

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

MATHEUS MARCHEZAN BAUER

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA DE SOJA
EM TERRAS BAIXAS**

**Itaqui
2024**

MATHEUS MARCHEZAN BAUER

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA DE SOJA
EM TERRAS BAIXAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca

**Itaqui
2024**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

B427É Bauer, Matheus Marchezan
ÉPOCAS DE SEMEADURA E GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA DE SOJA
EM TERRAS BAIXAS / Matheus Marchezan Bauer.
46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade
Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2024.

"Orientação: Daniel Ândrei Robe Fonseca".

1. fenologia. 2. caracteres produtivos. 3. ciclo de
desenvolvimento. I. Título.

MATHEUS MARCHEZAN BAUER

**ÉPOCAS DE SEMEADURA E GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA DE SOJA
EM TERRAS BAIXAS**


Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Agronomia da
Universidade Federal do Pampa, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Bacharel em Agronomia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 11/07/2024.

Banca examinadora
Documento assinado digitalmente
 DANIEL ANDREI ROBE FONSECA
Data: 19/07/2024 14:26:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca
Orientador
UNIPAMPA

Prof.^a Dr.^a Thais Fernanda Stella de Freitas
UNIPAMPA

Documento assinado digitalmente
 AMAURI NELSON BEUTLER
Data: 22/07/2024 08:18:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler
UNIPAMPA

Dedico este trabalho às tantas gerações que me antecederam e forjaram, em mim, o amor e a dedicação do homem com a terra.

AGRADECIMENTO

A DEUS, pelo Dom da Vida e da Fé em seus planos, pela presença constante em minha vida e por Sua infinita generosidade, principalmente pelos Seus sinais ao longo da realização desse trabalho;

Ao Prof.^o Dr.^o Daniel Ândrei Robe Fonseca, pelas orientações e ensinamentos. Pela grandeza em saber transmitir a sua sabedoria. Por ser antes de um orientador, um amigo. Antes de um professor, um conselheiro;

Aos professores do curso de Agronomia, em nome da Prof.^a Dr.^a Thais Fernanda Stella de Freitas e do Prof.^o Dr.^o Amauri Nelson Beutler que, gentilmente, aceitaram participar da banca e muito contribuíram para minha formação acadêmica;

Aos servidores e terceirizados do Campus;

Aos meus pais, Rodrigo e Selecir, pelo exemplo, valores e carinho. Sem vocês nada seria possível, tampouco faria sentido;

À minha namorada, Aléxia, pelo amor e companheirismo. Por ser meu porto seguro e minha principal inspiração;

Às minhas avós, Elizabeth e Zulmira, pela ternura e orações. Aos meus avós Wilson, Pedro e Maria Cândida pelo legado que torna suas ausências tão presentes em mim;

Aos meus sobrinhos Igor e Ítalo pela doçura;

Ao meu padrinho Renan, meu irmão Vinícius, minha cunhada Mariana e meus sogros Alexandre e Ivonete pelos exemplos de vida e trabalho;

Aos meus afilhados Arthur e Carolina pela amizade;

A todos os colegas de curso, em especial aos meus irmãos de sonho e parceiros no serviço: Matheus Soares, Mary Kat Pinheiro, Lucas Biscaglia, Laura Dunker, Patrick Albornós, Áureo Fagundes, Juliana Miranda, Eduardo Vieira e Adriano Martines.

A todos os colegas de curso que colaboraram nas sementeiras realizadas à mão: Geovana Azolin, Ricardo Viero, Eduardo Motta, Robson Araújo, Rafael Comin, João Vitor Gomes, Lauri Dockhorn, Natália Scheffer, Leonardo Brandli, Maisa Diel, Isabel Bernardi, Victor Krusser, Pedro Picolo, Karoline Dal Rosso, Rafael Machado, Willian Zimmermann e Alex Pereira.

A todos que, de maneira direta ou indireta, impactaram na formação do meu conhecimento. A gratidão é um bem que não tem prazo de validade.

“Andante como o velho cavaleiro andante
que a sombra da loucura fez lutar em vão,
vou, quixotesicamente, ébrio e delirante
voando sem tirar, jamais, os pés do chão!”.

Rodrigo Bauer

RESUMO

A soja é a planta leguminosa com maior importância econômica no Brasil e no mundo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da soja em diferentes épocas de semeadura e grupos de maturidade relativa em terras baixas. A pesquisa foi realizada na Área Experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) Campus Itaqui, durante o ano agrícola de 2022/23. O delineamento experimental consistiu em parcelas subdivididas. Os blocos corresponderam à cada uma das 3 (três) repetições. Os tratamentos principais (parcelas) dividiram-se nas 4 (quatro) épocas de semeadura analisadas, sendo elas: 21/10/2022; 12/11/2022; 16/12/2022 e 10/01/2023. Os tratamentos secundários (subparcelas) foram compostos pelas cultivares avaliadas, sendo respectivamente: TMG 22x57 I2X, DM 59i58 IPRO, NEO 610 IPRO, BMX GARRA IPRO e TMG 2165 IPRO. Foram avaliados o ciclo de desenvolvimento da cultura e os caracteres produtivos, como: estatura de planta (cm), número de hastes secundárias, número de nós na haste principal, número de vagens na haste principal, número de vagens nas hastes secundárias, número de grãos na haste principal, número de grãos nas hastes secundárias, peso de grãos na haste principal (g), peso de grãos nas hastes secundárias (g) e rendimento de grãos (kg ha^{-1}). Ocorreu a redução no ciclo de desenvolvimento da soja de acordo com o atraso na semeadura. Observou-se que cultivares com GMR maiores, alocadas em mesma data de semeadura, apresentaram um ciclo de desenvolvimento maior. As semeaduras realizadas em outubro e novembro foram superiores às realizadas em dezembro e janeiro nos caracteres estatura de plantas e número de nós na haste principal. Os desempenhos produtivos foram significativos, mas sem a definição de um padrão bem estabelecido, provavelmente afetados pelo baixo regime de chuvas e pelas temperaturas extremas registradas, dificultando a visualização da interferência da época de semeadura e dos GMR no rendimento de grãos.

Palavras-chave: fenologia, caracteres produtivos, ciclo de desenvolvimento.

ABSTRACT

Soybean is the legume plant with the greatest economic importance in Brazil and the world. The objective of this work was to evaluate soybean performance at different sowing times and relative maturity groups (RMG) in lowlands. The research was carried out in the Experimental Area of the Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) Campus Itaqui, during the 2022/23 agricultural year. The experimental design consisted of split plots. The blocks corresponded to each of the 3 (three) repetitions. The main treatments (plots) were divided into the 4 (four) sowing times analyzed, namely: 10/21/2022; 11/12/2022; 12/16/2022 and 01/10/2023. The secondary treatments (subplots) were composed of the cultivars evaluated, respectively: TMG 22x57 I2X, DM 59i58 IPRO, NEO 610 IPRO, BMX GARRA IPRO and TMG 2165 IPRO. The crop development cycle and productive characters were evaluated, such as: plant height (cm), number of secondary stems, number of nodes on the main stem, number of pods on the main stem, number of pods on secondary stems, number of grains in the main stem, number of grains in secondary stems, weight of grains in the main stem (g), weight of grains in secondary stems (g) and grain yield (kg ha^{-1}). There was a reduction in the soybean development cycle due to the delay in sowing. It was observed that cultivars with higher RMG, allocated on the same sowing date, presented a longer development cycle. Sowings carried out in October and November were superior to those carried out in December and January in terms of plant height and number of nodes on the main stem. Productive performances were significant, but without the definition of a well-established pattern, probably affected by the low rainfall and extreme temperatures recorded, making it difficult to visualize the interference of sowing time and RMG on grain yield.

Keywords: phenology, productive characters, development cycle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação pluviométrica diária (mm) durante o ciclo da soja de outubro de 2022 até abril de 2023.....	24
Figura 2. Temperaturas máxima, média e mínima (°C) durante o ciclo de desenvolvimento da soja de outubro de 2022 até abril de 2023..	25
Figura 3. Ciclo de desenvolvimento da soja de outubro de 2022 até abril de 2023	26
Figura 4. Estatura final das plantas (cm).	27
Figura 5. Número de nós na haste principal.....	28
Figura 6. Número de hastes secundárias.....	30
Figura 7. 7A: Número de Vagens Total. 7B: Número de Vagens na Haste Principal. 7C: Número de Vagens nas Hastes Secundárias..	32
Figura 8. 8A: Número de Grãos Total. 8B: Número de Grãos na Haste Principal. 8C: Número de Grãos nas Hastes Secundárias.	34
Figura 9. 9A: Peso de Grãos Total. 9B: Peso de Grãos na Haste Principal. 9C: Peso de Grãos nas Hastes Secundárias.....	36
Figura 10. Rendimento (kg ha ⁻¹).....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

PDC – Planta de Dias Curtos

GMR – Grupo de Maturidade Relativa

IRGA – Instituto Rio-Grandense do Arroz

ENOS – El Niño Oscilação Sul

ZARC – Zoneamento Agrícola de Risco Climático

LPC – Lei de Proteção de Cultivares

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

Cfa – Clima subtropical úmido

TSI – Tratamento de Sementes Industrial

FBN – Fixação Biológica de Nitrogênio

CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina

EPSPs - Enzima 5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase

DAPS – Dias Após a Primeira Semeadura

UE – Unidade Experimental

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

SEM – Semeadura

EM – Emergência

NNHP – Número de Nós na Haste Principal

NHS – Número de Hastes Secundárias

NVT – Número de Vagens Total

NVHP – Número de Vagens na Haste Principal

NVHS – Número de Vagens nas Hastes Secundárias

NGT – Número de Grãos Total

NGHP – Número de Grãos na Haste Principal

NGHS – Número de Grãos nas Hastes Secundárias

PGT – Peso de Grãos Total

PGHP – Peso de Grãos na Haste Principal

PGHS – Peso de Grãos nas Hastes Secundárias

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivo geral	16
1.2 Objetivos específicos.....	16
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 O cultivo da soja em terras baixas no Rio Grande do Sul.....	17
2.2 O fenômeno El Niño Oscilação Sul.....	18
2.3 As épocas de semeadura da soja	19
2.4 Os Grupos de Maturidade Relativa da Soja (GMR)	20
2.5 A influência do fotoperíodo.....	20
3 METODOLOGIA	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a cultura leguminosa com maior importância econômica no Brasil e no mundo. De acordo com os levantamentos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA (2023), a área semeada mundialmente, na safra 2022/23, é de mais de 130 milhões de hectares, com uma produção aproximada de 369 milhões de toneladas. Enquanto isso, no Brasil, maior produtor mundial do grão, os números da safra supracitada ultrapassam 44 milhões de hectares semeados e uma produção superior a 154 milhões de toneladas (CONAB, 2023). O estado do Rio Grande do Sul é um dos maiores produtores da oleaginosa no Brasil, mas sua produção nas últimas safras foi demasiadamente prejudicada por fenômenos climáticos que acarretaram um cenário de grave déficit hídrico, fator limitante ao desenvolvimento produtivo da cultura (Pigatto, 2023).

