

IDEAU

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SOJA NA SERRA GAÚCHA**PERFORMANCE OF SOYBEAN CULTIVARS IN THE SERRA GAÚCHA****DESEMPEÑO DE LOS CULTIVARES DE SOJA EN LA SERRA GAÚCHA****Diego dos Santos Pacheco**

Graduado em Engenharia Agrônômica, Faculdade IDEAU, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: dpagro94@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-3934-0194>

Eduardo Luiz Giacomini

Graduado em Engenharia Agrônômica, Faculdade IDEAU, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: eduardogiacomini@yahoo.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-8527-8954>

Tailana Keli de Campos

Graduada em Engenharia Agrônômica, Faculdade IDEAU, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: tailana.mello@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-4076-788X>

Caroline Farias Barreto

Doutora em Fruticultura, Faculdade IDEAU, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: agronomia.cx@ideua.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5568-5305>

Cassiane Ubessi

Doutora em Agronomia, Faculdade IDEAU, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: cassianeubessi@ideau.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3378-883X>

Diógenes Cecchin Silveira

Doutor em Zootecnia, Faculdade IDEAU, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: diogenessilveira@ideau.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6653-4839>

RESUMO

A cultura da soja é o mais importante cultivo dentro do agronegócio brasileiro, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial da leguminosa. Devido à grande relevância econômica da cultura para o país, a identificação de cultivares

Submitted on: 11.26.2023 | Accepted on: 12.17.2024 | Published on: 12.26.2024

mais adaptadas e estáveis, e que possuam elevadas produtividades nas mais diversas condições climáticas e de solo tornam-se peça-chave para o desenvolvimento da cultura em áreas que ainda não se possuem grande expressões de cultivos. Dado o exposto, nesse trabalho, o objetivo foi verificar a produção de cultivares de soja na Serra Gaúcha. Além disso, estimar os componentes de variância e parâmetros genéticos, além da associação entre os componentes de rendimentos estudados. Foram testadas cinco cultivares de soja (DM 5958 RSF IPRO®; NEO 610 IPRO®; DM 57152 RSF IPRO®; Brasmax Zeus IPRO® e NA 5909 RG) em delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. Os resultados obtidos indicaram diferenças significativas para todos os caracteres testados, revelando assim, variabilidade entre as cultivares. Verificou-se também altas estimativas de herdabilidade e do coeficiente de variação genético. Além disso, as correlações obtidas entre o rendimento de grãos com o número de vagens, número de grãos e número de grãos por vagens, permite concluir que esses caracteres possuem influência marcante no rendimento de grãos, podendo ser de grande valor para progressos genéticos desse caráter, via seleção indireta. A contribuição relativa dos caracteres para diversidade genética, revelou contribuição muito similar entre os caracteres estudados, com destaque para o rendimento de grãos (17,30%). A cultivar NA 5909 RG apresentou desempenho superior aos demais cultivares testados.

Palavras-chave: Competição de Cultivares. Componentes de Rendimento. Associação de Caracteres. Seleção de Caracteres.

ABSTRACT

Soybean is the most important crop within Brazilian agribusiness, with Brazil being the second largest producer of the legume in the world. Due to the great economic relevance of the culture for the country, the identification of cultivars that are more adapted and stable, and that have high productivity in the most diverse climatic and soil conditions, become a key part for the development of the culture in areas that still do not have great expressions of crops. Given the above, in this work, the objective was to verify the production of soybean cultivars in Serra Gaúcha. In addition, to estimate the components of variance and genetic parameters, in addition to the association between the components of income studied. Five soybean cultivars (DM 5958 RSF IPRO®; NEO 610 IPRO®; DM 57152 RSF IPRO®; Brasmax Zeus IPRO® and NA 5909 RG) were tested in a randomized block design with five replications. The results obtained indicated significant differences for all tested characters, thus revealing variability between cultivars. There were also high estimates of heritability and coefficient of genetic variation. In addition, the correlations obtained between grain yield with the number of pods, number of grains and number of grains per pod, allow us to conclude that these traits have a marked influence on grain yield, and can be of great value for genetic progress of this character, via indirect selection. The relative contribution of characters to genetic diversity revealed a very similar contribution among the studied characters, with emphasis on grain yield (17.30%). The cultivar NA 5909 RG showed superior performance to the other tested cultivars.

Keywords: Cultivar Competition. Yield Components. Character Association. Character Selection.

