambientes (A)	3	12.861.865,68**	4.073.172,22**
T x A	33	281.663,48**	90.933,65**
Resíduo	132	115.328,92	25.934,81
Média		2.328	1.040
CV (%)		14,58	15,47
Safrá 2006/2007			
Blocos/Ambientes	15	265.783,43	47.543,98
Tratamentos (T)	14	2.855.708,33**	554.971,66**
Ambientes (A)	4	5.869.487,70**	1.482.272,42**
T x A	56	262.336,33**	60.302,97**
Resíduo	210	109.833,65	24.107,8616
Média		2.003	912
CV (%)		16,54	17,02

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

^{1/} Avaliações realizadas na safra 2004/2005 incluíram os dados experimentais obtidos no Ensaio Final de Primeiro Ano 2003/2004 e Ensaio Final de Segundo Ano 2004/2005, com procedimento similar para os demais anos de avaliação.

Tabela 3 – Parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de híbridos (H) e variedades (V) de girassol, obtidos por meio dos métodos de Eberhart & Russel (1966), Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992), para o rendimento de grãos (kg ha⁻¹), avaliado entre os anos de 2004 e 2007.

Genótipo	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)			P _i ^{8/}	I _i ^{9/}
	Eberhart e Russel (1966)				
	Média	β_{li} ^{7/}	σ_{di}^2 ^{7/}		
Safrá 2004/2005 ^{1/}					
M 734 (H) ^{2/}	2.542 a ^{5/}	1,12 ^{ns6/}	39417,59**	772,85	120,66
Agrobel 960 (H) ^{2/}	2.239 a	1,25**	15717,66 ^{ns}	100.350,12	104,59
BRHS 04 (H)	2.165 a	1,11 ^{ns}	27919,22**	105.725,49	102,04
Helio 355 (H)	2.093 a	1,06**	-12426,56 ^{ns}	133.030,69	101,49
BRHS 01 (H)	2.066 a	0,67**	18798,49 ^{ns}	188.526,75	98,15
BRHS 03 (H)	2.030 a	1,02 ^{ns}	61880,77**	205.545,93	95,28
BRHS 02 (H)	2.023 a	0,84 ^{ns}	39550,22**	183.322,83	96,4
BRHS 05 (H)	2.004 a	1,18 ^{ns}	9795,07 ^{ns}	181.509,63	95,49
BRHS 06 (H)	1.693 a	0,88 ^{ns}	-6083,67 ^{ns}	379.007,47	81,27
Embrapa 122 (V) ^{3/}	1.621 a	0,83 ^{ns}	22325,09 ^{ns}	476.026,99	75,93
MG ^{4/}	2.048	-	-	195.381,9	-
MTH	2.390	-	-	50.561,48	112,62
Safrá 2005/2006					
