

Correlação entre componentes de produtividade e rendimento de cultivares em diferentes safras

Correlation between productivity components and yield of cultivars in different harvests

Correlación entre componentes de productividad y rendimiento de cultivares en distintas cosechas

Recebido: 15/12/2024 | Revisado: 25/12/2024 | Aceitado: 26/12/2024 | Publicado: 29/12/2024

Andressa Tolfo Bandeira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1780-6727>

Instituto Federal Farroupilha, Brasil

E-mail: andressa.2022001231@aluno.iffar.edu.br

Hamilton Telles Rosa

ORCID: <https://orcid.org/00009-0008-2299-8162>

Instituto Federal Farroupilha, Brasil

E-mail: hamilton.rosa@iffarroupilha.edu.br

Luis Fernando Baraldi Porazzi

ORCID: <https://orcid.org/00009-0009-5755-2467>

Instituto Federal Farroupilha, Brasil

E-mail: luis.2022001287@aluno.iffar.edu.br

Resumo

Informações atuais sobre o desempenho das cultivares disponíveis em escala regional é escassa e de fundamental importância para os vários segmentos da cadeia produtiva da soja. O objetivo deste trabalho é apresentar a produtividade das diferentes cultivares da soja nas safras 2021/22 e 2022/23 da região Celeiro do Estado do Rio Grande do Sul e avaliar qual componente de produtividade teve maior correlação com a produtividade nestas safras. Foram realizadas as seguintes avaliações: Produtividade, Número de Legumes e Número de Grãos por planta, Peso de Mil Grãos e População de Plantas. Para a análise estatística utilizou-se o teste de Scott-Knott, com uso do programa SASM-AGRI. Para os testes de correlação entre os componentes e a produtividade foi usado a correlação de Pearson. Na safra 2021/22, as cultivares DM 64i63, NS 6601, CZ 16B17 e COMPACTA se sobressaíram às demais, enquanto na safra 2022/23, as cultivares CROMO E C2600 foram as cultivares com melhor desempenho produtivo. Quanto aos componentes de produtividade as maiores correlações foram para o Número de Legumes por Planta para a safra 2021/22 e Peso de Mil Grãos para a safra 2022/23.

Palavras-chave: Produtividade; Estresse hídrico; Componentes de produtividade.

Abstract

Current information on the performance of cultivars available on a regional scale is scarce and of fundamental importance for the various segments of the soybean production chain. The objective of this work is to present the productivity of different soybean cultivars in the 2021/22 and 2022/23 harvests in the Celeiro region of the State of Rio Grande do Sul and evaluate which productivity component had the highest correlation with productivity in these harvests. The following evaluations were carried out: Productivity, Number of Vegetables and Number of Grains per plant, Weight of a Thousand Grains and Plant Population. For statistical analysis, the Scott-Knott test was used, using the SASM-AGRI program. For correlation tests between components and productivity, Pearson correlation was used. In the 2021/22 harvest, the cultivars DM 64i63, NS 6601, CZ 16B17 and COMPACTA stood out from the others, while in the 2022/23 harvest, the CROMO and C2600 cultivars were the cultivars with the best productive performance. Regarding productivity components, the highest correlations were for the Number of Vegetables per Plant for the 2021/22 harvest and Weight of Thousand Grains for the 2022/23 harvest.

Keywords: Productivity; Water stress; Productivity components.

Resumen

La información actual sobre el desempeño de los cultivares disponibles a escala regional es escasa y de fundamental importancia para los distintos segmentos de la cadena productiva de la soja. El objetivo de este trabajo es presentar la productividad de diferentes cultivares de soja en las cosechas 2021/22 y 2022/23 en la región de Celeiro del Estado de Rio Grande do Sul y evaluar qué componente de la productividad tuvo mayor correlación con la productividad en estas cosechas. Se realizaron las siguientes evaluaciones: Productividad, Número de Hortalizas y Número de Granos por planta, Peso de Mil Granos y Población de Plantas. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Scott-Knott, utilizando el programa SASM-AGRI. Para las pruebas de correlación entre componentes y productividad se utilizó la correlación de Pearson. En la cosecha 2021/22 se destacaron sobre los demás los cultivares DM 64i63, NS 6601, CZ 16B17 y COMPACTA, mientras que en la cosecha 2022/23 los cultivares CROMO y C2600 fueron los de mejor

comportamiento productivo. En cuanto a los componentes de productividad, las mayores correlaciones fueron para Número de Hortalizas por Planta para la cosecha 2021/22 y Peso de Mil Granos para la cosecha 2022/23.

Palabras clave: Productividad; Estrés hídrico; Componentes de la productividad.

