

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS CERRO LARGO  
CURSO DE AGRONOMIA**

**RUAN GABRIEL GARCIA SEVERO**

**INFLUÊNCIA DE DATAS DE SEMEADURA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO  
DE CULTIVARES DE SOJA**

**CERRO LARGO**

**2023**

**RUAN GABRIEL GARCIA SEVERO**

**INFLUÊNCIA DE DATAS DE SEMEADURA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO  
DE CULTIVARES DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Nerison Luís Poersch

**CERRO LARGO**

**2023**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Severo, Ruan Gabriel Garcia  
INFLUÊNCIA DE DATAS DE SEMEADURA NO DESEMPENHO  
AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA / Ruan Gabriel Garcia  
Severo. -- 2023.  
39 f.:il.

Orientador: Dr Nerison Luis Poersch

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

1. Interação Genótipo x Ambiente. 2. Cultivar. 3.  
Desempenho agrônômico. I. Poersch, Nerison Luis, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

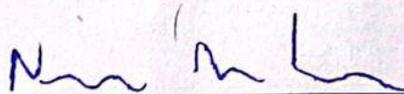
**RUAN GABRIEL GARCIA SEVERO**

**INFLUÊNCIA DE DATAS DE SEMEADURA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO  
DE CULTIVARES DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

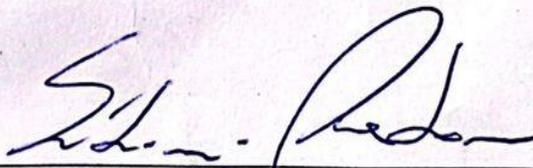
Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 27/11/2023.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Nerison Luís Poersch – UFFS  
Orientador



---

Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons - UFFS  
Avaliador



---

Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira - UFFS  
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram nesta jornada, me fornecendo energia para concluir esta fase.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e pelas bênçãos que cercam a mim e todos os quais que amo. Agradeço a minha mãe Ana e meu padrasto Rodrigo, por me ensinarem os verdadeiros valores, agirem em prol da minha educação e me encorajarem a sonhar alto. Agradeço aos meus avós Amália e Eptácio pelos ensinamentos passados, sempre frisando que com honestidade e humildade todos alcançam seus objetivos. Agradeço ao Everson por ceder a área para que eu pudesse desenvolver as atividades práticas e execução do experimento.

Agradeço ao Professor Doutor Nerison Luís Poersch pelo apoio imensurável e confiança em mim e pelas incentivo a fazer o meu melhor. Agradeço a minha namorada, Leticia Gabrielhi Rocha, pelo companheirismo e todo o suporte fornecido durante esta jornada acadêmica. Agradeço aos colegas de faculdade que possibilitaram uma ótima convivência acadêmica e pessoal ao longo da faculdade, tornando essa fase memorável. Um muito obrigado, em especial, à Anderson Bik, Gustavo Klein, Júnior Borkowski, Luis Thomas, Luis Turra e Samuel Chitolina pela amizade construída.

Agradeço à Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) por colaborar com o desenvolvimento científico regional e viabilizar a experiência acadêmica com tamanha excelência. Parabenizo pelo trabalho a direção do campus, em nome do Diretor Bruno Wenzel; os colaboradores, em nome de Francisco Angst; e os professores universitários, em nome da Coordenadora do Curso de Agronomia, Debora Leitzke Betemps.

Os sonhos definem o que você quer e a ação determina o que você conquista  
(Alfredo Lang)

## RESUMO

O presente trabalho apresenta como estudo a influência em que diferentes datas de semeadura da cultura da soja podem ter sobre seu desempenho agrônômico. Tem como principal objetivo, avaliar as alterações nos caracteres agrônômicos que cada data de semeadura apresenta sobre a cultura, levando em conta fatores bióticos e abióticos que influenciam diretamente no seu potencial produtivo. A metodologia utilizada foi desenvolvida em alguns processos como, semeadura nas diferentes datas determinadas e diferentes cultivares de soja, sendo utilizado o delineamento esquema fatorial 10 x 3, ou seja, 10 cultivares e 3 datas, na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, avaliando o potencial produtivo das cultivares, análise química do solo visando avaliar a necessidade de calagem para correção de pH, e pôr fim a colheita e levantamento de dados atendendo ao objetivo. A análise de dados foi realizada com auxílio do Programa Genes, onde foi verificado que ocorreu interação entre os genótipos e o ambiente (cultivares X datas de semeadura), por meio da análise conjunta de dados (Teste F a 5% de probabilidade de erro), para variáveis analisadas. Ao analisar os dados obtidos de cada cultivar em diferentes épocas, notou-se que as datas de semeadura 06/11/2022 e 23/11/2022 tiveram maiores dificuldades de estabelecimento, e períodos prolongados de stress hídrico em fases importantes da cultura, o que dificultou o desenvolvimento de alguns caracteres como, número de vagens, número de grãos por vagem. A data de semeadura do dia 09/12/2022 foi a mais produtiva, devido maiores precipitações em estágios importantes da cultura. A cultivar mais adaptadas aos diferentes ambientes foi a BMX Lótus, onde em uma média de produtividade das três datas de semeadura (2818,6 Kg/ha<sup>-1</sup>) foi a que se sobressaiu, enquanto a cultivar 95R51 da Pionner foi a cultivar menos produtiva, podendo estar aliado aos baixos índices pluviométricos e ciclo curto. As cultivares destaque, além da cultivar Lótus, na data de semeadura 09/12/2022 foram também BMX Cromo e DM 56i59 ambas as duas tendo uma média de produtividade acima de 3000 Kg/ha<sup>-1</sup>, mesmo em condições não favoráveis para produzir.

Palavras-chave: Interação genótipo X ambiente; cultivar; desempenho agrônômico; *Glycine max*.

## ABSTRACT

The present study seeks to study how different sowing dates can influence the agronomic performance of soybean crops, with the main objective of evaluating changes in the yield characteristics that each sowing time presents in the crop, taking into account all the biotic and abiotic factors that directly impact its productive potential. Ten soybean cultivars were sown in 3 different dates (11/06/2022, 11/23/2022 and 12/09/2022) in a 10 x 3 factorial scheme, in the Northwest Region of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. Before sowing, it was a chemical analysis and soil correction were carried out to implement the crop. Throughout the cycle, flowering, plant height, height of the first pod, number of grains per pod, number of pods per plant, number of nodes, thousand grains weight, productivity and cycle duration were evaluated. Data analysis was carried out with the help of the Genes Program, where it was verified that there was an interaction between the genotypes and the environment (cultivars X sowing times), through joint data analysis (Test F at 5% error probability), for the analyzed variables. The data obtained from each cultivar at different times indicate that the sowing dates 06/11/2022 and 23/11/2022 had greater difficulties in establishment and prolonged periods of water stress in important phases of the crop, which harmed the development of some characters such as number of pods and number of grains per pod. The sowing date 09/12/2022 was the most productive, due to the highest rainfall in important phases of the crop. The cultivar most adapted to different environments was BMX Lótus, as its average productivity in the three sowing seasons was the one that stood out the most, while Pionner's cultivar 95R51 was the least productive cultivar, which may be combined with the low rainfall and to the short cycle. The highlighted cultivars, in addition to the BMX Lótus cultivar, on the sowing date of 12/09/2022 were also BMX Cromo and DM 56i59, both showing average productivity above 3,000 ha<sup>-1</sup>, even in conditions not favorable to production.

Keywords: Genotype x environment interaction; cultivar; agronomic performance; *Glycine max*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Condições de temperatura diária e precipitação durante as datas de semeadura na safra 2022/23, no município de Cerro Largo - RS. ....	25
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características dos genótipos de soja avaliadas. ....	23
Tabela 2 - Análise de variância conjunta para os caracteres floração (FLOR), ciclo (MAT), altura de plantas (ATL), altura de inserção de primeira vagem (A1V), número de grãos por vagem (NGV), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de nós (NNÓ), peso de mil grãos (PMS) e produtividade (PROD). ....	27
Tabela 3 - Desdobramento das médias da interação genótipo x ambiente para as variáveis: floração (FLOR), ciclo (MAT), altura de plantas (ATL), altura de inserção de primeira vagem (A1V).....	28
Tabela 4 - Desdobramento das médias da interação genótipo x ambiente para as variáveis: número de grãos por vagem (NGV), número de vagem por planta (NVP), número de grão por planta (NGP) e número de nó por planta (NNÓ).....	31
Tabela 5 - Desdobramento das médias da interação genótipo x ambiente para as variáveis: peso de mil grãos (PMS) e produtividade (PROD). ....	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
2.1	A CULTURA DA SOJA.....	14
2.2	CARACTERÍSTICAS DA CULTURA.....	15
2.3	EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS .....	17
2.4	INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE .....	19
2.5	COMPONENTES DE RENDIMENTO.....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das mais importantes culturas agrícolas na economia mundial, devido à grande flexibilidade no uso de seus grãos pelas indústrias, tanto na produção de óleo vegetal, quanto em rações para alimentação animal, indústria química e de alimentos. O óleo obtido dos grãos pode ser utilizado como uma alternativa de biocombustível (COSTA NETO e ROSSI, 2000).