A soja é uma planta de dias curtos (PDC) sensível ao fotoperíodo. Ocorre a indução ao florescimento a partir do momento em que o número de horas de um dia passa a ser menor que o fotoperíodo crítico da cultivar (Garner & Allard, 1920; Zanon, 2022). A partir disso, a época de semeadura na soja evidencia-se como uma etapa na qual reside uma importante tomada de decisão de manejo, pois determinará temporalmente o posicionamento da cultura frente ao ano agrícola em questão (Vitantonio-Mazzini *et al.*, 2021). A aclimação da data de semeadura às realidades climáticas da área de cultivo é um dos fatores preponderantes para a obtenção de altas produtividades, por conseguinte, é necessária atenção na escolha de cultivares que se ajustem ao fotoperíodo e às condições ambientais da área de cultivo. Afinal, esses fatores são responsáveis diretos pela duração do ciclo de desenvolvimento da soja (Serafin-Andrzejewska *et al.*, 2021). Os genótipos de soja são classificados em diferentes Grupos de Maturidade Relativa (GMR), que segmentam a duração do ciclo da cultura desde a semeadura até a maturidade fisiológica (Alliprandini *et al.*, 2009; Cavalcante *et al.*, 2022).

Diante do cenário de cultivo de soja em terras baixas, implicam-se cuidados na condução do manejo da cultura nesses ambientes, afinal, não são naturalmente recomendadas às culturas de sequeiro, como é o exemplo da soja. Em contrapartida, a técnica de sulco-camalhão é uma tecnologia de cultivo que pode ser usada como estratégia de viabilização do manejo. Ela consiste na formatação da superfície do solo no formato de “telha”, na qual o camalhão corresponde a parte destinada ao cultivo e

o sulco à zona onde é realizado o escoamento do excesso hídrico, advindo do excesso de chuvas ou de técnicas de irrigação (Campos *et al.*, 2021).

1.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho da soja em épocas de semeadura e grupos de maturidade relativa em ambiente de terras baixas.

1.2 Objetivos específicos

Avaliar o comportamento e a duração do ciclo de desenvolvimento de cinco cultivares de soja em áreas de terras baixas na Fronteira Oeste.

Identificar épocas de semeadura e cultivares de diferentes grupos de maturidade relativa com maior adaptabilidade para a Fronteira Oeste, sob produção em terras baixas.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O cultivo da soja em terras baixas no Rio Grande do Sul

O cultivo da soja no estado do Rio Grande do Sul iniciou na segunda década do século XX, passando a ter importância econômica somente em 1941, na região fisiográfica do Alto Uruguai, no município de Santa Rosa (Batista *et al.*, 2024; Dall’Agnol, 2016). Atualmente, a soja é a leguminosa mais semeada em terras gaúchas, principalmente pelo avanço do seu estabelecimento em áreas de terras baixas, que antes eram utilizadas exclusivamente para o cultivo do arroz irrigado (Marin, 2014). As classes de solo mais encontradas nessas áreas são os Planossolos, os Gleissolos, os Neossolos (quartzarênicos), os Plintossolos e os Espodossolos, totalizando cerca de 10% do estado do Rio Grande do Sul. Contudo, apesar do variado número de classes, todas apresentam, como características recorrentes, a deficiente capacidade de drenagem, uma textura predominantemente arenosa, a existência marcante de um horizonte B textural limitando o desenvolvimento natural das raízes em profundidade, além da presença de uma camada subsuperficial compactada (Carmona *et al.*, 2018). Tendo em vista as características citadas, sem a sistematização dessas áreas de terras baixas, trata-se de solos com aptidão natural para a orizicultura (Pinto *et al.*, 2016), carecendo de estratégias de manejo que viabilizem a possibilidade do cultivo de outras culturas.

A viabilização para que a soja e as demais culturas de sequeiro sejam semeadas nessas áreas ocorre devido à construção do sistema sulco-camalhão, técnica que é composta pela disposição da superfície do solo no formato de “telha”, na qual o camalhão consiste na área de cultivo onde são dispostas as linhas de semeadura. Em contrapartida, o sulco corresponde à área onde é escoada a água de drenagem ou conduzida a água de irrigação em períodos de estiagem. Dessa forma, permite que sejam contornados os problemas, nas áreas de terras baixas, tanto em situações de excesso, quanto de déficit hídrico (Parfitt *et al.*, 2023). Todavia, de acordo com a intensidade da ocorrência do fenômeno El Niño Oscilação Sul há a necessidade de tomadas de decisões referentes ao cultivo em terras baixas (Stochero *et al.*, 2020).

2.2 O fenômeno El Niño Oscilação Sul

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) tem, na região do Oceano Pacífico Equatorial, a sua formação. Possui enorme influência no tempo e no clima de vários lugares do planeta Terra (Alberto *et al.*, 2006; Cane, 2001), caracterizando-se como importante agente na economia de distintos lugares, já que impacta diretamente na produção agrícola, que se caracteriza como a atividade econômica mais dependente do clima (Arsego *et al.*, 2018; Hoongenboon, 2000).

O ENOS engloba três padrões climáticos diferentes, sendo eles: o El Niño, a La Niña e o Ano Neutro. Esses padrões são manifestados a partir da variação das temperaturas na superfície do oceano e da circulação atmosférica, acarretando extremos climáticos. O fenômeno El Niño ocorre a partir do aquecimento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, enquanto a La Niña, por ter comportamento oposto ao El Niño, particulariza-se em virtude do resfriamento das águas. Já o Ano Neutro é um padrão climático que ocorre na ausência do pronunciamento dos dois primeiros fenômenos supracitados (Lucchesi & Schaeffer, 2023).

A forma como a precipitação pluvial atinge determinado ano agrícola, ou seja, sua intensidade, duração e frequência, é o principal motivo pelo qual as fases quente e fria do ENOS são estudadas (Fontana & Berlato, 1997; Berlato & Fontana, 2003; Alberto *et al.*, 2006). Os anos em que há a manifestação do padrão El Niño são também os que o rendimento de grãos das culturas de verão, incluindo a soja, são maiores. No caso do Rio Grande do Sul, embora pareça contraintuitivo, os anos neutros têm gerado mais preocupação do que os demais fenômenos. Afinal, eles expressam maior irregularidade na distribuição da precipitação pluviométrica no estado durante o ciclo de desenvolvimento das culturas de verão (Alberto *et al.*, 2006). Tendo em vista que as áreas mais vulneráveis aos extremos ocasionados pelo fenômeno são as de terras baixas e a ocorrência é variável, evidencia-se a importância de estratégias de manejo como a época de semeadura da cultura e, na soja, da escolha do grupo de maturidade relativa da cultivar escolhida. Outro impacto significativo causado pelo ENOS é a limitação do período para a realização da semeadura, muitas vezes ocasionando o atraso nas épocas de semeadura ideais da cultura (Lucchesi & Schaeffer, 2023).

2.3 As épocas de semeadura da soja

A época de semeadura da soja é orientada a partir do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC). O ZARC procura mitigar os danos à cultura que possam ser provocados por eventos climáticos característicos a cada período do ano, viabilizando a identificação de uma época mais segura para a semeadura da soja, baseada na região de cultivo, clima, cultivar a ser utilizada e no tipo de solo específico para cada propriedade rural. Atualmente, através da utilização de uma equação de pedotransferência ajustada por Teixeira *et al.* (2021), o ZARC prevê seis classes que estão distribuídas de acordo com a sua disponibilidade de armazenamento de água no solo, estabelecidas a partir da composição textural dos tipos de solos com seus devidos teores de silte, areia e argila (Farias *et al.*, 2023).

A inferência sobre o momento ideal do posicionamento da semeadura dentro da amplitude prevista pelo ZARC, objetiva diminuir possíveis riscos, provenientes de fatores bióticos e abióticos, que venham a prejudicar o ciclo da cultura da soja, afinal a diferença entre datas de semeadura pode ocasionar impactos nos caracteres produtivos da soja (Sangiovo & Basso, 2021). No caso do Rio Grande do Sul, o potencial de produtividade reduz de 37 a 39 kg ha⁻¹ dia⁻¹ a partir de 23 de outubro e 4 de novembro (Zanon *et al.*, 2022).

Com base nisso, há estudos que observaram a possibilidade de queda de produtividade em semeaduras realizadas tardiamente quando comparadas às realizadas de forma antecipada (Cruz *et al.*, 2010). Porém, o exagero na antecipação da semeadura também pode possibilitar um período semeadura-emergência mais prolongado, acarretando a exposição da semente ou da plântula ao ataque de fitopatógenos (Mondini *et al.*, 2001). Portanto, a decisão do período em que será instalada a cultura da soja representa um dos momentos impactantes na definição da produtividade da lavoura de soja. Ou seja, essa decisão influencia diretamente nas características morfológicas e nos caracteres de rendimento encontrados em cada área de cultivo (Carmo *et al.*, 2018). A partir disso, pode-se entender que a época de semeadura ideal requer o conhecimento do ambiente de produção para ser escolhida de forma mais assertiva. Isto é, é necessário que sejam levadas em consideração as condições de precipitação pluvial, fotoperíodo, temperatura, umidade do solo (Venturoso *et al.*, 2009; Câmara *et al.*, 1998) além do GMR da cultivar a ser escolhida (Mondini *et al.*, 2001).

2.4 Os Grupos de Maturidade Relativa da Soja (GMR)

No Brasil há uma enorme quantidade de cultivares de soja disponíveis para os mais variados ambientes de produção, proporcionando a utilização da leguminosa tanto em períodos ideais (safra), quanto em não preferenciais (safrinha) (Knebel *et al.*, 2021). Desde a Lei de Proteção de Cultivares (LPC), de 1997, e do advento de empresas pesquisadoras e desenvolvedoras de melhoramento genético, houve incrementos de cultivares de soja disponibilizadas no mercado e, posteriormente, a proposta de uma reclassificação perante o ciclo de desenvolvimento da cultura (Alliprandini *et al.*, 2009). Isto é, abandonando as classificações generalistas como “precoce”, “médio” e “tardio” e avançando para a adoção do sistema de separação por Grupos de Maturidade Relativa (GMR), desenvolvido nos Estados Unidos. Esse sistema de grupos consegue melhor expressar o ciclo de desenvolvimento das cultivares, levando em conta a significativa diferença de latitude e condições ambientais das regiões cultivadas (Poehlman, 1987; Conceição, 2023).

De maneira geral, em condições igualitárias de região e de época de semeadura utilizada, há uma redução da duração total do ciclo com a redução do GMR para todas as semeaduras, tanto em locais de terras baixas, quanto em terras altas. Portanto, ajustados os demais fatores supracitados, o GMR pode ser uma medida de determinação relativa da duração do ciclo produtivo da soja, em dias, da semeadura até a maturação fisiológica (Zanon *et al.*, 2015). O posicionamento de cultivares de acordo com a latitude do local justifica-se importante de acordo com a variação do fotoperíodo de cada região, ou seja, da quantidade de horas de luz que as plantas serão expostas (Penariol, 2000).

2.5 A influência do fotoperíodo

A soja, caracterizada por ser uma planta de dias curtos, apresentará em cada cultivar, indicado pelo seu GMR, um fotoperíodo crítico diferente, abaixo do qual as plantas recebem o estímulo ao florescimento. Enquanto as horas de luz de um dia permanecerem maiores do que o fotoperíodo crítico da cultivar em questão, as plantas não irão captar o sinal para que exista a diferenciação floral, permanecendo em estágio vegetativo (Rodrigues *et al.*, 2001).

A escala de GMR, a partir da influência latitude x fotoperíodo nas plantas de soja, organiza as cultivares existentes no mercado com a seguinte classificação: 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Quanto mais próximos da Linha do Equador, nas estações quentes (primavera e verão), maior a disparidade da quantidade de horas de luz em relação às regiões mais ao sul. Quanto maior o GMR da cultivar, teoricamente menor será o seu fotoperíodo crítico, ou seja, menor deverá ser o fotoperíodo do ambiente de cultivo para o estímulo ao florescimento. Essa explicação está relacionada ao fato de que as regiões de cultivo do Brasil compreendem os GMR de 5 a 9, que tendem a se distribuir, respectivamente, do sul ao norte do território (Alliprandini *et al.*, 2009; Koschinski & Ecco, 2024).