1. Introdução

A crescente demanda global por alimentos, em um ambiente globalizado, dinâmico e competitivo, indica que os progressos alcançados, apesar de importantes, precisam ser aprimorados e inovadores para garantir a sustentabilidade e a competitividade em um mercado cada vez mais exigente e consciente dos riscos ambientais e sociais relacionados aos processos produtivos.

Conforme a Conab (2024), a produção de soja na safra 2023/24 foi de 147.353,5 mil toneladas. Essas elevadas produções e área cultivada de soja, ocorrido nos últimos anos, só foi possível graças aos avanços tecnológicos e aos esforços dos programas de melhoramento genético da cultura que, a cada ano, conseguem desenvolver cultivares cada vez mais adaptadas e estáveis, com alta capacidade produtiva em diversos ambientes, possibilitando a expansão e abertura de novas fronteiras agrícolas (Bisinotto, 2013). Embora aumentos tenham ocorrido a cada ano, genótipos com maior produtividade de grãos são cada vez mais difíceis de serem obtidos, exigindo mais esforços dos programas de melhoramento de soja (Perini *et al.*, 2012, p. 1). Carvalho *et al.*, (2002, p. 2), reforçam que a produtividade de grãos é complexa e resultante da associação de diferentes componentes ou fatores. A correlação entre dois caracteres pode ser de natureza genotípica, fenotípica ou ambiental, onde apenas as correlações genotípicas que envolvem uma associação herdável é de maior interesse para o melhoramento (Nogueira *et al.*, 2012). Na soja, as avaliações das correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais abrangem os caracteres observados desde o florescimento até a maturação.

Os componentes primários da produção de soja são: número de plantas por área, número de legumes por planta, números de grãos por legume e o peso de grãos. De acordo com Zanon *et al.* (2018, pp. 80-81), esses componentes de produtividade começam a ser definidos antes mesmo da semeadura, como a escolha da cultivar, que pré-define o potencial dos componentes. Perini *et al.* (2012) realizaram uma análise de correlação entre os componentes de produção em cultivares de crescimento determinado e indeterminado, pretendendo fazer seleção indireta para produtividade. Estes autores verificaram que em cada tipo de crescimento as variáveis de maior importância para produtividade são diferentes, sendo que o número total de legumes e o número de legumes nos ramos são mais importantes no tipo de crescimento determinado, e, no tipo indeterminado, o índice de colheita (massa de grãos por planta/ massa seca da planta).

Durante a primeira década do século XXI ocorreram mudanças nas lavouras de soja no Sul do Brasil, inicialmente com a introdução da soja transgênica e posteriormente com o incremento de cultivares de soja com hábito de crescimento indeterminado. O conhecimento do hábito de crescimento e tipo de crescimento do meristema apical em soja é de fundamental importância pois altera a altura da planta, o período de floração, a produção de nós (folhas), maturidade fisiológica, eficiência do uso da água e produtividade. Estas variações entre hábitos de crescimento (determinado e indeterminado) modificam o manejo aplicado na cultura da soja, tradicionalmente utilizado desde a década de 40 com cultivares determinadas utilizadas a fim de se obter o máximo rendimento da cultura (Tian *et al.*, 2010). Esse novo cenário indica a necessidade de estudos regionalizados que descrevam de forma detalhada o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade dessas novas cultivares de soja em resposta às diferentes disponibilidades edafoclimáticas em regiões subtropicais de cultivo (Meotti *et al.*, 2012, p. 1).

O uso prolongado do sistema de plantio direto proporcionou uma melhoria física, química e biológica do solo, que potencializa a expressão dos componentes de produção das novas cultivares disponibilizadas pela pesquisa. Todavia, os produtores rurais têm incertezas quanto a escolha das cultivares que melhor se adequam às suas realidades, dado que, atualmente, há um grande número de cultivares e estas apresentam características específicas, quanto à adaptabilidade ao clima, solo e manejos realizados.

Considerando que o sucesso de uma lavoura depende primeiramente do uso da(s) cultivar(es) mais estável(eis) e competitiva(s) localmente, a existência de informações atuais sobre o desempenho relativo das cultivares disponíveis em escala regional, adquire fundamental importância para os vários segmentos da cadeia produtiva da sojicultura na região Celeiro do Rio Grande do Sul.

