

# Estratificação ambiental em ensaios de competição de híbridos de girassol

OLIVEIRA, K.¹; CARVALHO, C. G. P. de²; AMABILE, R. F.³; ANSELMO, J. L.⁴; GODINHO, V. de P. C.⁵; RAMOS, N. P.⁶; ALMEIDA, I. L. de⁷; FAGIOLI, M.⁸; SOUZA, V. A. C.⁹; ZORZO, F.¹⁰

¹Unopar, Bolsista PIBIC/CNPq, Londrina, PR, kawoliver23@gmail.com; ²Pesquisador, Embrapa Soja;

³Pesquisador, Embrapa Cerrados; ⁴Pesquisador, Fundação Chapadão; ⁵Pesquisador, Embrapa Rondônia;

⁶Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente; ⁷Analista, Secretaria de Inovações e Negócios; ⁸Professor, UNB;

⁹Pesquisadora, CATI; ¹⁰Pesquisador, Agrícola Wehrmann.

## Introdução

No Brasil, a avaliação e seleção de híbridos de girassol, em regiões de cultivo ou potenciais, vêm sendo feitas por meio da Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa e que conta com a participação de empresas públicas e privadas (Dalchiavon et al., 2016). Nesses ensaios é comum a ocorrência de interação genótipos x ambientes (Dalchiavon et al., 2016; Birck et al., 2017; Santos et al., 2020).

A interação genótipos x ambientes ocorre quando há respostas diferenciais dos genótipos em relação à variação do ambiente. Ela pode ser simples ou complexa. A interação simples ocorre quando há variabilidade entre genótipos nos ambientes e a interação complexa ocorre quando há falta de correlação entre os genótipos e, por consequência, ocorre inconsistência da superioridade de genótipos com a variação ambiental (Cruz; Carneiro, 2006). Quando a interação é do tipo complexa, genótipos superiores em um ambiente não necessariamente serão em outro, justificando a sua avaliação ser feita em vários ambientes.

A Rede de Ensaios de Avaliação de Genótipos de Girassol requer tempo e elevada demanda por recursos humanos, físicos e financeiros. Assim, é fundamental identificar se há, entre os ambientes disponíveis, padrões de similaridades de respostas de genótipos, de tal maneira que seja possível avaliar a possibilidade de descartes de ambientes, quando existe problemas técnicos ou escassez de recursos (Cruz; Carneiro, 2006).

O objetivo desse trabalho foi realizar uma estratificação ambiental em ensaios de competição de híbridos de girassol, avaliados em diferentes locais em 2019, de modo a identificar locais (ambientes) com padrões de similari-

dades de respostas de genótipos, ou seja, locais em que não haja interação genótipos x locais ou que ela seja do tipo simples.

## Material e Métodos

Dados de rendimento de grãos obtidos nos ensaios conduzidos pela Rede de Avaliação de Genótipos de Girassol, em 2019, foram avaliados de 14 híbridos em 9 ambientes (8 locais). Os locais de teste foram Planaltina, Recanto da Emas e Vargem Bonita (DF), Espírito Santo do Pinhal e Manduri (SP), Chapadão do Sul (MS), Cristalina (GO) e Vilhena (Ensaio A e Ensaio B, semeados em épocas distintas) e os híbridos foram BRS323, BRSG62, BRSG63, BRSG64, BRSG65, BRSG66, BRSG67, BRSG68, BRSG69, BRSG70, BRSG71, BRSG72, Aguará 06 e Helio 250.

O delineamento experimental foi blocos completos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental consistiu de quatro linhas de 6,0 m de comprimento, espaçadas de 0,7 m. As duas linhas externas e 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais de cada parcela foram descartadas na colheita como bordaduras, obtendo-se uma área útil de 7,0 m<sup>2</sup>. Todos os tratos culturais recomendados foram realizados para possibilitar o melhor desenvolvimento das plantas, conforme Castro e Leite (2018).

