



Gylson Gysley Garcia

**TEORES DE PROTEÍNA, ÓLEO E PRODUTIVIDADE EM
GENÓTIPOS DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE
MATURIDADE RELATIVA NO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação

Cruz Alta - RS, 2024

Gylson Gysley Garcia

**TEORES DE PROTEÍNA, ÓLEO E PRODUTIVIDADE EM
GENÓTIPOS DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE
MATURIDADE RELATIVA NO RIO GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentado ao Mestrado Profissional
em Desenvolvimento Rural da Universidade de Cruz
Alta.

Orientador: Prof. Dr. André Schoffel

Cruz Alta - RS, 30 de setembro de 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade de Cruz Alta - Unicruz
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

**TEORES DE PROTEÍNA, ÓLEO E PRODUTIVIDADE EM GENÓTIPOS DE SOJA
COM DIFERENTES GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA NO RIO GRANDE
DO SUL**

Elaborado por

GYLSON GYSLEY GARCIA

Como requisito para a obtenção do Título de Mestre
em Desenvolvimento Rural, Área de Concentração:
Desenvolvimento Rural Sustentável.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. André Schoffel
Universidade de Cruz Alta – Unicruz (Orientador)

Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto
Universidade de Cruz Alta – Unicruz

Prof. Dr. Jackson Ernani Fiorin
Pesquisador – CCGL

Cruz Alta - RS, 30 de setembro de 2024

Ao meu avô Aldo Manoel Garcia (*in memoriam*), por ser meu exemplo.

Responsável por minha paixão pela Agronomia.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, fonte inesgotável de sabedoria, força e alegria, por tudo que tem me dado e confiado, por me permitir errar, aprender e crescer.

A minha companheira, Mônica Rafaela da Silva, pela imensa ajuda, amor e companheirismo.

A meus pais, Ademar Garcia e Ana Maria Gislon Garcia, e a minha Irmã Gysleny Gylceya Garcia, pelo repasse de experiências, por todo amor, apoio e incentivos aos estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, da Universidade de Cruz Alta (Unicruz), pela oportunidade de realização do curso mestrado profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. André Schoffel, pelo apoio, dedicação, conhecimento empregado e amizade. Aos professores do Programa de Pós-graduação da Unicruz, especialmente aos professores que ministraram as disciplinas: Dr. Jackson Ernani Fiorin, Dr. Rafael Pivotto Bortolotto, Dra. Juliane Nicolodi Camera, Dr. João Fernando Zamberlan, Dra. Juliana Medianeira Machado, Dr. Domingos Benedetti Rodrigues, Dra. Claudia Maria Prudêncio de Mera, Dr. Juliano Nunes Alves, Dr. Diego Pascoal Golle, Dra. Jana Koefender, Dra. Paula Montagner, Dra. Daniele Mariath Bassuino e Ma. Daniele Furian Araldi.

A todos os colegas de mestrado, pela convivência e companheirismo.

À C.Vale – Cooperativa Agroindustrial, pela oportunidade admitir o precioso tempo para estar na academia e por autorizar o uso dos dados experimentais para realização deste estudo e pela oportunidade de colaborar cientificamente para o desenvolvimento da agricultura no Estado do Rio Grande do Sul e na agricultura brasileira.

Aos membros da Banca examinadora, pela disponibilidade e flexibilidade para a avaliação desta dissertação.

A todos aqui não citados que contribuíram para realização deste mestrado, o apoio de cada um foi fundamental para a minha formação pessoal e profissional.

Obrigado a todos!

“Nenhum vento sopra a favor de quem não sabe para onde ir”
(Sêneca, Filósofo da Antiga Roma)

RESUMO

TEORES DE PROTEÍNA, ÓLEO E PRODUTIVIDADE DAS CULTIVARES SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO EM TRÊS LOCAIS DE PRODUÇÃO NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Autor: Gylson Gysley Garcia
Orientador: Prof. Dr. André Schoffel