A soja é a principal cultura agrícola produzida e ocupando no Brasil 41,5 milhões de hectares, sendo 6,36 milhões de hectares no Rio Grande do Sul (CONAB, 2023). Entre os fatores que podem comprometer a produtividade da cultura, salienta-se a importância da boa disponibilidade hídrica ao decorrer de todo o ciclo da cultura para que esta possa expressar o seu potencial produtivo.

Cultivada em diversos tipos de ambientes, a soja é capaz de produzir desde altas latitudes até as baixas latitudes, isso devido ao grande avanço do melhoramento genético, que produziu cultivares adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas, resistentes às principais pragas e doenças, além do alto potencial produtivo, permitindo assim a sua expansão por todo o território nacional (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

A cultura da soja é caracterizada como planta de dias curtos, devido a este fator o seu florescimento é induzido quando os dias ficam menores que um valor crítico máximo, em função desta resposta ao fotoperíodo, quando ocorrem mudanças de faixas de latitude ocorrem também mudanças na duração do ciclo da cultivar, com isso, produtores que cultivam em latitudes maiores, optam por cultivares de período juvenil curto, enquanto que produtores que cultivam em latitudes menores, preferem cultivares de período juvenil longo (ROCHA, 2009; SEDIYAMA *et al.*, 2015).

Os estímulos ao fotoperíodo são percebidos pela planta através das folhas, devido às alterações de fitocromo P660 (aumenta durante a noite) e P730 (aumenta durante o dia), com isso as noites longas induzem a soja a florescer devido a maiores concentrações de P660, sendo o período noturno o indutor de floração (ZANON *et al.*, 2022).

A produtividade de uma lavoura de soja é construída através de seus componentes de rendimento, número de plantas por área é definido durante a semeadura e estabelecimento da cultura, enquanto que o número de legumes é alterado de acordo com espaçamento e densidade de plantas utilizadas, demais componentes como número de grãos por legume (influenciado geneticamente), peso de mil grãos, sofrem grande influência ambiental, sendo alterados de

acordo com as condições hídricas e também através do manejo da cultura e fertilidade do solo (ZANON *et al.*, 2022). Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de dez cultivares de soja no município de Cerro Largo - RS, em três repetições em datas de semeadura distintas, desde o início do zoneamento da cultura.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DA SOJA

A Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem sua origem na região Nordeste da China, onde os primeiros relatos no Brasil datam de 1882 na Bahia (SEDIYAMA *et al.*, 2015). Segundo o mesmo autor, a soja teve um bom desempenho no Rio Grande do Sul, devido às condições climáticas similares com o Sul dos EUA, no RS obtiveram-se os primeiros cultivos por volta de 1891 sendo produzida por japoneses e seus descendentes.

A soja é uma das principais culturas cultivadas no mundo, sendo está destinada para alimentação humana, animal e biocombustíveis, além de atuar como substituta do petróleo e outras. Apresenta grandes escalas de produção, devido ao seu alto potencial produtivo e alto potencial de retorno econômico. O Brasil destaca-se como o maior produtor de soja na safra 2021/2022 (CONAB, 2023).

De acordo com Sedyama *et al.*, (2015), após os anos de 1950 iniciaram-se as previsões de grandes potenciais da cultura, e com isso chegou à necessidade de se ter cultivares adaptadas às mais diversas regiões do país, sendo de suma importância o contínuo estudo e conhecimento sobre a espécie, além do entendimento das suas reações aos ambientes em que é cultivada. Com o grande incremento na produção da soja em 1960, devido ao início do cultivo de trigo-soja no RS, atrelado também às políticas governamentais, o Brasil passou a ocupar o 2º lugar em produção e exportação desta oleaginosa.

O Departamento de Agricultura dos EUA (FAS/USDA, 2023), relata que a área colhida de soja mundialmente na safra 2022/2023 é de 134,18 milhões de hectares, representando uma produção de 369,64 milhões de toneladas. Segundo o mesmo autor, o Brasil ocupa a primeira posição, sendo o maior produtor desta oleaginosa, sua área representa 32,6% enquanto os EUA que ocupam a segunda posição no ranking mundial, tem uma área que corresponde 26% da área cultivada com a soja mundialmente.

No Brasil foram cultivados 41,5 milhões de hectares na safra 2021/2022, e se tem uma previsão de que na safra 2022/2023 a área cultivada seja de aproximadamente 43,6 milhões de hectares, isso representando um aumento de 5%.

A produtividade média desta safra (2021/2022) foi de 3.026 kg/ha, e se tem uma estimativa de que na safra 2022/2023 se tenha um aumento de 16%, representando uma média

de 3.527 kg/ha. A produção do Brasil na safra 2021/2022 foi de 125,55 milhões de toneladas, já as estimativas para a safra de 2022/2023 são de 153,63 milhões de toneladas (CONAB, 2023).

Dados da CONAB (2023), apresentam que o Rio Grande do Sul produziu 9,11 milhões de toneladas na safra 2021/2022 e para a safra 2022/2023 a estimativa é que essa produção alcance os 14,51 milhões de toneladas, representando um aumento de 60%, isso devido ao fenômeno La Niña. Na safra 2021/2022 o RS cultivou uma área de 6.358 milhões de hectares e para a safra de 2022/2023 a estimativa é de 6.555 milhões de hectares, que correspondem a um aumento de 7%. Atualmente o RS é o quarto maior produtor de soja em grãos do Brasil, superado pelos estados de Mato Grosso, Paraná e Goiás (CONAB, 2023).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DA CULTURA

Segundo Sedyama *et al.*, (1985) a soja tem um sistema radicular composto por uma raiz axial principal e por raízes secundárias distribuídas em quatro ordens, no entanto esse sistema radicular tem sua raiz principal pouco desenvolvida, o que caracteriza-o como difuso. A planta apresenta raízes cujas quais contém nódulos, estes apresentam interações simbióticas com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, promovendo assim a fixação do nitrogênio do ar atmosférico e o disponibiliza para a planta na forma de nitrato, suprimindo assim as necessidades de N ao decorrer do ciclo (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

O autor Sedyama *et al.*, (2015), também relata que o tipo de crescimento determinado é caracterizado por plantas com inflorescências racemosas terminal e axilar, tendo o seu crescimento vegetativo paralisado após o florescimento, salvo em algumas circunstâncias, cujas quais podem ainda se desenvolver 10% da sua altura e matéria seca final. No geral essas plantas possuem menor altura e maior ramificação, com isso o número de nós é afetado, sendo reduzido (VERNETTI JÚNIOR, 2009). Plantas com crescimento semideterminado também são providas de inflorescência racemosa terminal e axilar, mas, no entanto, quando chegam ao florescimento, estão com apenas 70% da sua altura e matéria seca final, continuando o seu desenvolvimento após a floração (SEDIYAMA *et al.*, 2015). Segundo o mesmo autor, as cultivares de crescimento indeterminado possuem apenas inflorescência axilar e a gema terminal mantém a sua atividade mesmo após o florescimento, com isso favorece o desenvolvimento de nós e alonga o caule, além de sua maturação de vagens iniciar a partir da parte inferior da planta, diferentemente das cultivares de ciclo determinado e semideterminado, cujas quais se inicia da parte superior para inferior.

Suas folhas ao decorrer do ciclo podem apresentar três tipos: as cotiledonares sendo estas as iniciais, as unifolioladas que aparecem também no início do desenvolvimento e, as trifolioladas que aparecem logo após as unifolioladas formando os trifólios e permanecem até a senescência da planta (SEDIYAMA *et al.*, 1985). As flores são completas, ou seja, contém cálice, corola, androceu e gineceu, e ainda hermafroditas, sendo que o hipocótilo tem a mesma coloração das suas flores, devido a influência do mesmo gene, podendo ser de coloração branca, arroxeada ou intermediária, variando de acordo com a genética da cultivar. A sua abertura floral geralmente ocorre pela manhã, podendo ser influenciada pela umidade e temperatura do ambiente (SEDIYAMA *et al.*, 1985).

