

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN/RS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

Nitiele Silva de Azeredo

**COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA E SUAS
CORRELAÇÕES**

**Frederico Westphalen/RS, Brasil
2023**

Nítiele Silva de Azeredo

**COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA E SUAS
CORRELAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Agrônoma**

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro

Frederico Westphalen/RS, Brasil
2023

Nítiele Silva de Azeredo

**COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA E SUAS
CORRELAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**

Aprovado em 19 de agosto de 2023:



**Professor Dr. Volmir Sergio Marchioro
(Presidente/Orientador)**



**Professor Dr. Claudir José Basso
(Membro da banca)**



**Mestranda Tauana de Souza Mangini
(Membro da banca)**

Frederico Westphalen/RS, Brasil
2023

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por esta conquista e aos meus pais, irmã e tio por todo apoio, incentivo e por muitas vezes abdicarem das coisas para possibilitar o meu estudo, este mérito é por vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus e a Nossa Senhora Aparecida pela vida, aos meus pais, Flávio Azeredo e Andréia Azeredo a minha irmã Flávia Azeredo e ao meu tio Antenor Maidana, por sempre estarem ao meu lado nos momentos mais felizes e até mesmo triste, por serem meu alicerce e fonte de exemplos e incentivo em todos os meus dias. Sem os mesmos não estaria onde estou no dia de hoje. Gratidão aos meus avós, Pery e Hortência, e João e Júlia por sempre acreditarem e me fazerem enxergar a pessoa que sou e a profissional que iria me tornar.

Aos meus tios, Ana Paula e Fábio e meus irmãos de coração Isabela, Marina, Carolina e Benício, aos meus dindos, Régis e Miriane, Leandro e Rubiara e Cássio e minhas amigas Taiara e Sófia que mesmo distantes, torceram e me apoiaram em toda a minha caminhada e sem dúvida contribuíram de forma ímpar na minha formação. Aos meus colegas de curso e amigos, Bruna Scaravonatto, Gilvan Ochoa, Mariana Cavallin e Eugênio Borges, por todo o coleguismo, construção e evolução ao lado de cada um neste período de graduação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro, que não há palavras que possam ser expressas pelo mestre, amigo e exemplo de pessoa e profissional que és. Tenho só a agradecer por toda confiança em mim depositada e por toda ajuda que me destes nestes anos todos de graduação.

Aos amigos e colegas do Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas, por todos os momentos compartilhados, de aprendizados, conversas e confraternizações. Em especial a Bruna Scaravonatto, João Vitor Alberti, José Luiz Finatto e a Duana Garafini, pelo companheirismo no decorrer desta caminhada.

À Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen pela oportunidade e a todas as pessoas que de alguma forma auxiliaram e contribuíram de alguma forma para meu crescimento pessoal, sendo importantes para a realização deste sonho, o título de Engenheira Agrônoma.

Muito obrigada!

RESUMO

COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA E SUAS CORRELAÇÕES

AUTOR: Nitiele Silva de Azeredo
ORIENTADOR: Volmir Sergio Marchioro

A soja é a principal cultura de maior produção de grãos e em exportação do agronegócio brasileiro. E diante do alto valor que a cultura proporciona é importante conhecer as cultivares presente no mercado em relação a produtividade de grãos e adaptação. O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes da produtividade de grãos e suas correlações em cultivares comerciais de soja no município de Frederico Westphalen/RS. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, na safra de 2021/2022 sendo semeado no dia 15 de novembro. O delineamento experimental com alocação dos tratamentos em blocos ao acaso com três repetições, foram avaliados 21 cultivares de soja de diferentes grupos de maturação relativa. Por ocasião da maturação foram obtidas as características massa da planta, número de legumes por planta, massa de grãos por planta, número de grãos por planta, massa de mil grãos, e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de F, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott e em seguida obtidas as correlações simples de Pearson entre as características avaliadas. A análise de variância revelou a existência de diferença significativa pelo teste F ($p < 0,01$) entre as cultivares avaliados, para todas as características estudadas. Devido à escassez hídrica, as cultivares destaque em produtividade de grãos foram FPS 2063 IPRO e FPS 2260 IPRO, cultivares de grupo de maturidade relativa superior a 6,0, favorecidas pelo retorno das chuvas no enchimento dos grãos. Todas as características, massa da planta, número de legumes por planta, massa de grãos por planta, número de grãos por planta, massa de mil grãos apresentaram correlação significativa e positiva com produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Glycine max* L., correlação simples, cultivares.

ABSTRACT

COMPONENTS OF GRAIN YIELD IN SOYBEAN AND THEIR CORRELATIONS

AUTHOR: Nitiele Silva de Azeredo

ADVISOR: Volmir Sergio Marchioro

Soybean is the main crop with the highest grain production and export in Brazilian agribusiness. And given the high value that the crop provides, it is important to know the cultivars present on the market in relation to grain productivity and adaptation. The objective of this work was to evaluate the grain yield components and their correlations in commercial soybean cultivars in the municipality of Frederico Westphalen/RS. The experiment was conducted at the Federal University of Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, in the 2021/2022 harvest, being sown on November 15. The experimental design with allocation of treatments in randomized blocks with three replications, 21 soybean cultivars from different groups of relative maturation were evaluated. At the time of maturation, the characteristics of plant mass, number of pods per plant, grain mass per plant, number of grains per plant, mass of a thousand grains, and grain yield were obtained. The data were submitted to analysis of variance and F test, the means were grouped by the Scott and Knott test and then Pearson's simple correlations between the evaluated characteristics were obtained. The analysis of variance revealed the existence of a significant difference by the F test ($p < 0.01$) between the evaluated cultivars, for all the characteristics studied. Due to water scarcity, the cultivars that stood out in terms of grain yield were FPS 2063 IPRO and FPS 2260 IPRO, cultivars from a relative maturity group greater than 6.0, favored by the return of rains during grain filling. All characteristics, plant mass, number of legumes per plant, grain mass per plant, number of grains per plant, thousand grain mass showed significant and positive correlation with grain yield.