RESUMEN

El cultivo de soja es el cultivo más importante dentro de la agroindustria brasileña, siendo Brasil el segundo mayor productor de la leguminosa en el mundo. Debido a la gran relevancia económica del cultivo para el país, la identificación de cultivares más adaptados y estables, que tengan alta productividad en las más diversas condiciones climáticas y edáficas, se convierte en un elemento clave para el desarrollo del cultivo en zonas que no aún tienen grandes expresiones de cultivos. Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo el objetivo fue verificar la producción de cultivares de soja en la Serra Gaúcha. Además, estimar los componentes de la varianza y los parámetros genéticos, además de la asociación entre los componentes del ingreso estudiados. Se probaron cinco cultivares de soja (DM 5958 RSF IPRO®; NEO 610 IPRO®; DM 57152 RSF IPRO®; Brasmax Zeus IPRO® y NA 5909 RG) en un diseño de bloques al azar, con cinco repeticiones. Los resultados obtenidos indicaron diferencias significativas para todos los caracteres probados, revelando así variabilidad entre cultivares. También hubo estimaciones altas de heredabilidad y coeficiente de variación genética. Además, las correlaciones obtenidas entre el rendimiento de grano con el número de vainas, número de granos y número de granos por vaina, permiten concluir que estos caracteres tienen una marcada influencia en el rendimiento de grano, y pueden ser de gran valor para el progreso genético de esta carácter, mediante selección indirecta. La contribución relativa de los caracteres a la diversidad genética reveló una contribución muy similar entre los caracteres estudiados, con énfasis en el rendimiento de grano (17,30%). El cultivar NA 5909 RG tuvo un mejor desempeño que los otros cultivares probados.

Palabras clave: Competencia de Cultivares. Componentes de la Renta. Asociación de Personajes. Selección de Personajes.

1 INTRODUÇÃO

A soja cultivada (*Glycine max* (L.) Merrill) foi domesticada a partir da soja selvagem (*Glycine soja* Sieb. & Zucc.) (Caldwell; Howell, 1973). Em relação à nomenclatura e taxonomia da soja, sabe-se que a espécie era referida por quatro nomes científicos diferentes: *Dolichos soja*, *Soja hispida*, *Glycine soja* e *Glycine hispida* (HYMOWITZ; NEWELL, 1981). Foi cultivada na Ásia por quase 5.000 anos, primeiro na China, e depois Japão (Chatterjee *et al.*, 2018). Sendo introduzida na Europa no século 18 e posteriormente nos Estados Unidos no

século 19 (He; Chen, 2013). Tornando-se de grande importância econômica, nesse último país, desde a década de 1940 (Chatterjee *et al.*, 2018).

Atualmente é a leguminosa de maior importância econômica no mundo (LIU *et al.*, 2020). Principalmente por fornecer mais de um quarto da proteína total para alimentos e ração animal em termos mundiais (Graham; Vance, 2003; Valliyodan *et al.*, 2016). Concomitantemente com o crescimento e desenvolvimento populacional, a demanda por soja está aumentando de forma significativa (Ray *et al.*, 2013). Dados recentes demonstram que a produção mundial de soja aumentou aproximadamente em treze vezes no período de 1961 a 2017 (Liu *et al.*, 2020).

Assim, como nos cenários descritos acima, a sojicultura é o mais importante cultivo dentro do agronegócio brasileiro (JUNIOR *et al.*, 2019). O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com uma estimativa de produção, da safra 2021/2022 de 125.552,3 milhões de toneladas, com produtividade média de 3.029 kg/ha em uma área de aproximadamente 41.452,0 milha⁻¹ (CONAB, 2022).

Dada a importância econômica da soja, a identificação de genótipos superiores que possuam elevadas produtividades, bem como previsibilidade do comportamento fenotípico em função das variações ambientais (Finlay; Wilkinson, 1963; Eberhart; Russell, 1966; Cruz *et al.*, 2006), tornam-se alternativas para obtenção de produtividades estáveis. Sendo que a obtenção de tais genótipos acarreta um ganho financeiro para o produtor e um ganho ambiental para a sociedade, pois diminui a pressão pela abertura de novas áreas, se produzindo mais com a mesma área (EBONE *et al.*, 2020).