Já referente ao fruto, é definido como legume, popularmente chamado de vagem, sendo que a coloração das vagens até a maturação fisiológica é verde e após esse estágio podem ser pretas, marrom ou amarelo-palha, variando de acordo com a cultivar (SEDIYAMA *et al.*, 2015). O formato do fruto pode ser achatado, levemente curvado, deiscente e pubescente, podendo conter de uma a cinco sementes por vagem, sendo mais comumente encontrado vagens com duas a três sementes (MÜLLER, 1981).

A soja é caracterizada como uma planta de dias curtos, ou seja, o seu florescimento é induzido quando os dias ficam menores que um valor crítico máximo, sendo esta variável para cada genótipo (ROCHA, 2009). Em função desta resposta ao fotoperíodo, quando ocorrem mudanças de faixas de latitude, também se altera a duração do ciclo da cultivar, sendo assim, os produtores que cultivam em latitudes maiores, optam por cultivares de período juvenil (período inicial do desenvolvimento, em que a planta não é sensível ao fotoperíodo) curto, enquanto produtores que cultivam em latitudes menores, preferem cultivares de período juvenil longo (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

O fotoperíodo da cultura vai do início do amanhecer até ao final do pôr do sol, sendo esta variável de acordo com a latitude do local e da época do ano, esta variação ocorre devido à mudança no ângulo de incidência da radiação, portanto o fotoperíodo é importante na regulação do ciclo da cultura da soja (ZANON *et al.*, 2022).

Em função da planta ser sensível foto e termoperiódicamente, não basta apenas caracterizar o seu ciclo, mas também o seu grupo de maturidade relativa (GMR), com isso as cultivares podem ter o mesmo ciclo reprodutivo e vegetativo, mas podem pertencer a GMRs diferentes. Na região Sul do Brasil predominam GMRs de 5.0 a 8.0, tendo uma variação de ciclo que vai de 106 a 137 dias (SEDIYAMA *et al.*, 2015).

O GMR de cada planta é definido através do ciclo de desenvolvimento da planta, que vai desde a semeadura até a sua maturidade fisiológica, com isso, durante o desenvolvimento o

ciclo poderá ser afetado por resposta ao fotoperíodo, práticas de manejo e ainda pela própria resposta da cultivar a adaptação ao local. O primeiro trabalho sobre o tema GMR no Brasil, foi desenvolvido por Alliprandini *et al.*, (2009) onde foi avaliado um grupo de cultivares comerciais em diversas altitudes e latitudes, com isso foi possível quantificar a interação genótipo x ambiente e assim classificá-las de acordo com os GMRs relacionando-os com o seu ciclo de desenvolvimento, sendo assim essas cultivares foram denominadas de “cultivares padrão”, estão são a base para o lançamento de novas cultivares ao decorrer do ano, onde que cultivares de GMR 4.5 a 7 são indicadas para a região subtropical do Brasil e GMR 6.5 a 10 para regiões próximas à linha do Equador (ZANON *et al.*, 2022).

Os estádios fenológicos da planta são definidos e descritos pela metodologia proposta por Fehr e Caviness (1977), este considera duas principais fases durante todo o ciclo da cultura, que são: a fase vegetativa, abrangendo desde a germinação e emergência até o início do florescimento, e a fase reprodutiva que se inicia com o florescimento e se estende até a maturação fisiológica dos grãos, a definição de ambas as fases é feita atrás da observação de folhas, flores, vagens e também das sementes que se encontram nos nós da haste principal da planta.

### 2.3 EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

Além de boas quantidades de chuva distribuídas ao longo de seu ciclo, a soja necessita de outros elementos meteorológicos essenciais, como temperatura do ar, fotoperíodo e radiação solar, estes influenciam diretamente no seu crescimento desenvolvimento e no potencial produtivo da mesma (ZANON *et al.*, 2022).

A água constitui cerca de 90% do peso da planta, sendo de suma importância nos processos bioquímicos e fisiológicos, sendo que as duas fases em que a cultura mais necessita ter água disponível são: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos (FARIAS *et al.*, 2007). Conforme a planta vai se desenvolvendo as necessidades de água diárias vão aumentando, podendo chegar a consumir 8mm/dia na fase de floração-enchimento de grãos, devido a sua maior superfície de folhas (índice de área foliar), com isso a necessidade total que a planta necessita durante o seu ciclo é bastante variável (condições climáticas, manejo adotado), no geral a média varia de 450 a 800 mm/ciclo da cultura (FARIAS *et al.*, 2007).

A demanda total de água é maior conforme o GMR da planta aumenta, sendo assim, devido aos GMRs maiores terem uma maior duração de ciclo de desenvolvimento, quando comparados a GMRs menores semeados na mesma data e local (ALLIPRANDINI *et al.*, 2009).

Segundo Farias, *et al.*, (2007), a soja tem uma melhor adaptação em regiões cujas temperaturas variam de 20°C a 30°C sendo que a sua temperatura ideal para que ocorra um bom desenvolvimento é de 30°C. As regiões em que as temperaturas são menores ou iguais a 10°C geralmente são consideradas impróprias para o cultivo da soja, pois nessas condições o crescimento vegetativo da planta é muito pequeno, podendo muitas das vezes ser nulo. Temperaturas acima de 40°C podem acabar afetando o crescimento das plantas, devido a distúrbios na floração e menor capacidade de retenção de vagens (FARIAS *et al.*, 2007).

De acordo com Zanon, *et al.*, (2022) a temperatura tem grande influência em processos fisiológicos e bioquímicos da planta, pois ela irá atuar como um desacelerador de processos metabólicos (transpiração, respiração, germinação, floração), sendo assim a temperatura do ar é grande influente no desenvolvimento e crescimento das plantas. Na fase de emergência é um período bastante crítico, pois é nela que será definido o estande de plantas por hectare, sendo que temperaturas do ar acima de 35°C podem elevar a temperatura do solo desnudo de até 60°C, com isso causando “tombamento por calor” e morte das plantas. Na fase de florescimento as plantas de soja são bastante sensíveis a temperaturas extremas, ou seja, temperaturas acima de 40°C podem causar abortamento de flores e legumes, sendo a temperatura ideal para a fase reprodutiva da cultura de 25°C (ZANON *et al.*, 2022).

A floração da soja só ocorre quando se tem temperaturas acima de 13°C, com isso muitas vezes pode ocorrer floração precoce em detrimento das altas temperaturas ocorridas, esse fenômeno também pode causar uma aceleração na maturação das plantas, além de resultar em plantas de menor porte (FARIAS *et al.*, 2007).

A soja é uma cultura que exige solos profundos, para que se tenha um bom desenvolvimento radicular, assim explorando uma maior área de solo e conseqüentemente absorvendo maiores quantidades de nutrientes e água (SILVA *et al.*, 2022). O solo deve ser bem estruturado, possibilitando assim a formação de agregados, aeração, facilidade de cultivo e uma boa penetração, a sua topografia deve ser levemente declivosa ou plana, sendo essas, de grande importância para a conservação do solo, tendo assim uma boa drenagem além de uma boa aeração para que se tenha um bom desenvolvimento da cultura (SILVA *et al.*, 2022).

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), tem como objetivo definir as áreas que estão menos sujeitas a riscos de insucesso, isto devido às adversidades climáticas, o zoneamento agroclimático da soja buscou delimitar as áreas que tem a maior aptidão climática

para o cultivo, visando maiores rendimentos e menores riscos. Os períodos favoráveis não significam diretamente que ocorrerá os maiores rendimentos de grãos da cultura, mas sim indicam que é o período que se tem menores riscos de déficit hídrico (FARIAS *et al.*, 2007)

Conforme o ZARC (2022), para o município de Cerro Largo - RS o período ideal para a semeadura da soja, com riscos de 30%, vai de 10 de novembro a 10 de dezembro, para GMRs de 6.2 a 7.2, com isso, ZARC faz as avaliações para decêndios (10 dias) de semeadura e seus dados são baseados em que a emergência ocorra em até 10 dias após a semeadura, quando atrasar essa emergência, deve-se considerar os riscos do decêndio em que a planta emergiu (MAPA, 2022).