A soja (*Glycine max* L.) é uma cultura que se destaca mundialmente no contexto agrícola e econômico, os teores de proteína e óleo fazem com que os grãos sejam de grande interesse na alimentação humana e animal. A dificuldade de selecionar cultivares que apresentem bons rendimentos, teores de proteína e óleo, sem prejudicar o desempenho agrônômicos ainda é um desafio para o melhoramento genético. Apesar da importância que se dá na qualidade de grãos, os teores de óleo e proteína são negativamente correlacionados e dificultam os ganhos simultâneos em ambos os caracteres. Há a necessidade de incremento na obtenção de informações sobre o crescimento e desenvolvimento das cultivares e a sua interação com os ambientes produtivos. Isso permite a compreensão de fatores que interferem nos componentes quantitativos e qualitativos da produção, visando o aumento da rentabilidade e sustentabilidade do sistema produtivo. A pesquisa teve como objetivo caracterizar aspectos qualitativos na produção e a produtividade de diferentes cultivares de soja em diferentes grupos de maturação em municípios do Rio Grande do Sul. Foram realizados três experimentos em campo nos municípios de Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões na macrorregião sojícola 101 na safra 2023/2024. As variáveis analisadas foram: os teores de proteínas e óleo nos grãos, massa de mil grãos e a produtividade. Para este estudo, foram utilizadas 75 cultivares de soja com diferentes grupos de maturação. A produtividade das cultivares analisadas variou com o grupo de maturação e com os locais de cultivo, evidenciando respostas diferenciadas em virtude do ambiente de produção. Do total de cultivares, foram identificadas as quinze melhores de acordo com a produtividade, massa de mil grãos e teores de proteína e óleo nos grãos, de modo que o enquadramento ficou entre os grupos de maturidade relativa (GMR) de 5.4 e 6.8. Além de fatores genéticos, a concentração de proteína e de óleo foi influenciada pelos fatores ambientais. O município de Palmeira das Missões apresentou a melhor média produtiva, massa de mil grãos e teor de óleo entre os locais avaliados. A Cultivar BMX 56IX58 RSF I2X esteve entre as cinco cultivares mais bem colocadas nos três locais para as variáveis massa de mil grãos e produtividade kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Glycine max*, qualidade proteica, ambientes de produção, grupo de maturidade relativa.

ABSTRACT

PROTEIN, OIL AND PRODUCTIVITY CONTENT OF SOYBEAN CULTIVARS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS IN THREE PRODUCTION SITES IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

Autor: Gylson Gysley Garcia
Orientador: Prof. Dr. André Schoffel

Soybean (*Glycine max* L.) is a crop that stands out worldwide in the agricultural and economic context, the protein and oil contents make the grains of great interest in human and animal nutrition. The difficulty of selecting cultivars that present good yields, protein and oil content, without compromising agronomic performance, is still a challenge for genetic improvement. Despite the importance given to grain quality, oil and protein contents are negatively correlated and make simultaneous gains in both traits difficult. There is a need to increase information on the growth and development of cultivars and their interaction with productive environments. This allows the understanding of factors that affect the quantitative and qualitative components of production, aiming to increase the profitability and sustainability of production system. The research aimed to characterize qualitative aspects in the production and productivity of different soybean cultivars in different maturation groups in municipalities in Rio Grande do Sul. Three field experiments were carried out in the municipalities of Cruz Alta, Tapera and Palmeira das Missões in the soybean macro-region 101 in the 2023/2024 harvest. The variables analyzed were protein and oil content in the grains, mass of one thousand grains and productivity. For this study, 75 soybean cultivars with different maturity groups were used. The productivity of the cultivars analyzed varied with the maturation group and the cultivation locations, showing different responses due to the production environment. Of the total number of cultivars, the fifteen best were identified according to productivity, mass of one thousand grains and protein and oil content in the grains, so that the classification was between the relative maturity groups (GMR) of 5.4 and 6.8. In addition to genetic factors, protein and oil concentration was influenced by environmental factors. The municipality of Palmeira das Missões presented the best production average, mass of one thousand grains and oil content among the locations evaluated. Cultivar BMX 56IX58 RSF I2X was among the five best placed cultivars in the three locations for the variables thousand grain mass and productivity kg ha^{-1} .