O objetivo desse trabalho foi verificar a produção de cultivares de soja na Serra Gaúcha. Além disso, estimar os componentes de variância e parâmetros genéticos, além da associação entre os componentes de rendimentos estudados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL E PERÍODO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em campo, no município de Caxias do Sul/RS, na Serra Gaúcha durante o ano agrícola 2021/2022. A área experimental está localizada a 29°09'07 de latitude sul e longitude de 51°00'21 de longitude oeste, a 817 metros acima do nível do mar. O clima da região é do tipo Cfb, de acordo com a classificação de Köppen (Moreno, 1961). O solo da região é denominado Neossolo litólico distrófico típico (STRECK *et al.*, 2008). A temperatura média do ar é de 16,8 °C, com umidade relativa em torno de 78% e precipitação média anual de 1800 mm (INMET, 2021). A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) foi cultivada anteriormente na área destinada à execução do experimento.

2.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Nesse experimento, cinco cultivares de soja, demonstradas na Tabela 1, foram arranjados em delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições. As unidades experimentais foram constituídas por quatro linhas de cinco metros, com espaçamento entre si de 0,45m. A densidade de plantas utilizada foi de 12 plantas/m linear, sendo avaliado 1m² da região central da parcela.

Tabela 1. Características das cultivares avaliadas no experimento, Caxias do Sul, 2022.

CARACTERES ¹	DM 5958 RSF IPRO®	NEO 610 IPRO®	DM 57152 RSF IPRO®	BRASMAX ZEUS IPRO®	NA 5909 RG
Grupo de maturação	5.8	6.1	5.7	5.5	6.2
Porte	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	-	MÉDIO
Resistência ao acamamento	RESISTENTE	RESISTENTE	RESISTENTE	RESISTENTE	RESISTENTE
Potência de ramificação	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIA	ALTO
Hábito de crescimento	INDETERMINADO	INDETERMINADO	INDETERMINADO	INDETERMINADO	INDETERMINADO
Exigência a fertilidade	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
Cor de hilo	MARROM CLARO	CINZA CLARO	PRETO IMPERFEITO	-	MARROM CLARO
Cor de flor	ROXA	ROXA	ROXA	-	ROXA
Pubescência	CINZA	CINZA	CINZA	-	CINZA
Cancro da haste	R	R	R	R	RESISTANTE
Mancha olho-de-rã	R	R	R	MS	MS
Pústula bacteriana	R	R	R	MS	MR
Podridão radicular	R	R	R	R	MR

¹Informações de acordo com as empresas obtentoras. Resistente (R); moderadamente suscetível (MS); moderadamente resistente (MR).

Fonte: Adaptado de REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 2019.

2.3 PROCEDIMENTOS E AVALIAÇÕES>> SUBSTITUIR POR MANEJO DA ÁREA EXPERIMENTAL E AVALIAÇÃO DE CARACTERES

Em novembro de 2021 foi realizada a dessecação da área experimental. O solo foi amostrado, a fim de verificar as condições de fertilidade (Tabela 2). A adubação de base, e demais tratos culturais foram executados de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja em relação com a análise de solo realizada (CQFS-RS/SC, 2016).

Tabela 2. Atributos físico-químicos do solo na área experimental de cultivo das cultivares de soja. Caxias do Sul, 2022.

Argila (%)	pH água	Índice SMP	M.O. ¹ (%)	Pmg/dm ³	K	Al	Ca cmol/dm ³	Mg	
34	6,4	6,7	3	2,16	83	0	7,09	3,85	
H+Al	CTC efetivacmol/dm ³	CTC pH 7	V%.....	M	S	Cu	Znmg/dm ³	Mn	B
1,95	13,1	15,1	n.d	n.d	1,45	1,48	3,98	3,16	0,26

¹MO: matéria orgânica; P: fósforo; K: potássio; Al: alumínio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; H+Al: acidez potencial; CTC efetiva: capacidade de troca de cátions determinada no pH do solo; CTC pH 7: capacidade de troca de cátions estimada em pH 7; V: saturação de bases; m: saturação por alumínio; S: enxofre; Cu: cobre; Zn: zinco; Mn: manganês; B: boro; n.d: não determinado.

Fonte: BARRETO, C. F., 2022, Caxias do Sul/RS.