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na Área Experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) Campus Itaqui, abrangida geograficamente pelas coordenadas 29° 09' 22"S e 56° 33' 03"W, situada na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul (RS) e conduzida durante a vigência do ano agrícola de 2022/23. A partir da classificação climática de Köppen, pode-se atribuir ao clima do local o tipo Cfa, subtropical mesotérmico sem estação seca definida, além da manifestação de verões quentes (Brandolt, 2019). O solo é classificado como Plintossolo Argilúvico distrófico (Santos *et al.*, 2018)

O delineamento experimental consistiu em parcelas subdivididas. Os blocos corresponderam à cada uma das 3 (três) repetições. Os tratamentos principais (parcelas) dividiram-se nas 4 (quatro) épocas de semeadura analisadas, sendo elas: 21/10/2022; 12/11/2022; 16/12/2022 e 10/01/2023. Os tratamentos secundários (subparcelas) foram compostos pelas cultivares avaliadas, sendo respectivamente: TMG 22x57 I2X, DM 59i58 IPRO, NEO 610 IPRO, BMX GARRA IPRO e TMG 2165 IPRO.

Antes da semeadura da primeira época, a área do experimento foi demarcada. Destinou-se 12 m² a cada unidade experimental, sendo 6 (seis) metros de comprimento e 2 (dois) camalhões, com largura média de 1 (um) metro individualmente, totalizando 2 (dois) metros de largura. As sementes de todas as cultivares utilizadas no experimento receberam tratamento industrial (TSI) com inseticidas e fungicidas. Antes da semeadura, para o estímulo da fixação biológica do nitrogênio (FBN), as sementes foram submetidas à inoculação líquida com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, na dose de 50 mL para 50 kg de sementes.

O cultivo anterior na área do experimento foi o trigo. A adubação foi realizada antecedendo à semeadura, de forma mecanizada. De acordo com a necessidade prevista pela análise química do solo da área e com o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, totalizando 95 kg ha⁻¹ de fósforo (P) convertido e aplicado na forma de superfosfato triplo e de 115 kg ha⁻¹ de potássio (K) convertido e aplicado na forma de cloreto de potássio (CQFS-RS/SC, 2016).

A semeadura foi realizada manualmente, com auxílio de enxadas e luvas para que as sementes tratadas não fossem manipuladas em contato direto com a pele. A

densidade de semeadura foi de 30 sementes m^{-1} , com posterior desbaste estabelecendo uma população final de 15 sementes viáveis m^{-1} . O espaçamento entre linhas foi estabelecido em 0,50 m, possibilitando duas fileiras de semeadura para cada camalhão. Optou-se por realizar a semeadura sem uma dessecação prévia, devido à reincidência de perdas nos experimentos, pelo ataque de pombas, após a emergência da soja na área experimental. No entanto, após a época semeada estabelecer-se, com as plantas no estágio V2, convencionou-se a dessecação com o herbicida inibidor da enzima EPSPs, de princípio ativo *glyphosate*.

A irrigação foi realizada por politubos. Aproveitando-se da diferença de gravidade entre a fonte de água e o experimento dispensou-se a utilização de bombas para sucção da água. A irrigação foi realizada a cada quatro dias, tendo em vista as altas temperaturas e o baixo regime de chuvas.

Quanto ao manejo fitossanitário, foram utilizados dois diferentes princípios ativos de inseticidas químicos. Aos 104 dias após a primeira semeadura (DAPS) constatou-se a necessidade do controle químico com os princípios ativos *metoxifenoziada + spinetoram* para controle dos ataques de tripes. Aos 138 DAPS observou-se a necessidade de controle químico com o princípio ativo *zetacipermetrina* para combate aos ataques de percevejos. Não houve incidência de fitopatógenos que justificassem o controle com fungicidas.

Durante o ciclo de desenvolvimento da cultura realizou-se o acompanhamento e o apontamento da fenologia das cultivares a partir da entrada de cada tratamento no estágio reprodutivo. Foram observados os períodos, em dias, entre: semeadura-VE (emergência), emergência-R1 (início do florescimento), R1-R3 (início da formação das vagens), R3-R5 (início do enchimento de grãos), R5-R7 (início da maturação) e R7-R8 (maturação plena), seguindo a escala proposta por Fehr e Caviness (1977).

A colheita foi realizada com o auxílio de foices e fitas métricas. Foram excluídos um metro de comprimento de cada extremidade, além das duas fileiras externas de plantas. A área colhida totalizou, portanto, 4 metros de comprimento de duas fileiras de plantas, ou seja, 4 m^2 . A área colhida foi convertida para 10.000 m^2 , visando a estimativa da produtividade por hectare. Além disso, foram colhidas 10 plantas por U.E. de maneira casualizada. As plantas coletadas foram levadas ao laboratório para a avaliação dos caracteres produtivos, como: estatura de planta (cm), número de hastes secundárias, número de nós na haste principal, número de vagens na haste principal, número de vagens nas hastes secundárias, número de grãos na haste

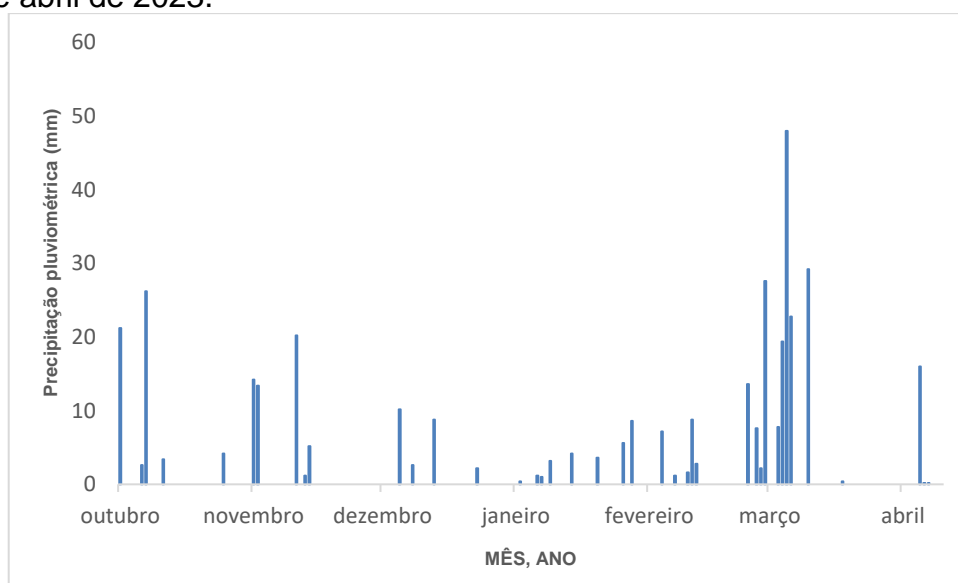
principal, número de grãos nas hastes secundárias, peso de grãos na haste principal (g) e peso de grãos nas hastes secundárias (g). As avaliações foram realizadas no Laboratório de Sementes da UNIPAMPA - Campus Itaqui, com o auxílio de fitas métricas, bandejas, escalímetros e planilhas.

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) e, quando significativa, a comparação de média dos tratamentos a partir do Teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no programa estatístico Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A safra de 2022/23 foi marcada pela manifestação severa do evento climático La Niña, desencadeando menor frequência e quantidade de precipitações pluviométricas durante o período de cultivo da soja. As precipitações voltaram a ocorrer no mês de março, dificultando a colheita. O regime de chuvas no período do experimento foi de 380 mm, abaixo do considerado ideal para o desenvolvimento das cultivares de soja semeadas atualmente (Zanon *et al.*, 2016) e da normal climatológica da região (INMET, 2020). (Figura 1).

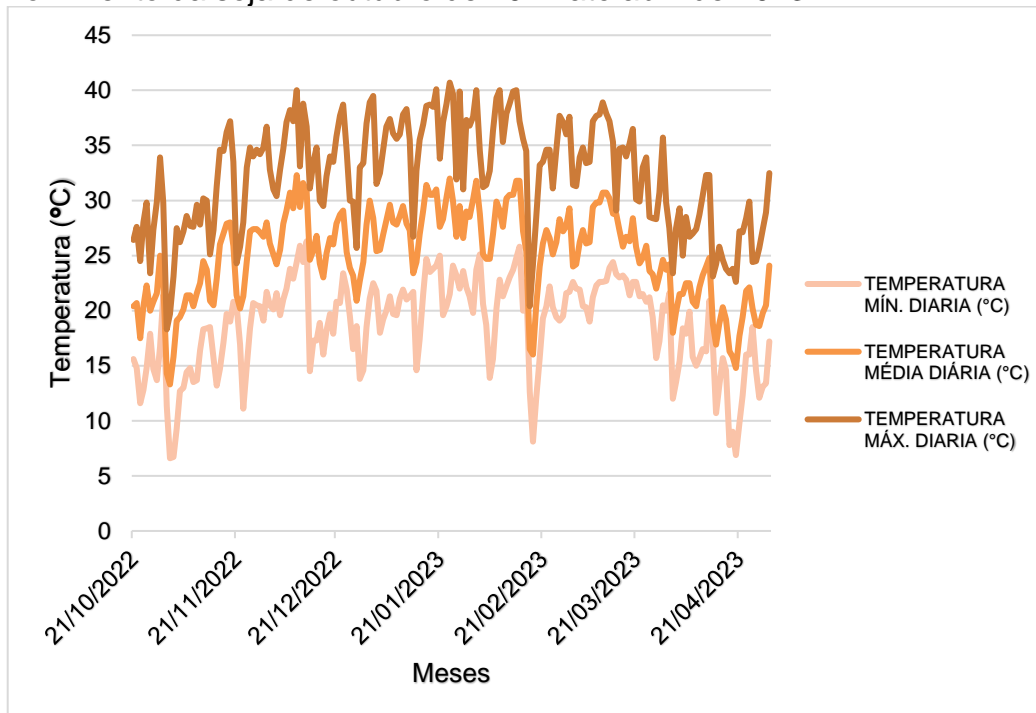
Figura 1. Precipitação pluviométrica diária (mm) durante o ciclo da soja de outubro de 2022 até abril de 2023.



Fonte: INMET (2023).

Por conseguinte, a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), durante o período supracitado, alcançou números elevados. As altas temperaturas associadas à baixa pluviosidade obrigaram a manutenção do molhamento do experimento a cada quatro dias, visando a produção potencial na cultura da soja com a mínima interferência dos fatores externos ao tratamento. As temperaturas máxima, média e mínima do ar ultrapassaram, em muitos momentos, o considerado ideal para a cultura da soja (INMET, 2020) (Figura 2).

