

Espaçamento entre linhas de genótipos de soja: médias, regressões e correlações nos níveis de rendimento

Spacing between rows of soybean genotypes: averages, regressions and correlations in yield levels

Espaciado entre filas de genotipos de soja: promedios, regresiones y correlaciones en los niveles de rendimiento

Recebido: 21/08/2020 | Revisado: 30/08/2020 | Aceito: 13/09/2020 | Publicado: 14/09/2020

Luiz Leonardo Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5444-8503>

Centro Universitário de Mineiros, Brasil

E-mail: leoagrozo@hotmail.com

Natália Vilela Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0330-6374>

Centro Universitário de Mineiros, Brasil

E-mail: nataliaagro@hotmail.com

Ivan Ricardo Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7947-4900>

Centro Universitário de Mineiros, Brasil

E-mail: ivan.carvalho@unijui.edu.br

Núbia Sousa Carrijo dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9013-3736>

Centro Universitário de Mineiros, Brasil

E-mail: nubia@unifimes.edu.br

Marilaine de Sá Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9911-1496>

Centro Universitário de Mineiros, Brasil

E-mail: marilaine@unifimes.edu.br

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7957-6691>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: alexandre.pereira@ifgoiano.edu.br

Carmen Rosa da Silva Curvêlo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2003-3884>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: carmencurvelo@yahoo.com.br

Rodrigo Vieira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4778-627X>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: rodrigo.silva@ifgoiano.edu.br

Uirá do Amaral

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2907-5586>

Instituto Federal de Brasília, Brasil

E-mail: uira@iftm.edu.br

Ricardo de Andrade Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8248-9772>

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil

E-mail: ricardo_deandrade@yahoo.com.br

Resumo

Testes de média e análises de correlações (simples, canônicas e trilha) permitem a identificação de caracteres correlacionados com o rendimento de grãos. Devido à pouca disponibilidade de trabalhos que relatam os níveis de correlação de plantas de soja com os espaçamentos entre linhas e por demandas dos produtores rurais, objetivou-se com o trabalho identificar a influência do espaçamento entre linhas de genótipos de soja sobre os níveis de rendimento, através de metodologias estatísticas de teste de média, regressões e correlações. O estudo foi conduzido sob condições de campo na Fazenda Quero-Quero, no município de Chapadão do Céu, Goiás, Brasil. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 8 tratamentos, correspondentes a 2 genótipos de soja (Desafio e M7739), submetidos a 4 espaçamentos entre linhas (22.5, 45, 67.5 e 90 cm) em 4 repetições. Foram quantificados 8 caracteres para explicar o rendimento de grãos. As análises foram realizadas no programa estatísticos R Core Team. Os caracteres apresentaram interação entre as fontes de variação e significância para com os efeitos principais. Correlações foram descritas nas variáveis canônicas e mensuradas seus efeitos diretos e indiretos. Ao término do trabalho, concluiu-se que o espaçamento entre linhas e o fator genético alteram as médias de rendimento da cultura

de soja, e que o rendimento dos genótipos de soja desafio e M7739 está correlacionado com o estande, altura de planta e legumes com dois grãos.

Palavras-chave: Espaçamento entre linhas; Estande; *Glycine max*; Produção.

Abstract

Average tests and correlation analysis (simple, canonical and trail) allow the identification of characters correlated with grain yield. Due to the low availability of studies that report the levels of correlation between soybean plants and the spacing between rows and the demands of rural producers, the aim of this study was to identify the influence of the spacing between rows of soybean genotypes on yield levels. , through statistical methodologies of averaging test, regressions and correlations. The study was conducted under field conditions at Fazenda Quero-Quero, in the municipality of Chapadão do Céu, Goiás, Brazil. The experimental design was a randomized block with 8 treatments, corresponding to 2 soybean genotypes (Desafio and M7739), submitted to 4 spacing between lines (22.5, 45, 67.5 and 90 cm) in 4 repetitions. Eight characters were quantified to explain grain yield. The analyzes were performed using the R Core Team statistical program. The characters showed interaction between the sources of variation and significance for the main effects. Correlations were described in the canonical variables and their direct and indirect effects were measured. At the end of the work, it was concluded that the line spacing and the genetic factor alter the soybean crop yield averages, and that the yield of the challenge and M7739 soybean genotypes is correlated with the stand, plant height and vegetables with two grains.

Keywords: Spacing between lines; Booth; *Glycine max*; Production.

Resumen

Las pruebas de promedios y el análisis de correlación (simple, canónica y de rastro) permiten identificar caracteres correlacionados con el rendimiento de grano. Debido a la baja disponibilidad de estudios que reporten los niveles de correlación entre plantas de soja y el espaciamento entre hileras y las demandas de los productores rurales, el objetivo de este estudio fue identificar la influencia del espaciamento entre hileras de genotipos de soja en los niveles de rendimiento. , mediante metodologías estadísticas de prueba de promedios, regresiones y correlaciones. El estudio se llevó a cabo en condiciones de campo en Fazenda Quero-Quero, en el municipio de Chapadão do Céu, Goiás, Brasil. El diseño experimental fue un bloque al azar con 8 tratamientos, correspondientes a 2 genotipos de soja (Desafio y M7739), sometidos a 4 espaciamientos entre líneas (22,5, 45, 67,5 y 90 cm) en 4 repeticiones.