A semeadura foi realizada em 2 de dezembro de 2021. Durante o ciclo da cultura, o controle de doenças, plantas daninhas e insetos-praga foram realizadas em acordo com as tecnologias preconizadas pela Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul (2019). Os caracteres mensurados foram altura de planta (AP, cm) obtido através de uma régua graduada em cm, em três pontos da parcela ao acaso; altura da primeira vagem (A1V, cm) obtido através de uma régua graduada em cm, medida entre o colo e a inserção da primeira vagem; rendimento de grãos (RG, kg ha⁻¹), mensurado na área útil da parcela; peso de mil sementes (PMS, g) determinada por meio de oito sub-amostras de cem grãos, onde se obteve a média do caractere e ajuste para 13% de umidade, número total de vagens por planta (NV, n^o), contabilizados o número total de vagens; número de grãos (NG, n^o) contabilizado o número de grãos; número de grãos por vagem (NGV, n^o) contabilizado o número de grãos. Os componentes de rendimento foram mensurados em dez plantas por unidade experimental.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A avaliação estatística dos dados foi realizada inicialmente com a análise de variância (ANOVA) e teste F, de acordo com o seguinte modelo matemático para análise de variância: $Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$, em onde Y_{ij} é o valor do genótipo do j-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo; μ a média geral; B_j efeito do j-ésimo bloco; G_i o efeito fixo do i-ésimo genótipo; e ε_{ij} o erro experimental associado à observação Y_{ij} . A partir da análise de variância de cada caractere,

foi obtida as estimativas da variância genética (σ_g^2), fenotípica (σ_p^2) e ambiental (σ_e^2). Os demais parâmetros genéticos estimados foram a herdabilidade (h^2), coeficiente de variação experimental (CV_e), dada pela fórmula $CV_e = \frac{\sqrt{\sigma_e^2}}{\bar{X}} 100$, onde \bar{X} é a média do caráter considerado. Coeficiente de variação genético (CV_g) estimado pela $CV_g = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{X}} 100$, e posteriormente o coeficiente de variação relativo (CV_g/CV_e).

Foram estimados coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres estudados, cuja significância foi avaliada pelo teste t de Student, a 1 e 5% de probabilidade. As magnitudes dos coeficientes de correlação foram classificadas de acordo com Silveira *et al.* (2021a). A importância das características morfológicas foi avaliada através da metodologia de Singh (1981). Este analisa a dissimilaridade total observada, para cada característica, estimada através da participação dos componentes da distância generalizada de Mahalanobis (D^2). Para quantificar a diversidade genética entre as cultivares, a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) foi obtida e posteriormente foi realizada a análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher (RAO, 1952). Para a realização das análises foi utilizada o software GENES (CRUZ, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) para todas as variáveis estudadas (Tabela 3), evidenciando a presença de variabilidade genética entre as cultivares (HENRIQUES *et al.*, 2018; KRAUSE *et al.*, 2021). O coeficiente de variação experimental (CV_e), que serve de parâmetro para verificar a precisão experimental (FALEIRO *et al.*, 2001; SHIMOYA *et al.*, 2002), variou de 3,66 à 20,29 para os caracteres NV e NGV, respectivamente. Nesse contexto o baixo CV_e para a maioria dos caracteres estudados (Tabela 2), é indicativo de elevada precisão experimental (BERTAN *et al.*, 2006). Principalmente por serem caracteres quantitativos, governados por muitos

genes, e, conseqüentemente, muito influenciados pelo ambiente (BONIFÁCIO *et al.*, 2015).

De forma geral, verificou-se que as cultivares de soja estudadas apresentaram altas estimativas de herdabilidade (h^2) para o conjunto de caracteres mensurados (Tabela 3). Esses resultados estão associados à alta participação da variação genética (σ_g^2), a qual apresentou valores superiores aos de variância ambiental (σ_a^2) (Tabela 3). As estimativas de h^2 variaram de 73.02 a 91.93, para os caracteres NV e A1V, respectivamente (Tabela 3). Ao estimar a herdabilidade, o melhorista pode deduzir o progresso esperado com a seleção, além de escolher o método de melhoramento mais adequado para a população em estudo (LAMKEY; HALLAUER, 1987). De acordo com Borém *et al.* (2021) a estimação da herdabilidade é influenciada pelo método utilizado, a variabilidade da população, o grau de endogamia da população, o tamanho da amostra avaliada, o número e tipo de ambientes considerados, a unidade experimental avaliada e a precisão na condução do experimento e coleta de dados.