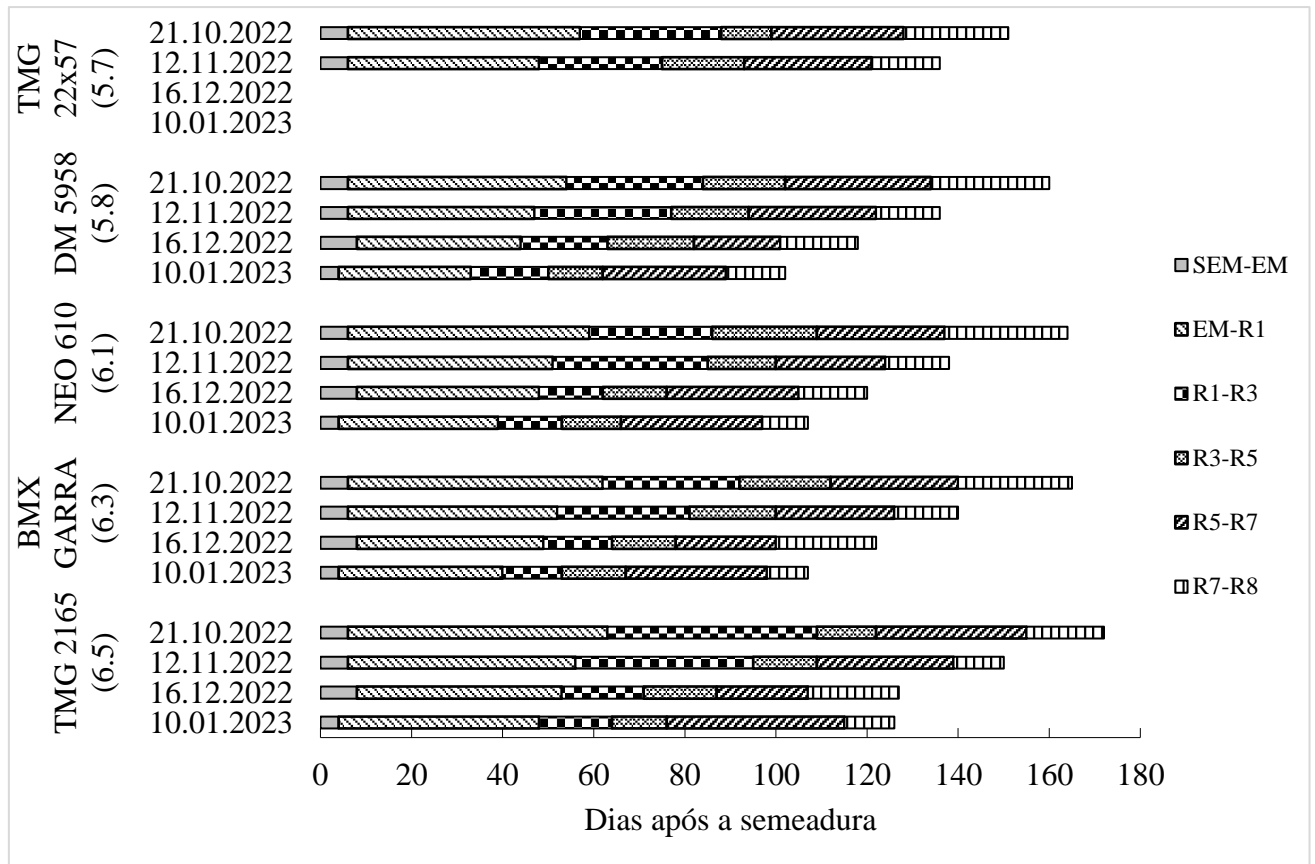
Figura 2. Temperaturas máxima, média e mínima (°C) durante o ciclo de desenvolvimento da soja de outubro de 2022 até abril de 2023.



Fonte: INMET (2023).

Quanto ao ciclo de desenvolvimento da soja, foram encontrados dois comportamentos complementares. Conforme houve o atraso da época de semeadura, menor foi o ciclo de desenvolvimento das cultivares. Em relação aos grupos de maturação, quanto maior o GMR analisado, maior foi o período de desenvolvimento encontrado para uma mesma época de semeadura. As duas últimas épocas de semeadura da cultivar de menor GMR foram perdidas (Figura 3).

Figura 3. Ciclo de desenvolvimento da soja, de outubro de 2022 até abril de 2023.



Fonte: Autor (2024).

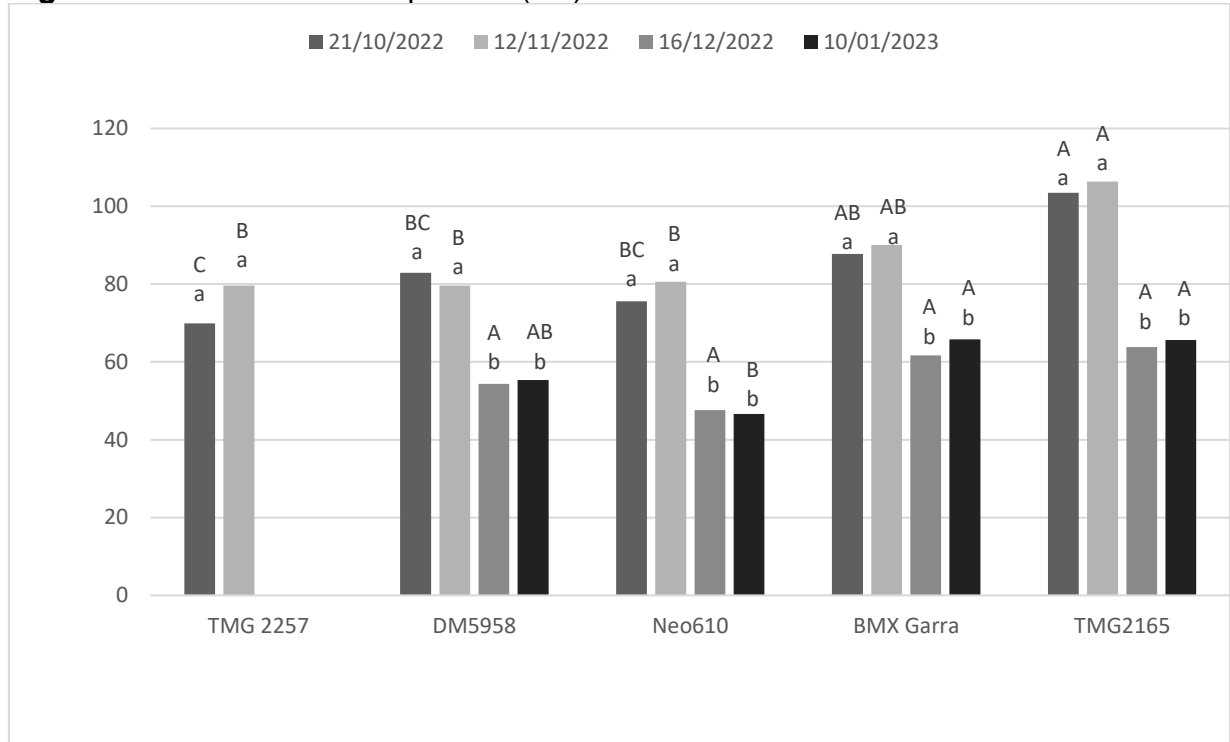
Comportamentos similares foram encontrados por Marengo (2019), onde, analisadas três épocas de semeadura e cinco cultivares com diferentes GMR, atribuiu-se aos distintos fotoperíodos, resultantes do período em que foram realizadas as semeaduras, a dissemelhança observada.

Além disso, em estudos conduzidos por Zanon *et al.* (2015), sob ambientes e época de semeadura uniformes, constatou-se que as cultivares com maior GMR irão expressar uma maior duração no seu ciclo de desenvolvimento, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho. Isto é, maiores GMR ou semeaduras mais precoces permitirão que o fotoperíodo crítico da cultivar encontre, de forma mais tardia, o fotoperíodo do ambiente, resultando na soja um período maior para o seu desenvolvimento vegetativo. Esse comportamento tenderá a desencadear em maiores estaturas de planta e, conseqüentemente, números de nós.

Observou-se um comportamento para estatura de plantas no qual, independente da cultivar analisada, as duas primeiras épocas de semeadura (outubro e novembro) apresentaram valores superiores às duas finais. No tocante ao GMR

houve um comportamento crescente, na estatura final das plantas, de acordo com a utilização de cultivares mais tardias (Figura 4).

Figura 4. Estatura final das plantas (cm).



*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si para a mesma cultivar ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para a mesma época de semeadura ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2024).

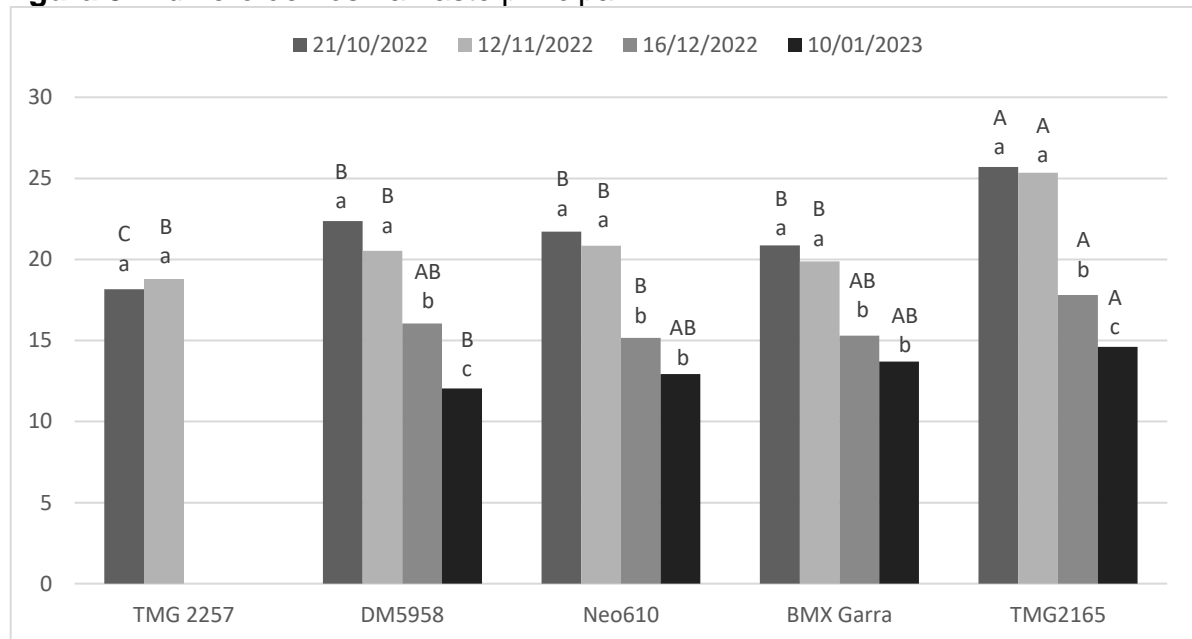
Uma menor estatura encontrada devido ao atraso da época de semeadura concorda com avaliações realizadas por Bahry *et al.* (2020), nas quais, em virtude do menor tempo de desenvolvimento das plantas em estágio vegetativo, observou-se que a soja semeada em dezembro apresentou menor estatura quando comparada à semeada em outubro. No que se refere à observação de maiores valores de estatura das plantas de soja com a crescente no GMR, há a corroboração com dados encontrados por Borghi *et al.* (2017), tanto sobre médio, quanto sobre alto investimento de fertilização da área de cultivo.

As maiores alturas de plantas encontradas nos maiores GMR deve-se ao fato da expressão de um fotoperíodo crítico menor nas cultivares tardias. Esse fato exige, do ambiente produtivo, um maior decréscimo no período diário de horas de luz e, conseqüentemente, retarda o estímulo da planta à diferenciação floral. Esse

comportamento desencadeia um período vegetativo mais prolongado em relação às de GMR inferior, concordando com resultados encontrados por Yang *et al.* (2019).

Constatou-se, na variável número de nós na haste principal (NNHP), comportamento semelhante ao encontrado quando avaliada a estatura de plantas. Isto é, independente da cultivar analisada, as duas primeiras épocas de semeadura apresentaram valores maiores relacionados ao número de nós final. Para os GMR 5.8 e 6.1 ainda há a expressão significativa de uma queda no número de nós da terceira para a quarta época. Além disso, para as duas primeiras épocas de semeadura foram encontrados números de nós superiores diferindo quando utilizada cultivar com maior GMR (Figura 5).

Figura 5. Número de nós na haste principal.



*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si para a mesma cultivar ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para a mesma época de semeadura ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2024).