Keywords: *Glycine max* L., simple correlation, cultivars.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Cultivares comerciais utilizadas no experimento com seu respectivo grupo de maturidade relativa (GMR)..... 18
- Tabela 2** - Resumo da análise de variância para as características massa da planta (MDP), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PDG) 20
- Tabela 3** - Agrupamento de médias para as características massa da planta (MDP), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PDG) 21
- Tabela 4** - Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as características massa da planta (MDP), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PDG). 23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação quinzenal acumulada e temperatura quinzenal média compreendendo os meses de novembro de 2021 a março de 2022, no município de Frederico Westphalen/RS	22
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA SOJA	13
2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA	14
2.3. COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DA SOJA.....	15
2.4. CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERES.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a principal cultura de maior produção de grãos e em exportação do agronegócio brasileiro. Responsável pela grande revolução alimentar em que vivemos, hoje não existe nenhuma outra proteína de origem vegetal com melhor custo-benefício, garantindo também proteína animal em grande quantidade e preços acessíveis.

O país destaca-se por ser o maior produtor mundial da cultura, na safra de 2022/23 foram cultivados 44,1 milhões de hectares, chegando a uma produção de 154,6 milhões de toneladas. Em relação à safra anterior houve um incremento de 6,2% na área cultivada e um aumento de 15,9% na produtividade de grãos por hectare e conseqüentemente a produtividade galgou 23,1% em relação a safra anterior, mesmo com as condições climáticas desfavoráveis em algumas regiões, por conta do fenômeno Lã Ninã (CONAB, 2023).

Tais números são possíveis graças às elevadas produtividades evidenciadas nas lavouras, principalmente quando os fatores ambientais são favoráveis durante todo o período do desenvolvimento da soja. Portanto, é necessário utilizar técnicas culturais para maximizar o acúmulo de biomassa nos tecidos vegetais e sobretudo no grão a ser colhido. As principais práticas culturais que podem ser adotadas para elevação da produtividade da soja são: uso de genótipos adaptados à região, escolha da época de semeadura, manejo de populações de plantas, nutrição vegetal e fertilidade do solo, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, redução de perdas na colheita (RITCHIE et al., 1994).

Além dos fatores elencados acima a escolha de cultivares levando em consideração o seu ciclo de maturação fisiológica, é crucial para obtenção de uma máxima produtividade, mas para que isto seja possível, deve buscar sempre cultivares de soja que são recomendadas para aquele determinado ambiente de cultivo. Para que os danos causados por esses fatores sejam menores, são produzidas cultivares que tenham melhores adaptações nos demais ambientes.

Entretanto, vale ressaltar a importância da avaliação de cultivares pelas regiões produtoras pelo fato de que os genótipos introduzidos podem afetar positivamente o desenvolvimento da planta em determinado local ou ser inviável em outras localidades. Para a escolha da melhor cultivar que apresentará melhor desenvolvimento e desempenho por região deverá ser feita uma série de testes com outras cultivares fazendo, então, comparações com base nas características produtivas (CORREIA et al., 2018).

A correlação seleciona ou descarta materiais genéticos, possibilitando desenvolver cultivares de soja com elevadas produtividades e adaptabilidade a vários ambientes de produção são opções de programas de melhoramento. Geralmente, além de ter como objetivo o aprimoramento de um caráter principal, busca-se também manter e melhorar a expressão de outras características simultaneamente (CARPENTIERI-PÍPOLO; GASTALDI; PÍPOLO, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes da produtividade de grãos e suas correlações em cultivares comerciais de soja no município de Frederico Westphalen/RS.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA DA SOJA

A soja é uma espécie autógama, herbácea, anual, ereta, de crescimento morfológico diversificado, variando de 0,3 a 2,0 metros de altura, podendo ser muito ou pouco ramificada, com ciclo de 75 a 200 dias, dependendo da variedade e das condições ambientais (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

Sua posição taxonômica se insere na subdivisão *Angiospermae*, classe *Dicotyledoneae*, ordem *Rosales*, família *Fabaceae*, subfamília *Papilionaceae*, tribo *Phaseoleae*, gênero *Glycine* L. espécie [*Glycine max* (L.) Merrill] (CARLSON, 1973).

A sua germinação e emergência, ocorre a elevação dos cotilédones acima da superfície do solo através do hipocótilo (emergência epígea) que se diferem de uma folha verdadeira pela forma oval elíptica. No decorrer do desenvolvimento da cultura a mesma apresenta dois tipos de folha: unifoliolada e as trifolioladas, cujo tamanho e formato variam diante as cultivares e a época de semeadura. As duas folhas unifolioladas são as primeiras folhas verdadeiras e possuem um único folíolo, inseridas opostamente no primeiro nó, acima do nó cotiledonar. As folhas trifolioladas são as primeiras folhas verdadeiras que surgem no caule e são oriundas dos nós da haste principal emitidos acima das folhas unifolioladas que estão distribuídas de forma dística, alternadamente (ZANON et al., 2018).