As estimativas do coeficiente de variação genética (CV_g) são muito importantes dentro de um programa de melhoramento (SHIMOYA *et al.*, 2002), ou em estudos iniciais para formação de uma população base, principalmente por indicar a amplitude de variação genética dentro de um caractere (FALEIRO *et al.*, 2001). Nesse contexto, o CV_g variou de 2.90 à 17.68, para os caracteres NGV e NG, respectivamente. No entanto, quando objetiva-se ter uma ideia da situação de cada caractere visando melhoramento, a razão CV_g/CV_e torna-se mais confiável (FALEIRO *et al.*, 2001; RESENDE, 2007). Valores de coeficiente de variação relativo (CV_g/CV_e) maiores que 1,0 revelam maior probabilidade de sucesso na seleção (RESENDE; DUARTE, 2007). O CV_g/CV_e variou de 0,73 a 1,50 para os caracteres NV e A1V, respectivamente (Tabela 3). De acordo com o critério proposto por Resende e Duarte (2007), os caracteres A1V, AP e NG seriam os de maior facilidade para se obter ganhos dentro do melhoramento (Tabela 3). No entanto, o caractere PMS, altamente associado ao rendimento de grãos, apresentou CV_g/CV_e próxima a 1,0, sugerindo ser um caractere importante para incremento da produtividade em soja. O conjunto de informações geradas, através da estimativa de parâmetros genéticos dentro da

população auxilia melhoristas nas decisões de seleção (Resende, 2016; Silveira *et al.*, 2022a). Vale ressaltar que grandes variações nas estimativas de parâmetros genéticos são decorrentes dos métodos utilizados na estimação, dos cultivares/genótipos estudados, das condições ambientais, época de plantio entre outros tantos fatores (Falconer, 1960; Vencovsky E Barriga, 1992; Faleiro *et al.*, 2001).

Tabela 3. Resumo da análise de variância univariada contendo fontes de variação (FV), número de graus de liberdade (GL), quadrados médios e parâmetros genéticos para os caracteres de rendimento em soja. Caxias do Sul, 2022.

FV	GL	Quadrado médio						
		A1V ¹	AP	NV	NG	NGV	PMS	RG
Blocos	4	7.48	19.81	55.36	137.64	0.012	69.99	133393.34
Cultivares	4	21.03*	172.23*	1163.76*	6478.64*	0.024*	695.14*	619786.85*
Resíduo	16	1.69	18.48	313.935	998.01	0.005	126.44	145918.10
Média	-	22.21	96.53	87.32	187.16	2.08	201.21	2966.05
Mínimo	-	18.10	81.10	55.01	118.01	1.96	167.83	1812.96
Máximo	-	27.40	106.01	151.02	310.02	2.38	230.85	4037.04
CV _e (%) ²	-	5.86	4.45	20.29	16.87	3.66	5.58	12.87
σ_p^2	-	4.20	34.44	232.75	1295.72	0.004	139.02	123957.37
σ_e^2	-	0.33	3.69	62.78	199.60	0.001	25.28	29183.62
σ_g^2	-	3.86	30.75	169.96	1096.12	0.003	113.74	94773.74
h ²	-	91.93	89.26	73.02	84.59	75.78	81.81	76.45
CV _g (%)	-	8.85	5.74	14.93	17.68	2.90	5.30	10.37
CV _g /CV _e	-	1.50	1.28	0.73	1.04	0.79	0.94	0.80

¹Altura da primeira vagem (A1V); altura de planta (AP); número de vagens (NV); número de grãos (NG); número de grãos por vagem (NGV); peso de mil sementes (PMS) e rendimento de grãos (RG). ²Coefficiente de variação experimental (CV_e); variância fenotípica (σ_p^2); variância ambiental (σ_e^2); variância genotípica (σ_g^2); herdabilidade no sentido amplo (h²); coeficiente de variação genético (CV_g); coeficiente de variação relativo (CV_g/CV_e).

Fonte: Autores, 2022, Caxias do Sul/RS.

A amplitude das estimativas dos coeficientes de correlação entre as variáveis, em valores absolutos, foi de 0,03 a 0,99 para AP x NGV e NV x NG, respectivamente (Tabela 4). Coeficientes de correlação baixos não representam falta de associação entre os caracteres, mas sim, a inexistência de causa e efeito (Vencovsky e Barriga, 1992). No entanto, quando há existência de correlações significativas é indicativo de viabilidade para seleção indireta para a obtenção de ganhos no caráter de maior importância econômica (Silveira *et al.*, 2022b).

O caractere NG apresentou associação significativa forte com PMS (r = 0,60), de acordo com o critério de Silveira *et al.* (2021a). Fato contraditório, uma vez que esses caracteres possuem independência entre si, já que, dificilmente

um programa de melhoramento obtém elevado número de grãos com alto peso (Caierão *et al.*, 2001). A partir dos coeficientes de correlação, observa-se que as variáveis primárias NV, NG E NGV, apresentaram tendência de associação positivas médias à fortes com o RG (Tabela 3). A associação do RG, com os componentes supracitados é perfeitamente justificada, uma vez que o rendimento de grãos é determinado pela multiplicação de seus componentes (Caierão *et al.*, 2001). Sendo assim, o coeficiente de correlação linear entre NV e RG, considerado forte, fornece boas perspectivas de seleção indireta via NV (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson entre sete caracteres em cultivares de soja. Caxias do Sul, 2022.