Análise de variância em esquema fatorial foi realizada para rendimento de grãos, a 1% e 5% de probabilidade. Verificou-se previamente a existência de homogeneidade de variâncias residuais das análises de cada local, quando a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a sete (Pimentel-Gomes, 2009).

Para realizar a estratificação ambiental foi utilizado o método de agrupamento de ambientes com base no algoritmo de Lin (1982), que consistiu em estimar a soma de quadrados da interação entre híbridos e pares de locais, obtidas em nível de média de parcelas e agrupar aqueles locais cuja interação foi não significativa a 1%, pelo teste F. Adicionalmente, foi verificada a possibilidade de inclusão a esse grupo de novos locais, cuja interação genótipos x locais foi significativa, mas do tipo simples, conforme Cruz e Castoldi (1991). Para isto, foi feita a decomposição do quadrado médio da interação em partes simples e complexa, sendo a parte complexa (C) expressa em percentagem pela seguinte fórmula:

$$C = \frac{100\sqrt{(1-r)QMH_j QMH_{j'}}}{QMHxL_{jj'}}$$

em que  $r$  é a correlação entre médias de um mesmo híbrido nos locais  $j$  e  $j'$ ,  $QMH_j$  e  $QMH_{j'}$  são os quadrados médios entre híbridos nos locais  $j$  e  $j'$  e  $QMHxL_{jj'}$  é o quadrado médio da interação entre híbridos e os locais  $j$  e  $j'$ . Incluiu-se um novo local no grupo de locais, cuja interação foi não significativa, quando a interação entre híbridos x pares de locais (novo local e cada membro desse grupo) foi predominantemente de natureza simples, mesmo que a interação híbridos x locais tenha sido significativa nesse novo agrupamento.

## Resultados e Discussão

Interação genótipos x locais significativa ( $p < 0,01$ ) foi observada pelo teste F (Tabela 1), indicando que a diferença no comportamento entre genótipos variou em função do local avaliado, o que justifica a realização de uma análise de estratificação ambiental, para detectar possíveis locais que não haja interação ou que ela seja do tipo simples.

A menor soma de quadrados entre genótipos e pares de locais foi estimada para os locais Vilhena (Ensaio A) e Vilhena (ensaio B) (Tabela 2), sendo constatada interação não-significativa pelo teste F ( $p < 0,05$ ). Isto mostra a pouca contribuição da avaliação em Vilhena (RO), em duas épocas de semeadura, para seleção de híbridos de girassol. Não foi possível inserir nenhum outro local neste grupo, que mantivesse a interação não significativa.

**Tabela 1.** Análise de variância para rendimento de grãos de híbridos de girassol avaliados em diferentes locais do Brasil, em 2019.

Fonte de variação	g.l.	Quadrado médio
Blocos/locais	27	55870,46
Genótipos	13	801245,7**
Locais	8	22092783,9**
Genótipos x Locais	104	387869,5**
Resíduo	351	50428,9
C.V.		10,5
Média		2131,9

**Tabela 2.** Estimativas das somas de quadrados, obtidas em nível de média de parcelas, entre híbridos e pares de locais.

Locais <sup>1</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9
1	799.244,1	410.116,3	605.779,5	832.592,9	3.444.971,5	774.358,1	884.447,0	464.524,1
2		777.822,9	397.590,5	489.227,2	2.390.856,2	1.268.433,6	646.641,8	940.004,3
3			666.972,3	1.049.552,8	4.502.215,2	738.565,8	1.422.811,8	1.030.438,4
4				746.564,4	3.338.320,6	828.675,0	1.057.898,7	1.075.907,9
5					2.182.812,7	784.759,7	312.920,1	426.112,3
6						3.869.290,6	1.749.862,3	2.327.760,9
7							1.149.023,0	710.249,2
8								283.409,4

<sup>1</sup> Local: (1) Planaltina (DF), (2) Espírito Santo do Pinhal (SP), (3) Chapadão do Sul (MS), (4) Cristalina (GO), (5) Manduri (SP), (6) Recanto da Emas (DF), (7) Varigem Bonita (DF), (8) Vilhena (Ensaião A), (9) Vilhena (Ensaião B).