Se cuantificaron ocho caracteres para explicar el rendimiento de grano. Los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico R Core Team. Los personajes mostraron interacción entre las fuentes de variación y la importancia de los efectos principales. Se describieron correlaciones en las variables canónicas y se midieron sus efectos directos e indirectos. Al final del trabajo, se concluyó que el espaciado entre líneas y el factor genético alteran los promedios de rendimiento del cultivo de soja, y que el rendimiento del desafío y los genotipos de soja M7739 se correlacionan con el rodal, altura de planta y vegetales con dos granos.

Palabras clave: Espaciado entre líneas; Cabina; Glycine max; Producción.

1. Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é uma das principais culturas oleaginosas cultivadas no mundo. Pelo seu alto teor proteico em sua composição química, ela pode ser utilizada tanto na alimentação humana e animal sendo também uma fonte de matéria-prima indispensável para motivar as indústrias tanto de sementes, como de fertilizantes, agrotóxicos e máquinas agrícolas (Mauad et al., 2010). Para a safra 2019/20, a expectativa área plantada é de 36,843 milhões de hectares, quando para a safra 2018/19 foi de 35,876 milhões de hectares (CONAB, 2020).

Essa expansão das áreas cultivadas com soja é relacionada aos avanços tecnológicos, dentre eles uma melhor qualidade física, química e biológica do solo, a gestão fitossanitária, genótipos de alta adaptabilidade, densidade populacional (Andrade et al., 2016) e as modificações no arranjo de plantas também têm sido estudadas em diversas regiões produtoras de soja tanto no Brasil e nos Estados Unidos (Bruns, 2011) e segundo Assis et al. (2014), o arranjo de plantas pode ser utilizado para aumentos de produtividade na soja, onde se adequa tanto a densidade de plantas quanto ao espaçamento entre linhas e o melhor arranjo seria aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas na linha.

Os maiores rendimentos alcançados pela soja são determinados pela otimização em interceptar a radiação solar durante os estádios vegetativo e reprodutivo iniciais e os espaçamentos reduzidos aumentam o número de legumes por área em virtude da maior interceptação de luz entre os estádios R1 (início do florescimento) e R5 (início do enchimento de grãos) da planta (Ventimiglia et al., 1999). A interceptação de luz é fundamental para o armazenamento de fotoassimilados, o desenvolvimento de gemas reprodutivas e a diminuição do aborto de flores e legumes (Board e Harville, 1994).

Assim, os resultados estão associados à alta capacidade que a cultura tem de se adaptar às condições ambientais e de manejo diversas: aumento de população de plantas e também as mudanças no espaçamento entre linhas (Pires et al., 1998) e segundo Holtz et al. (2014), eles afirmam que o potencial de rendimento da soja pode ser modificado pelo arranjo de plantas sendo então justificada a necessidade deste estudo, dentre outros do mesmo tipo, para determinar um melhor ajuste no arranjo de plantas de soja para obtenção de uma maior produtividade.

Para maximizar a eficiência da seleção de caracteres responsivos pelo rendimento dos grãos de soja, análises de correlação direta e indireta podem ser aplicadas, afim de melhor compreender o complexo mecanismo de interação entre os caracteres e suas afinidades para com o rendimento. Charnet et al. (2008), descrevem que as correlações podem expressar efeitos positivos e negativos entre as características, com intensidade de relação linear e não-linear. Assim, as análises de correlações entre características não permitem discutir as causas e efeitos dessas relações, e sim, impossibilita o conhecimento do tipo de correlação entre os caracteres analisados (Gonçalves et al., 2003).

Análises de correlação, correlações canônicas e trilha permitem a decomposição ou divisão do coeficiente de correlação entre efeitos diretos e indiretos. Além disso, essas análises facilitam a seleção de plantas pelo efeito indireto de outros pontos que afetam positivamente a produtividade. Para Zuffo et al. (2018), o conhecimento da densidade de plantas no cultivo de soja é uma prática de manejo relevante para maximização da produtividade de grãos, reduzindo assim os custos de produção. Sabe-se também que a identificação de caracteres correlacionados com a produtividade dos grãos é uma ferramenta importante para a seleção de genótipos mais responsivos.

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho identificar a influência do espaçamento entre linhas de genótipos de soja sobre os níveis de rendimento, através de metodologias estatísticas de teste de média, regressões e correlações.