VDH 487 (H)	2.669 a ^{5/}	1,23 ^{ns6/}	80388,99**	44.466,13	110,82
M 734 (H) ^{2/}	2.647 a	0,77 ^{ns}	24231,14 ^{ns}	53.768,42	111,9
Agrobel 959 (H)	2.593 a	1,01 ^{ns}	23200,37 ^{ns}	57.289,80	109,44
BRHS 08 (H)	2.416 a	0,57**	2856,73 ^{ns}	139.487,34	102,35
V 03005 (H)	2.416 a	1,49**	12626,87 ^{ns}	148.707,88	99,36
V 20038 (H)	2.393 a	0,77 ^{ns}	106734,83**	152.681,92	99,74
MG 52 (H)	2.340 a	0,90 ^{ns}	97422,23**	173.987,87	97,17
MG 50 (H)	2.326 a	0,96 ^{ns}	98717,78**	188.215,16	96,43
V 20044 (H)	2.249 a	1,40**	10646,02 ^{ns}	226.153,75	92,41
Agrobel 960 (H) ^{2/}	2.243 a	1,26 ^{ns}	7390,99 ^{ns}	218.369,90	93,11
BRHS 09 (H)	2.068 a	0,80 ^{ns}	4597,62 ^{ns}	346.858,31	87,26
Embrapa 122 (V) ^{3/}	1.578 b	0,77 ^{ns}	-22465,03 ^{ns}	858.035,12	66,63
MG ^{4/}	2.328	-	-	217.335,13	-
MTH	2.445	-	-	136.069,16	102,5
Safrá 2006/2007					
M 734 (H) ^{2/}	2.553 a ^{5/}	0,77 ^{ns6/}	35037,63 ^{ns}	35.632,95	124,6
Helio 253 (H)	2.498 a	1,73**	56315,05**	69.484,87	119,19
Helio 360 (H)	2.427 a	0,95 ^{ns}	44361,22 ^{ns}	73.100,34	118,13
EXP 1441 (H)	2.349 a	0,62 ^{ns}	-8193,4072 ^{ns}	91.399,26	115,45
BRSGira 06 (H)	2.323 a	1,26 ^{ns}	29211,92 ^{ns}	125.333,53	112,98
Agrobel 960 (H) ^{2/}	2.183 a	1,10 ^{ns}	33413,40 ^{ns}	177.668,02	105,94
Helio 362 (H)	2.183 a	1,66**	1705,95 ^{ns}	192.456,05	104,41
BRSGira 05 (H)	1.918 b	0,16**	-17593,45 ^{ns}	371.018,88	93,41
BRSGira 07 (H)	1.886 b	0,34**	889,37 ^{ns}	390.098,97	91,77
Catissol (V)	1.775 b	0,48**	-2010,73 ^{ns}	498.096,65	86,77
BRSGira 04 (H)	1.747 b	0,51 ^{ns}	33705,63 ^{ns}	543.425,94	84,69
BRSGira 02 (V)	1.687 b	1,36 ^{ns}	34719,32 ^{ns}	602.055,33	79,03
BRSGira 01 (V)	1.531 b	1,55**	-2481,61 ^{ns}	757.457,71	70,98
Embrapa 122 (V) ^{3/}	1.510 b	0,91 ^{ns}	116165,02**	830.519,34	71,17
BRSGira 03 (V)	1.473 b	1,51 ^{ns}	-11395,02 ^{ns}	826.414,96	68,33
MG ^{4/}	2.003	-	-	372.277,52	-
MTH	2.368	-	-	106.650,48	115,27
MTV	1.510	-	-	830.519,34	71,17