## 2.4 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

Quando em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica da planta é resultado de ações que ela sofre do meio em que está, mas quando se considera vários ambientes, além de se ter efeitos genéticos e ambientais se tem um efeito adicional, que ocorre devido a interação entre eles (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). Contudo a avaliação genótipos x ambientes é de suma importância, principalmente na área de melhoramento, pois com isso se tem a probabilidade de um genótipo que tem melhor desempenho em um ambiente, pode acabar não sendo o melhor em outro (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

A interação genótipo x ambiente ocorre quando se tem respostas diferentes de genótipos testados em diferentes ambientes, com isso, ela pode ser simples ou complexa. A interação simples, ocorre quando se tem diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes distintos e pode ser complexa indicando inconsistência na superioridade de algum genótipo devido a variação ambiental, nesses casos se tem a necessidade de realizar um número de avaliações maior e maior quantidade de ambientes (CRUZ e REGAZZI, 1994).

Uma das formas de reduzir a interação genótipo x ambiente é através de cultivares que são adaptadas para a região de cultivo, ou seja, cultivares de ampla adaptabilidade e ótima estabilidade, com isso devido às condições ambientais semelhantes e cultivares de boa adaptação a interação passa a ser não significativa (RAMALHO *et al.*, 1993).

O estudo de genótipos x ambiente apesar de ser de grande importância, não é capaz de nos dizer como cada genótipo irá se comportar em determinado ambiente, para isso é necessário fazer análises de adaptabilidade e estabilidade, fazendo assim que seja possível a previsão de

um comportamento responsivo a determinada variação ambiental (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

## 2.5 COMPONENTES DE RENDIMENTO

Segundo Proulx e Naeve (2009) o rendimento de grãos é resultado da própria capacidade que a planta tem em interceptar, absorver e utilizar radiação solar, fornecendo assim os fotoassimilados produzidos por ela mesma em favor da sua formação, fixação e desenvolvimento das estruturas reprodutivas; possuindo uma relação direta ao número de grãos.

Os três principais componentes de rendimento da soja são: número de legumes por planta, número de grãos por legume e peso médio dos grãos. Para definir o número de legumes, pode-se fazer uma proporção do número de flores e a capacidade delas se desenvolverem até formar um legume, enquanto o número de grãos por legume as cultivares são selecionadas visando formar três óvulos a cada legume. O peso médio dos grãos é fortemente influenciado pelas condições ambientais além de ser geneticamente determinado (NAVARRO JÚNIOR; COSTA, 2002).

O número de legumes por planta ou área é o componente de rendimento mais importante, quando se busca altas produtividades, mas essa quantidade de legumes irá depender da quantidade de flores produzidas e fixadas na fase reprodutiva da cultura, as plantas de soja produzem botões florais em grande quantidade, mas a taxa de abortamento também é elevada, em condições normais, varia de 40% a 80%, sendo que o número de legumes da planta só poderá ser definido nos primeiros 5 dias após a antese (THOMAS e COSTA, 2010). O número de grãos por legume é um dos componentes que menos sofre variações, pois o melhoramento genético busca dois grãos por legume, ocorrem variações de um a quatro grãos, mas a média das plantas é de dois grãos (THOMAS e COSTA, 2010).

Segundo Thomas e Costa (2010), o peso médio dos grãos é representado pelo tamanho do grão, com isso podendo variar de acordo com a cultivar e as características climáticas, com isso, o peso que cada grão irá adquirir será produto da taxa e duração do período de enchimento de grãos, sendo que a presença de água é fundamental nesta fase, sendo normalmente determinado após a fixação dos legumes. Além destes componentes primários, a soja tem uma série de componentes secundários como, número de nós, ramificações, taxa fotossintética, mas estes componentes acabam sofrendo efeito dos primeiros, com isso, podem ser medidos indiretamente através dos primários.

A soja pode ser considerada uma espécie de grande plasticidade, devido a esta característica, tem a capacidade de se adaptar quando ocorrem variações populacionais na semeadura e de acordo com a distância das linhas de semeadura, compensando assim muitas vezes o rendimento de grãos, mas é importante uma semeadura realizada da melhor maneira possível visando a melhor absorção dos fatores ambientais que estão disponíveis, como: radiação solar, nutrientes e água (THOMAS e COSTA, 2010).

Em uma análise feita por Zanon *et al*, (2022), a data de semeadura é a variável mais importante quando se busca elevados níveis de produtividade, com isso épocas de semeadura mais precoces de acordo com o ZARC, apresentam maior coeficiente fototérmico, resultando em maiores produtividades, sendo que o período recomendado para a semeadura ser realizada no Rio Grande do Sul é de outubro até final de novembro, com a utilização de cultivares de GMRs precoce.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no município de Cerro Largo, na comunidade Tremonia, com coordenadas aproximadas de 28°11'24" S e 54°40'54" W e altitude de 196m em relação ao nível do mar. Segundo Köppen e Geiger, o clima é considerado como Cfa, sendo este, quente e temperado com precipitação bem distribuída durante o ano. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho, pertencendo a unidade de mapeamento Santo Ângelo segundo Streck *et al.*, (2008), a área encontra-se sob plantio direto há cerca de 17 anos. A cultura antecessora ao experimento foi a cultura do trigo (*Triticum spp.*), deixando palhada no local. A mensuração dos dados meteorológicos, realizaram-se através dos dados fornecidos pela estação meteorológica da UFFS – Cerro Largo, com uma distância em linha reta de 9200 metros. Sendo também acompanhado as precipitações no local com pluviômetro do tipo cônico São Izidro.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (10x3), sendo 10 cultivares com três datas de semeadura, as cultivares de soja são: BMX TROVÃO, BMX CROMO, BMX LÓTUS, DM 56i59, TMG 2757, TMG 7362, PIONEER 95R51, GH5933, NS 5505, ST 580. Antes de implantar o experimento definiu-se que seria utilizado 13 plantas por metro linear, sendo este o número recomendado para a maioria das cultivares utilizadas simulando 260.000 plantas ha<sup>-1</sup>, o tamanho de cada parcela foi de 5x2,5 m, totalizando 90 parcelas de 12,5 m<sup>2</sup>. Cada parcela foi implantada com cinco linhas de cinco metros lineares, onde o espaçamento entre cada linha foi de 50cm. Para a coleta de dados, definiu-se as três linhas centrais como úteis, deixando uma bordadura de 50cm nas extremidades, com isso a parcela útil mediu quatro metros de comprimento incluindo três linhas de semeadura, totalizando 6m<sup>2</sup> de parcela útil. A semeadura foi realizada com uma semeadora adubadora de precisão (KF 7040), de 7 linhas, foi utilizado apenas 5 linhas, para a elaboração da parcela, sendo em três datas de semeadura.

As semeaduras foram realizadas em três datas, sendo elas, 06 de novembro, 23 de novembro e 09 de dezembro, todas em 2022. Foi realizada a amostragem do solo 50 dias anteriormente a implantação do experimento e enviada ao laboratório para análise química e física visando avaliar a necessidade de calagem e correção de pH, para uma alta produtividade. Quanto a correção do solo, não foi necessária segundo os dados fornecidos pela análise, mas foi necessário aplicar Potássio(K) e Fósforo(P) a lanço para suprir as exigências da cultura de acordo com os dados obtidos. O manejo de pragas e doenças foi feito de forma monitorada, realizado no Período Anterior a Interferência (PAI), sendo avaliado as necessidades de cada

parcela. Portanto avaliou-se 10 cultivares de soja registradas e recomendadas para o cultivo na região (Tabela 1). As cultivares foram cedidas pelos produtores da região, sendo utilizadas as que mais são cultivadas.

Tabela 1 - Principais características dos genótipos de soja avaliadas.

<b>CULTIVAR</b>	<b>OBTENTOR</b>	<b>HÁBITO DE CRESCIMENTO</b>	<b>CICLO</b>	<b>PMS</b>	<b>GMR</b>
Pioneer 95R51	Pioneer	Indeterminado	Superprecoce	183g	5.1
BMX Trovão	Brasmax	Indeterminado	Superprecoce	182g	5.2
NS 5505	Nidera	Indeterminado	Superprecoce	183g	5.5
BMX Cromo	Brasmax	Indeterminado	Precoce	185g	5.6
DM 56i59	Dom Mário	Indeterminado	Precoce	181g	5.6
TMG 2757	TMG	Indeterminado	Precoce	190g	5.7
ST 580	BASF	Indeterminado	Precoce	181g	5.8
TMG 7362	TMG	Indeterminado	Precoce	192g	6.1
BMX Lótus	Brasmax	Indeterminado	Precoce	179g	6.1
GH 5933	Golden Harvest	Indeterminado	Precoce	181g	6.1

Fonte: Elaborado pelo autor com informações fornecidas pelos obtentores das cultivares (2023)

Ao total as noventa parcelas foram avaliadas, sendo levado em consideração, data de floração plena, o ciclo, altura de plantas, altura da primeira vagem, número de grãos por vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de nós, peso de mil grãos e ainda produtividade final.