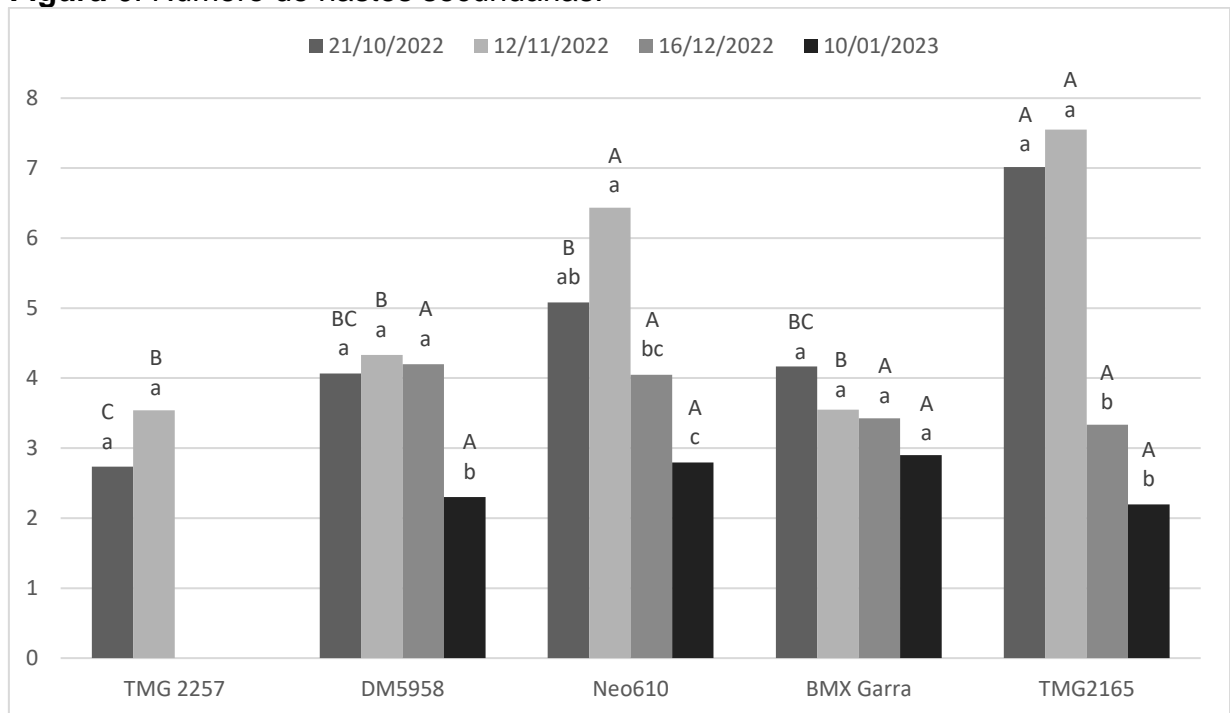
A correlação entre altura de planta e número de nós também foi relatada em estudos de Chang *et al.* (2018). A partir deles constatou-se uma herdabilidade relativamente alta ($\geq 60\%$) entre as duas variáveis em todos os estágios avaliados. Essa afirmação comprova a indicação de que os efeitos genéticos das cultivares afetam diretamente no desempenho de altura de planta e número de nós.

Em estudos realizados por Mattos *et al.* (2020) observou-se a mesma diminuição do número de nós em relação ao atraso na semeadura, para 11 das 12

cultivares avaliadas em sementeiras realizadas nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro. Essa diferença foi atribuída pelos autores aos estudos de Kantolic & Slafer (2007). Os referidos indicam que há elevação do número de nós conforme há maior intensidade luminosa agindo sobre as plantas de soja. A partir disso, pode-se atribuir ao fotoperíodo mais prolongado proporcionado pelas sementeiras em outubro (primeira época) e novembro (segunda época) o maior número de nós encontrados em todas as cultivares observadas pelo presente estudo.

Em relação ao caractere número de hastes secundárias (NHS) foram relatados valores superiores para a primeira e segunda época, com exceção da cultivar com o GMR 6.3. Além disso, para a cultivar de GMR 5.8, a terceira época se igualou às duas primeiras, sendo superior à quarta época de sementeira. Quanto a diferença entre os GMR, para a primeira e a segunda época, houve um maior número de hastes secundárias no GMR 6.5 em relação aos demais, sendo que na segunda época o GMR 6.1 igualou-se estatisticamente nessa superioridade. Para a terceira e a quarta época, o comportamento foi distinto, pois não houve diferenças estatísticas entre os diferentes cultivares (Figura 6).

Figura 6. Número de hastes secundárias.



*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si para a mesma cultivar ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para a mesma época de sementeira ($p < 0,05$).

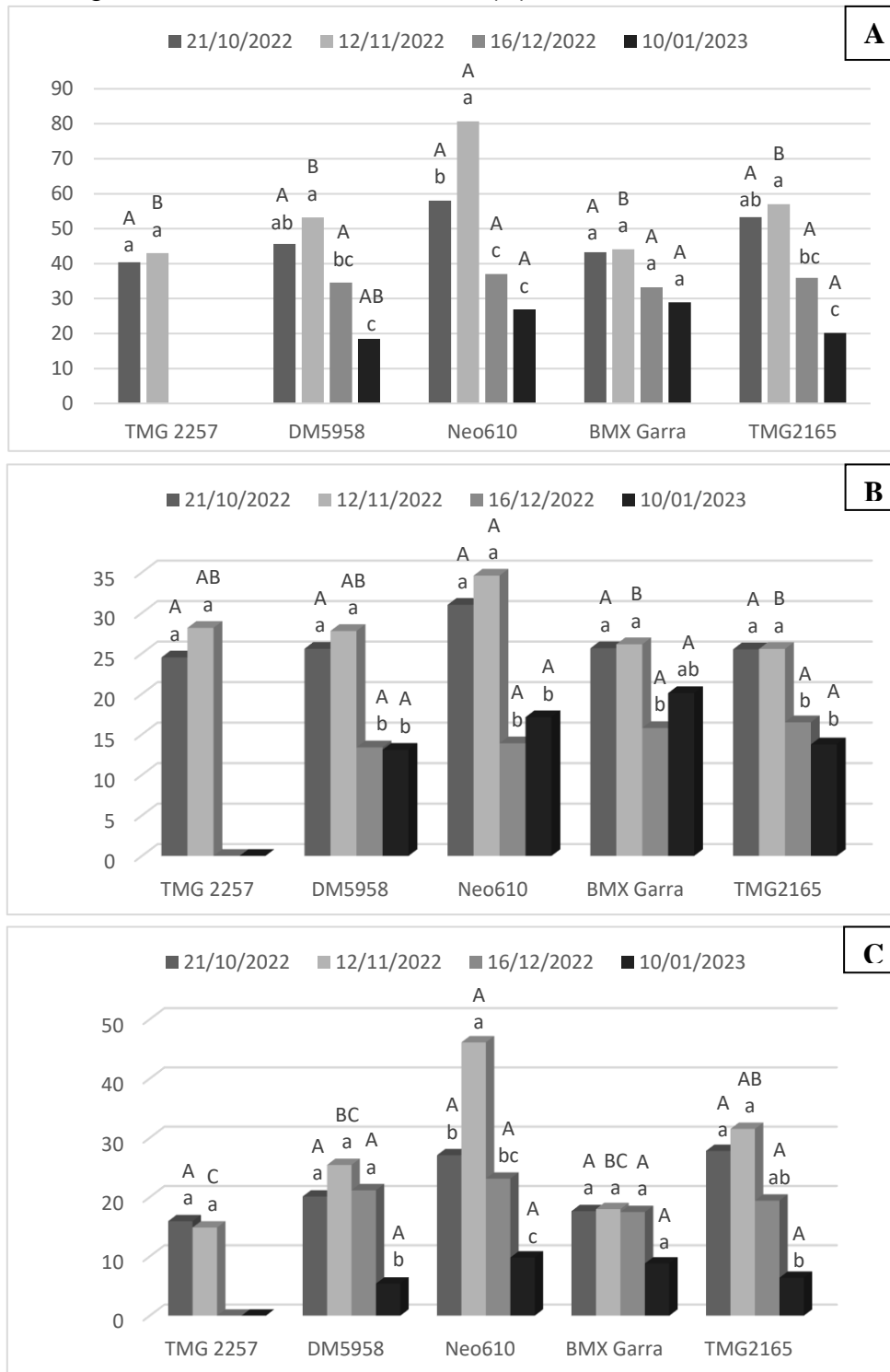
Fonte: Autor (2024).

A primeira e a segunda época de semeadura não apresentaram diferenças significativas para uma mesma cultivar. Essa observação corrobora com resultados encontrados por Carmo *et al.* (2018) que não encontraram diferenças estatísticas para semeaduras realizadas em outubro e novembro, em estudo realizado no centro-oeste do Brasil, com cultivares de GMR acima dos 7,0.

Em estudos realizados por Capobiango *et al.* (2024), para 20 genótipos testados, constatou-se que o aumento do número de hastes secundárias também está atrelado ao aumento do GMR da cultivar. Porém, isso deve-se, provavelmente, ao fato da grande amplitude de maturidade avaliada no estudo, variando de 5.5 até 8.6. Quando considerado apenas a faixa também verificada pelo presente estudo, de 5.7 até 6.5, o comportamento respondeu de forma parecida quanto à variação no GMR das cultivares.

No que concerne à variável número de vagens total por planta (NVT), a segunda época se destacou na maioria das cultivares analisadas. A primeira época não diferiu estatisticamente à segunda, com exceção para a cultivar de GMR 6.1. A terceira e a quarta época mostraram-se sempre inferiores às duas primeiras. Para as cultivares de GMR 5.7 e 6.3 não foram encontradas diferenças estatísticas entre as épocas (Figura 7A). Para a variável número de vagens na haste principal (NVHP) foram encontradas realidades parecidas ao NVT, com uma menor distância visível da segunda época em relação às demais (Figura 7B). Já para o caractere número de vagens nas hastes secundárias (NVHS) foram, novamente, encontrados os mesmos comportamentos, porém com uma expressão de superioridade maior da segunda época. Para as três variáveis analisadas, exceto para a realidade do GMR 6.1, não foram relatadas diferenças estatísticas entre os grupos de maturidade relativa dentro de cada data de semeadura (Figura 7C).

Figura 7. Número de Vagens Total (A). Número de Vagens na Haste Principal (B). Número de Vagens nas Hastes Secundárias (C).



*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si para a mesma cultivar ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para a mesma época de semeadura ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2024).