Foi verificado ainda a possibilidade de incluir outros locais no grupo (Vilhena – ensaio A e Vilhena – ensaio B), cuja interação fosse significativa, mas do tipo simples. A Tabela 3 mostra a parte complexa da interação genótipos x pares de locais, estimada pela decomposição do seu quadrado médio (Cruz; Castoldi, 1991). Recanto da Emas (DF) foi o único local que apresentou estimativa inferior a 50% da parte complexa da interação com o local Vilhena – Ensaio A. Contudo, todos os locais apresentaram estimativas superior a 50% da parte complexa da interação com o local Vilhena – Ensaio B. Assim, não foi possível incluir outros locais no grupo (Vilhena A e Vilhena B), cuja interação fosse significativa do tipo simples.

**Tabela 3.** Valores percentuais da parte complexa resultantes da decomposição da interação entre híbridos e pares de locais.

Locais	2	3	4	5	6	7	8	9
1	106,2	54,2	87,4	99,6	89,6	61,1	98,6	65,0
2		64,8	86,6	82,7	38,0	73,1	88,2	96,5
3			69,5	93,6	111,4	63,2	108,8	88,7
4				103,8	83,9	57,5	116,5	105,3
5					51,7	59,2	60,0	61,6
6						100,0	40,4	64,2
7							80,4	60,8
8								49,8

<sup>1</sup> Local: (1) Planaltina (DF), (2) Espírito Santo do Pinhal (SP), (3) Chapadão do Sul (MS), (4) Cristalina (GO), (5) Manduri (SP), (6) Recanto da Emas (DF), (7) Vargem Bonita (DF), (8) Vilhena (Ensaio A), (9) Vilhena (Ensaio B).

A estratificação ambiental indicou que os híbridos avaliados em 2019 na Rede de Ensaios de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja, mostraram comportamentos diferenciados em todos os locais de teste, com mudança no ranqueamento dos mesmos. Mas, quando avaliados em distintas épocas de semeadura em Vilhena, os híbridos mostraram comportamento similares. Assim, para reduzir os custos da Rede, pode-se conduzir o ensaio em Vilhena em apenas uma época de semeadura.

## Conclusão

Os locais de teste da Rede de Ensaios de Genótipos de Girassol, coordenada pela Embrapa Soja, apresentaram poucos padrões de similaridades de respostas de genótipos, não havendo a necessidade de descartes de locais. A estratificação ambiental indicou, também, haver a necessidade de condução de uma única época de semeadura em Vilhena, Rondônia.

## Referências

- BIRCK, M.; DALCHIAVON, F. C.; STASIAK, D.; IOCCA, A. F. S.; HIOLANDA, R.; CARVALHO, C. G. P. Performance of sunflower cultivars at different seeding periods in central Brazil. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 41, p. 42-51, 2017.
- CASTRO, C.; LEITE, R. M. V. B. de C. Main aspects of sunflower production in Brazil. **Oilseeds & fats Crops and Lipids (OCL)**, v. 25, p. 2-11, 2018.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 585 p.
- CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipo x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v. 38, p. 422-430, 1991.
- DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, C. G. P. de; AMABILE, R. F.; GODINHO, V. de P. C.; RAMOS, N. P.; ANSELMO, J. L. Características agronômicas e suas correlações em híbridos de girassol adaptados à segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1806-1812, 2016.
- LIN, C. S. Grouping genotypes by a cluster method directly related to genotype-environment interaction mean-square. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 62, p. 277-280, 1982.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15th ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 451p.
- SANTOS, I. G. dos; CARNEIRO, V. Q.; SANT'ANNA, I. de C.; CRUZ, C. D.; CARVALHO, C. G. P. de; BORBA FILHO, A. B.; ALVES, A. D. Factor analysis and GGE biplot for environmental and genotypic evaluation in sunflower trials. **Functional Plant Breeding Journal**, v. 1, p. 29-40, 2020.