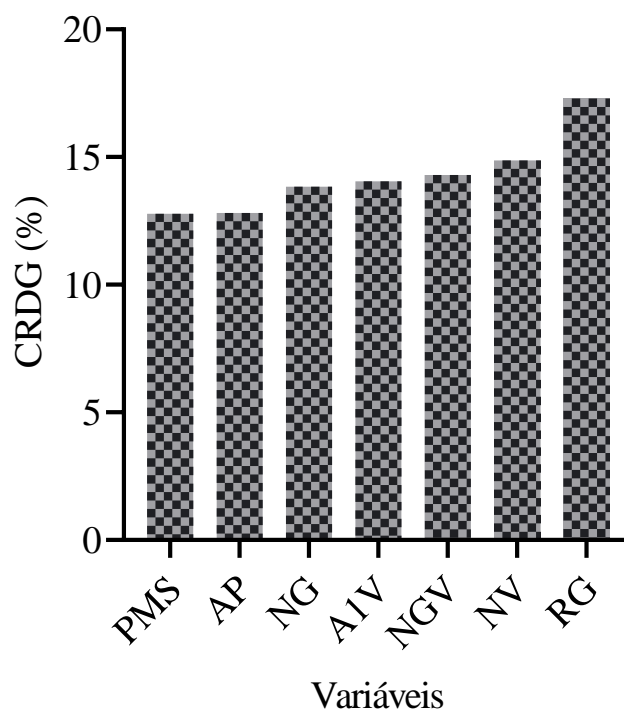
Caracteres	A1V	AP	NV	NG	NGV	PMS
A1V	1					
AP	0.10	1				
NV	-0.19	0.90**	1			
NG	-0.27	0.87**	0.99**	1		
NGV	-0.74**	0.03	0.65**	0.72**	1	
PMS	0.45	0.88**	0.67**	0.60**	-0.12	1
RG	0.68**	-0.30	0.76**	0.48*	0.42*	0.20

** e *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste T, respectivamente. ¹Altura da primeira vagem (A1V); altura de planta (AP); número de vagens (NV); número de grãos (NG); número de grãos por vagem (NGV); peso de mil sementes (PMS) e rendimento de grãos (RG).

Fonte: Autores, 2022, Caxias do Sul/RS.

Com base na metodologia de Singh (1981), a contribuição relativa dos componentes de rendimento mensurados para a divergência genética variou de 12,80 a 17,30% para PMS e RG, respectivamente (Figura 1). A análise revelou contribuição similar entre os caracteres para divergência genética, merecendo destaque para RG, NV, NGV e A1V, com 17,39, 14,84, 14,31 e 14,06%, respectivamente (Figura 1). O uso de caracteres morfológicos e componentes de rendimento é comum, principalmente para quantificar a dissimilaridade entre cultivares e/ou genótipos (Streck *et al.*, 2017; Steiner *et al.*, 2022). Além de auxiliar na eliminação de caracteres com menor contribuição (Perini *et al.*, 2018; Silveira *et al.*, 2022b).

Figura 1. Contribuição relativa de caracteres para divergência (CRDG) entre as cultivares de soja com base no método de Singh (1981). Caxias do Sul, 2022.



Fonte: Autores, 2022, Caxias do Sul/RS.

A análise de agrupamento pelo método de otimização de Tocher mostrou a formação de três grupos (Tabela 5), com maior concentração no grupo I (60,00%). Esse tipo de concentração revela alta similaridade entre as cultivares (STEINER *et al.*, 2022; BARROS *et al.*, 2022). Em relação ao rendimento de grãos o grupo III, formado pela cv NA 5909 RG apresentou maior desempenho produtivo em relação aos grupos I e II. Já o Grupo I, apresentou maior PMS e AP em relação aos demais (Tabela 5).

Tabela 5. Composição dos grupos formados pelo método de otimização de Tocher, com base na distância de Mahalanobis (D^2). Caxias do Sul, 2022.

Caracteres	I	II	III
	BMX Zeus IPRO; NEO 610 IPRO; DM 5958 RSF IPRO	DM 57152 IPRO	NA 5909 RG
A1V	22,64	20,00	23,15
AP	98,95	98,72	87,10
NV	91	100	62
NG	195	222	128
NGV	2	2	2
PMS	208,36	195,37	185,62
RG	2839,40	2919,20	3392,85

¹Altura da primeira vagem (A1V); altura de planta (AP); número de vagens (NV); número de grãos (NG); número de grãos por vagem (NGV); peso de mil sementes (PMS) e rendimento de grãos (RG).