Seu sistema radicular é constituído por uma raiz axial principal e por raízes secundárias, sendo estas distribuídas em quatro ordens, porém, esse sistema radicular é mais caracterizado como difuso, pois a raiz principal é pouco desenvolvida (SEDIYAMA et al., 1985). Nas raízes da planta são encontrados nódulos que representam a simbiose entre a soja e bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, sendo que estas bactérias promovem a fixação do nitrogênio do ar e o disponibiliza para a planta de forma assimilável (nitrato) recebendo em troca hidratos de carbono (MASCARENHAS et al., 2005).

As flores da soja são completas e ocorrem em racemos terminais ou axilares. A cor da flor pode ser branca ou púrpura, sendo que a tonalidade púrpura varia de acordo com a genética da cultivar (VERNETTI; JUNIOR, 2009)

2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA SOJA

Evidências indicam que a soja surgiu na região mais a Leste do Norte da China e teria sido domesticada entre os séculos 17 e 11 a.C. durante a dinastia Shang. Sendo que teria sido introduzida na Europa no século 18 e nos Estados Unidos os primeiros registros com relação a introdução foi em 1765 (HYMOWITZ, 1970; HYMOWITZ, 1990).

No Brasil, o primeiro relato de cultivo foi por volta de 1882 na Bahia, em experimentos conduzidos por Gustavo Dutra. Em 1891, novas cultivares foram introduzidas e testadas na região de Campinas, pelo Instituto Agronômico de Campinas. Nessa época a soja era basicamente estudada como cultura forrageira. Em 1900 e 1901 o Instituto Agronômico de Campinas, distribuiu sementes de para produtores paulistas, mas nesta mesma época a soja teve seu primeiro registro de cultivo no Rio Grande do Sul, onde encontrou condições similares as condições do sul dos Estados Unidos e onde foi trazida para o Brasil (EMBRAPA SOJA, 2003).

A soja, em função de sua ampla adaptação às condições brasileiras, tornou-se a commodity de maior relevância para o país, sendo utilizada como matéria-prima para vários processos, tanto nas indústrias químicas, alimentícias e de rações, dentre outras. (VEIGA et al., 2010; PÍPOLO et al., 2015). A soja é uma commodity padronizada e uniforme, podendo, portanto, ser produzida e negociada por produtores de diversos países, apresentando alta liquidez e demanda. Permitindo ampliar significativamente a área cultivada e a produtividade da oleaginosa (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010). Atualmente é a cultura agrícola mais exploração e exportação a nível mundial.

És uma cultura que apresenta exigências hídricas e térmicas excepcional, por apresentarem diferentes genótipos. Outro fator que influencia na determinação diante a sua adaptação ou restringe o desenvolver das cultivares no Brasil, é o fotoperíodo. A soja é classificada como uma planta de dias curto, isto é, necessita de um mínimo de horas de noite ou escuro para florescer. Entretanto, essa característica varia de acordo com a cultivar. (ROCHA, 2009).

A sensibilidade ao fotoperíodo de dias curtos ainda é um fato restrigente ao cultivo da soja nas diferentes regiões, por condições de horas dias. E diante isto para que se facilite a adaptação da soja nestas regiões foi desenvolvido cultivares que apresentam características chamadas período juvenil longo, que apresentam o seu florescimento atrasado assim permitindo uma maior abrangência de locais para cultivo e épocas de semeaduras em diferentes regiões (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007).

Segundo Freitas (2011), o avanço da leguminosa em várias regiões do país, que antes era inviável, se tornou possível pelo desenvolvimento de genótipos resistentes a pragas, como as que afetam a etiologia, e outras pragas como percevejos e lagartas que apresentavam danos críticos as lavouras se não manejadas de forma correta. Dessa forma, as perdas de produtividades por estas pragas, principalmente na fase de enchimento de grão da cultura, gera prejuízos significativos para o produtor (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000).

2.3. COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DA SOJA

A produtividade das culturas agrícolas é determinada pela constituição genética da cultivar, pelas condições ambientais no local de cultivo e pela interação entre o genótipo e ambiente. Dessa forma, as culturas possuem um potencial máximo de produtividade estabelecido pela genética, que sofre uma série de limitações em função do ambiente de produção, sendo que a produtividade obtida nas lavouras é quase sempre inferior ao potencial (CARGNIN et al., 2006).