O objetivo deste trabalho é apresentar a produtividade das diferentes cultivares da soja nas safras 2021/22 e 2022/23 da região Celeiro do Estado do Rio Grande do Sul e avaliar qual componente de produtividade teve maior correlação com a produtividade nestas safras.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa experimental, de campo e de natureza quantitativa (Pereira *et al.*, 2018; Gil, 2017). O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Farroupilha campus Santo Augusto, latitude 27°51'08" S, longitude 53°47'35" O e altitude de 495 metros. O clima do município, conforme a classificação de Köppen (Moreno, 1961), é do tipo Cfa temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e subtropical do ponto de vista térmico. O solo pertence à Unidade de Mapeamento Santo Ângelo, classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho distroférico (Santos *et al.* 2013).

Na safra 2021/22 foram utilizadas as cultivares: CZ 15B40 IPRO (GMR 5,4); TMG 7362 IPRO (GMR 6,1); BRASMAX LOTUS IPRO (GMR 6,1); CZ 15B29 XTD (GMR 5,2); BRASMAX CROMO TF IPRO (GMR 5,6); NS 5933 IPRO (GMR 6,1); BRASMAX ZEUS IPRO (GMR 5,5); CZ 15B70 IPRO (GMR 5,7); NS 6601 IPRO (GMR 6,6); DM 66i68 IPRO (GMR 6,6); DM 64i63 RSF IPRO (GMR 6,4); BRASMAX COMPACTA IPRO (GMR 6,5); TMG 2360 IPRO (GMR 6,0); CZ 16B17 IPRO (GMR 6,1); TMG2356 IPRO (GMR 5,7). A semeadura foi realizada no dia 09 de novembro de 2021, na qual foi utilizada uma população de 300 mil plantas ha⁻¹, com espaçamento de 0,5 m entre linhas. A adubação foi de 200 kg/ha de 2-20-30 conforme a necessidade descrita no manual de adubação e calagem. O controle de plantas daninhas, de pragas e doenças foi realizado de acordo com monitoramento e o manejo fitossanitário seguiu as recomendações da cultura até o final de seu ciclo. A colheita foi realizada em duas etapas. A primeira etapa foi no dia 01 de abril de 2022, quando foram colhidas as cultivares CZ 15B29, CROMO, NS 5933, ZEUS, CZ 15B70, CZ 15B40 e TMG 2356. No dia 13 de abril de 2022, ocorreu a segunda etapa, quando foram colhidas as outras cultivares: TMG 7362, LOTUS, NS 6601, DM 66i68, DM 64i63, COMPACTA, TMG 2360 e CZ 16B17. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com três repetições nos dois anos de cultivo. Foram realizadas amostragens de 2 metros lineares por parcela nas linhas centrais da cultura, os quais foram debulhados e pesados para obter os valores extrapolados de sacas por hectares.

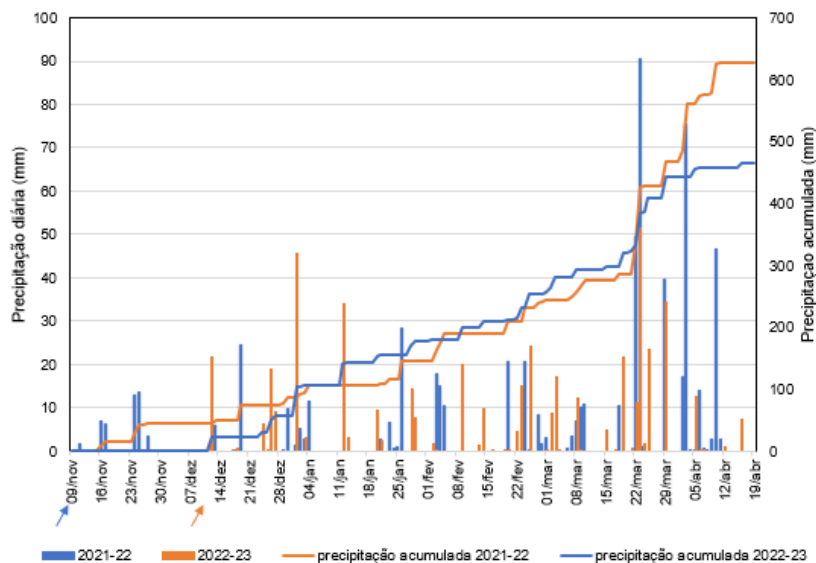
Na safra 2022/23 as cultivares utilizadas ao longo do experimento foram: BMX RAI0 (GMR 5,0); CZ 15B20 I2X (GMR 5,2); BMX TROVÃO I2X (GMR 5,2); C2530 RR (GMR 5,3); C2531E (GMR 5,3); RK 5519 (GMR 5,3); P95R40 IPRO (GMR 5,4); ST 541 I2X (GMR 5,4); BMX ZEUS IPRO (GMR 5,5); AS 3551 (GMR 5,5); NEO 560 (GMR 5,6); BMX TORQUE (GMR 5,7); CZ 15B70 (GMR 5,7); BMX VENUS (GMR 5,7); BMX CROMO IPRO (GMR 5,7); FTR 3557 (GMR 5,7); M5710 I2X (GMR 5,8); NEO 580 (GMR 5,8); ST 580 (GMR 5,8); NEO 590 (GMR 5,9); GH 2258 (GMR 6,0); C2600 IPRO (GMR 6,1); CZ 26B12 I2X (GMR 6,1); M6130 I2X (GMR 6,1); NEO 610 (GMR 6,1); CZ 16B17 (GMR 6,1); K6022 (GMR 6,1); ST 622 (GMR 6,2); FTR 486C IPRO (GMR 6,3); FTR 286C IPRO (GMR 6,3); HO PIRAPÓ (GMR 6,4); PRECURSORA (GMR 6,4); DM 64i63 (GMR 6,4); PARAGUAÇU (GMR 6,4); FTR 2065 RR (GMR 6,5). As cultivares foram semeadas no dia 09 de dezembro de 2022, nas populações especificamente recomendadas de cada cultivar, com espaçamento de 0,5 m entre linhas. A adubação foi a mesma para todas as cultivares, sendo utilizado 200 Kg/ha de NPK 00-20-30, conforme a necessidade descrita no manual de adubação e calagem. No dia 19 de abril de 2023 foi realizada a colheita de forma manual seguindo os procedimentos do ano anterior.