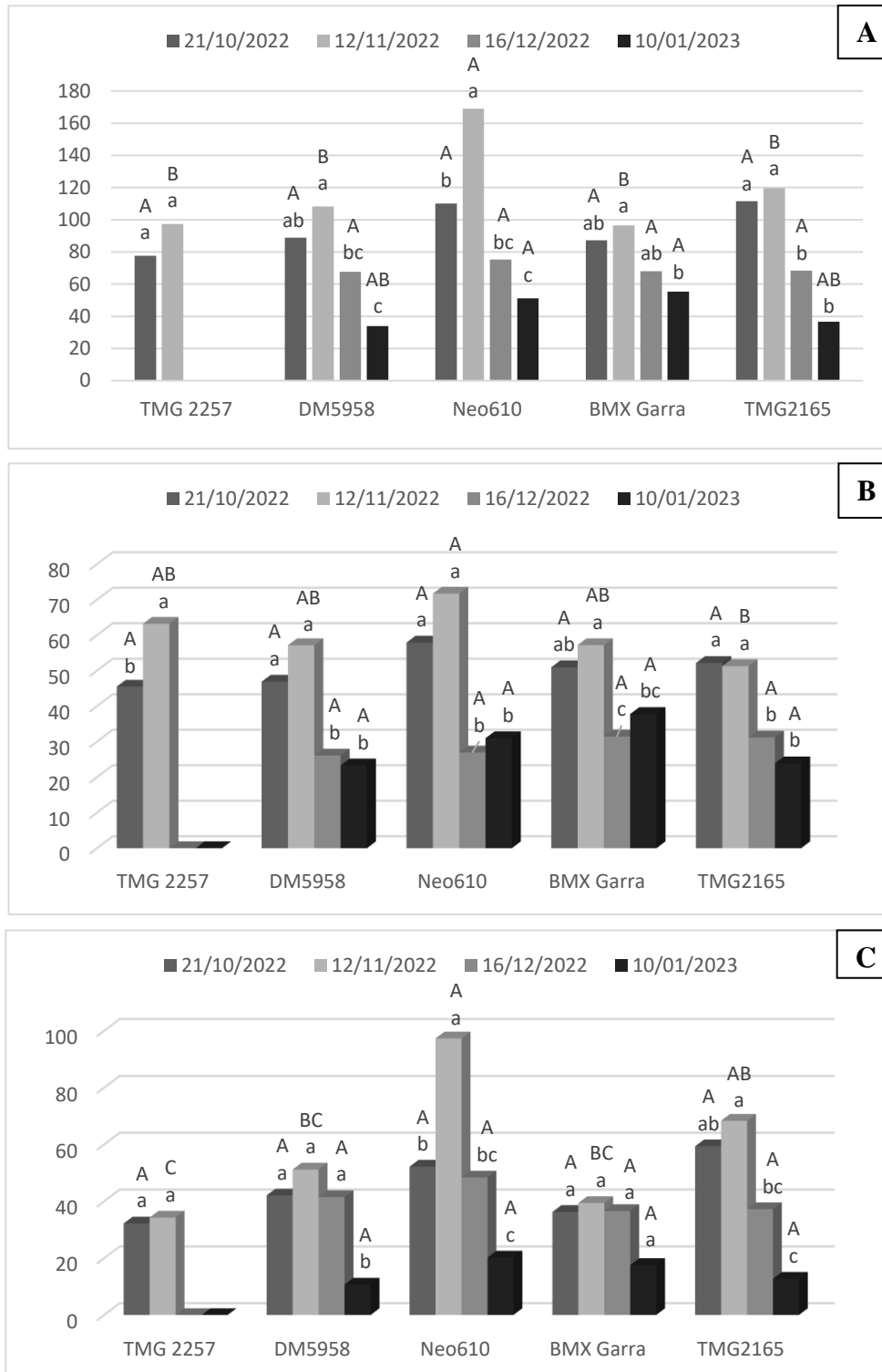
Quando considerado o NVT, o comportamento encontrado corrobora com o encontrado por Jooyban & Moosavi *et al.* (2012), onde relatou-se que o atraso na data

de semeadura fez com que diminuísse o número total de vagens por planta em experimento conduzido com quatro diferentes épocas de semeadura e dois genótipos de soja. Além disso, estudos conduzidos por Del-Aguila *et al.* (2018), constataram menores números de vagens por planta quando a semeadura se dava em janeiro, quando comparadas às semeaduras realizadas em novembro e dezembro.

Quanto ao GMR, estudos conduzidos por Silva *et al.* (2018) apresentaram comportamento semelhante com o encontrado no presente trabalho. Esse comportamento ajuda a constatar a provável menor significância no número total de vagens entre diferentes GMR.

No que diz respeito ao caractere número de grãos total por planta (NGT), a segunda época destacou-se na maioria das cultivares analisadas. A primeira época não diferiu estatisticamente da segunda, com exceção para a cultivar de GMR 6.1. A terceira e a quarta época mostraram-se sempre inferiores à segunda época, com exceção a cultivar de GMR 6.3, onde apenas a quarta época apresentou-se inferior à segunda época. Para a cultivar de GMR 5.7, devido a perda da terceira e da quarta época de semeadura, não foram encontradas diferenças estatísticas (Figura 8A). Para a variável número de grãos na haste principal (NGHP) foram encontradas realidades parecidas ao NVT. Porém, para a cultivar de GMR 5.7, a segunda época apresentou superior número de grãos por planta em relação à primeira. Já, para as demais cultivares, a terceira e a quarta época de semeadura foram inferiores às duas primeiras, sem diferenciarem-se estatisticamente (Figura 8B). Em referência ao caractere número de grãos nas hastes secundárias (NGHS) observou-se, novamente, superioridade da segunda época de semeadura em todas as cultivares. Destaca-se que para a quarta época de semeadura foram relatados os menores números de grãos por planta. Ainda sobre o NGHS, para a cultivar de GMR 6.3 não foram observadas diferenças estatísticas. Observou-se, em comum para as três variáveis analisadas, que não foram relatadas diferenças estatísticas entre os grupos de maturidade relativa dentro de cada data de semeadura, com exceção para a realidade do GMR 6.1. (Figura 8C).

Figura 8. Número de Grãos Total (A). Número de Grãos na Haste Principal (B). Número de Grãos nas Hastes Secundárias (C).



*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si para a mesma cultivar ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para a mesma época de semeadura ($p < 0,05$).

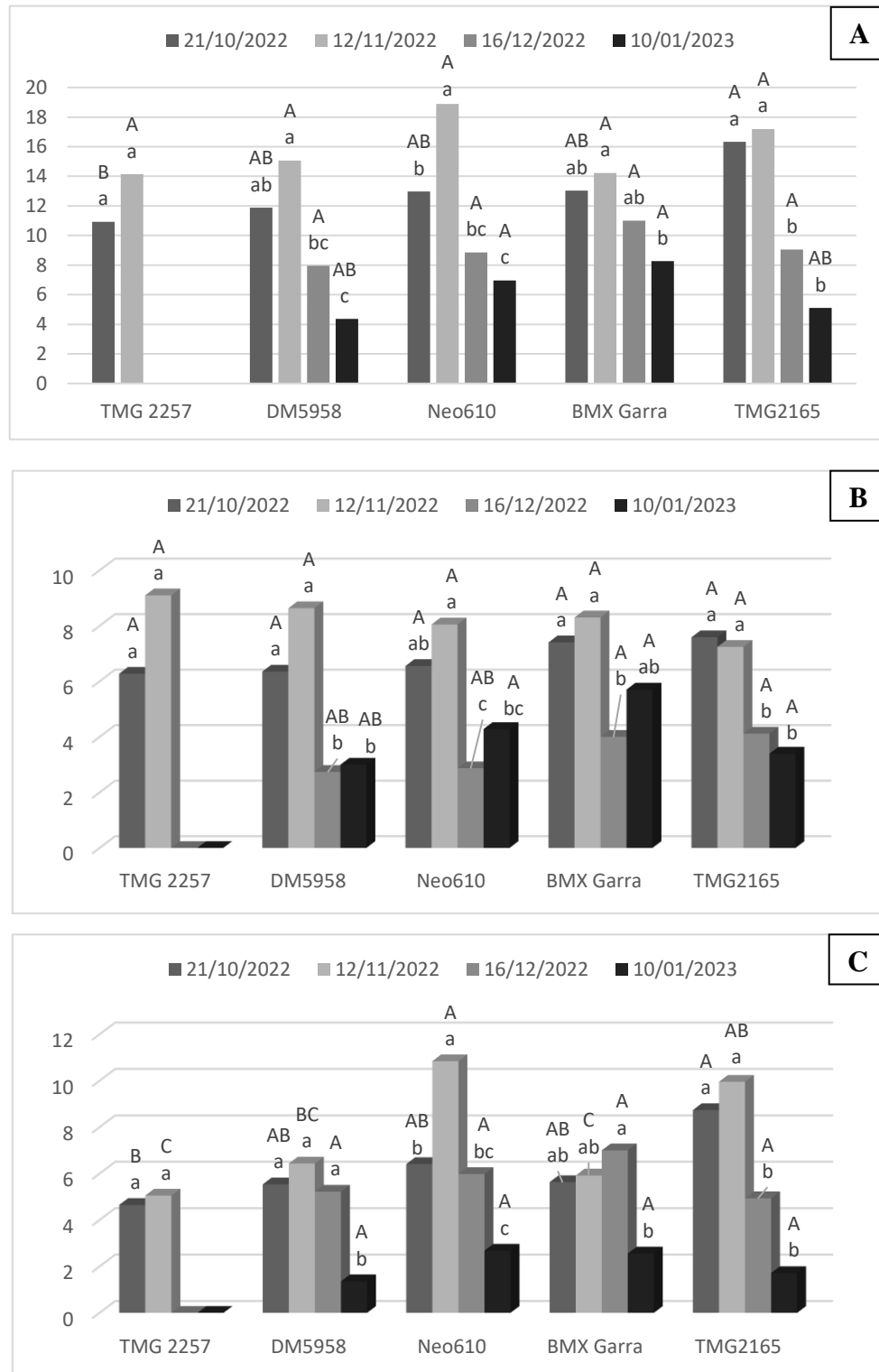
Fonte: Autor (2024).

Estudos conduzidos por MacMillan & Gulden (2020) relataram, através da análise de Pearson, uma correlação positiva de 0,97 entre o número de vagens por planta comparado ao número de sementes encontrados por planta. Os mesmos autores, no trabalho supracitado, encontraram um número inferior de grãos por planta conforme há o atraso da realização da semeadura, corroborando com os dados encontrados no presente trabalho. Os resultados observados para NGT, NGHP e NGHS discordam integralmente dos encontrados por Júnior *et al.* (2017), no qual não foram encontradas diferenças significativas entre as três épocas de semeadura, mas sim entre as quatro cultivares utilizadas. Quanto à diferença entre cultivares com distintos GMR para uma mesma época de semeadura, foram encontrados resultados semelhantes em estudos conduzidos por Spader & Deschamps (2015), onde apenas uma das oito cultivares analisadas diferenciou-se significativamente das demais nesses quesitos.

No tocante ao caractere peso de grãos total em 10 plantas (PGT), a segunda época foi superior para a cultivar 6.1. Para as cultivares 5.7, 5.8 e 6.5 as duas primeiras épocas de semeadura apresentaram maiores PGT em relação às demais. No referente a cultivar 6.3, a única diferença encontrada foi entre a segunda e a quarta época. Entre as duas semeaduras mais tardias não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma das cultivares. Em relação à análise do GMR das cultivares, dentro de cada época, o PGT apresentou diferenças apenas na primeira época, onde constatou-se superioridade da cultivar de maior GMR em relação à menor (Figura 9A).

No que se refere à variável peso de grãos na haste principal (PGHP) a primeira e a segunda época de semeadura apresentaram comportamento superior para as cultivares 5.7, 5.8 e 6.5. Para as de GMR 6.1 e 6.3 a quarta época não diferiu da primeira e de ambas as épocas, respectivamente. Não foram constatadas diferenças estatísticas significativas entre os GMR das cultivares dentro de cada época de semeadura (Figura 9B). Em referência ao caractere peso de grãos nas hastes secundárias (PGHS) a superioridade da primeira e da segunda época de semeadura foi constatada apenas para a cultivar de GMR 6.5. Para os GMR 5.7, 5.8 e 6.3, excluindo-se a quarta época das duas últimas, não houve diferenças estatísticas. Quanto à diferença de GMR observou-se, para a primeira época de semeadura, um maior PGHS para a cultivar 6.5 em relação a de 5.7. Para a segunda época de semeadura, as cultivares de GMR 6.1 e 6.5 superaram às demais (Figura 9C).

Figura 9. Peso de Grãos Total (A). Peso de Grãos na Haste Principal (B). Peso de Grãos nas Hastes Secundárias (C).