Para determinar a floração plena, foi definido quando mais de 50% das plantas da parcela apresentavam ao menos uma flor completamente desenvolvida em um dos dois nós superiores da haste principal (Fehr e Caviness, 1977). Ao avaliar o ciclo, levou-se em consideração o número de dias após a emergência até a data de dessecação, que coincidiu com a maturidade fisiológica da planta. A altura de plantas foi definida conforme a distância do solo até a inserção da última vagem na haste principal. A altura da primeira vagem foi avaliada conforme a distância do solo até a inserção da primeira vagem presente na haste principal. Número de grãos por vagem, número de grãos por planta, número de vagens por planta, número de nós, peso de mil grãos (PMG) e produtividade final foram medidos no laboratório da Universidade Federal da Fronteira Sul - Cerro Largo, sendo avaliado 5 plantas coletadas de

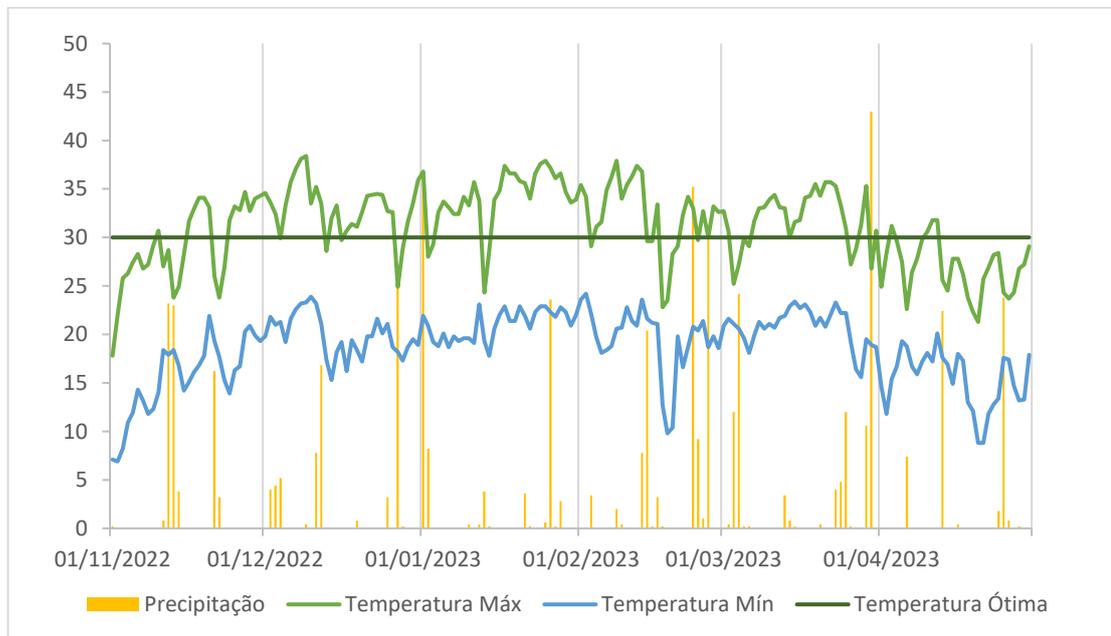
forma aleatória em cada parcela, onde número de nós levou-se em consideração a haste principal, o PMG foi avaliado de acordo com a RAS (Regra de Análise de Sementes) e a produtividade foi estipulada de acordo com o peso obtido da parcela útil, sendo corrigido para umidade de 13% através do aferidor de umidade automático Motocomo e extrapolado o valor para kg/ha.

Após a coleta dos dados, e colheita do restante das parcelas, realizou-se análises estatísticas com o auxílio do Programa Genes (CRUZ, 2006), onde verificou-se a existência de interação genótipo X ambiente (cultivares X datas de semeadura), por meio de análise conjunta de dados (Teste F a 5% de probabilidade de erro) para as variáveis avaliadas. Em seguida foi realizado o teste de médias, teste de Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soja é uma cultura que é altamente responsiva às condições de tempo, contudo devido a ser um ano com baixos índices pluviométricos de acordo com a média dos últimos anos a cultura apresentou dificuldades no seu desempenho. Analisando os dados fornecidos pela estação meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul campus Cerro Largo, pode-se visualizar que no período da safra ocorreu um déficit hídrico até meados de janeiro (2023), com precipitações inferiores a 100mm mensais (Figura 1).

Figura 1 - Condições de temperatura diária e precipitação durante as datas de semeadura na safra 2022/23, no município de Cerro Largo - RS.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Analisando o gráfico acima, observa-se que o comportamento das temperaturas e da precipitação no período da safra, foram aos extremos, onde se teve um período de 26/12 a 28/01 com temperaturas máximas acima dos 35°C, que coincidiram com o período em que grande parte das cultivares estavam no estágio de floração plena, aumentando o número de flores e vagens abortadas pelas plantas. Nesta fase de floração e enchimento de grãos a cultura pode chegar a consumir 8mm diários, sendo assim devido aos baixos índices pluviométricos a planta passou grande parte de seu ciclo com stress hídrico (FARIAS *et al.*, 2007). As precipitações durante todo o período do experimento foram em sua maioria irregulares, o que dificultou alcançar maior potencial produtivo (Figura 1). A precipitação pluviométrica foi de 457mm ao decorrer do ciclo das três datas de semeadura, tendo uma pequena variação de 10% de pluviosidade entre as datas.

Durante a primeira data de semeadura (06/11/2022), as precipitações foram bem abaixo do ideal, ocorrendo a cada 15 dias no geral com índices baixos, em torno de 20mm, isto associado às altas temperaturas, conforme mostra a figura 1, que desde a emergência da cultura até o final do seu ciclo se obteve máximas acima da temperatura ótima para o desenvolvimento da mesma, acabou afetando o seu desenvolvimento, onde as mesmas tiveram um desenvolvimento lento inicialmente, demorando para que houvesse o fechamento de entre linhas e acelerando o seu florescimento. As maiores precipitações ocorreram no seu enchimento de grãos, que ocorreu nas datas 23/02 e 26/02 totalizando 60mm, o que ajudou com que as cultivares mantivessem um maior PMS.

A segunda data de semeadura 23/11/2022, também foi afetada pelas altas temperaturas e períodos de escassez hídrica, fazendo com que as plantas abortassem suas flores e legumes na fase canivete, tendo um menor número de vagens e menor PMS quando comparada com a primeira data, sendo que as precipitações mais significativas chegaram quando a cultura já estava na fase de enchimento de grãos.

Quanto a terceira data de semeadura 09/12/2022, se teve melhores precipitações logo após a sua emergência, ocorrendo precipitações significativas 27/12 e 01/01 totalizando 61mm, o que favoreceu para que se obtivesse um desenvolvimento inicial acelerado da e tempo para fechamento de entre linhas menores. Ao se aproximar do final do ciclo, quando as cultivares estavam em transição de floração para estágio R5.1, se obteve mais precipitações significativas, 23/02 e 26/02 totalizando 60mm, o que favoreceu que as cultivares mantivessem um maior número de vagens viáveis, além de manter maior quantidade de grãos por vagem, mas após este período as precipitações foram muito baixas, e associadas as altas temperaturas, acabaram influenciando no PMS das cultivares, fazendo com que as mesmas ficassem com PMS menor que a primeira e segunda data de semeadura.

A interação dos genótipos com ambiente significativa foi observada para todos os caracteres avaliados, sendo assim as cultivares apresentam comportamentos diferentes quando submetidas a uma data de semeadura diferenciada.

Tabela 2 - Análise de variância conjunta para os caracteres floração (FLOR), ciclo (MAT), altura de plantas (ATL), altura de inserção de primeira vagem (A1V), número de grãos por vagem (NGV), número de vagem por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de nós (NNÓ), peso de mil grãos (PMS) e produtividade (PROD).