Foram avaliados nos dois anos de cultivo: produtividade de grãos de soja (PGO), número de legumes por planta (NLP), número de grãos por planta (NGP), peso de mil grãos (PMG) e população de plantas (POP). A produtividade foi determinada a partir da conversão da produtividade da área colhida para hectare. O peso de 1000 grãos foi determinado com contagem de 8 repetições de 100 sementes e pesagem em balança analítica (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em gramas. As contagens de NLP e NGP foram feitas a partir da escolha aleatória e representativa de 5 plantas colhidas. Para a análise estatística utilizou-se o teste de Scott-Knott, com uso do programa SASM-AGRI (Canteri, 2001). Por conseguinte, foram realizadas análises para determinar os componentes da produtividade da soja e qual destes teve maior correlação com a produção.

3. Resultados e Discussão

As duas safras consideradas no experimento foram muito distintas em relação às condições meteorológicas. Na safra 2021/22 houve uma precipitação de 622mm, enquanto na safra 2022/23 em torno de 465mm durante o ciclo da cultura (Figura 1). O Zoneamento Agrícola de Risco Climático - ZARC (2023) cita que a precipitação pluviométrica ideal seria em torno de 450 a 800 mm de água disponível ao longo de toda a estação de crescimento da cultura, variável em função do ciclo da cultivar, do desenvolvimento das plantas e das condições climáticas da região. Portanto, a safra de 2021/22 houve uma precipitação mais dentro da faixa ideal de precipitação, mas abaixo do esperado para a região, que é de 857mm bem distribuídos entre os meses de novembro a abril. Todavia, nesta safra houve chuvas irregulares e mal distribuídas, afetando o desenvolvimento e a produção da soja. Já a safra 2022/23 recebeu chuvas um pouco acima do limite mínimo ideal ao longo do ciclo (15mm a mais), sendo estas precipitações melhor distribuídas ao longo de todo o ciclo da cultura, fazendo com que não houvesse um estresse hídrico pronunciado. A distribuição uniforme das chuvas e/ou irrigações durante o longo do ciclo é um fator essencial, que precisa atender principalmente as demandas nos períodos mais críticos (Zanon, Streck & Grassini, 2016).

Figura 1 – Precipitação pluviométrica nos anos de cultivo (setas indicam data de semeadura).