Fonte: Autores, 2022, Caxias do Sul/RS.

4 CONCLUSÃO

A cultivar NA 5909 RG apresentou desempenho superior aos demais cultivares testados.

Os componentes de variância e parâmetros genéticos obtêm maior contribuição da variação genética e herdabilidade para A1V, AP, NG e PMS.

O caractere rendimento de grão contribui para maior discriminação entre cultivares de soja.

REFERÊNCIAS

- BARROS, T.; WEILER, R. L.; MACHADO, J. M.; SILVEIRA, D. C.; BRUNES, A. P.; MILLS, A.; SIMIONI, C.; DALL'AGNOL, M. Dissimilarity between *Andropogon lateralis* ecotypes under different defoliation frequencies and heights. **Ciência Rural**, v. 52, n.2, e20201079, 2, 2021.
- BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; DA SILVA, J. A.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; SILVA, G.; TACIANE, F. Dissimilaridade genética entre genótipos de trigo avaliados em cultivo hidropônico sob estresse por alumínio. **Bragantia**, v. 65, p. 55-63, 2006.
- BONIFÁCIO, D. O. C.; DE MELO MUNDIM, F.; DE SOUSA, L. B. Variabilidade genética e coeficiente de determinação em genótipos de algodoeiro quanto a qualidade da fibra. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 10, 2015.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de Plantas** - 8a edição. 8. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. v. 1. 384p.
- CAIERÃO, E., CARVALHO, F. I. F. D., PACHECO, M. T., LONRECETTI, C., MARCHIORO, V. S., & SILVA, J. G. Seleção indireta em aveia para o incremento no rendimento de grãos. **Ciência Rural**, v. 31, p. 231-236, 2001.
- CALDWELL, B.E.; HOWELL, R.W. **Soybeans: Improvement, Production, and Uses**. (Madison, WI: American Society of Agronomy, 1973.
- CHATTERJEE, C.; GLEDDIE, S.; XIAO, C-W. Soybean bioactive peptides and their functional properties. **Nutrients**, v. 10, n. 9, p. 1211, 2018.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, n. 12, 2022.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 2016.
- CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v. 38, p. 547-552, 2016.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa:UFV, v.2, 2006. 585p.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v.1, p.36-40, 1966.
- EBONE, L. A.; CAVERZAN, A.; TAGLIARI, A.; CHIOMENTO, J. L. T.; SILVEIRA, D. C.; CHAVARRIA, G. Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 545, 2020.
- FALCONER, D.S. **Introduction to Quantitative Genetics**. Oliver and Boyd: Edinburgh, UK, 1960.
- FALEIRO, F. G.; CRUZ, C. D.; RAGAGNIN, V. A.; SOUZA, T. L. P. D.; MOREIRA, M. A.; BARROS, E. G. D. Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e análise de trilha em linhagens endogâmicas recombinantes de feijoeiro-comum. **Agrotrópica**, v. 3, p. 115-124, 2001.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.6, p.742-754, 1963.