2. Metodologia

O estudo foi conduzido sob condições de campo na Fazenda Quero-Quero, no município de Chapadão do Céu, Goiás, Brasil (18°45'51.75'' latitude Sul e 52°42'32.31'' longitude Oeste, e altitude de 811 m). A temperatura média foi 23,6°C, e precipitação média de 1561 mm, durante o período experimento, com clima quente a seco, do tipo Aw, segundo Köppen. O solo da área cultivada foi classificado como argiloso (EMBRAPA, 2013) e

topografia ondulada a plana. As características físicas do solo, analisadas através de amostras na camada de 0-20 cm, foram: potencial de hidrogênio 6.4; cálcio 3.4, magnésio 0.82, alumínio 0.16, hidrogênio + alumínio 3.7, capacidade de troca catiônica 8.1, em cmolc.dm^3 ; potássio 55, fósforo 19.2, enxofre 1.5, cobre 1.3, ferro 57, manganês 10.4, zinco 4, sódio 2, em mg.dm^3 . As análises seguiram procedimentos técnicos (EMBRAPA, 2009).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 8 tratamentos, correspondentes a 2 genótipos de soja (Desafio e M7739), submetidos a 4 espaçamentos entre linhas (22.5, 45, 67.5 e 90 cm) em 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais.

O preparo de solo foi feito em plantio direto, realizando calagem, sem incorporação, em taxa variável de acordo com a análise de solo e com distribuição das sementes realizada com uma semeadora a vácuo. O potencial germinativo dos genótipos foi de 90%, em média, com 9 plantas por metro linear para todos os tratamentos. As sementes receberam tratamento de 300 ml ha^{-1} de Cropstar, 200 ml ha^{-1} de Protrear e grafite para melhor plantabilidade.

Na semeadura foi realizada adubação utilizando um sulcador a 15 cm de profundidade com fertilizante Yara como fonte de NPK (04-28-08), com 250 kg ha^{-1} . Para o controle de plantas daninhas foi utilizado Glifosato na dose de 5 L ha^{-1} e 1 L ha^{-1} de Podium, utilizando pulverizador autopropelido de barras, aplicando um volume de calda de 10 L ha^{-1} , nas horas amenas do dia, com temperatura média ambiente de 25°C, umidade relativa do ar de 60% e ventos inferiores a 5 km h^{-1} . Foram realizadas 4 aplicações de fungicidas: a primeira com 400 ml ha^{-1} de Fox, 200 ml ha^{-1} de óleo mineral Áureo e 1 L ha^{-1} de Manganês; a segunda com 300 ml ha^{-1} de Aprouch, 200 ml ha^{-1} de óleo mineral e 1 L ha^{-1} de Boro; a terceira aplicação com 200 ml ha^{-1} de Sphere Max e 200 ml ha^{-1} de óleo mineral e a quarta com 1 kg ha^{-1} de Mancozebe e 200 ml ha^{-1} de óleo mineral.

As seguintes variáveis foram quantificadas: estande (STD) em plantas por metro linear, altura de planta (ALT) (m), altura do primeiro ramo reprodutivo (APR) (cm), legumes com um grão (LUG) (%), legumes com dois grãos (LDG) (%), legumes com três grãos (LTG) (%), número de legumes planta⁻¹ (NLP), número de grãos planta⁻¹ (NGP), peso de mil grãos (PMG) (g) e rendimento (REN) (sacas ha^{-1}).

Logo após, os dados obtidos foram submetidos as pressuposições do modelo estatístico, verificando-se a normalidade (Shapiro e Wilk, 1965) e homogeneidade das variâncias (Steel et al., 1997). Realizou-se a análise de variância com a finalidade de identificar as diferenças entre os genótipos de soja x densidade de semeadura. As variáveis significativas na interação foram descritas em função dos espaçamentos, realizando-se a regressão polinomial testando-se os modelos lineares, quadráticos e, sendo escolhidos os

modelos significativos e que apresentaram o maior valor de correlação com as médias, observando-se a significância do teste F. O efeito principal do genótipo foi explicado via comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise de trilha foi realizada a partir da matriz de correlação fenotípica, considerando o rendimento como a variável dependente e as demais como explicativas para cada genótipo, assim como, o método das variáveis canônicas biplot onde possibilitou visualizar a variabilidade geral do experimento e as tendências multivariadas. As análises foram realizadas no programa estatísticos R Core Team (2019).

3. Resultados e Discussão

Os caracteres apresentaram interação entre as fontes de variação e significância para com os efeitos principais. Desdobramentos foram feitos com teste de média e regressões foram devidamente posicionadas. Correlações foram descritas nas variáveis canônicas e mensuradas seus efeitos diretos e indiretos na análise de trilha. Desta forma observou-se correlações entre os caracteres e tratamentos, onde a altura de planta, estande e legumes com dois grãos foram determinantes para o rendimento dos genótipos de soja.