Keywords: *Glycine max*, Varieties, Production environment, Ripening group.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Regiões edafoclimáticas sojícolas no Brasil, 3º aproximação	28
--	----

CAPÍTULO 1

Figura 1 - Precipitações, Temperaturas Máximas, Umidade Relativa do Ar e Evapotranspiração durante a condução dos ensaios em Cruz Alta (L-1), Tapera (L-2) e Palmeira das Missões (L-3) RS – Safra 2023/2024.....	411
---	-----

Figura 2 - Produtividade kg ha^{-1} , Massa de Mil Grãos (MMG), Teores (%) Proteína e Óleo das cinco primeiras s cultivares em Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões.	511
--	-----

Figura 3 - Variáveis avaliadas das cinco cultivares mais bem posicionadas nos locais.	533
--	-----

Figura 4 - Quantidade de Proteína Bruta, Nitrogênio nas cinco melhores cultivares de cada local.....	544
--	-----

Figura 5 - Comparativo das Biotecnologias em relação as variáveis avaliadas em Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões - RS, Safra 2023/2024.....	56
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição relativa do grão de soja, e distribuição em seus subprodutos..... 25

Tabela 2 - Composição dos aminoácidos essenciais (g/16gN) presentes nos grãos de soja, na farinha, no concentrado protéico (70% proteína), no isolado proteico (90%), na proteína texturizada de soja (PTS, com 50% de proteínas). 26

CAPÍTULO 01

Tabela 1 - Área plantada, produtividade e produção da soja em grãos: Brasil e Rio Grande do Sul. 32

Tabela 2 - Relação dos genótipos de soja, e respectivas informações de Grupo de Maturação (GM), Hábito de Crescimento (HC), População Inicial, Nome Fantasia e Obtentor. 36

Tabela 3 - Agrupamento de 75 Cultivares de Soja pelo método de agrupamento de Tocher, avaliando os Teores (%) de Proteína, Óleo, Massa Mil Grãos (MMG) e Produtividade (PROD) nos Municípios de Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões no Estado do Rio Grande do Sul, Safra 2023-2024. 42

Tabela 4-Grupo de Maturidade Relativa (GMR), Teor de Proteína e Óleo (%), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Produtividade de Grãos (PRO), em kg ha^{-1} e sc ha^{-1} , das 75 cultivares de soja avaliadas, na safra 2023/2024, em Cruz Alta – RS..... 44

Tabela 5 - Grupo de Maturidade Relativa (GMR), Teor de Proteína e Óleo (%), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Produtividade de Grãos (PRO), em kg ha^{-1} e sc ha^{-1} , das 75 cultivares de soja avaliadas, na safra 2023/2024, em Tapera – RS. 46

Tabela 6 - Grupo de Maturidade Relativa (GMR), Teor de Proteína e Óleo (%), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Produtividade de Grãos (PRO), em kg ha^{-1} e sc ha^{-1} , das 75 cultivares de soja avaliadas, na safra 2023/2024, em Palmeira das Missões – RS..... 47

Tabela 7 - Produtividade kg ha^{-1} (PRO), Massa de Mil Grãos (MMG) e Teores de Proteína e Óleo das quinze cultivares que apresentaram desenho superior entre as setenta e cinco cultivares avaliadas no agrupamento de Tocher nos três locais de estudo (L-1, L-2, L-3) 50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Importância econômica e utilização da Soja.....	15
2.2 Cultivares de Soja: Grupos de Maturação Relativa (GMR) e Zonas de Adaptação .	17
2.3 Grupo de Maturação Relativa (GMR) e Sistemas de Produção em Soja.....	19
2.4 Produtividade de Soja: Distribuição Geográfica e Grupos de Maturação Relativa (GMR)	21
2.5 Proteína	25
2.6 Óleos	26
2.7 Carboidratos.....	27
2.8 Caracterização da Macrorregião 01	27
2.9 Mesorregião Noroeste do Rio Grande do Sul.....	29
CAPÍTULO 1.....	32
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	34
3 RESULTADO E DISCUÇÕES.....	40
4 CONCLUSÕES	57
5 AGRADECIMENTOS.....	57
6 CONSIDERAÇÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

1 INTRODUÇÃO

O aprimoramento de tecnologias envolvidas nos processos produtivos fez com que o Brasil se tornasse o maior produtor mundial de soja, principalmente evidenciado pelos últimos anos com incrementos na sojicultura Nacional. O último levantamento da CONAB em maio de 2024, estimava a safra de grãos, cerca de 294,1 milhões de toneladas em área cultivada de 78,53 milhões hectares, equivalendo uma produtividade média de 3.744 kg ha^{-1} (CONAB, 2024).