- GRAHAM, P. H.; VANCE, C. P. Legumes: importance and constraints to greater use. **Plant physiology**, v. 131, n. 3, p. 872-877, 2003.
- HE, F.J.; CHEN, J.Q. Consumption of soybean, soy foods, soy isoflavones and breast cancer incidence: Differences between Chinese women and women in Western countries and possible mechanisms. **Food science and human wellness**, v. 2, n. 3-4, p. 146-161, 2013.
- HENRIQUES, E.P.; NUNES, A.C.P.; DE MORAES, M.L.T.; DE RESENDE, M.D.V.; SEBBENN, A.M.; DE MORAES, M.A. Seleção genética em teste de progênies de irmãos completos de Eucalyptus para a produção de carvão vegetal. **Scientia Florestalis**. v. 46, n. 119, p. 405-413, 2018.
- HYMOWITZ, T.; NEWELL, C. A. Taxonomy of the genus *Glycine*, domestication and uses of soybeans. **Economic botany**, v. 35, n. 3, p. 272-288, 1981.
- INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Dados climatológicos.2021.
- JUNIOR, E. U. R.; RAMOS, E. M.; BULHÕES, C. C. Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja. **Revista de ciências agroambientais**, v. 17, n. 2, p. 51-56, 2019.
- KRAUSE, D.P.; FACHI, L.R.; DALBOSCO, E.Z.; CAMPOS, T.N.V.; FREITAS, A.P.; LIMA, K.S.; KRAUSE, W. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de maracujazeiro via metodologia REML/BLUP. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 5, p. 42–48, 2020.
- LAMKEY, K.R.; HALLAUER, A.R. Heritability estimated from recurrent selection experiments in maize. **Maydica**, v.32, p.61-78, 1987.
- LIU, S.; ZHANG, M.; FENG, F.; TIAN, Z. Toward a “green revolution” for soybean. **Molecular plant**, v. 13, n. 5, p. 688-697, 2020.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio grande do Sul. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 11, p. 49-83, 1961.
- PERINI, L. J.; ZEFFA, D. M.; FREIRIA, G. H.; NOVAIS, P. S.; PRETE, C. E. C.Diversidade genética entre acessos de soja tipo alimento com base no algoritmo de Gower.**Colloquium Agrariae**, v.14, p.47-57, 2018.
- RAO, C. R. **Advanced statistical methods in biometric research**. John Wiley & Sons, New York. 1952.
- RAY, D. K.; MUELLER, N. D.; WEST, P. C.; FOLEY, J. A. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. **PloSone**, v. 8, n. 6, p. e66428, 2013.
- RESENDE, M.D.V. Software Selegen-REML/BLUP: A useful tool for plant breeding. **Crop Breed. Appl. Biotechnol**, v. 16, p. 330–339, 2016,
- RESENDE, M.D.V. **Matemática e Estatística na Análise de Experimentos e no Melhoramento Genético**. Embrapa Florestas: Colombo, Brasil, p. 561, 2007.
- RESENDE, M.D.V.; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, p. 182–194, 2007.
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 42. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2018/2019 e 2019/2020**. Três de Maio: Setrem, 2019. 105 p.

- SHIMOYA, A.; PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. D. P.; CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Repetibilidade de características forrageiras do capim- elefante. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 227-234, 2002.
- SILVEIRA, D.C.; MACHADO, J.M.; MOTTA, E.A.M.D.; BARBOSA, M.R.; SIMIONI, C.; WEILER, R.L.; MILLS, A.; SAMPAIO, R.; BRUNES, A.P.; DALL'AGNOL, M. Genetic parameters, prediction of gains and intraspecific hybrid selection of *Paspalum notatum* Flügge for forage using REML/BLUP. **Agronomy**, v. 12, n. 7, p. 1654, 2022a.
- SILVEIRA, D. C.; BASSO, S. M. S.; EBONE, L. A.; CAVERZAN, A.; MACHADO, J. M.; SCHAEFFER, A. H.; FOLCHINI, J. A.; LÂNGARO, N. C. 2022b. Morphological traits of stem to indirect selection of resistance to lodging in *Avena sativa* L. **Journal of Crop Science and Biotechnology**, v.25, p. 39-50, 2022b.
- SILVEIRA, D. C.; PELISSONI, M.; BUZATTO, C. R.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; EBONE, L. A.; MACHADO, J. M.; LÂNGARO, N. C. Anatomical traits and structural components of peduncle associated with lodging in *Avena sativa* L. **Agronomy Research**, v.19, p. 250-264, 2021.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal Genetic Plant Breeding**, v. 41, p. 237-245, 1981.
- STEINER, M. G.; WEILER, R. L.; BRUNES, A. P.; MILLS, A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; MOTTA, E. A. M.; SILVEIRA, D. C.; SAMPAIO, R.; TESSIS, G. Characterization and genetic diversity in *Paspalum notatum* Flügge accessions: Morphological and geographical distance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, 2022.
- STRECK, E. A.; AGUIAR, G. A.; MAGALHÃES, A. M. D.; FACCHINELLO, P. H. K.; OLIVEIRA, A. C. D. Variabilidade fenotípica de genótipos de arroz irrigado via análise multivariada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 101-109, 2017.
- STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ª Ed. Porto Alegre –RS, EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.
- VALLIYODAN, B.; DAN, Q.; PATIL, G.; ZENG, P.; HUANG, J.; DAI, L.; CHEN, C.; LI, Y.; JOSHI, T.; SONG, L.; VUONG, T.D.; MUSKET, T.A.; XU, D.; SHANNON, J.G.; SHIFENG, C.; LIU, X.; NGUYEN, H.T. Landscape of genomic diversity and trait discovery in soybean. **Scientific reports**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2016.
- VENCOVSKY, R., BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.