As condições ambientais que mais influenciam a produtividade de uma cultura são: luz, água, temperatura e nutrientes. A incidência de luz é o fator preponderante para altas produtividades, pois é através da fotossíntese que a planta utiliza a energia solar para acumular matéria orgânica em seus tecidos. A ocorrência de sombreamentos ou alta nebulosidade pode reduzir o rendimento de grãos. Logo, para ter uma lavoura com elevada produtividade é fundamental utilizar práticas agronômicas para propiciar um ambiente sem restrições ambientais ao desenvolvimento vegetal (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001)

Os componentes que constituem a produtividade da soja podem ser divididos em componentes primários e secundários. São classificados de primários, fatores que afetam diretamente a produtividade, como por exemplo, número de plantas por área, número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso de grãos (JUNIOR; COSTA, 2002). Já os componentes secundários são aqueles que afetam os próprios componentes primários, tais como, altura de planta, número de nós, altura de inserção da primeira vagem. Não afetando diretamente na produtividade (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Os três principais componentes do rendimento, em soja, são número de legumes por unidade de área, número de grãos por legumes e peso médio dos grãos. O número de legumes é determinado pelo balanço entre a produção de flores por planta e a proporção destas que se

desenvolvem até os legumes. O número de flores por planta, por sua vez, é determinado pelo número de flores por nó e pelo número de nós por planta. O componente de rendimento número de grãos por legume é fortemente influenciado pelo fato de que a maioria das cultivares modernas são selecionadas para formar três óvulos por legume. Já o peso médio dos grãos é geneticamente determinado, mas influenciado pelo ambiente. (NAVARRO JÚNIOR; COSTA, 2002).

O conhecimento das respostas dos componentes do rendimento da planta à disponibilidade de fotoassimilados e a identificação do momento em que estes componentes são formados são importantes na seleção de características a serem incorporadas nos cultivares (BOARD; TAN, 1995). O grau de associação entre características possibilita identificar variáveis que possam ser utilizadas na seleção indireta sobre outra variável, como a produtividade, principalmente quando a herdabilidade do caráter principal é baixa (IQBAL et al. 2003; Costa et al., 2004).

A relação entre as diferentes características da planta com os componentes da produtividade de grãos é fator determinante na busca por maior produtividade (NAVARRO JÚNIOR; COSTA, 2002). Dessa maneira, o crescimento e a produtividade da soja são resultado da interação entre a cultivar utilizada e os fatores ambientais. É importante, portanto, ajustar o ambiente e tratos culturais para altas produtividades, quando se tem genótipos de elevado potencial de rendimento e adaptados à região de cultivo (GUBIANI, 2005).

2.4. CORRELAÇÕES FENOTÍPICAS ENTRE CARACTERÍSTICAS

De acordo com MUCCI PELUZIO et al. (2005), as correlações fenotípicas possivelmente são decorrentes de efeitos pleiotrópicos ou desequilíbrio de ligação gênica entre os pares de características. No entanto, estes coeficientes não proporcionam a exata importância relativa dos efeitos diretos e indiretos entre as características, apesar de serem de grande utilidade na quantificação da magnitude e direção das influências (CRUZ et al., 2004).

Genótipos de soja com elevadas produtividades e adaptabilidade a vários ambientes são objetivo de programas de melhoramento. Geralmente, além de ter como objetivo o aprimoramento de um caráter principal, busca-se também manter e melhorar a expressão de outras características simultaneamente. O conhecimento da correlação entre características é de importância fundamental em um programa de melhoramento, pois podemos fazer a seleção

indireta de um caráter quantitativo, de difícil ganho de seleção, através da seleção de um outro caráter diretamente a ele correlacionado de maior ganho genético ou de fácil seleção visual (CARPENTIERI-PIPOLO; GASTALDI; PIPOLO, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra de 2021/22 na Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen/RS nas coordenadas 27°23'26" S, 53°25'43" W, 461,3 m ao nível do mar. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2006) e o clima como Cfa de acordo com Köppen, ou seja, subtropical úmido, com precipitação média anual de 2.100 mm (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi composto por 21 cultivares de diferentes empresas, conduzidas em delineamento experimental com alocação dos tratamentos em blocos ao acaso com três repetições. A semeadura das cultivares ocorreu no dia 15 de novembro de 2021, sendo que cada unidade experimental foi composta por 4 linhas de 4 m de comprimento, com um espaçamento de 0,45 m e densidade de 12 plantas metro linear. A adubação de base seguiu a recomendação do manual de adubação e calagem para a cultura da soja, a partir de análise de solo (SBCS, 2016), onde foi utilizado 280 ka ha⁻¹ da fórmula 04-30-20 (N, P₂O₅ e K₂O). Sendo que os manejos fitossanitários e controle de plantas daninhas realizados preventivamente.

Foram utilizadas 21 cultivares comerciais de soja, que apresentam diferenças importantes em relação ao grupo de maturidade relativa (GMR), apresentadas na Tabela 1. As sementes foram tratadas com fungicida, inseticida e inoculante.

Tabela 1 - Cultivares comerciais utilizadas no experimento com seu respectivo grupo de maturidade relativa (GMR).

Cultivar	GMR	Cultivar	GMR	Cultivar	GMR
AS 3615 I2X	6.1	BMX Zeus IPRO	5.5	FPS 2260 IPRO	6.0
BMX Ativa RR	5.6	C 2600 IPRO	6.1	NEO 610 IPRO	6.1
BMX CromoTF IPRO	5.6	DM 57i52 IPRO	5.7	NS 5505 I2X	5.5
BMX Lança IPRO	5.8	FPS 1859 RR	5.9	NS 5700 IPRO	5.7
BMX Lotus IPRO	6.1	FPS 1867 IPRO	6.7	NS 6010 IPRO	6.0
BMX Torque I2X	5.7	FPS 1954 RR	5.4	NS 6299 IPRO	6.2
BMX Vênus CE	5.7	FPS 2063 IPRO	6.3	NS 6446 I2X	6.4