F.V	G.L	Quadrados Médios				
		FLOR	MAT	ALT	A1V	NGV
Genótipos(G)	9	17,17 <sup>ns</sup>	137,63 <sup>*</sup>	653,59 <sup>**</sup>	66,07 <sup>*</sup>	0,15 <sup>ns</sup>
Ambiente(A)	2	283,08 <sup>**</sup>	2728,03 <sup>**</sup>	788,27 <sup>**</sup>	22,80 <sup>**</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
G x A	18	11,88 <sup>**</sup>	52,05 <sup>**</sup>	27,28 <sup>**</sup>	23,44 <sup>**</sup>	0,16 <sup>*</sup>
Resíduo	60	0,39	0,29	7,89	2,11	0,07
Média Geral		40,84	112,63	65,98	14,82	2,06
C.V (%)		1,53	0,48	4,26	9,81	12,90

F.V	G.L	Quadrados Médios				
		NVP	NGP	NNÓ	PMS	PROD
Genótipos(G)	9	555,16 <sup>ns</sup>	1570,81 <sup>ns</sup>	5,79 <sup>ns</sup>	1175,05 <sup>*</sup>	1045402,67 <sup>ns</sup>
Ambiente(A)	2	1629,63 <sup>**</sup>	5814,01 <sup>**</sup>	4,15 <sup>**</sup>	3557,90 <sup>**</sup>	1842367,68 <sup>**</sup>
G x A	18	487,68 <sup>**</sup>	1694,65 <sup>**</sup>	4,47 <sup>**</sup>	390,82 <sup>**</sup>	504258,28 <sup>**</sup>
Resíduo	60	75,49	291,07	0,75	73,28	96352,91
Média Geral		59,86	121,96	17,60	182,93	2271,07
C.V (%)		14,51	13,99	4,92	4,68	13,67

\*\* e \*. Significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente. <sup>ns</sup>: correspondem a não significativo.

Fonte: Autor (2023).

O coeficiente de variação (C.V.) do experimento observado oscilou entre 0,48% para a variável ciclo e 14,51% para a variável número de vagens por planta (Tabela 2). Essa faixa de C.V. é bastante interessante quando se fala de experimentos a campo segundo Pimentel Gomes (1985), onde o C.V. é considerado médio entre valores de 10 e 20%, acima de 20% considera alto sendo que quanto maior o C.V. menor a precisão do experimento.

Tabela 3 - Desdobramento das médias da interação genótipo x ambiente para as variáveis: floração (FLOR), ciclo (MAT), altura de plantas (ATL), altura de inserção de primeira vagem (A1V).

GENÓTIPOS	FLOR			MAT		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
BMX Trovão	41,33Bb*	44,33Aa	36,66Cc	111,33Aa	106,33Bd	101,66Cd
BMX Cromo	41,66Bb	44,66Aa	37,33Cb	120,33Ae	116,66Ba	102,33Cc
DM 56i59	41,66Bb	44,66Aa	36Cc	119,33Af	113,66Bc	101Cd
TMG 2757	42Bb	44,66Aa	36,66Cc	114,33Ag	115Ab	102,33Bc
TMG 7362	41Bb	44,66Aa	37,66Cb	129,33Ab	112,33Bd	106,33Ca
BMX Lótus	41,66Bb	43,66Aa	39,33Ca	129,33Ab	116,33Ba	104,66Cb
95R51	41,33Ab	33,66Cb	36,33Bc	109Ah	102,33Be	101Cd
GH 5933	43,66Aa	43,66Aa	37,33Bb	127,33Ac	117Ba	102,66Cc
NS 5505	41,66Bb	44,33Aa	37Cb	113,66Ag	112,66Bd	101,33Cd
ST 580	42,33Bb	44,66Aa	39,66Ca	124Ad	115Bb	104,33Cb

GENÓTIPOS	ALT			A1V		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
BMX Trovão	66Bc*	74Ab	66,46Bb	14,23Bb	17,80Aa	14,86Bb
BMX Cromo	63,56Ac	61,60Ac	54,93Bc	18,75Aa	16,60Aa	13,13Bc
DM 56i59	62,30Ac	66Ab	60,93Ac	19,71Aa	13,06Bb	12,93Bc
TMG 2757	70,26Ab	70,80Ab	60,46Bc	11,58Bc	16,86Aa	11,46Bc
TMG 7362	77,13Ba	82,73Aa	69,20Cb	14,10Ab	13,66Ab	15,93Ab
BMX Lótus	80,86Aa	85,33Aa	73,46Ba	9,30Bc	17,60Aa	11,06Bc
95R51	50Be	55,26Ad	42Cd	11Ac	11,73Ab	5,80Bd
GH 5933	69,70Ab	69,13Ab	58,86Bc	20,60Aa	16,13Ba	21,40Aa
NS 5505	58,23Bd	69,66Ab	59,33Bc	15,30Ab	13,26Ab	14,60Ab
ST 580	72,73Ab	70,13Ab	58,26Bc	19,73Aa	15,93Ba	16,93Bb

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na HORIZONTAL constituem um grupo estatisticamente homogêneo. Média seguida pela mesma letra minúscula na VERTICAL constituem um grupo estatisticamente homogêneo.

Fonte: Autor (2023).

Durante a floração, as cultivares tiveram diferentes comportamentos, sendo que em sua grande maioria aumentou o período para floração plena na segunda data de semeadura, e reduziu na terceira data, quando comparada à primeira. Conforme cita Sediya (et al., 2015), as cultivares de soja tendem a reduzir o seu período de floração quando atingem o fotoperíodo

crítico, sendo que esta percepção ocorre através das folhas, com isso, quanto mais tardia for a semeadura, menor é período para as cultivares iniciarem o seu florescimento, reduzindo o período vegetativo das mesmas.

Quanto aos caracteres avaliados no experimento, observou-se que nenhuma cultivar, mesmo sendo de mesmo GMR, apresentou homogeneidade no seu desenvolvimento, sendo que em cada data de semeadura a cultivar tende a se comportar de forma diferenciada, devido a fatores os quais ela está exposta ambientalmente (Tabela 3).

O ciclo de cultivares impacta diretamente o momento da maturação e, conseqüentemente, o rendimento da soja. Quanto ao ciclo, também houve diferentes respostas, sendo que quanto mais tardia foi a data de semeadura, menor foi o ciclo do genótipo, sendo esta uma característica comum da soja, devido a sua responsividade fotoperiódica. As cultivares segundo Zanon (*et al.*, 2022) percebem uma mudança no ângulo de incidência solar, sendo assim, conforme se altera este ângulo, a resposta quanto a duração de ciclo é alterada, indiferentemente do GMR o qual a cultivar pertence, seu ciclo será reduzido, quanto mais próximo do final do zoneamento climático for a semeadura. Das dez cultivares avaliadas, a cultivar BMX Trovão, foi a que teve maior resposta fotoperiódica, resultando em uma redução de 30 dias no seu ciclo, comparando semeadura de 06/11/2022 com semeadura em 09/12/2022. Já a cultivar 95R51 foi a que teve menor resposta à incidência dos raios solares, sendo que seu ciclo se reduziu apenas oito dias, quando comparadas a semeadura do dia 06/11 com 09/12.

As condições climáticas durante o ciclo de crescimento da soja podem influenciar a altura da planta, nas áreas com verões mais quentes e secos, as plantas tendem a ser mais baixas, enquanto em condições mais favoráveis, o crescimento pode ser mais robusto, alongando a distância de entre nós (COBER *et al.*, 2021). A altura de planta varia entre variedades de soja, onde as variedades de porte mais alto podem ser selecionadas para otimizar a interceptação de luz, enquanto variedades mais curtas podem ser preferíveis em condições de menor vigor devido a ventos fortes ou manejo específico, visando menores chances de acamamento (McBLAIN *et al.*, 1987). As cultivares apresentaram diferentes respostas, quando a altura de plantas, onde que cultivares da segunda data de semeadura (23/11), tiveram no geral uma altura maior, variando de 1 a 8 cm a mais quando comparadas com primeira e terceira data, isto tem relação direta com a precipitação em estágios importantes (Figura 1), principalmente no período vegetativo, onde se teve um acúmulo de 62,4 mm de chuva, com isso a planta tende a ter um crescimento acelerado cobrindo o solo rapidamente e conseqüentemente criando um microclima favorável para o seu desenvolvimento.

A altura de inserção da primeira vagem de soja é uma característica agrônômica importante, principalmente na operação de colheita mecânica dos grãos, onde segundo Queiroz (*et al.*, 1978) a altura da primeira vagem deve ser no mínimo 13cm, para que se reduza as perdas durante a colheita. Assim, com relação à média dos valores absolutos da altura de inserção da primeira vagem do presente experimento, a cultivar 95R51 foi a que apresentou maiores limitações à colheita mecânica, ficando com média de valores abaixo de 13cm nas três datas de semeadura, enquanto que as cultivares TMG 2757 e BMX Lótus apresentaram limitações apenas na primeira data e terceira respectivamente, podendo estar atrelado a menor altura de plantas que conseqüentemente reduz-se a distância de entre nós das mesmas. As demais cultivares utilizadas não apresentaram limitações, ficando com médias acima de 13cm nas três datas de semeadura.