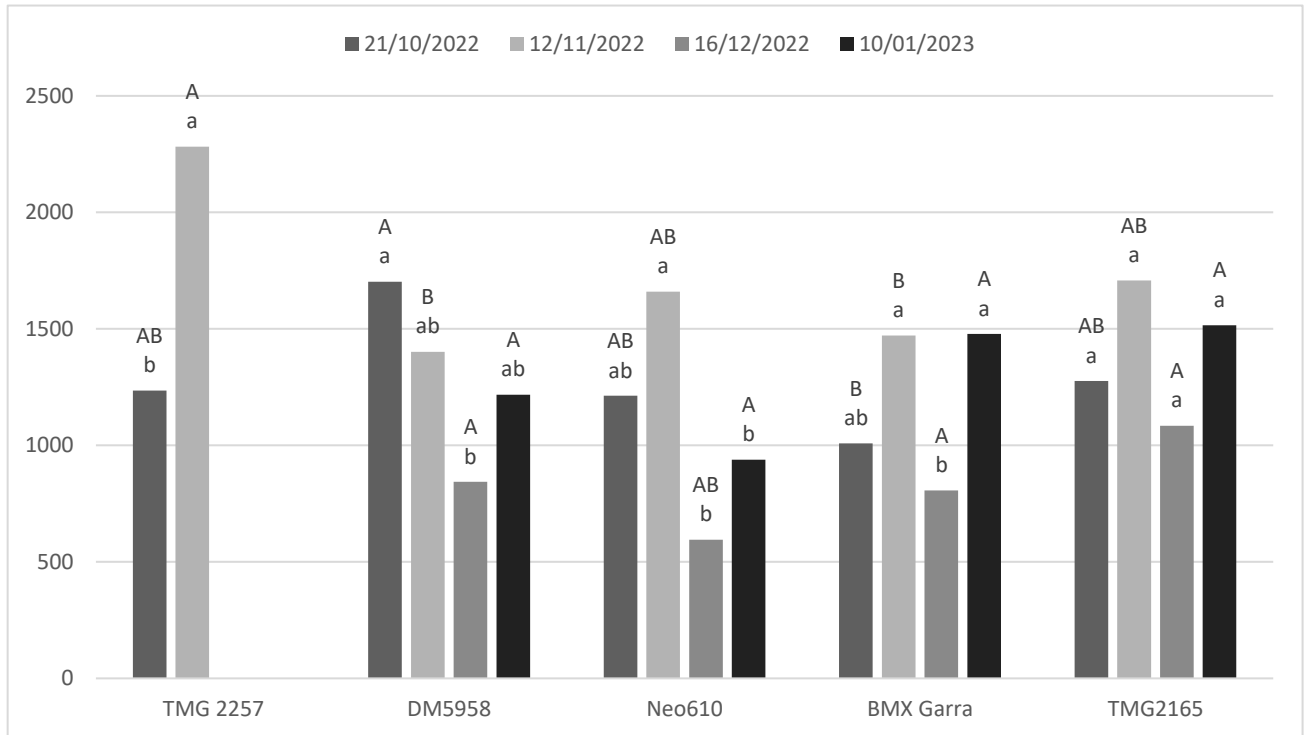
*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si para a mesma cultivar ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para a mesma época de semeadura ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2024).

Em avaliações conduzidas por Umburanas *et al.* (2019), com três épocas de semeadura e quatro diferentes populações de plantas, foram relatados, na média entre as distintas populações analisadas, índices mais elevados de peso de grão para as semeaduras realizadas entre outubro e novembro quando comparadas às realizadas em dezembro, corroborando com os dados encontrados no presente trabalho.

Em relação à comparação entre cultivares com dicotômicos GMR para uma mesma época de semeadura, foram relatados resultados semelhantes aos dos encontrados por Bubans *et al.* (2021), entre os quais, para semeaduras realizadas tardiamente, apenas duas das oito cultivares analisadas diferenciaram-se significativamente das demais.

Em relação à variável rendimento de grãos (kg ha^{-1}) encontrou-se superioridade da segunda época de semeadura para a cultivar 5.7. Para a cultivar 6.1, a segunda época de semeadura apresentou-se superior às duas épocas de semeadura tardias (dezembro e janeiro). Para as cultivares 5.8 e 6.3 não foram encontradas diferenças estatísticas entre a primeira, a segunda e a quarta época. Já, para a cultivar com maior GMR, não foram encontradas diferenças entre as épocas. No que concerne a diferença entre GMR não foram encontradas diferenças estatísticas para as semeaduras realizadas tardiamente. Para a primeira época de semeadura, a cultivar de GMR 5.8 obteve um rendimento superior à de GMR 6.3. Para a segunda época de semeadura, a cultivar mais precoce superou estatisticamente as cultivares de GMR 5.8 e 6.3. (Figura 10).

Figura 10. Rendimento de grãos das cultivares de soja (kg ha⁻¹).

*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si para a mesma cultivar ($p < 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si para a mesma época de semeadura ($p < 0,05$).

Fonte: Autor (2024).

Estudos realizados por Meotti *et al.* (2012) constataram que semeaduras realizadas na segunda quinzena de outubro e na primeira de novembro acarretam produtividades maiores na cultura da soja quando comparadas às instaladas no mês de dezembro e janeiro. Esses dados concordam com o presente estudo em relação ao comportamento de superioridade confrontando dezembro, entretanto estão em desacordo quanto ao comportamento perante a janeiro. Isso pode-se estar atrelado ao fato de que o presente ano agrícola apresentou escassez hídrica durante o período de enchimento de grãos para as semeaduras mais antecipadas, conforme apresentado anteriormente pelas Figuras 2 e 3.

Para semeadura realizada em dezembro, estudos de Yokoyama *et al.* (2020) encontraram diferenças significativas entre diferentes GMR com duas diferentes taxas de semeadura utilizadas, discordando do encontrado na terceira época de semeadura do presente trabalho. Em avaliações conduzidas por Oliveira *et al.* (2021), as semeaduras realizadas em novembro sempre apresentaram valores superiores às realizadas em janeiro, independente do GMR da cultivar, corroborando com o

comportamento encontrado apenas para a cultivar 6.1 do presente trabalho. Ainda sobre essas análises, para os GMR analisados dentro de cada época de semeadura, para o ano agrícola 2018-19 foram apontadas produtividades mais elevadas para as cultivares precoces. Enquanto isso, para o ano agrícola de 2019-20, não foram encontradas diferenças significativas entre os GMR das cultivares (Oliveira *et al.*, 2021).

5 CONCLUSÃO

Ocorreu a redução no ciclo de desenvolvimento da soja de acordo com o atraso na semeadura. Além disso, observou-se que cultivares com GMR maiores, alocadas em mesma data de semeadura, apresentaram um ciclo de desenvolvimento maior.

As semeaduras realizadas em outubro e novembro foram superiores às realizadas em dezembro e janeiro nos caracteres estatura de plantas e número de nós na haste principal.

Os desempenhos produtivos foram significativos, mas sem a definição de um padrão bem estabelecido, provavelmente afetados pelo baixo regime de chuvas e pelas temperaturas extremas registradas, dificultando a visualização da interferência da época de semeadura e dos GMR no rendimento de grãos.

REFERÊNCIAS

- ALBERTO, C. M.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; MEDEIROS, S. L. P. Água no solo e rendimento do trigo, soja e milho associados ao El Niño Oscilação Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1067-1075, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000700001>.
- ALLIPRANDINI, L. F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P. F.; CAVASSIM, J. E.; GABE, H. L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M. N.; OLIVEIRA, M. A. R.; PITOL, C.; PRADO, L.C.; STECLING, C. Understanding Soybean Maturity Groups in Brazil: Environment, Cultivar Classification, and Stability. **Crop Science**, v.49, p.801-808, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.07.0390>.
- ARSEGO, D. A.; FERRAZ, S. E. T.; STRECK, N. A.; CARDOSO, A. O.; ZANON, A. J. Study of the impact of different indices associated with El Niño Southern Oscillation on soybean yield in Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, v.40, p.82-87, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X30684>.
- BAHRY, C. A.; PETKOWICZ, L. A.; NARDINO, M.; CARLESO, A. A.; BRUTSCHER, A.; SILVA, J. A.; ADAMI, P. F. Performance, adaptability and stability of soybean cultivars submitted to different environments conditions. **Journal of Agricultural Studies**, v.8, p.330-349, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5296/jas.v8i4.17352>.
- BATISTA, A. A. M.; FONTANELA, E.; CUNHA, V. dos S.; CONCEIÇÃO, C. G. da; GAUTÉRIO, G. R.; JAQUES, L. B. A.; SALDANHA, A. P. **Evolution of soybean cultivation in lowlands: An overview from the producers' point of view**. São José dos Pinhais: Seven Editora, 2024. 23p.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003. 110p.
- BORGHI, E.; SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA NETO, S. P.; PEREIRA, A. F. Evaluation of soybean cultivars of contrasting cycles according to the level of investment in fertilization. **American Journal of Plant Sciences**, v.8, p. 2977-2994, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.812202>.
- BRANDOLT, R. J. Releitura da classificação de Köppen para demonstrar a variabilidade climática: proposta para formação de professores. **Revista do Programa de Pós-graduação em Geografia**, v.12, p.252-261, 2019. DOI: [10.22456/1982-0003.97552](https://doi.org/10.22456/1982-0003.97552).
- BUBANS, V. E.; CARVALHO, I. R.; CEOLIN, C.; MOURA, N. B.; LAUTENCHLEGER, F.; CONCEIÇÃO, G. M.; SILVA, J. A. G.; TRETER, R. J. R. Relative maturity group and its relationships with the non preferential sowing season in soybean. **Agronomy Science and Biotechnology**, v.7, p.1-114, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33158/ASB.r121.v7.2021>.
- CÂMARA, G. M. S.; PIEDADE, S. M. S.; MONTEIRO, J. H.; GUERZONI, R. A. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares e linhagens de soja de ciclo

precoce no município de Piracicaba-SP. **Scientia Agrícola**, v.55, p.403-412, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000300008>.

CAMPOS, A. D. S.; CENTENO, A.; ANDRES, A.; PARFITT, J. M. B.; MELLO-ARAUJO, L. B.; BUENO, M. V.; PINTO, M. A. B.; MARTINS, M. B.; VEBER, P. M.; SCIVITTARO, W. B. **Utilização da tecnologia sulco-camalhão na produção de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2021. 32 p. (Documento 506).

CANE, M. A. Understanding and predicting the world's climate system. In: ROSENZWEIG, C.; BOOTE, K. J.; HOLLINGER, S.; IGLESIAS, A.; PHILLIPS, J. **Impacts of El Niño and climate variability on agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 2001. p.1-20.

CAPOBIANGO, N. P.; BESSA, G. B.; PERIS, G. C. O.; SILVA, F. L.; DIAS, D. C. F. S.; FERNANDES, R. B. A.; SILVA, M. F.; SILVA, L. J. Performance of seedlings and yield of soybean genotypes under soil compaction. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.210, e12699, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12699>.

CARMO, E. L.; BRAZ, G. B. P.; SIMON, G. A.; SILVA, A. G.; ROCHA, A. G. C. Desempenho agrônômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.17, p.61-69, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711712018061>.

CARMONA, F. C.; DENARDIN, L. G. O.; MARTINS, A. P.; ANGHIONI, I.; CARVALHO, P. C. F. **Sistemas Integrados de Produção Agropecuária em Terras Baixas: a integração lavoura-pecuária como o caminho da intensificação sustentável da lavoura arrozeira**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2018. 164p.