^{1/}Avaliações realizadas na safra 2004/2005 incluíram os dados experimentais obtidos no Ensaio Final de Primeiro Ano 2003/2004 e Ensaio Final de Segundo Ano 2004/2005, com procedimento similar para os demais anos de avaliação.

^{2/}Genótipo testemunha do ensaio para comparação de híbridos.

^{3/}Genótipo testemunha do ensaio para comparação de variedades.

^{4/}MG = Média geral; MTH = Média das testemunhas de híbridos; MTV = Média da testemunha de variedades.

^{5/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

^{6/}Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste T; ^{ns}Não-significativo. ** Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{7/}Adaptabilidade (β_{li}), estabilidade (σ_{di}^2).

^{8/}Pi = Parâmetro de adaptabilidade de Lin & Binns (1988).

^{9/}I_i = índice de recomendação do método do Annicchiarico (1992).

Tabela 4 – Parâmetros de estabilidade e adaptabilidade de híbridos (H) e variedades (V) de girassol, obtidos por meio dos métodos de Eberhart & Russel (1966), Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992), para o rendimento de óleo (kg ha⁻¹), avaliado entre os anos de 2004 e 2007.

Genótipo	Rendimento de óleo (kg ha ⁻¹) Eberhart e Russel (1966)			P _i ^{8/}	I _i ^{9/}
	Média	β_{ii} ^{7/}	σ_{di}^2 ^{7/}		
Safra 2004/2005 ^{1/}					
Agrobel 960 (H) ^{2/}	994 a ^{5/}	1,38** ^{6/}	4096,26 ^{ns}	10.760,11	107,6
M 734 (H) ^{2/}	976 a	0,89 ^{ns}	6913,51**	7.698,39	110,27
BRHS 04 (H)	943 a	1,08 ^{ns}	5917,89**	12.610,13	104,67
Hélio 355 (H)	924 a	1,21**	-2606,84 ^{ns}	16.382,57	104,44
BRHS 05 (H)	888 a	1,21**	1330,31 ^{ns}	22.467,28	98,14
BRHS 01 (H)	858 a	0,64**	4055,55 ^{ns}	32.334,33	99,36
BRHS 03 (H)	849 a	1,02 ^{ns}	8683,02**	37.220,42	93,82
BRHS 02 (H)	844 a	0,81 ^{ns}	8875,10**	41.907,99	92,19
BRHS 06 (H)	771 a	0,95 ^{ns}	-947,91 ^{ns}	49.409,02	86,41
Embrapa 122 (V) ^{3/}	650 a	0,78**	4091,93 ^{ns}	101.252,45	70,71
MG ^{4/}	869	-	-	33.204,27	-
MTH	985	-	-	9.229,25	108,93
Safra 2005/2006					
VDH 487 (H)	1.303 a ^{5/}	1,36** ^{6/}	24438,14**	3.163,50	120,7
Agrobel 959 (H)	1.177 a	0,97 ^{ns}	1269,42 ^{ns}	25.881,66	111,73
V 03005 (H)	1.130 a	1,60**	1737,78 ^{ns}	32.677,32	102,17
MG 52 (H)	1.093 a	0,96 ^{ns}	33109,62**	46.611,63	100,56
M 734 (H) ^{2/}	1.089 a	0,64**	22861,83**	66.405,81	102,25
V 20038 (H)	1.070 a	0,82 ^{ns}	23930,50**	52.254,36	99,85
V 20044 (H)	1.059 a	1,41**	-299,60 ^{ns}	43.178,25	97,08
MG 50 (H)	1.039 a	0,88 ^{ns}	20710,50**	67.939,05	96,57
Agrobel 960 (H) ^{2/}	1.033 a	1,33**	-153,87 ^{ns}	52.236,73	95,08
BRHS 08 (H)	979 a	0,51**	-3216,62 ^{ns}	96.067,43	93,26
BRHS 09 (H)	856 b	0,82 ^{ns}	6570,50 ^{ns}	136.932,88	79,79
Embrapa 122 (V) ^{3/}	656 b	0,64**	-5868,33 ^{ns}	256.981,68	62,41
MG ^{4/}	1.041	-	-	73.360,86	-
MTH	1.061	-	-	59.321,27	98,66
Safra 2006/2007					
FXP 1441 (H)	1.136 a ^{5/}	0,69 ^{ns/6/}	-1885,81 ^{ns}	6.431,40	122,89
Hélio 360 (H)	1.129 a	1,17 ^{ns}	16194,37**	6.317,52	119,99
Hélio 253 (H)	1.127 a	1,64**	12047,08**	9.650,79	117,99
Agrobel 960 (H) ^{2/}	1.035 a	1,15 ^{ns}	5112,68 ^{ns}	18.675,10	110,49
BRSGira 06 (H)	1.027 a	1,24 ^{ns}	7869,69 ^{ns}	27.471,24	109,21
M 734 (H) ^{2/}	1.019 a	0,46**	7286,91 ^{ns}	27.434,22	108,89
Hélio 362 (H)	977 a	1,62**	-2259,47 ^{ns}	34.922,30	102,5
BRSGira 05 (H)	893 b	0,29**	-3914,05 ^{ns}	57.555,67	95,92
BRSGira 04 (H)	864 b	0,78 ^{ns}	13388,85**	71.635,38	91,58
BRSGira 07 (H)	855 b	0,44**	-3548,60 ^{ns}	68.616,69	92,11
Catissol (V)	780 b	0,48**	-801,8 ^{ns}	102.356,77	83,81
BRSGira 01 (V)	771 b	1,46 ^{ns}	8679,64 ^{ns}	108.092,16	78,84
BRSGira 02 (V)	751 b	1,36 ^{ns}	4624,53 ^{ns}	113.075,58	76,65
BRSGira 03 (V)	665 b	1,32 ^{ns}	4644,28 ^{ns}	157.578,12	67,44
Embrapa 122 (V) ^{3/}	646 b	0,82 ^{ns}	27898,72**	180.345,33	66,49
MG ^{4/}	912	-	-	66.010,55	-
MTH	1.027	-	-	23.054,66	109,69
MTV	646	-	-	180.345,33	66,49