As condições meteorológicas, especialmente durante o período de floração e formação das vagens, exercem uma influência direta no número de grãos por vagem. Fatores como temperatura e umidade afetam o desenvolvimento e a fertilidade dos grãos. O número de grãos por vagem (NGV) é ligeiramente interferido pela densidade de semeadura, e temperaturas ocorridas no período reprodutivo, com isso, as três datas de semeadura tiveram temperaturas acima de 30°C no período reprodutivo, onde muitas vezes aproximou-se dos 40°C (figura 1), sendo que a temperatura ideal para o seu desenvolvimento é de 30°C (FARIAS *et al.*, 2007). A maioria das cultivares se comportou de forma homogênea quanto ao NGV, mesmo que em diferente data de semeadura, as cultivares que tiveram alteração foram apenas a TMG 7362, BMX Lótus e 95R51 que não se comportaram de forma homogênea quando alterado a data de semeadura. As cultivares, quando analisadas de forma geral, mantiveram uma média de dois grãos por vagem, sendo uma média baixa, que pode estar atrelada a baixa precipitação de seu ciclo e altas temperaturas ocorridas.

Tabela 4 - Desdobramento das médias da interação genótipo x ambiente para as variáveis: número de grãos por vagem (NGV), número de vagem por planta (NVP), número de grão por planta (NGP) e número de nó por planta (NNÓ).

GENÓTIPOS	NGV			NVP		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
BMX Trovão	2,03Aa*	2,23Ab	2,03Aa	43,70Bb	36,73Bb	71,43Ab
BMX Cromo	2,13Aa	2,10Ab	2,03Aa	65,20Aa	52,76Ba	74Ab
DM 56i59	2,03Aa	2Ab	1,70Ab	62Ba	64,43Ba	103,93Aa
TMG 2757	2,03Aa	1,96Ab	2,30Aa	72,46Aa	39,80Bb	67,93Ab
TMG 7362	1,93Ba	2,76Aa	2,06Ba	43,83Ab	57,90Aa	55,40Ac
BMX Lótus	2Aa	1,93Bb	1,70Ab	42,16Bb	60,46Aa	70,16Ab
95R51	1,90Ba	1,93Ab	2,43Aa	76,66Aa	53,36Ba	60,63Bc
GH 5933	2,33Aa	2,06Ab	2,26Aa	62,83Aa	57,26Aa	56,73Ac
NS 5505	1,70Aa	1,93Ab	2,06Aa	76,93Aa	50,13Ba	63,66Ac
ST 580	2,20Aa	1,90Ab	2,16Aa	40,16Bb	59,20Aa	53,93Ac

GENÓTIPOS	NGP			NNÓ		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
BMX Trovão	89,89Bb*	82,08Bc	143,86Aa	17,20Aa	16,80Ac	17,53Aa
BMX Cromo	138,75Aa	110,86Bb	145,41Aa	17Aa	17,87Ab	17Ab
DM 56i59	124,93Ba	129,33Bb	177,13Aa	18,16Aa	17,53Ab	17,73Aa
TMG 2757	148,60Aa	77,66Bc	154,46Aa	17,30Aa	17,80Ab	16,13Ab
TMG 7362	85,87Cb	154,20Aa	115,60Bb	17,60Ba	21,33Aa	17,46Ba
BMX Lótus	85,26Bb	117,40Ab	117,16Ab	17,86Ba	20,76Aa	18,06Ba
95R51	143,10Aa	103,86Bc	147,33Aa	15,46Bb	18,40Ab	16,20Bb
GH 5933	145,66Aa	119,66Ab	126,26Ab	18,10Aa	15,46Bc	18,40Aa
NS 5505	130,33Aa	96,73Bc	131,60Ab	17,10Aa	15,60Bc	17,46Aa
ST 580	87,96Ab	112,33Ab	115,33Ab	18,06Aa	18,73Ab	17,86Aa

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na HORIZONTAL constituem um grupo estatisticamente homogêneo. Média seguida pela mesma letra minúscula na VERTICAL constituem um grupo estatisticamente homogêneo.

Fonte: Autor (2023).

Quanto ao número de vagens por planta (NVP), está diretamente relacionado à produtividade final da cultura, onde o NVP é afetado por altas temperaturas, principalmente acima de 40°C, que geralmente estão associadas a um período de stress hídrico, com isso aumentando o número de flores que são abortadas e conseqüentemente diminuindo o número

de vagens viáveis, pois as mesmas em escassez hídricas podem ser abortadas quando ainda em estágio de canivete (FARIAS *et al.*, 2007). As cultivares da segunda data de semeadura (23/11), em sua maioria tiveram uma redução no número de vagens, isto devido a temperaturas em torno de 38°C no seu período reprodutivo, sendo exceção as cultivares, DM 56i59, TMG 7362, BMX Lótus e ST 580 que tiveram um maior número de vagens quando comparada com a primeira data de semeadura. A data de semeadura três (09/12) se sobressaiu as demais, tendo um maior número de vagens viáveis, devido á condições de temperatura mais próximas do valor ótimo e maiores precipitações no período reprodutivo da cultura.

As condições climáticas durante a fase reprodutiva da soja desempenham um papel significativo no número de grãos por planta, as temperaturas adequadas e regimes de chuva consistentes durante a floração e o enchimento dos grãos são essenciais para otimizar essa variável (GAMBIM *et al.*, 2007). O número de grãos por planta, depende exclusivamente do número de óvulos fecundados na vagem e o número de vagens viáveis, sendo assim a terceira data de semeadura se sobressaiu as demais, conforme a tabela 3. A terceira data de semeadura, teve melhores condições ambientais em momentos cruciais, principalmente nos estágios reprodutivos da cultura, onde se teve temperaturas mais amenas, e índices pluviométricos mais elevados, favorecendo assim a fixação dos legumes e conseqüentemente o desenvolvimento dos óvulos.

O número de nós por planta está diretamente relacionado à capacidade da soja em captar luz solar. Uma maior complexidade da planta, resultante de um maior número de nós, pode contribuir para uma maior eficiência na interceptação de luz, favorecendo o processo fotossintético (PURCELL *et al.*, 2004). O número de nós das cultivares, foi pouco afetado, sendo que o número em algumas ocasiões se manteve o mesmo entre as datas, mas a altura de plantas não foi homogênea, isto é, a distância de entre nós foi menor. As cultivares, TMG 7362 BMX Lótus, 95R51, GH 5933 e NS 5505 não se comportaram de forma homogênea nas três datas, ocorrendo uma variação de no máximo 2,6 nós na cultivar GH 5933, as demais cultivares que não se comportaram de forma homogênea esta variação foi de no máximo 2 nós de acordo com cada data de semeadura.

Tabela 5 - Desdobramento das médias da interação genótipo x ambiente para as variáveis: peso de mil grãos (PMS) e produtividade kg/há.

GENÓTIPOS	PMS			PRODUTIVIDADE		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
BMX Trovão	196,90Aa*	183,63Bb	174,16Ba	2267,05Ac	1915,03Ab	2580,48Ab
BMX Cromo	163,16Bb	181,56Ab	174,80Aa	1907,73Bc	2107,46Ba	3319,93Aa
DM 56i59	178,53Bb	200,03Aa	166,80Bb	1959,86Bc	2379,13Ba	3737,50Aa
TMG 2757	205,53Aa	194Aa	166,73Bb	2135,83Ac	2243,03Aa	2288,23Ab
TMG 7362	212,46Aa	197,36Ba	183,73Ba	2488,06Ab	2390,61Aa	2534,83Ab
BMX Lótus	213,80Aa	191,36Ba	167,43Cb	3011,40Aa	2345,01Ba	3199,83Aa
95R51	167,90Ab	174,36Ab	173,73Aa	1968,55Ac	1738,85Ab	1787,11Ac
GH 5933	199,36Aa	187,33Ab	153,30Bc	2009,68Ac	2256,93Aa	1913,56Ac
NS 5505	161,16Ab	171,80Ab	154,63Ac	1608,28Bc	2295,40Aa	1825,53Bc
ST 580	202,70Aa	200,96Aa	188,73Aa	2009,95Ac	1523,63Bb	2383,45Ab

\*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na HORIZONTAL constituem um grupo estatisticamente homogêneo. Média seguida pela mesma letra minúscula na VERTICAL constituem um grupo estatisticamente homogêneo.