Na maturação fisiológica foi efetuada a amostragem aleatória de 10 plantas nas duas linhas centrais de cada unidade experimental e a partir destas obtidos as características massa da planta (MDP, g), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP, g) e número de grãos por planta (NGP). Na sequência foi realizada a colheita que ocorreu entre os dias 07 e 20 de março conforme a maturação fisiológica de cada cultivar e concomitantemente era efetuado a trilha das duas linhas centrais de cada unidade experimental, junto da massa de

grãos das 10 plantas de cada unidade experimental foram determinadas a massa de mil grãos (MMG, g) e a produtividade de grãos (PDG, kg ha⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de F ($p < 0,05$), através do modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$, sendo μ a média geral do ensaio, g_i o efeito do genótipo i , b_j o efeito do bloco j , ε_{ij} o erro aleatório. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974), assumindo 5% de probabilidade de erro. Em seguida foram obtidas as correlações simples de Pearson entre as características avaliadas.

Os procedimentos de análise dos dados para as características de interesse, foram realizados com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 2) revelou a existência de diferença significativa pelo teste F ($p < 0,01$) entre as cultivares avaliados para todas as características estudadas. Resultado esperado, em função do grande número de cultivares avaliadas, das suas próprias diferenças fenotípicas e respostas distintas há ambientes específicos.

A confiabilidade nos dados obtidos e verificada pelos baixos a médios coeficientes de variação obtidos para as diferentes características, variando de 4,06% a 13,01%. Pimentel Gomes (2000), classifica os coeficientes de variação como baixos (<10%), médio (10 a 20%), alto (20 e 30%) e muito alto (>30%). Para Campos (1984) para ensaios agrícolas o ideal que os coeficientes de variação fiquem entre 10 e 20%.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as características massa da planta (MDP), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PDG).

Características	Quadrado médio			Coeficiente de variação (%)
	Blocos	Tratamentos	Resíduo	
MDP	46,6430	99,1810**	10,2459	13,01
NLP	121,7733	94,9873**	16,3622	11,89
MGP	9,5671	22,3367**	2,5341	12,05
NGP	564,0229	376,4231**	63,1590	10,34
MMG	243,7144	553,6010**	43,9056	4,06
PDG	2514,8978	476716,9368**	34247,5406	9,00
GL	2	20	40	GL total = 62

GL: graus de liberdade; **Significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

Analisando a Tabela 3, através do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, se verifica um destaque em termos de produtividade de grãos para as cultivares FPS 2063 IPRO e FPS 2260 IPRO, com contribuição importante das características número de grãos por planta e massa de mil grãos, além do número de legumes por planta e massa de grãos por planta que foram importantes para o incremento na produtividade de grãos da cultivar FPS 2260 IPRO. Se analisarmos o grupo de maturidade relativa (GMR) das cultivares FPS 2260 IPRO e FPS 2063 IPRO, apresentam respectivamente 6.0 e 6.3, ou seja, de uma maneira geral ocorreu um favorecimento com relação a produtividade de grãos para cultivares de grupo de maturidade relativa maiores, devido a distribuição de chuvas que foram mais concentradas no final do ciclo, favorecendo esse grupo de cultivares no enchimento de grãos (Figura 1).

As cultivares AS 3605 I2X, FPS 2063 IPRO, FPS 2260 IPRO, NEO 610 IPRO, NS 6299 IPRO e NS 6446 I2X que fazem parte dos grupos “a” e “b” de Scott-Knott (Tabela 3),

possuem GMR igual ou superior a 6.0, exceto a cultivar BMX Torque I2X. Na Figura 1, se observa que as precipitações acumuladas foram escassas no estabelecimento e até praticamente no final do ciclo da cultura, nota-se que as chuvas começaram a ser mais expressivas a partir da segunda quinzena de fevereiro, favorecendo o enchimento de grãos de cultivares de ciclo mais longo.

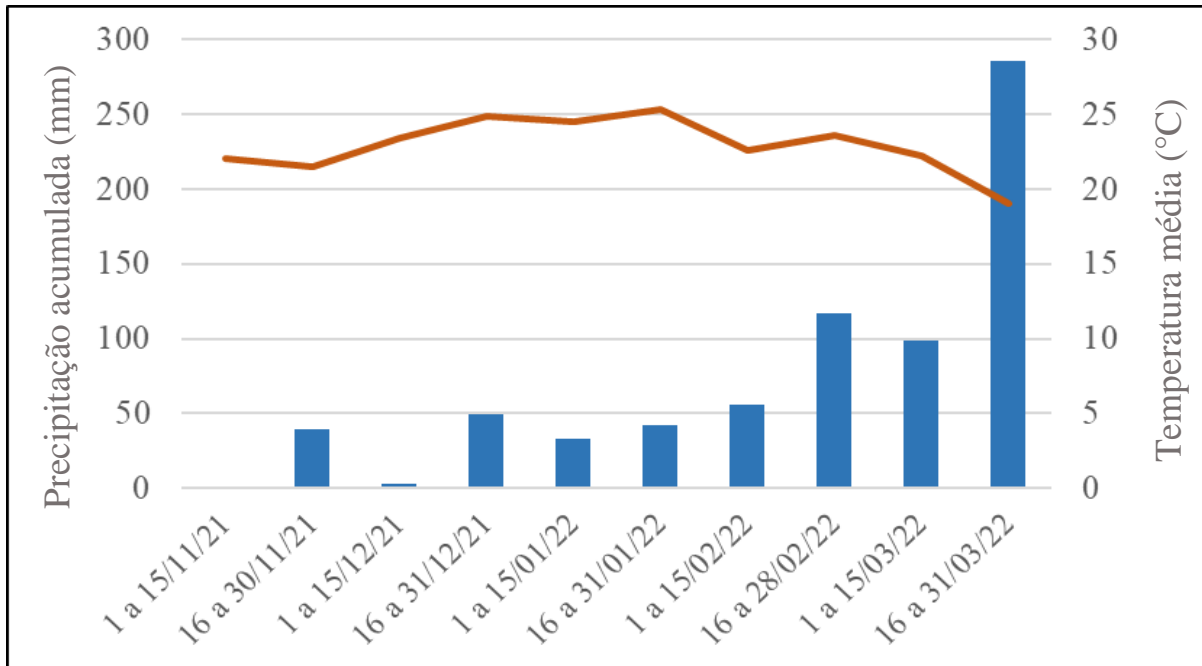
Tabela 3 - Agrupamento de médias para as características massa da planta (MDP), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PDG).