^{1/}Avaliações realizadas na safra 2004/2005 incluíram os dados experimentais obtidos no Ensaio Final de Primeiro Ano 2003/2004 e Ensaio Final de Segundo Ano 2004/2005, com procedimento similar para os demais anos de avaliação.

^{2/}Genótipo testemunha do ensaio para comparação de híbridos.

^{3/}Genótipo testemunha do ensaio para comparação de variedades.

^{4/}MG = Média geral; MTH = Média das testemunhas de híbridos; MTV = Média da testemunha de variedades.

^{5/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

^{6/}Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste T; ^{ns}Não-significativo. ** Significativo a 5%, pelo teste F.

^{7/}Adaptabilidade (β_{ii}), estabilidade (σ_{di}^2).

^{8/}Pi = Parâmetro de adaptabilidade de Lin & Binns (1988).

^{9/}I_i = índice de recomendação do método do Annicchiarico (1992).

Tabela 5 – Rendimento de grãos de genótipos de girassol e seus ranqueamentos nos diferentes ambientes avaliados do Ensaio Final de Primeiro Ano 2003/2004 e do Ensaio Final de Segundo Ano 2004/2005.

Genótipo	Média	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)									
		Ijuí ^{2/}	Maringá ^{1/}	Londrina ^{1/}	Curitiba ^{2/}	Cruz Alta ^{1/}	Três de Maio ^{2/}	Campo Mourão ^{1/}	Ibirubá ^{2/}		
M 734 (H) ^{3/4/}	2.542 a ^{5/}	2.574 (1)	2.281 (2)	2.052 (3)	3.527 (1)	2.254 (2)	1.821 (1)	2.709 (1)	3.119 (1)		
Agrobel 960 (H) ^{4/}	2.239 a	1.610 (4)	1.775 (8)	2.141 (1)	3.082 (4)	2.307 (1)	1.578 (5)	2.346 (3)	3.069 (2)		
BRHS 04 (H)	2.165 a	1.861 (2)	1.834 (7)	1.660 (8)	3.094 (3)	2.167 (4)	1.767 (2)	1.978 (8)	2.959 (3)		
Helio 355 (H)	2.093 a	1.581 (5)	1.928 (4)	2.038 (4)	3.127 (2)	1.984 (6)	1.560 (6)	1.984 (7)	2.543 (6)		
BRHS 02 (H)	2.066 a	1.703 (3)	2.053 (3)	1.845 (7)	2.889 (6)	2.210 (3)	1.617 (3)	2.177 (5)	2.030 (8)		
BRHS 03 (H)	2.030 a	1.228 (10)	2.318 (1)	2.014 (5)	2.797 (7)	1.465 (9)	1.546 (7)	2.250 (4)	2.625 (5)		
BRHS 05 (H)	2.023 a	1.380 (8)	1.562 (9)	2.063 (2)	2.932 (5)	1.995 (5)	1.377 (8)	2.093 (6)	2.785 (4)		
BRHS 01 (H)	2.004 a	1.483 (7)	1.896 (6)	1.953 (6)	2.589 (9)	1.817 (7)	1.604 (4)	2.428 (2)	2.258 (7)		
BRHS 06 (H)	1.693 a	1.485 (6)	1.428 (10)	1.616 (9)	2.622 (8)	1.578 (8)	1.220 (9)	1.575 (9)	2.021 (9)		
Embrapa 122 (V)	1.621 a	1.280 (9)	1.900 (5)	1.601 (10)	2.439 (10)	1.354 (10)	1.118 (10)	1.350 (10)	1.927 (10)		
MG ^{6/}	2.048	1.619	1.897	1.898	2.910	1.913	1.521	2.089	2.534		
MT ^{6/}	2.390	-	-	-	-	-	-	-	-		
Valor máximo	-	2.574	2.318	2.141	3.527	2.307	1.821	2.709	3.119		
Valor mínimo	-	1.228	1.428	1.601	2.439	1.354	1.118	1.350	1.927		

^{1/}Ensaio Final de Primeiro Ano 2003/2004.