CAVALCANTE, W. S. S.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; RODRIGUES, E.; NETO, G. Z.; FILHO, F. R. C.; ANDRADE, C. L. L. Productive performance of soybean cultivars in southwest goiano. **Research, Society and Development**, v.11, p.1-9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38881>.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, v.10, safra 2022/23, n.12, 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

CONCEIÇÃO, A. M. P. **Deficiência hídrica em plantas de soja em função da época de aplicação do estresse hídrico e presença de protetor térmico nas folhas**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2023. 56p.

CHANG, F.; GUO, C.; SUN, F.; ZHANG, J.; WANG, Z.; KONG, J.; HE, Q.; SHARMIN, R. A.; ZHAO, T. Genome-Wide association studies for dynamic plant height and number of nodes on the main stem in summer sowing soybeans. **Frontiers in Plant Science**, v.9, p.1-13. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01184>.

CQFS RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-Núcleo Regional Sul, 2016. 376p.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C.; LEDO, C. A. S. Efeitos da época de semeadura sobre a composição química e a produtividade de grãos de diversas cultivares de soja no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.14, p.63-71, 2010.

DALL´AGNOL, A.; FONTANA, D. C. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: históricos e contribuições**. Brasília: Embrapa, 2016. 72p.

DEL-AGUILA, L. S. H.; VERNETTI, F. J.; ÁVILA, A. F.; LEITE, T. M.; SOARES, V. A.; VASQUES, S. R. **Época de semeadura para a cultura da soja: produtividade em áreas de cultivo de arroz irrigado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2018. 11p. (Circular Técnica 201).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/reporthandler.ashx?reportId=706&templated=8&format=html&fileName=Table%2007:%20Soybeans:%20World%20Supply%20and%20Distribution>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

FARIAS, J. R. B; MONTEIRO, J. E. B. A.; VICTORIA, D. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; GONÇALVES, S. L. Zoneamento agrícola de risco climático da soja para seis classes de água disponível no solo (ZARC soja - 06 ADS). **Embrapa Soja**, Londrina, 38., p. 27-29, 2023. Trabalho apresentado na 38ª Reunião de Pesquisa da Soja, 2023.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.127-132, 1997.

GARNER, W. W.; ALLARD, H.A. Effect of the relative length of day and night and other facts of the environment on growth and reproduction in plants. **Jornaul of agricultural research**, v.18, p.553-606, 1920.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its applications. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.103, p.137–157, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(00\)00108-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00108-8).

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2020). **“Normais Climatológicas do Brasil (1991-2020) – Precipitação Acumulada Mensal e Anual (mm)”**. Brasília. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em: 15 jun. 2024.

JOOYBAN, Z.; MOOSAVI, S. G. Seed yield and some yield components of sesame as affected by irrigation interval and different levels of N fertilization and superabsorbent. **African Journal of Biotechnology**, v.11, p.10944-10948, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB12.505>.

JUNIOR, C. P.; KAWAKAMI, J.; SCHWARZ, K.; UMBURANAS, R. C.; DEL CONTE, M. V.; MÜLLER, M. M. V. Sowing Dates and Soybean Cultivars Influence Seed Yield, Oil and Protein Contents in Subtropical Environment. **Journal of Agricultural Science**, v.9, p.188–198, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v9n6p188>.

KANTOLIC, A. G.; SLAFER, G. A.; Development and seed number in indeterminate soybean as affected by timing and duration of exposure to long photoperiods after flowering. **Annals of botany**, v.99, p.925-933, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcm033>.

KNEBEL, E. L. G.; CARVALHO, I. R.; LORO, M. V.; DEMARI, G. H.; OURIQUE, R. S.; DALLA ROZA, J. P. Strategic positioning of soybean cultivars in the state of Rio Grande do Sul. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.20, p.378-388, 2021. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v20i4.2>.

KOSCHINSKI, V.; ECCO, M. Production behavior of different soybean genotypes in the west region of Paraná. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v.11, p.1-15, 2024. DOI: 10.37951/2358-260X.2024v11i1.7178

LUCCHESI, D. L.; SCHAEFFER, N. V. Relação dos fenômenos El Niño, La Niña e Ano neutro na agricultura brasileira. Porto Alegre: UFRGS. 20p. **Boletim Informativo do Projeto Agro Extensão**. 2023.

MACMILLAN, K. P.; GULDEN, R. H. Effect of seeding date, environment and cultivar on soybean seed yield, yield components, and seed quality in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, v.112, p.1666–1678, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20185>

MARENGO, R. P. **Determinação de épocas de semeadura de cultivares de soja em solos de terras baixas da Fronteira Oeste**. Orientador: Prof.^a Dr.^a Daniel Ândrei Robe Fonseca. 2019. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, Itaqui, 2019. 45p.

MARIN, R. **Diagnóstico das Propriedades Rurais que Utilizam Rotação Arroz/Soja em Áreas de Várzeas no Município de São Gabriel, RS**. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Julia Teixeira Senna. 2014. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, São Gabriel, 2014. 31p.

MATTOS, T. P.; HAMAWAKI, O. T.; NOGUEIRA, A. P. O.; LUIZ, M. C. P.; TEIXEIRA, F. G.; SHIGIHARA, D.; HAMAWAKI, R. L.; HAMAWAKI, C. D. L. Effect of sowing season on soybean performance. **Bioscience Journal**, v.36, p.1607-1618, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v36n5a2020-42446>

- MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.14–21, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100003>
- MONDINI, M. L.; VIEIRA, C. P.; CAMBRAIA, L. A. **Época de Semeadura: um Importante Fator que Afeta a Produtividade da Cultura da Soja**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 2001. 17p. (Documento 34).
- OLIVEIRA, Z. B.; KNIES, A. E.; BOTTEGA, E. L.; SILVA, C. M.; GOMES, J. I. T. Influence of supplementary irrigation on the productivity of soybean cultivars for the 2018-19 and 2019-20 harvesting the central region of RS. **Brazilian Journal of Development**, v.7, p.15580-15595, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n2-263>
- PARFITT, J. M. B.; SCIVITTARO, W. B.; ANDRES, A.; CONCENÇO, G.; MELLO-ARAUJO, L. B.; MARTIN, J. G. **Sistema sulco-camalhão em área suavizada para o cultivo de espécies de sequeiro em terras baixas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2023. 14p. (Circular Técnica 245).
- PENARIOL, A. Soja: cultivares no lugar certo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 90, p. 13-14, 2000. Disponível em: [http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/3D7AD150106A80E683257AA30069BE0F/\\$FILE/pages13-14-90.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/3D7AD150106A80E683257AA30069BE0F/$FILE/pages13-14-90.pdf). Acesso em: 09 jun. 2024.
- PIGATTO, G. **Desempenho agrônômico de diferentes cultivares de soja com a utilização da irrigação suplementar na safra 2022-23**. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Zanandra Boff de Oliveira. 2014. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul, Cachoeira do Sul, 2023. 29p.
- PINTO, M. A. B.; PARFITT, J. M. B.; TIMM, L. C.; FARIA, L. C.; SCIVITTARO, W. B. Produtividade de arroz irrigado por aspersão em terras baixas em função da disponibilidade de água e de atributos do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1584-1593, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900058>
- POEHLMAN, J. M. Breeding soybean. In: POEHLMAN, J. M. **Breeding field crops**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987, 450p.
- RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.431-437, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000300006>
- SANGIOVO, M. J. R.; BASSO, C. J. Épocas de semeadura e sua influência sobre a flutuação de percevejos na soja. **Terra & Cultura**, v.37, p.11-17, 2021.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018. 355p.

SERAFIN-ANDRZEJEWSKA, M.; HELIOS, W.; JAMA-RODZENSKA, A.; KOZAK, M.; KOTECKI, A.; KUCHAR, L. Effect of Sowing Date on Soybean Development in South-Western Poland. **Agriculture**, v.11, p.413-423, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11050413>

SILVA, C. M.; MIELEZRSKI, F.; CHAVES, D. V.; LIMA, E. A.; COSTA FILHO, J. H.; SILVA, A. V. Sowing seasons x maturity groups on quantitative traits in soybean. **African Journal of Agricultural Research**, v.13, p.7-13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12717>

SPADER, V.; DESCHAMPS, C. Grain yield of soybean cultivars using different densities and sowing dates in a high-altitude region of south Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.1823–1834, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p1823>

STOCHERO, E. C.; MALDANER, I. C.; MENEGHETTI, E. C.; HALBERSTADT, C. M.; BOLZAN, F. T.; STRECK, E. A. Fenologia de cultivares de soja em diferentes datas de semeadura em terras baixas. **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v.7, p. 30–46, 2020. DOI: [10.35819/scientiatec.v7i2.3787](https://doi.org/10.35819/scientiatec.v7i2.3787)

TEIXEIRA, W. G.; VICTORIA, D. de C.; BARROS, A. H. C.; LUMBRERAS, J. F.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, F. A. M. da; LIMA, E. de P.; BUENO FILHO, J. S. de S.; MONTEIRO, J. E. B. de A. Predição da água disponível no solo em função da granulometria para uso nas análises de risco no Zoneamento Agrícola de Risco Climático. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. E-book. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350793394_Predicao_da_agua_disponivel_no_solo_em_funcao_da_granulometria_para_uso_nas_analises_de_risco_no_Zoneamento_Agricola_de_Risco_Climatico. Acesso em: 02 jun. 2024.

UMBURANAS, R. C.; YOKOYAMA, A. H.; BALENA, L.; DOURADO-NETO, D.; TEIXEIRA, W. F.; ZITO, R. K.; REICHARDT, K.; KAWAKAMI, J. Soybean Yield in Different Sowing Dates and Seeding Rates in a Subtropical Environment. **International Journal of Plant Production**, v.13, p.117-128, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42106-019-00040-0>

VENTUROSO, L. R.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BERGAMIN, A. C.; VALADÃO JÚNIOR, D. D.; JAKELAITIS, A. Efeito da época de semeadura sobre caracteres agrônômicos em cultivares de soja em Rolim de Moura – RO. **Bioscience Journal**, v.25, p.73–81, 2009.

VITANTONIO-MAZZINI, L. N.; GÓMEZ, G.; GAMBIN, B. L.; MAURO, G. D.; IGLESIAS, R.; COSTANZI, J.; JOBBÁGY, E. G.; BORRÁS, L. Sowing date, genotype choice, and water environment control soybean yields in central Argentina. **Crop Science**, v.61, p.715-728, 2021. DOI: [doi/10.1002/csc2.20315](https://doi.org/10.1002/csc2.20315)

YANG, W.; WU, T.; ZHANG, X.; SONG, W.; XU, C.; SUN, S.; HOU, W.; JIANG, B.; HAN, T.; WU, C. Critical photoperiod measurement of soybean genotypes in different

maturity groups. **Crop Science**, v.59, p. 2055-2061, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2019.03.0170>

YOKOYAMA, A. H.; BALENA, L.; UMBURANAS, R. C.; ANDERLE, L. C.; BRIDI, A.; GUERRA, I. E.; MÜLLER, M. M. L.; KAWAKAMI, J. Seeding rates in late sowing affect soybean yield in Southern Brazil. **Research, Society and Development**, v.9, e723997893, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7893>

ZANON A. J. et al. **Ecofisiologia da soja**: visando altas produtividades. 2.ed. Santa Maria: Palloti, 2022. 432p.

ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; GRASSINI, P. Climate and management factors influence soybean yield potential in a subtropical environment. **Agronomy Journal**, v.108, p.1447-1454, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2015.0535>

ZANON, A. J.; WINCK, J. E. M.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. C.; RICHTER, G. L.; LAGO, I.; SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R.; GUEDES, J. V. C.; MARCHESAN, E. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, v.74, p.400-411, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0043>