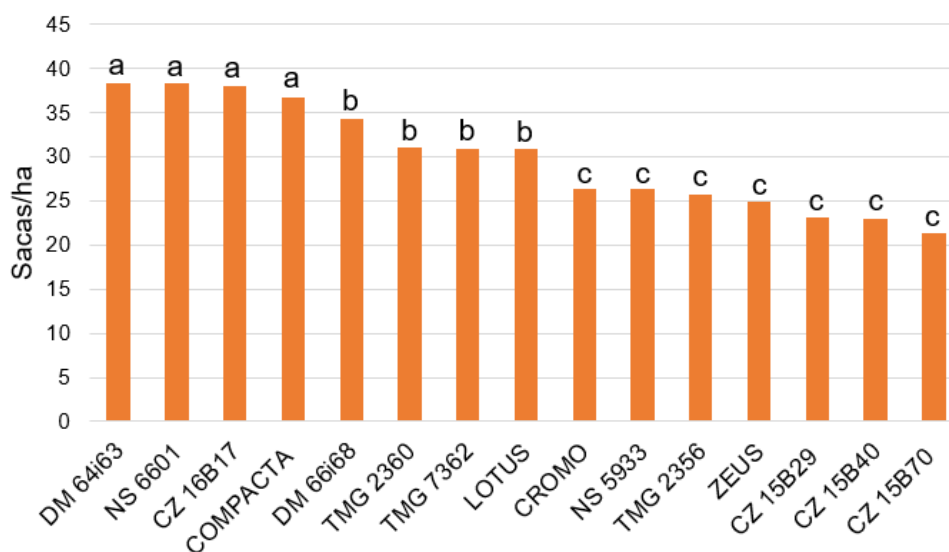
Fonte: Autores.

Considerando o desempenho produtivo das cultivares na safra 2021/22, as cultivares DM 64i63, NS 6601, CZ 16B17 e COMPACTA se sobressaíram as demais, com 38,4 sacas/ha, 38,3 sacas/ha, 38 sacas/ha e 36,8 sacas/ha, respectivamente. A

cultivar CZ 15B70 obteve a menor produtividade (Figura 2). As cultivares com produção superior possuem grau de maturação relativa maior (mais tardias), característica que favoreceu a produção, pois receberam chuvas mais tardias que possibilitaram a recuperação parcial da produtividade. Portanto, nesta safra que foi conduzida durante um evento de Lá Niña, as cultivares com grupo de maturação relativa - GMR maior, obtiveram melhor desempenho produtivo.

A planta de soja possui em torno de 90% de sua massa constituída por água e essa atua em processos fisiológicos e bioquímicos na planta, portanto é um fator imprescindível, principalmente na germinação-emergência e floração-enchimento de grãos (Zanon *et al.*, 2018, p. 92). No Rio Grande do Sul é recorrente haver períodos de deficiência hídrica durante a safra, devido à grande variabilidade na distribuição das chuvas, ocasionando oscilações na produtividade entre anos e locais, tornando a precipitação o principal limitador das altas produtividades no estado (Sentelhas *et al.*, 2015; Zanon *et al.*, 2016). Em qualquer fase da cultura em que ele ocorra, o déficit hídrico causa perdas na produção. A cultura da soja pode tentar compensar quando há redução no número de legumes por planta caso houver condições climáticas favoráveis nas fases posteriores, mas isto depende do potencial produtivo da cultivar. Contudo, os dois períodos mais sensíveis da soja à falta de água no solo são germinação e enchimento de grãos, porque envolvem diretamente a formação dos componentes de rendimento (Casagrande, 2001; Embrapa, 2002).

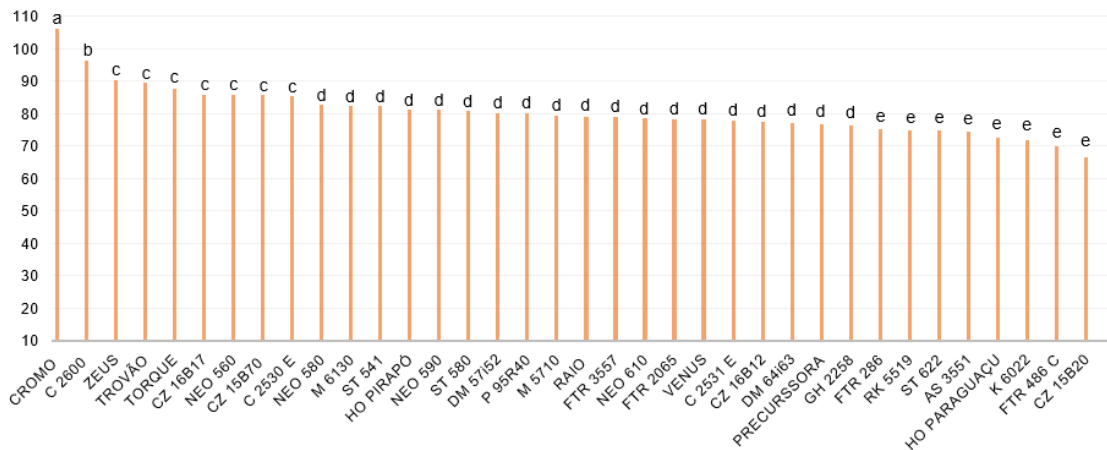
Figura 2 - Produtividade das cultivares na safra 2021/22.