Nas interações entre as fontes de variação genótipos e espaçamentos, podemos observar que apenas as características que diferiram foram legumes com dois (LDG) e legumes com quatro grãos (LQG). Alguns trabalhos relatam que a alteração no espaçamento entre linhas, não altera os componentes da soja Potratz et al. (2019), Carmo et al. (2018) e Rambo et al. (2004), no entanto, estes últimos colocam que o PMG consiste em um dos que sofre menor efeito do ambiente de produção e práticas de manejo, sendo fortemente influenciado pelo genótipo cultivado. Porém Komatsu et al. (2010) demonstraram que a redução no espaçamento de semeadura da soja interferiu negativamente sobre o PMG de alguns genótipos.

Na fonte de variação genótipos observamos significância para altura do primeiro nó reprodutivo (APR), altura de planta (ALT), legumes com dois, (LDG), com três (LTG) e com quatro grãos (LQG), peso de mil grãos (PMG) e rendimento (REN). Para o espaçamento só os caracteres de legumes com um grão (LUG) e peso de mil grãos (PMG) não diferiram suas médias (Tabela1). Os coeficientes de variação foram baixos em estande (STD), ALT e PMG. Médios para APR, LTG e REN. Elevados para os demais caracteres (Tabela1). Coeficientes

de variação elevado demonstram a grande variação que alguns caracteres naturalmente possuem, como a quantidade de grãos que as vagens de soja apresentam.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância (QM calculado e CV (%)) para estande de plantas (STD), altura do primeiro nó reprodutivo (APR), altura de planta (ALT), legumes com um grão (LUG), legumes com dois grãos (LDG), legumes com três grãos (LTG), legumes com quatro grãos (LQG), peso de mil grãos (PMG) e rendimento (REN).

FV	GL	STD	APR	ALT	LUG	LDG	LTG	LQG	PMG	REN
G x E	3	1.27 ^{ns}	2.48 ^{ns}	2.39 ^{ns}	0.81 ^{ns}	6.83 ^{**}	1.61 ^{ns}	2.93 [*]	0.63 ^{ns}	1.93 ^{ns}
Genótipos G	1	1.27 ^{ns}	39.72 ^{**}	19.01 ^{**}	0.36 ^{ns}	193.92 ^{**}	17.82 ^{**}	179.88 ^{**}	6.95 [*]	7.54 [*]
Espaçamento E	3	446.84 ^{**}	12.77 ^{**}	20.52 ^{**}	0.75 ^{ns}	15.69 ^{**}	48.76 ^{**}	4.71 [*]	0.63 ^{ns}	33.37 ^{**}
Blocos	3	1.01	0.43	0.72	0.21	1.43	0.11	0.24	0.63	0.37
CV (%)		8.4	11.54	6.85	50.02	21.58	14.32	38.77	2.56	11.72

^{**}significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; ^{*}significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F. Fonte: Autores.

O desdobramento das médias dos genótipos de soja dentro de cada um dos espaçamentos estudados demonstrou tendências das médias mais elevadas no genótipo M7739. Esta informação enfatiza a grande adaptabilidade deste genótipo ao ambiente de cultivo (Tabela 2). Em trabalho de Ramos et al. (2018) avaliando o desempenho agrônomico com espaçamento de 0,50 cm, para a variável altura de planta para em M7739 obteve 72,25 cm de altura e para o genótipo Desafio 62,50 cm, ambos valores inferiores aos encontrados nesse trabalho, com o espaçamento de 0,45 cm. Valores inferiores também foram encontrados por Carmo et al. (2018) e França et al. (2019) trabalhando com os genótipos M7739 e Desafio.

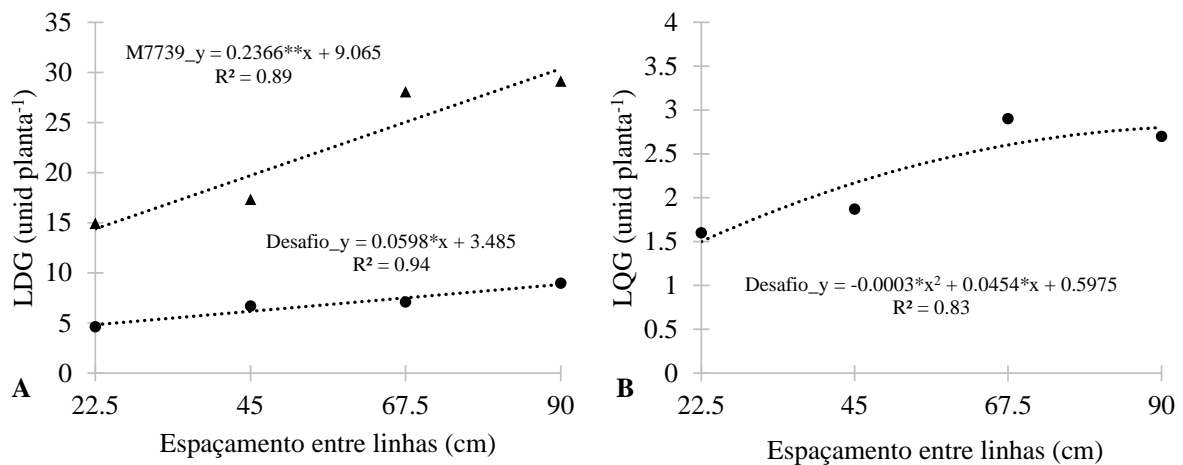
Tabela 2 - Desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de espaçamento entre linhas para as médias de estande de plantas (STD), altura do primeiro nó reprodutivo (APR), altura de planta (ALT) e legumes com dois grãos (LDG) legumes com três grãos (LTG), legumes com quatro grãos (LQG), peso de mil grãos (PMG) e rendimento (REN).