Fonte: Autor (2023).

O peso de mil grãos está diretamente relacionado à qualidade dos grãos, onde grãos mais pesados frequentemente apresentam maior teor de nutrientes, resultando em produtos de melhor qualidade para processamento ou consumo, além destes grãos terem maiores quantidades de reservas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2020). O peso de mil grãos (PMS) é determinado geneticamente, mas tem forte influência do ambiente, além de ser uma importante ferramenta para avaliar a qualidade dos grãos, sendo influenciado por diversos fatores, como: genética, clima, densidade de plantio, manejo de dessecação. Com isso entender o que interfere no PMS da cultura facilita para que o manejo seja feito visando maiores produtividades. Ao avaliar o PMS do experimento foi seguido a Regra de Análise de Sementes (RAS) sendo feito 8 repetições de 100 sementes e multiplicado o peso médio por 1000. Em uma média geral das cultivares, a terceira data de semeadura foi a que teve menor PMS, podendo estar associado ao déficit hídrico que ocorreu no final do enchimento de grãos, este déficit durou cerca de vinte dias, sendo correlacionado com altas temperaturas, isso fez com que as cultivares, conseguissem ter uma eficiência de luz solar menor, além de acelerar a maturação do grão, e como consequência menor PMS.

Quanto a produtividade, em todo o estado do RS houve uma quebra de safra, onde segundo a CONAB isso se deve aos impactos negativos do La Niña, causando uma distribuição irregular das chuvas, tendo um baixo volume e ainda associado a altas temperaturas, com isso

as produtividades foram bem abaixo do estimado, sendo que a produtividade do Rio Grande do Sul foi de 1986 Kg/ha, segundo dados fornecidos pela CONAB. Avaliando as datas de semeadura do experimento observou-se que a terceira data de semeadura foi a mais produtiva, mesmo com PMS menor esta data teve um maior número de grãos, o que fez com que a mesma compensasse, representando uma produtividade maior. A produtividade está diretamente ligada ao PMS, número de grãos por planta e número de plantas por hectare, com isso a soma destes componentes a representa.

Analisando a produtividade das cultivares, percebeu-se que ao atrasar o plantio as cultivares analisadas tem maior produtividade, com exceção das cultivares NS 5505 e GH 5933, sendo que estas tiveram um desenvolvimento inicial mais lento, tendo menor permanência dos cotilédones na planta, sendo também sua floração afetada pela escassez hídrica. A terceira data de semeadura foi superior as demais devido as condições climáticas serem mais adequadas, principalmente os índices pluviométricos em estádios importantes para maiores produtividades, que é o caso da floração e enchimento de grãos. Dentre as cultivares, a que se sobressaiu foi a BMX Lótus, onde quando feito uma média de produtividade das três datas de semeadura obteve-se um rendimento de 2852 Kg/ha com isso esta cultivar apresenta menor sensibilidade a data de semeadura, sendo a mais indicada para a região, mas por outro lado a cultivar 95R51 foi a menos produtiva, quando feito uma média das três datas, produzindo 1831,62 Kg/ha, ou seja, esta cultivar apresenta limitações para a região, principalmente em anos que se tem instabilidades pluviométricas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em condições meteorológicas cujo índice pluviométrico é escasso, as cultivares avaliadas se comportaram de forma diferenciada, na interação Genótipo x Ambiente, onde os dados gerados através do Programa Genes facilitaram o entendimento de parâmetros importantes na tomada de decisão de escolha da cultivar. Através da análise feita definiu-se que a terceira data de semeadura (09/12/2022) foi a mais produtiva, levando em consideração as questões meteorológicas oferecidas pelo fenômeno La Niña no ano de 2023.

A cultivar BMX Lótus se sobressaiu as demais, quando levado em consideração as três datas avaliadas, mostrando o seu alto potencial de adaptabilidade e estabilidade ao ambiente inserido. As cultivares BMX Cromo e DM56i59 tiveram altas produtividades na terceira data de semeadura, mas apresentaram limitações quando inseridas na primeira (06/11) e segunda data (23/11), sendo menos estáveis que a Lótus, mas com alto potencial produtivo em ambientes mais adequados cultivo.

Recomenda-se que o experimento seja repetido em outros anos agrícolas, cujos os quais tenham diferentes condições ambientais, para maior aferição de dados.

## REFERÊNCIAS

- ALLIPRANDINI, L. F. et al. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop science**, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília,DF: MAPA/ACS. 395 p. 2009.
- COBER, E. R., et al. Relationships among agronomic traits and canopy reflectance indices in soybean. **Crop Science**, 41. 2021.
- CONCEIÇÃO, A.S., et al. Physicochemical characteristics of soybean grains harvested at different times. **Ciência Rural**, 50. 2020.
- CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento. Série histórica das safras. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-dassafras/itemlist/category/911-soja> Acesso em: 9 de maio de 2023.
- COSTA NETO, P.R. et al. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química nova**, v. 23, n° 4, p. 531-537, 2000.
- CRUZ, C.D. REGAZZI, A.J. CARNEIRO, P.C.S. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. 4ª Edição, Editora UFV, Viçosa, 514 p. 2012.
- CRUZ, C.D. e REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG. Editora UFV, 390p. 1994.
- DO BRASIL, Federativa; BRASÍLIA, D. F. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2023.
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. 2007. Disponível em: [file:///C:/Users/letic/Downloads/circtec48%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/letic/Downloads/circtec48%20(3).pdf). Acesso em: 9 de maio de 2023.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Report, 80).
- GAMBÍN, B. L., et al. Pod number and grain yield in soybean: A review. **Crop Science**, 47. 2007.
- MAPA ZONEAMENTO AGRÍCOLA. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/safravigente/rio-grande-do-sul>. Acesso em 19 de abril.
- MASCARENHAS, H. A. A. TANAKA, R. T. WUTKE, E. B. KIKUTI, H. Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. **O Agrônomo**. Campinas, v. 1, n°57, 2005.

- MCBLAIN, B. A., et al. Response of determinate and indeterminate soybean to row width and population density. **Agronomy Journal**, 79. 1987.
- MÜLLER, L. Taxonomia e Morfologia, In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (ed.) **A soja no Brasil** Campinas: ITAL., p. 65-108, 1062 p. 1981
- NAVARRO, J.H.M. COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n°3, p. 269-274, 2002.
- PROULX, R.A. NAEVE, S.L. Pod removal, shade, and defoliation effects on soybean yield, protein, and oil. **Agronomy Journal**, v. 101, n°4, 2009.
- PURCELL, L. C., et al. Soybean dry matter and N partitioning changes in response to shading at different growth stages. **Field Crops Research**, 86(1). 2004.
- QUEIROZ, E.F de et al. Recomendações técnicas para a colheita mecânica. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, p. 701-10, 1978. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/445565/1/ID2178.pdf>. Acesso em: 23 de agosto.
- RAMALHO, M.A.P; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 271 p. 1993.
- ROCHA, A. A. **Sojicultor de Mato Grosso esvazia o bolso para financiar safra 2008/09**. Valor Econômico, Agronegócio, 2009.
- SEDIYAMA, T. **Melhoramento genético da soja**. Mecenas, Piracicaba, 1° edição, p. 352, 2015.
- SEDIYAMA, T. et al. Botânica, descrição da planta e cruzamento artificial. In: **Cultura da soja - I parte**. Viçosa, MG: UFV, 1985.
- SILVA, F. BORÉM, A. SEDIYAMA, T. & Câmara, G. **Soja: do plantio à colheita**. São Paulo: Oficina de Textos. 2022.
- STRECK, N.A. et al. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, v.67, n.1, p.67-73, 2008.
- THOMAS, A.L. COSTA, J.A. **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, p. 53-112. 2010.
- United States Department of Agriculture. Serviço Agrícola Estrangeiro. 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home/statsByCountry>. Acesso em: 21 de maio de 2023.

VERNETTI, F. de J. VERNETTI JUNIOR, FJ. **Genética da soja: caracteres qualitativos e Diversidade Genética**, – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00083680.pdf>. Acesso em: 25 de outubro.

ZANON, A.J. SILVA, M.R. TAGLIAPIETRA, E.L. CERA, J. C. BEXAIRA, K.P.  
RICHTER, G.L. DUARTE, A.J. ROCHA, T.S.M. WEBER, P.S. STRECK, N.A.  
**Ecofisiologia da Soja: Visando Altas Produtividades**. 2º ed. Santa Maria: Santa Maria: Palloti/SM, v. 1. 432p, 2022.