Com base em dados da Companhia Nacional de Abastecimento, a produção da soja no Brasil, safra 2023/2024 ficará em 147.381,8 milhões de toneladas com área total cultivada de 46.029,8 mil hectares (CONAB, 2024), permanecendo como a principal cultura em área de cultivo. Estes resultados produtivos têm relação com o aumento da demanda alimentar proteica de origem vegetal, do poder aquisitivo da população e ao potencial de compras dos principais países importadores de soja e seus derivados (CONAB, 2024).

No Rio Grande do Sul, o cultivo da soja na Safra 2023/2024 deverá atingir 19,652 milhões de toneladas, aproximadamente 14 % da quantidade produzida no país, com uma área cultivada de 6,76 milhões de hectares e com produtividade média de 2.905 kg ha^{-1} (IPEA, 2024).

A CONAB (2024), apresentou a evolução da série histórica da cultura da soja na safra 2017/2018 com área plantada de 35.149,20 mil ha^{-1} e produção de 123.258,90 mil ton (produtividade de 3.507 kg ha^{-1}), na safra 2018/2019 a área plantada de 35.874,00 mil ha^{-1} e produção de 119.718,10 mil ton (produtividade de 3.337 kg ha^{-1}), na safra 2019/2020 a área cultivada foi de 36.949,70 mil ha^{-1} e produção de 124.844,80 mil ton (produtividade de 3.379 kg ha^{-1}) na safra 2020/2021 a área plantada foi de 139.385,30 mil ha^{-1} e produção de 139.385,30 mil ton (produtividade 3.529 kg ha^{-1}) e a safra 2022/2023 a área plantada foi 44.080,10 mil ha^{-1} e produção de 154.609,50 mil ton (produtividade 3.507 kg ha^{-1}), para a safra 2023/2024 a estimativa está em 45.978,00 mil ha^{-1} e produção de 147.353,50 mil ton (produtividade de 3.205 kg ha^{-1}).

O aumento da produção é dependente do desenvolvimento e do bom posicionamento de tecnologias. O lançamento de novas cultivares é uma das tecnologias que mais tem contribuído com o crescimento da sojicultura Nacional. Uma cultivar de soja desejada deve

apresentar alta produtividade, estabilidade de produção e adaptabilidade aos ambientes na faixa geográfica de recomendação (HAMAWAKI et al., 2010). Para o aperfeiçoamento de práticas de manejo é necessária a realização de pesquisas em diferentes locais para que os genótipos sejam agrupados e utilizados com maior eficiência nos diferentes ambientes (SOUSA, 2015). Além disso, é essencial a obtenção e interpretação do desempenho de cada genótipo, por possibilitar a identificação e agrupamento daqueles com comportamento previsível e que sejam positivamente responsivos às variações ambientais, em condições amplas e/ou específicas (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

Durante a fase final do desenvolvimento de linhagens de soja são realizados os ensaios preliminares, intermediários, finais e os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), em vários locais, safras consecutivas e em diferentes condições edafoclimáticas. Nos VCUs, a produtividade de grãos e outras características qualitativas e quantitativas de importância agrônômica são avaliadas (NOGUEIRA; SEDIYAMA; GOMES, 2015). Com base nos dados coletados nos ensaios, podem ser realizados estudos de interação de genótipos por ambientes, seguidos de adaptabilidade e estabilidade.

A resposta de um genótipo de soja ao fotoperíodo, à temperatura e à pluviosidade compreende um dos aspectos mais importantes para a seleção e recomendação de cultivares adaptadas. Entre estes fatores, o fotoperíodo e a temperatura são os que apresentam maior influência direta sobre a progressão dos estádios fenológicos da soja ao longo do cultivo (CAMARA et al., 1997; SETIYONO et al., 2007). Por outro lado, a temperatura e o fotoperíodo podem ser influenciados, não apenas pela latitude, mas, sobretudo no caso da temperatura, também pela longitude (MILADINOVIC et al., 2006) e altitude (BASNET et al., 1974; SINCLAIR et al., 2005). Deste modo, as interpretações das interações que ocorrem em campos de produção entre genótipo, ambiente e manejo são essenciais para que os efeitos sejam compreendidos, principalmente em espécies utilizadas em amplas faixas de ambiente.