Espaçamentos	STD		APR		ALT		LDG									
	Desafio	M7739	Desafio	M7739	Desafio	M7739	Desafio	M7739								
E22.5	355555	A	355555	A	20.25	A	22.35	A	79.81	B	87.97	A	4.62	B	14.95	A
E45	177776	A	177776	A	14.15	B	17.25	A	65.80	A	72.52	A	6.70	B	17.35	A
E67.5	115555	B	140740	A	12.87	B	19.20	A	64.10	B	78.61	A	7.10	B	28.08	A
E90	88888	A	88888	A	14.10	B	20.67	A	64.97	A	66.25	A	8.97	B	29.12	A
	LTG		LQG		REN											
E22.5	12.75	A	7.72	B	1.60	A	0.00	B	55.30	A	55.35	A				
E45	19.27	A	17.85	A	1.87	A	0.07	B	40.25	A	45.57	A				
E67.5	24.22	A	21.24	A	2.90	A	0.18	B	33.36	B	44.67	A				
E90	29.75	A	22.57	B	2.70	A	0.12	B	29.91	A	32.41	A				

Médias seguidas das mesmas letras na horizontal não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Efeito linear crescente dos dois genótipos de soja foi ajustado para as médias de legumes com dois grãos (LDG), onde a soja Desafio teve média de 8.88 unid e M7739 de 30.36 unid no espaçamento de 90 cm, validando que o aumento no espaçamento entre plantas elevou em mais de duas vezes a média de LDG (Figura 1A). O efeito quadrático em Desafio para o caráter legumes com quatro grãos (LQG) teve seu ponto de máxima no espaçamento de 75.66 cm, elevando em 3.98 vagens por planta (Figura 1B). Fiallos et al. (2011) em trabalho com componentes de rendimento da soja, observaram que o número de grãos por legume não variou entre os diversos espaçamentos analisados. Para Egli et al. (1987), a formação de legumes pode ser prejudicada em razão da competição por assimilados com os legumes formados mais cedo, e pode limitar fisicamente o tamanho potencial do grão.

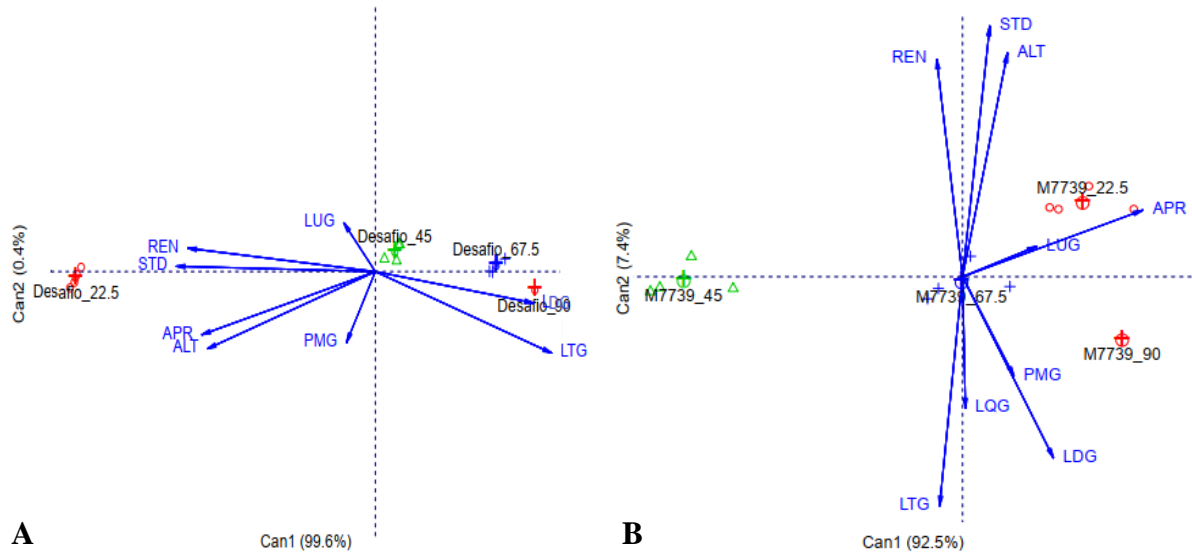
Figura 1 - Regressão para legumes com dois grãos (LDG) (A) e legumes com quatro grãos (LQG) (B) de genótipos de soja Desafio e M7739, em função do espaçamento entre linhas.