Fonte: Autores.

Na safra 2022/23 a cultivar mais produtiva foi a Cromo (106 sacas/ha), seguida pela C 2600 com 96,1 sacas/ha. Já a cultivar que teve o pior desempenho foi a CZ 15B20 com 66,7 sacas/ha (Figura 3). Apesar da última safra também ter passado por um ano de Lá Niña, não houve falta de chuva na região, explicando os valores altos de produtividade quando comparado à safra anterior (2021/22) e com a produtividade média gaúcha que ficou em 33,1 sacas/ha (Conab, 2023).

Figura 3 - Produtividade das cultivares na safra 2022/23.



Fonte: Autores.

Quando comparamos as cultivares DM 64i63 e CZ 16B17 nas duas safras, verificamos que obtiveram melhores resultados na safra 2021/22, onde ficaram entre as maiores produções. Portanto, essas cultivares produziram mais em safra com estresse hídrico, apresentando maior tolerância a esta intempérie, assim como a cultivar CZ 15B70. Já as cultivares Cromo e Zeus apresentaram resultado contrário, onde obtiveram melhores resultados em condições ideais de cultivo, ou seja, são cultivares mais exigentes quanto ao clima.

Com relação aos componentes de produtividade, na safra 2021/22 (Quadro 1), a maior correlação de Pearson com a produção foi o NLP (0,761). O NLP é o componente mais variável com a modificação da disposição das plantas, sofrendo as maiores modificações pelo uso de práticas agrônomicas, uma vez que o NLP e PMG são mais influenciados pela genética e pelo ambiente (Ritchie *et al.*, 1994). É de suma importância que não ocorra déficit hídrico durante o florescimento e formação dos legumes, ou seja, a irrigação pode ser uma ferramenta essencial para definir o NLP (Zanon *et al.*, 2018). Dalchiavon e Carvalho (2012) observaram que o teste de correlação entre a PGO (Produtividade de Grãos de soja) e os componentes de produção mostrou que o NLP foi o componente de produção que mais contribuiu para a PGO ($r = 0,651$), corroborando com esse estudo. O NGP também apresentou uma alta correlação ($r = 0,713$) neste ano de cultivo, pois obviamente, mais grãos irão resultar em maior produtividade. No estudo feito por Nogueira *et al.* (2012), em Minas Gerais, os maiores valores dos efeitos diretos fenotípicos e genotípicos sobre a produtividade de grãos foram observados para o NLP, seguido do PCG (Peso de cem grãos) e o NGV (Número de grãos por vagem) nas duas épocas de semeadura (fevereiro e dezembro). Tais dados estão de acordo com os resultados deste estudo, indicando que o NLP é o componente que mais justifica e influencia na produtividade. Conforme Carvalho (2024), geralmente a soja apresenta de 44 a 62 legumes por planta, onde 66% estão na haste principal e o restante, 34%, estão nas ramificações. Apesar da grande maioria dos legumes se encontrar na haste principal, o incremento de legumes nas ramificações é um aspecto importante para a produtividade.

O PMG obteve uma correlação de 0,553. Esse componente é determinado pela genética (Pandey & Torrie, 1973), mas depende do ambiente (principalmente a precipitação) e do manejo (densidade de semeadura e proteção contra o ataque de insetos sugadores e doenças) para expressar seu potencial (Zanon *et al.*, 2018). O componente de rendimento mais afetado quando há déficit hídrico na fase de enchimento de grãos é o peso de mil sementes (Neumaier *et al.*, 2000). O déficit hídrico no enchimento de grãos pode reduzir demasiadamente o peso final dos grãos, assim como outros estresses. Para Dalchiavon e Carvalho (2012) a correlação entre PGO x MMG resultou em 0,369, apresentando uma correlação menor que a do estudo em questão.

A POP apresentou uma correlação de 0,338, sendo a mais baixa entre os componentes de produtividade. Conforme Zanon *et al.* (2018, p. 82), a POP é um dos poucos componentes em que não é possível estipular um valor como ótimo, pois deve ser determinado de acordo com as recomendações da cultivar, podendo ser ajustado de acordo com a época de semeadura e com o GMR. Entretanto, há práticas que são importantes para tal componente, como a obtenção de sementes de qualidade, com porcentagem de vigor e germinação altos, combinada com condições de umidade do solo e velocidade de semeadura adequada proporcionam um estabelecimento inicial rápido e uniforme. Uma recomendação plausível aos produtores seria o uso dos valores máximos de densidade em anos com previsão de Lá Niña ou precipitações abaixo da normal climatológica. Conforme Zanon *et al.* (2018), o estabelecimento da lavoura (até V2) é muito sensível ao déficit hídrico ou excesso de água no solo, de modo que, é o período onde está sendo definido um dos principais componentes de produtividade, a POP.