Tratamento	GMR	MDP	NLP	MGP	NGP	MMG	PDG
		Gramas	número	gramas	número	gramas	Kg ha ⁻¹
AS 3615 I2X	6.1	29,8 c	34,5 b	14,8 b	83,3 a	162,3 c	2816,9 b
BMX Ativa RR	5.6	19,8 d	30,5 c	11,0 c	69,8 b	161,8 c	2080,4 c
BMX CromoTF IPRO	5.6	17,8 d	26,8 c	9,6 c	62,3 b	157,3 c	1797,3 d
BMX Lança IPRO	5.8	17,9 d	29,2 c	9,8 c	65,5 b	157,6 c	2056,0 c
BMX Lotus IPRO	6.1	19,7 d	28,6 c	10,5 c	62,1 b	177,8 b	1764,3 d
BMX Torque I2X	5.7	25,3 c	33,3 b	14,9 b	83,1 a	165,5 c	2637,1 b
BMX Vênus CE	5.7	17,8 d	26,1 c	9,2 c	60,0 b	142,5 d	1874,4 d
BMX Zeus IPRO	5.5	23,3 d	33,9 b	14,6 b	81,7 a	155,0 d	1847,5 d
C 2600 IPRO	6.1	16,0 d	24,4 c	10,0 c	60,8 b	154,3 d	2004,5 d
DM 57i52 IPRO	5.7	18,8 d	29,2 c	9,4 c	66,1 b	152,3 d	2138,8 c
FPS 1859 RR	5.9	25,7 c	36,8 b	16,3 a	86,7 a	165,6 c	2219,8 c
FPS 1867 IPRO	6.7	25,1 c	29,6 c	12,7 b	66,8 b	196,0 a	2383,8 c
FPS 1954 RR	5.4	26,0 c	42,1 a	12,8 b	91,5 a	151,9 d	1975,0 d
FPS 2063 IPRO	6.3	29,2 c	35,8 b	14,3 b	89,6 a	192,2 a	3021,9 a
FPS 2260 IPRO	6.0	38,5 a	42,1 a	18,7 a	88,6 a	179,4 b	3158,2 a
NEO 610 IPRO	6.1	24,2 c	37,4 b	14,4 b	78,5 a	160,6 c	2478,4 b
NS 5505 I2X	5.5	27,1 c	42,1 a	15,8 a	83,1 a	148,4 d	2214,2 c
NS 5700 IPRO	5.7	27,3 c	36,0 b	13,3 b	82,0 a	147,8 d	2137,5 c
NS 6010 IPRO	6.0	29,4 c	35,9 b	14,4 b	83,7 a	162,5 c	2205,7 c
NS 6299 IPRO	6.2	31,7 b	43,0 a	16,4 a	96,5 a	166,3 c	2467,8 b
NS 6446 I2X	6.4	32,2 b	37,3 b	15,4 a	86,2 a	184,9 b	2619,1 b
Média geral		24,6	34,0	13,3	77,5	163,9	2280,9

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Quando se verifica a adaptação das cultivares de soja às condições de cultivo, a premissa de maior importância é otimizar a produtividade de grãos da cultura, fazendo coincidir seus estádios fenológicos críticos com as condições ambientais mais favoráveis, minimizando a ocorrência de períodos de estresse nos estádios mais vulneráveis (KANTOLIC, 2008). A época de semeadura que define o quanto a cultura estará exposta aos diversos fatores climáticos e suas variações ao longo do ciclo. Assim, ao realizar a semeadura fora do período indicado, a planta responderá de forma fora do esperado em relação ao porte (altura de planta), ciclo e produtividade (SILVA; HEIFFIG-DEL AGUILA, 2020).

Figura 1 - Precipitação quinzenal acumulada e temperatura quinzenal média compreendendo os meses de novembro de 2021 a março de 2022, no município de Frederico Westphalen/RS.



A semeadura do experimento foi realizada dentro da época recomendada para as cultivares testadas, se observa na Figura 1, que a temperatura média durante todo o período de execução do experimento a campo permaneceu em torno de 22 a 25°C, fator que isoladamente deu condição para que pudesse ocorrer a maximização da produtividade de grãos, visto que segundo Farias et al., (2009), a cultura da soja se adapta melhor em regiões onde as temperaturas do ar oscilam entre 20 e 30°C.