Fonte: Autores.

A explicação da variação total dos dados em Desafio foi de 100% e de 99.9% para M7739, corroboram com Ferreira et al. (2020a), o que permitiu caracterizar os tratamentos que mais discriminaram a formação e diferenciação das variáveis analisadas (Ferreira et al., 2020b). Afinidade ajustada na soja Desafio foi evidenciada para legumes com dois grãos (LDG) e legumes com um grão (LUG) nos espaçamentos de 90 e 45 cm, respectivamente (Figura 2A). A altura do primeiro nó reprodutivo (APR) teve afinidade com o espaçamento 22.5 cm para a soja M7739 (Figura 2B). A análise discriminante canônica também foi utilizada com sucesso por Harre e Young (2020) ao identificar o acúmulo de N, P, K, Fe e Cu na soja como os nutrientes mais afetados pela competição de plantas daninhas. Poucos ainda são os trabalhos realizados com variáveis canônicas em soja.

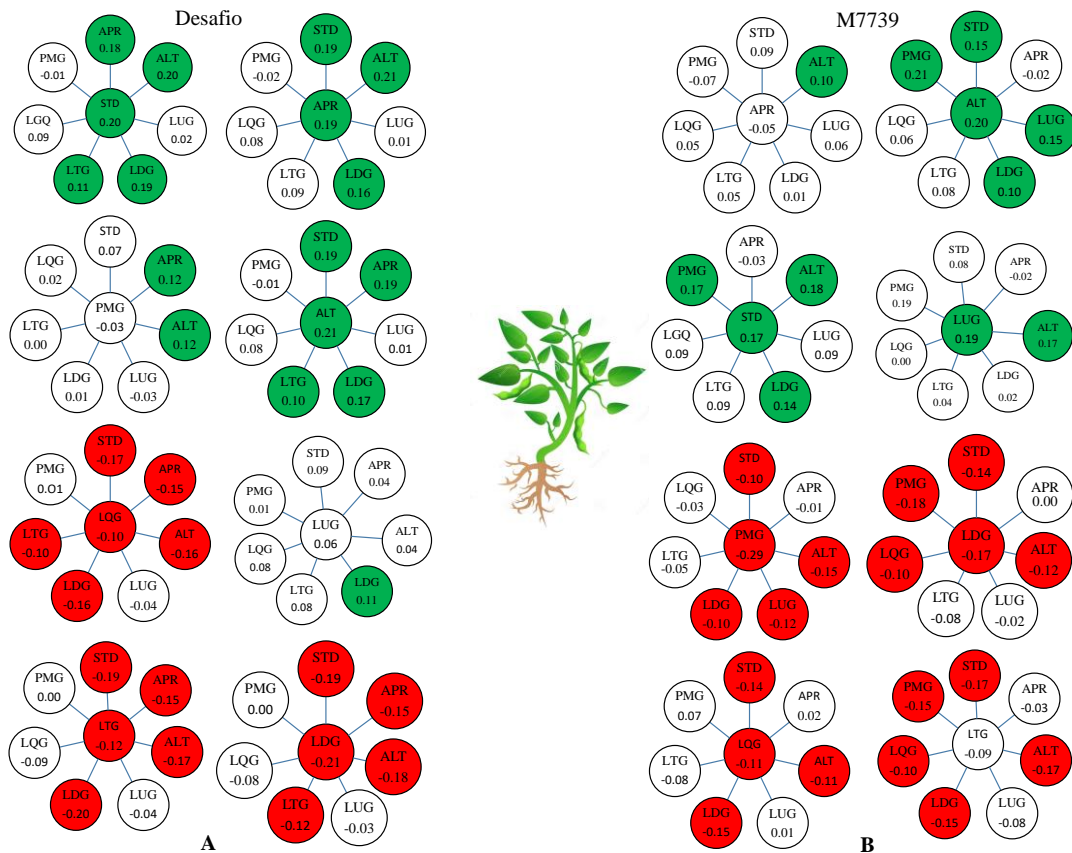
Figura 2 - Análise de variáveis canônicas obtidas através do algoritmo de *Mahalanobis* dos genótipos de soja Desafio (A) e M7739 (B), utilizando os caracteres de estande de plantas (STD), altura do primeiro nó reprodutivo (APR), altura de planta (ALT) e legumes com dois grãos (LDG).



Fonte: Autores.