^{2/}Ensaio Final de Segundo Ano 2004/2005.

^{3/}H: híbrido e V: variedade

^{4/}Genótipo testemunha do ensaio.

^{5/}Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

^{6/}MG = Média geral; MT = Média das testemunhas.

Nas safras 2004/2005 e 2005/2006, a única variedade testada (Embrapa 122) teve média inferior à média dos híbridos M 734 e Agrobél 960 de 34,01% e 38,17%, respectivamente, para rendimento de grãos (Tabela 3). Nessas safras, a variedade Embrapa 122 foi comparada com os demais híbridos, pois nesses anos não se tinha testemunha para variedades nos ensaios. Apesar de ter sido menos produtiva que os híbridos comerciais, o uso desta ou de outras variedades pode ser interessante para pequenos produtores menos tecnificados, uma vez que o custo da semente híbrida é maior. Na safra 2006/2007 (Ensaio Final de Primeiro Ano 2005/2006 e do Ensaio Final de Segundo Ano 2006/2007), as variedades Catissol, BRSGira 01 e BRSGira 02 tiveram médias superiores a Embrapa 122 para rendimento de grãos e de óleo, enquanto que BRSGira 03 se destacou apenas para rendimento de óleo (Tabelas 3 e 4).

Nas análises de variância conjuntas para rendimentos de grãos e de óleo, diferenças significativas ($P < 0,01$) na interação genótipo x ambiente foram observadas pelo teste F (Tabela 2), indicando que a diferença no comportamento entre genótipos variou em função do ambiente avaliado e, por consequência, revelando a importância de estudos de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos.

Dentre os genótipos selecionados por meio da comparação do desempenho de cada genótipo com a média das testemunhas, entre 2003 e 2007, para rendimento de grãos, somente os híbridos Agrobél 959 (2005/2006) e Helio 360 (2006/2007) e a variedade BRSGira 02 (2006/2007) foram considerados ideais pelo método de Eberhart & Russel (1966), por apresentarem adaptabilidade geral ($\beta_{ii} = 1$) e boa previsibilidade (σ_{di}^2 nulo). Para rendimento de óleo, os genótipos ideais foram os híbridos Agrobél 959 (2005/2006), EXP 1441 (2006/2007) e BRSGira 06 (2006/2007) e as variedades BRSGira 01, BRSGira 02 e BRSGira 03 (2006/2007). Por meio do estudo de adaptabilidade, verificou-se que alguns genótipos que tiveram bom desempenho apresentaram adaptabilidade a um ambiente específico. Para rendimento de grãos e de óleo, na safra 2006/2007 o híbrido Helio 253 mostrou adaptabilidade a ambientes favoráveis e a variedade Catissol, a ambientes desfavoráveis. A variedade BRSGira 01 (2006/2007) em rendimento de grãos e os híbridos VDH 487 (2005/2006) e V 03005 (2005/2006) em rendimento de óleo tiveram, também, adaptabilidade a ambientes favoráveis.

Ao comparar a média geral dos componentes de rendimento dos genótipos com os respectivos valores de P_i , estimados pelo método de Lin & Binns (1988), verificou-se que as correlações foram negativas, variando

de -0,92 a -0,99. Porto et al. (2007) ao avaliar genótipos de girassol e Carvalho et al. (2002) ao analisar linhagens de soja obtiveram, também, correlação negativa próxima à unidade entre estes parâmetros. Assim, a seleção dos genótipos com base na superioridade em relação à média dos P_{is} das testemunhas teve grande similaridade com a seleção com base na média geral das testemunhas. O híbrido EXP 1441 em rendimento de grãos (safra 2006/2007) e o híbrido V 20044 em rendimento de óleo (safra 2005/2006) não foram selecionados com base na média das testemunhas, porém foram indicados com base na média dos P_{is} .