Quadro 1 - Matriz de correlação de Pearson entre a produtividade de grãos de soja e os componentes de produção, safra 2021/22.

Coeficiente de Correlação	Componentes de Produtividade			
	Número de Legumes/planta	Número de grãos/planta	Peso de Mil Grãos	População de plantas
Produtividade de grãos	0,761	0,713	0,553	0,338
R ²	0,5793	0,5086	0,2236	0,1142

Fonte: Autores.

Já na safra 2022/23 (Quadro 2) as produtividades médias das cultivares foram maiores e os índices de correlação foram menores em comparação à safra anterior, o que indica que para altas produtividades de soja todos os componentes de produtividade são importantes, ficando difícil elencar qual componente deveria ser priorizado no manejo.

A maior correlação com a produtividade foi o PMG (0,317). Esse componente é afetado por vários fatores, como citado anteriormente, dentre eles a precipitação, que nesta safra não foi um dos fatores mais limitantes e oportunizou as cultivares expressarem seus potenciais. Para Carvalho *et al.* (2002), as menores correlações fenotípicas (0,31±0,20) e genotípicas (0,25±0,26) com produtividade foram obtidas pela PMG. A baixa correlação entre produtividade e PMG pode ser explicada pela compensação que a soja frequentemente promove, aumentando ou diminuindo o tamanho das sementes em função do número de vagens (de sementes) em desenvolvimento (Taware *et al.*, 1997).

Apesar do PMG ter uma correlação baixa (quanto mais próximo a 1 maior é a correlação linear), foi superior ao NLP (componente mais expressivo na safra 2021/22) que nesta safra de 2022/23 apresentou uma correlação de 0,001, sendo essa extremamente baixa. Para Nogueira *et al.* (2012) as correlações fenotípicas, genotípicas e a análise de trilha indicaram o número total de legumes por planta independe da época de semeadura e é de maior efeito favorável sobre a produtividade de grãos.

O NGP obteve uma correlação negativa de -0,007, assim como a POP, que apresentou correlação negativa de -0,066 com a produtividade. Como a safra recebeu pluviosidade distribuída e regular, proporcionou às plantas certa plasticidade, permitindo compensar falhas de plantas e densidades baixas (maior engalhamento), ou ainda, essa baixa densidade pode ser compensada pela baixa incidência de doenças em populações menores. Dalchiavon e Carvalho (2012), também verificaram uma correlação negativa com a produtividade, onde PGO apresentou uma correlação de -0,048.

Quadro 2 - Matriz de correlação linear entre a produtividade de grãos de soja e os componentes de produção, safra 2022/23.

Coeficiente de Correlação	Componentes de Produtividade			
	Número de Legumes/planta	Número de grãos/planta	Peso de Mil Grãos	População de plantas
Produtividade de grãos	0,001	-0,007	0,317	-0,066
R ²	0,0005	0,0012	0,0001	0,0086

Fonte: Autores.

Há décadas atrás, Adams e Grafius (1970), observaram o efeito compensatório entre componentes de produtividade, ou seja, o aumento de um componente acarreta na redução de outro componente. De modo geral, o equilíbrio entre os componentes de produtividade é difícil de atingir (Zanon *et al.*, 2018, p. 81). Neste estudo foi possível inferir que em safras com maior produtividade a influência específica de cada um dos componentes de forma isolada e menos nítida. Valores maiores de produtividade também evidenciam mais os potenciais genéticos das cultivares e, naturalmente, potencializa as variabilidades experimentais existentes. Estudos de cultivares têm uma grande importância, pois ajudam produtores e tomadores de decisão na escolha de cultivares, uma vez que esta é uma característica regional e ambientalmente dependente.

4. Conclusão

A produtividade entre as safras diferiu muito em virtude das precipitações. Na safra 2021/22, as cultivares DM 64i63, NS 6601, CZ 16B17 e COMPACTA se sobressaíram às demais, enquanto na safra 2022/23 as mais produtivas foram as cultivares CROMO E C2600 foram as cultivares com melhor desempenho produtivo. Quanto aos componentes de produtividade as maiores correlações foram para o NLP para a safra 2021/22 e PMG para a safra 2022/23.

Um estudo destes é de grande valia para a pesquisa, pois foi possível detectar que a influência dos componentes de produtividade no rendimento de grãos varia a cada safra e são fortemente influenciados pelo clima. Portanto, recomenda-se mais estudos como este, pois novos materiais genéticos estão sendo apresentados no mercado e como demonstrado, há diferença na resposta produtiva destes às condições ambientais.