Os níveis de rendimento dos genótipos de soja foram explicados pelos efeitos diretos e indiretos na análise de trilha (Ferreira et al., 2019). Nesta foi possível verificar que a elevação do estande de plantas (STD), e performance de plantas mais altas (ALP) com elevação da altura do primeiro nó reprodutivo (APR), bem como, a redução de legumes com dois (LDG), três (LTG) e quatro (LQG) grãos potencializaram o aumento do rendimento da soja Desafio (Figura 3A). Para termos elevação no rendimento da soja M7739 predita apresentar elevação de ALT, STD e LUG, e redução nos caracteres PMG, LDG e LQG (Figura 3B). A cultura da soja possui uma alta capacidade de modular seu crescimento de acordo com as condições de ambiente, tornando a produtividade de grãos pouco sensível às mudanças de espaçamento, fato já relatado em trabalhos previamente apresentados na literatura (Gan et al., 2002; Heiffig et al., 2006).

Figura 3 - Diagrama causal das estimativas dos efeitos diretos e indiretos na análise de trilha em caracteres explicativos sobre o rendimento de soja Desafio (A) e M7739 (B).



Fonte: Autores.

A soja possui capacidade adaptativa a imposição de práticas de manejo diferenciadas, incluindo a semeadura adensada, podendo ser observado modificações morfológicas nas plantas, que afetarão não apenas os órgãos vegetativos, como também os componentes de rendimento da cultura (Ferreira Júnior et al., 2010) e esses componentes são muito importantes para o rendimento final das plantas, principalmente pensando na influência dos fatores estudados para com as características morfofisiológicas de cada genótipo (Ferreira et al., 2017)

Na literatura, há dados como os de Cox e Cherney (2011), que comprovam o aumento do rendimento de grãos de soja com a adoção de espaçamento reduzido (0,20 a 0,30m), principalmente em decorrência do incremento do índice de área foliar, e estudos de Rambo et al., 2003 com o aumento do número de legumes por área.

Assim, torna-se interessante a realização de mais estudos que irão corroborar com este e somar, para que avaliem a interação da redução do espaçamento entrelinhas com outras práticas de manejo, como a utilização de populações mais elevadas na semeadura e controle

dos agentes bióticos (pragas, doenças e plantas daninhas) que interferem no desenvolvimento da cultura da soja para observamos como ficará o rendimento final da cultura.

4. Considerações Finais

Espaçamento entre linhas e o fator genético alteram as médias de rendimento da cultura de soja.

O rendimento dos genótipos de soja desafio e M7739 está correlacionado com o estande, altura de planta e legumes com dois grãos.

Futuros trabalhos com espaçamentos distintos, devem ser desenvolvidos em outras regiões climáticas, ou mesmo, com outros genótipos, haja vista, a grande interação genótipo ambiente que as plantas são responsivas. Desta forma, podemos aos poucos validar nossos conceitos agronômicos.

Referências

Andrade, F. R., Nobrega, J. A., Zuffo, A. M., Martins Junior, V. P., Rambo, T. P., Santos, A. S. Características agronômicas e produtivas da soja cultivada em plantio convencional e cruzado. *Revista de Agricultura*, 91(1), 81-91, 2016.

Assis, R. T., Zineli, V. P., Silva, R. E., Costa, W. C. A., & Olivato, I. *Arranjo Espacial de plantas na cultura da Soja*. Araxá. Instituto de Ciências da Saúde, Agrárias e Humanas. 7 p. 2014.

Board, J. E.; & Harville, B. G. A criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, 86(6), 1103- 1106.

Bruns, H. A. Comparisons of Single-Row and Twin-Row Soybean Production in the Mid-South. *Agronomy Journal Madison*, 103(3), 702-708, 2011.

Carmo, E. L., Germano, A. C. R., Simon, G. A., Silva, A. G., Braz, G. B. P. Adensamento de plantas e épocas de cultivo de soja em condições de cerrado. *Colloquium agrariae* (UNOESTE), 14, 01-12, 2018.

Charnet, R., Freire, C. A. L., Charnet, E. M. R., Bonvino, H. *Análise de Modelos de Regressão Linear*. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2008.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira - grãos, *Evolução de Estimativas*. Recuperado de <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-evolucao-dashboard>

Cox, W. J., Cherney, J. H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. *Agronomy Journal*, Madison, 103(1), 123-128, 2011.

Egli, D. B., Wiralaga, R. A., Bustamam, T., Yu, Z. W., & Tekrony, D. M. Time of flower opening and seed mass in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, 79(4), 697-700, July/Aug. 1987.

Embrapa. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. (2a ed.). Brasília, Informação Tecnológica, 2009. 628p.

Embrapa. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. (3a ed.). rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.

Ferreira Júnior, J. A., Espíndola, S. M. C. G., Gonçalves, D. A. R., Lopes, E. W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba-MG. *Fazu em Revista*, 7(1), 13-21, 2010.

Ferreira, A. S., Zucareli, C., Balbinot Júnior, A. A., Werner, F., Coelho, A. E., Size, physiological quality, and green seed occurrence influenced by seeding rate in soybeans. *Semina: Ciência agrárias*, 38(2), 595-606, 2017.