Assim como no método de Lin & Binns (1988), o parâmetro de adaptabilidade (I_i) do método de Annicchiarico (1992) apresentou, também, uma alta correlação (acima 0,99) com a média geral, para os dois componentes de rendimento avaliados. Os genótipos que apresentaram média superior à média geral tiveram índice de recomendação I_i superior (acima de 97) ou próximo de 100 e, conseqüentemente, foram selecionados (Tabelas 3 e 4). Além disso, como a maioria dos genótipos avaliados foi híbrido, a média geral tendeu a superar as médias das variedades (população de polinização aberta), sendo que nenhuma delas se destacou em nenhum componente de rendimento. Em virtude desses resultados, a seleção dos genótipos (híbrido ou variedade) foi feita, também, comparando o índice de cada genótipo com a média dos índices de recomendação das testemunhas (híbrido ou variedade). Nesse caso, a seleção foi mais rigorosa por selecionar um número menor de genótipos, mas possibilitou detectar variedades promissoras. Refletindo as correlações obtidas entre a média geral de cada genótipo e o respectivo I_i , a seleção dos genótipos, com base

na superioridade em relação à média dos I_i das testemunhas, teve grande similaridade com a seleção com base na média geral das testemunhas, exceto para o híbrido EXP 1441 e a variedade BRSGira 01 na safra 2006/2007, que foram selecionados para rendimento de grãos somente pelo primeiro e segundo método, respectivamente. Nesse estudo, a pouca discordância encontrada entre a análise da média geral e os parâmetros de Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992) foi verificada somente quando as médias dos genótipos foram próximas da média das testemunhas (ponto de referência). Em tais situações, um número maior de ambientes avaliados pode ser necessário para melhor definir a adaptabilidade dos referidos genótipos. Apesar da pouca discordância, o

método de Eberhart & Russel (1966) teve a vantagem de indicar genótipos com adaptação a ambientes específicos.

CONCLUSÕES

Para os Estados do Rio Grande de Sul e Paraná, os híbridos Agrobrel 959 e Helio 360 e a variedade BRSGira 02 são ideais, por apresentar bons desempenhos em rendimento de grãos, adaptabilidade geral e boa previsibilidade. Para rendimento de óleo, essas características são encontradas nos híbridos Agrobrel 959 e EXP 1441 e nas variedades BRSGira 01, BRSGira 02 e BRSGira 03.

AGRADECIMENTOS

Aos pesquisadores e instituições que avaliaram os ensaios de genótipos de girassol, cujos dados experimentais foram necessários para a elaboração desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. **O biodiesel obrigatório**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 9 jul. 2008.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, Bergamo, v.46, n.3, p.269-278, Sept. 1992.

CARVALHO, C.G.P. de; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A. de; KIIHL, R.A.S.; OLIVEIRA, M.F. Adaptability and stability study of soybean lines developed for high yield in Paraná State using four methodologies. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.2, n.2, p.247-256, jun. 2002.

COMISSÃO NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Balança comercial do agronegócio**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/0206_balanca_importacao.xls>. Acesso em: 13 jul. 2007.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648p.

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

KNOTHE, G. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. **Fuel Processing Technology**, Amsterdam, v.86, n.10, p.1059-1070, June 2005.

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

MACHADO, D. **Biodiesel de girassol já movimentando motores**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/biodiesel-girassol-movimenta-motores-13-06-08.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 468p.

PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P.; PINTO, R.J.B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.4, p.491-499, abr. 2007.

PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P.; PINTO, R.J.B.; OLIVEIRA, M.F.; OLIVEIRA, A.C.B. de. Evaluation of sunflower cultivar for central Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, n.2, p.139-144, mar./abr. 2008.