Referências

- Adams, M. W., & Grafius, J. E. (1970). Yield component compensation – Alternative interpretations. *Crop Science*, 11, 33-35.
- Bisinotto, F. F. (2013). *Correlações entre caracteres como critério de seleção indireta, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de soja* (Dissertação de Mestrado). Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Brasil. (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. (2009). *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS.
- Canteri, M. G., Althaus, R. A., Virgens Filho, J. S., Giglioti, E. A., & Godoy, C. V. (2001). SASM-Agri: sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação*, 1(2), 18-24.
- Carvalho, C. G. P., Arias, C. A. A., Toledo, J. F. F., Oliveira, M. F., & Vello, N. A. (2002). Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(3), 311-320.
- Carvalho, I. R. (2024). *Seleção baseada no ideótipo agrônomo: componentes do rendimento da soja*. <https://elevagro.com/blog/selecao-baseada-no-ideotipo-agronomico-componentes-do-rendimento-da-soja/>
- Casagrande, E. C., Farias, J. R. B., Neumaier, N. O. R. M. A. N., Oya, T., Pedroso, J., Martins, P. K., & Nepomuceno, A. L. (2001). Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13, 168-184.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. (2023). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/23, sexto levantamento*. Brasília, DF: Companhia Nacional de Abastecimento. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. (2024). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2023/24, quarto levantamento*. Brasília, DF: Conab. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>

- Dalchiavon, F. C., & Carvalho, P., M. (2012). Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. *Ciências Agrárias*, 33(2), 541-552.
- Embrapa. (2002). Exigências climáticas. In *Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2003* (Cap. 1, pp. 28-30). Londrina: Embrapa Soja. (Sistemas de Produção, 2).
- Gil, A. C. (2017). Como elaborar projetos de pesquisa. 6ed. Atlas.
- Meotti, G. V., Benin, G., Silva, R. R., Beche, E., & Munaro, L. B. (2012). Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47, 14-21.
- Ministério da Agricultura e Pecuária. (2023). Zoneamento agrícola de risco climático para a soja é atualizado no Brasil. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/zoneamento-agricola-de-risco-climatico-para-soja-e-atualizado-no-brasil>
- Moreno, J. A. (1961). *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia.
- Neumaier, N., Nepomuceno, A. L., Farias, J. R. B., & Oya, T. (2000). Estresses de ordem ecofisiológica. *Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo*, 254.
- Nogueira, A. P. O., Sediya, T., Sousa, L. B., Hamawaki, O. T., Cruz, C. D., Pereira, D. G., & Matsuo, É. (2012). Path analysis and correlations among traits in soybean grown in two dates sowing. *Bioscience Journal*, 28(6).
- Pandey, J. P., & Torrie, J. H. (1973). Path coefficient analysis of seed yield components in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.) 1. *Crop Science*, 13(5), 505-507.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Perini, L. J., Fonseca Júnior, N. da S., Destro, D., & Prete, C. E. C. (2012). Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. *Ciências Agrárias*, 33(6Sup1), 2531–2544. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6Sup1p2531>
- Ritchie, S. W., et al. (1994). How a soybean plant develops. Iowa State University of Science and Technology, *Cooperative Extension Service*. (Special Report, 53).
- Santos, H. G., et al. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (3ª ed. rev. e ampl.). Brasília: Embrapa.
- Sentelhas, P. C., Battisti, R., Câmara, G. M. D. S., Farias, J. R. B., Hampf, A. C., & Nendel, C. (2015). The soybean yield gap in Brazil—magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. *The journal of agricultural science*, 153(8), 1394-1411.
- Taware, S. P., Halvankar, G. B., Raut, V. M., & Patil, V. P. (1997). Variability, correlation and path analysis in soybean hybrids. *Soybean Genetics Newsletter*, 24, 96-98.
- Tian, Z., et al. (2010). Artificial selection for determinate growth habit in soybean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(19), 8563-8568. <https://doi.org/10.1073/pnas.1000088107>.
- Zanon, A. J., Silva, M. R., Tagliapietra, E. L., Cera, J. C., Bexaira, K. P., Richter, G. L., Duarte, A. J. Jr., Rocha, T. S. M., Weber, P. S., Streck, M. A. (2018). *Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades*. Santa Maria: Ed. 1.
- Zanon, A. J., Streck, N. A., & Grassini, P. (2016). Climate and management factors influence soybean yield potential in a subtropical environment. *Agronomy Journal*, 108, 1447-1454.