Ferreira, L. L., Araujo, G. S., Carvalho, I. R., Santos, G. A., Fernandes, M. S., Carnevale, A. B., Curvelo, C. R. S., Pereira, A. I. A. Cause and Effect Estimates on Corn Yield as a Function of Tractor Planting Speed. *Journal of Experimental Agriculture International*, 1-7.

Ferreira, L. L., Santos, G. F., Carvalho, I. R., Fernandes, M. S., Carnevale, A. B., Karine Lopes, K.; Prado, R. L. F.; Francine Lautenchleger, F.; Pereira, A. I. A.; Curvêlo, C. R. S.

Cause and effect relationships, multivariate approach for inoculation of *Azospirillum brasilense* in corn. *Communications in Plant Sciences*, 10, 037-045, 2020a.

Ferreira, L. L., Valentim Junior, N. R., Morais Neto, J. C., Carvalho, I. R., Fernandes, M. S., Carnevale, A. B., Santos, N. S. C., Curvelo, C. R. S., Pereira, A. I. A. . Productive increase in soybeans from hormone treatment, inoculation and co-inoculation. *Journal of Experimental Agriculture International*, 42, 33-43, 2020b.

Fiallos, G. F. R., Forcelini, A. Progresso temporal da ferrugem e redução sobre a área foliar e os componentes do rendimento de grãos em soja. *Acta Agronomica*, 60(2), 147-157, 2011.

França, E. E. Características agrônômicas, propriedades físicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja em função do hábito de crescimento e populações de plantas. 2019. 60f. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2019.

Gan, Y., Stulena, I., Keulenc, H. V., & Kuipera, P. J. C. Physiological response of soybean to plant density. *Field Crops Research*, 74(2-3), 231-241, 2002.

Gonçalves, M. C., Correa, A. M., Destro, D. Correlations and path analysis of common bean grain yield and its primary components. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Viçosa, 3(3), 217-222, 2003.

Harre, N. T., & Young, B. G. Early-season nutrient competition between weeds and soybean. *Journal of Plant Nutrition*, 43(12), 1887-1906, 2020.

Heiffig, L. S.; Câmara, G. M. S.; Marques, L. A.; Pedroso, D. B.; Piedade, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia*, 65 (2), 285-295, 2006.

Holtz, V.; Couto, R. F.; Oliveira, D. G.; Reis, E. F. Deposição de calda de pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. *Ciência Rural*, 44, 1371-1376, 2014.

Komatsu, R. A.; Guadagnin, D. D.; Borgo, M. A. Efeito do espaçamento de plantas sobre o comportamento de cultivares de soja de crescimento determinado. *Campo Digit@l*, 5(1), 50-55.

Mauad, M.; Silva, T. L. B.; Almeida Neto, A. I.; Abreu, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. *Revista Agrarian*, Dourados-MS, 3(9), 175-181, 2010.

Pires, J. L. F., Costa, J. A., Thomas, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre-RS, 4(2), 183–188, 1998.

Potratz, D. J., Mourtzinis, S., Gaska, J., Lauer, J., Arriaga, F. J., Conley, S. P. Effect of Strip-Till Timing, Fertilizer Placement, and Row Spacing on Soybean Seed Yield. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 5(1).

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019.

Rambo, L., Costa, J. A., Pires, J. L. F., Parcianello, G., Ferreira, F. G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. *Ciência Rural*, 34(1),33-40, 2004.

Rambo, L., Costa, J. A., Pires, J. L. F., Parcianello, G., Ferreira, F. G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 33(3), 405-411, 2003.

Ramos, M. S., Souza, P. A. M., Souza, J. E. B. Desempenho agronômico de linhagens de soja em ensaio VCU. *Ipê Agronomic Journal*, 2, 37-45, 2018.

Shapiro, S. S., Wilk, M. B. Analysis of variance test for normality. *Biometrika*. 1(1), 591-611, 1965.

Steel, R. G. D., Torrie, J. H., Dickey, D. A. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. (3a ed.) New York: Columbia, 1997. 666p.

Ventimiglia, L. A., Costa, J. A., Thomas, A. L., Pires, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 34(2), 195-199,1999.

Zuffo, A. M., Ribeiro, A. B. M., Bruzi, A. T., Zambiazzi, E. V., Fonseca, W. L. Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. *Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agrônômicas*, 27(1), 78-90, 2018.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Luiz Leonardo Ferreira – 10%

Natália Vilela Moreira – 10%

Ivan Ricardo Carvalho – 10%

Núbia Sousa Carrijo dos Santos – 10%

Marilaine de Sá Fernandes – 10%

Alexandre Igor de Azevedo Pereira – 10%

Carmen Rosa da Silva Curvêlo – 10%

Rodrigo Vieira da Silva – 10%

Uirá do Amaral – 10%

Ricardo de Andrade Silva – 10%