Porém, o fator que limitou o desempenho produtivo das cultivares foi a disponibilidade de água, que foi escassa durante todo ciclo da cultura, principalmente para as cultivares mais precoces, sendo que cultivares de ciclo mais longo, foram beneficiadas com precipitações ocorridas no final do ciclo. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar uma boa germinação (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2007). Segundo Thomas e Costa (2010), a demanda por água aumenta de forma progressiva junto com o desenvolvimento da cultura da soja, chegando ao máximo no florescimento até o início da formação dos legumes, mantendo-se alta até a maturação. A falta de água prejudica o estabelecimento e a uniformidade na população de plantas, sendo o excesso hídrico mais limitante do que o déficit.

Através da média geral de produtividade de grãos das cultivares (Tabela 03), que foi de 2280,9 kg ha⁻¹, se pode ver o quando o experimento foi prejudicado pelas condições climáticas,

com destaque para a reduzida precipitação durante o crescimento e desenvolvimento da cultura, já que a produtividade média de grãos do Brasil na safra 2021/2022 foi de 3026,0 kg ha⁻¹, embora que a média do Rio Grande do Sul tenha sido de 1433,0 kg ha⁻¹, mas o Rio Grande do Sul já superou as 3 toneladas ha⁻¹ de média em safras passadas (CONAB, 2023).

Souza et al. (2020), verificaram um aumento de 5,2% na massa de mil grãos e 7,5% na produtividade de grãos com irrigação suplementar na safra 2018/2019 em Cachoeira do Sul/RS, mesmo com distribuição regular de chuvas ao longo do ciclo da cultura e com volume que superou a evapotranspiração acumulada para a cultura durante o ciclo. Báez et al. (2020), observaram redução no número de legumes por planta, no número de grãos por planta, na massa de grãos por planta e na produtividade de grãos à medida que aumentaram o déficit hídrico.

O déficit hídrico é determinante na cultura da soja, de acordo com Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007) a água é constituinte de aproximadamente 90% da massa da planta e atua em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos, além de atuar na regulação térmica da planta, maior importância na germinação e emergência e na floração e enchimento de grãos. Neste trabalho a germinação foi dentro do esperado, devido a precipitação de 16,2 mm ocorrida no dia no dia 18 de novembro de 2021.

Na Tabela 4, podemos observar que houve correlação positiva significativa de todos os componentes estudados com a produtividade de grãos, variando de 0,509 a 0,704. Embora as correlações obtidas, talvez em função das condições climáticas, sejam classificadas de magnitude média a forte, de acordo com Carvalho et al. (2004), que classifica como nula ($r = 0$), fraca ($0 < r \leq 0,30$), média ($0,30 < r \leq 0,60$), forte ($0,60 < r \leq 0,90$), fortíssima ($0,90 < r \leq 1$) e perfeita ($r = 1$), ainda assim, são importantes e devem ser consideradas.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as características massa da planta (MDP), número de legumes por planta (NLP), massa de grãos por planta (MGP), número de grãos por planta (NGP), massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PDG).

Características	NLP	MGP	NGP	MMG	PDG
MDP	0,826**	0,905**	0,844**	0,392 ^{ns}	0,704**
NLP	-	0,846**	0,931**	0,109 ^{ns}	0,509*
MGP		-	0,877**	0,339 ^{ns}	0,674**
NGP			-	0,104 ^{ns}	0,509*
MMG				-	0,549**

**Significativo a 1% de probabilidade de erro, *Significativo a 5% de probabilidade de erro e ^{ns}Não significativo pelo teste *t*.

No melhoramento de plantas a correlação de características de fácil aferição com a produtividade de grãos, é determinante na seleção indireta, para Taware et al., (1997), numa seleção eficiente devemos identificar características de alta correlação com a característica de

interesse, valorizando as estimativas superiores a $r = 0,5$. Para Carvalho et al., (2002) a seleção indireta para a produtividade de grãos via características correlacionados é uma estratégia que deve ser considerada.

5. CONCLUSÕES

Devido à escassez hídrica, as cultivares destaque em produtividade de grãos foram FPS 2063 IPRO e FPS 2260 IPRO, cultivares de grupo de maturidade relativa superior a 6.0, favorecidas pelo retorno das chuvas no enchimento dos grãos.

Todas as características, massa da planta, número de legumes por planta, massa de grãos por planta, número de grãos por planta, massa de mil grãos apresentaram correlação significativa e positiva com produtividade de grãos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728. 2014.

ARGENTA, G.; SILVA, P. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado da arte. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001.

BÁEZ, M.S.A.; PETRY, M.T.; CARLESSO, R.; BASSO, L.J.; ROCHA, M.R.; RODRIGUEZ, G.J. Balanço hídrico e produtividade da soja cultivada sob diferentes níveis de déficit hídrico no Sul do Brasil. **Investigación Agraria**, v.22, n.1, p.03-12, 2020.

BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. D. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. D. C. L.; ÁVILA, M. R.; MESCHÉDE, D. K. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, v.63, p.81-92, 2004.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.987-993, 2006.

CARLSON, J. B. Morphology. In: CALDWELL, B. E. (Ed.). Soybean: production, - improvement and uses. Madison: **American Society of Agronomy**. p.17-95, 1973.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; GASTALDI, L.F.; PÍPOLO, A.E. Correlações fenotípicas entre caracteres quantitativos em soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.1, p.11-16, 2005.

CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; OLIVEIRA, M.F.; VELLO, N.A. Correlações e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.311-320, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos - Safra 2022/23 10º Levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 julho de 2023.

CORREIA, A.R., MERTZ-HENNING, L.M., FARIAS, J.R.B., NEPOMUCENO, A.L., NEUMAIER, N. **Efeito do estresse hídrico nas fases vegetativa e reprodutiva da soja sobre**

o rendimento de grãos. Jornada acadêmica da Embrapa soja, 13., 2018, Londrina. Resumos expandidos. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

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.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 3ed. Viçosa: Editora UFV. 2004, 480p.

SILVA, S.M.; HEIFFIG-DEL AGUILA, L.S. A Importância Da Época De Semeadura Para O Sucesso Da Cultura Da Soja. **XXIX Congresso de Iniciação Científica.** Universidade Federal de Pelotas, 2020.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja - Paraná 2004.** Londrina: Embrapa Soja, 2003. 218p.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9p. Circular Técnica 48.

FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Soja. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Organ.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola.** INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. p.109-130, 2009.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.12, 2011.

GUBIANI, E.I. **Crescimento e rendimento da soja em resposta a épocas de semeadura e arranjo de plantas.** 2005. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

HOFFMANN-CAMPO, C.B.; MOSCARDI, F.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; OLIVEIRA, L.J.; SOSA-GÓMEZ, D.R.; PANIZZI, A.R.; OLIVEIRA, E.D. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado.** Londrina: Embrapa soja, 2000. 70p.

HYMOWITZ, T. On the domestication of the soybean. **Economic Botany**, v.24, n.4, p.408-421, 1970.

- HYMOWITZ, T. **Soybeans: the success story**. In: JANICK, J.; SIMON, J. Advances in new crops. Portland: Timber, 1990, p.159-163.
- IQBAL, M.; CHANG, M.A.; IQBAL, M.Z. Correlation and path coefficient analysis of earliness and agronomic characters of upland cotton in Multan. **Pakistan Journal of Agronomy**, v.2, p.160-168. 2003.
- JÚNIOR, H. M. N.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes de rendimento para a produção de grãos de soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, mar. 2002.
- KANTOLIC, A. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre el rendimiento y la adaptación de genótipos. **Revista da Facultad de Agronomía UBA**, v.28, n.1, p. 63-88, 2008.
- LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 46.
- MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; WUTKE, E.B.; KIKUTI, H. Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônomo**, v.1, n.57, 2005.
- MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 31p.
- NAVARRO JÚNIOR, H.M.; COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para a produção de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.269-274, 2002.
- FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007, 9p. Circular Técnica.
- PELUZIO, J. M.; DE ALMEIDA, R. D.; FIDELIS, R. R.; JÚNIOR, D. D.; BRITO, É. L.; FRANCISCO, E. R. Correlações entre caracteres de soja, em Gurupi, Tocantins. **Revista Ceres**, v. 52, n. 303, 2005.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

PIPOLO, A. C.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; MANDARINO, J. M. G. Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Londrina: **Embrapa Soja**, 2015. 16p. (Comunicado Técnico, 86). V.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **Como a planta de soja se desenvolve**. Piracicaba: POTAFÓS, p. 20, 1994.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M. C. C.; COSTENARO, E. R.; AVOZANI, A. Rendimento de grãos de soja em semeadura tardia. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 26p.

SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 376p.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. Botânica, descrição da planta e cruzamentos artificial. In: **Cultura da Soja – I parte**. Viçosa: UFV, p. 5-6, 1985.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: **Mecenas**, 2009. cap. 1, p. 1-5.

SOUZA, I.J.; OLIVEIRA, Z.B.; SILVA, C.M.; GOIS, H.; RODRIGUES, L.R.; LINK, T.T.; MALFFINI, L.B. Yield of spray-irrigated soybean in Cachoeira do Sul in the 2018/19 crop year. **Ciência e Natura**, 42, e3. 2020.

STÜLP, M.; BRACCINI, A. D. L.; ALBRECHT, L. P.; ÁVILA, M. R.; SCAPIM, C. A.; SHUSTER, I. Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.1240-1248, 2009

TAWARE, S.P.; HALVANKAR, G.B.; RAUT, V.M.; PATIL, V.P. Variability, correlation and path analysis in soybean hybrids. **Soybean Genetics Newsletter**, v.24, p.96-98, 1997.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. **Desenvolvimento da planta de soja e o potencial de rendimento de grãos.** In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Ed.)Soja: manejo para alta produtividade de grãos. Porto Alegre: Evangraf, 2010, p.13-33, 248p.

VEIGA, A. D.; VON PINHO, E. V. R.; VEIGA, A. D.; PEREIRA, P. H. A. R.; DE OLIVEIRA, K. C.; VON PINHO, R. G. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 953-960, 2010.

VERNETTI, F.J.; JUNIOR, F.J.V. **Genética da soja: caracteres quantitativos e diversidade genética.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 221, 2009.

ZANON, A. J.; SILVA, M. D.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CERA, J. C.; BEXAIRA, K. P.; RICHTER, G. L.; STRECK, N. A. **Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades.** 1ed. Santa Maria: Palloti, v.1 p. 136, 2018.