A soja, uma aleuro-oleaginosa é considerada a mais produzida e consumida, seu grão triturado resulta em farelo e óleo, que são ricos em proteínas e utilizados principalmente no consumo animal e humano através da produção de rações e óleos vegetais (BRUM, 2006). A soja destaca-se não apenas por apresentar maior teor proteico quando comparada a outras leguminosas, mas também pela qualidade de suas proteínas, apresentando um elevado padrão de aminoácidos essenciais, apesar de ser deficiente em aminoácidos sulfurados, tais como metionina e cistina (CIABOTTI, 2004; MANDARINO, 2008).

A variação do teor de proteína e óleo é determinada principalmente por fatores genéticos, mas com forte influência ambiental, principalmente no período de enchimento de

grãos (PÍPOLO et al., 2015). Além de proteína e óleo, o grão de soja contém, em média, 5% de minerais (principalmente potássio, fósforo, cálcio e magnésio) e 34% de carboidratos (açúcares, como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos, como rafinose e estaquiose) (MANDARINO & RUFINO, 2003).

Apesar da expansão da área e o aumento da produtividade da soja no Brasil, além dos avanços tecnológicos da pesquisa agrícola através do melhoramento genético, do melhor entendimento sobre a fisiologia vegetal e da melhoria das práticas agronômicas, os teores de óleo e de proteína dos grãos permanecem estagnados ou em redução. Diversos estudos têm demonstrado a variabilidade quantitativa e qualitativa dos grãos de soja, quanto aos teores de proteína e óleo nos grãos de soja em função do manejo agronômico e das condições de cultivo. A busca pelo melhor posicionamento de cultivares de soja é crescente, principalmente no que condiz a otimizar a produtividade, reduzir os custos de produção e alavancar a lucratividade na comercialização, o que denota a relevância de tais avaliações científicas (FERREIRA et al., 2022; ALBUQUERQUE et al., 2023).

Nesse contexto, os objetivos desta pesquisa foram: (i) avaliar quali e quantitativamente 75 cultivares comerciais de soja, de diferentes Grupos de Maturação Relativa e diferentes biotecnologias na safra 2023/2024, (ii) agrupar e identificar os genótipos com maior produtividade e com percentuais satisfatórios de proteína e óleo em experimentos conduzidos em três diferentes locais situados na macrorregião sojícola 02 na região edafoclimática 102 no Estado do Rio Grande do Sul.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica e utilização da Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada mundialmente e conhecida por sua relevância quanto a utilização de seus produtos na alimentação humana, animal e valor econômico no mercado nacional e internacional (OLIVEIRA et al., 2016), e constitui um dos produtos de maior importância na economia brasileira, ocupando lugar de destaque na oferta de óleo para consumo interno, no arração animal e principal fonte proteica, bem como na exportação do país (SEDIYAMA et al, 1993).

Originária de regiões temperadas, a introdução da soja no Brasil é em decorrência da adaptação ao fotoperíodo que é fator chave para seu cultivo. Para chegar ao patamar dos maiores produtores de soja, houve no Brasil quebras de fronteiras agrícolas e introdução da

característica de juvenilidade longa que possibilitou o grande avanço na produção em região tropical (PASSOS et al., 2019).

No Brasil, a primeira referência data de 1882, quando ocorreu o cultivo experimental de soja, os quais foram levados por Gustavo Dutra ao Recôncavo Baiano. A iniciativa não teve êxito, pois o material genético testado não era adaptado à região. Nessa época, a produção comercial de soja no mundo estava restrita à região leste da Ásia, em latitudes próximas a 40°N, onde o clima é temperado, em contraste com o clima tropical e a baixa latitude (12°S) da Bahia (DALL'AGNOL, 2016).

A soja somente teve êxito no Brasil a partir dos anos 40, quando foi semeada no estado do Rio Grande do Sul (RS), localizado entre as latitudes de 27°S e 34°S (DALL'AGNOL, 2016).

Entre a safra 1976/1977 e 1994/1995, o Rio Grande do Sul manteve o status de estado com maior área de soja do Brasil e, na maioria dos anos, também foi aquele com maior produção do grão, sendo superado quatro vezes pelo Paraná (HIRAKURI, et al., 2019).

O preço excepcional da soja no mercado mundial em meados dos anos 70 foi o principal motor a impulsionar o rápido avanço do seu cultivo nos campos da região Sul, nos quais as cultivares introduzidas dos EUA (Bragg, Davis, Hill, Hood, Hardee, Bienville, Bossier, entre outras) apresentavam boa adaptação (DALL'AGNOL, 2016).

Assim, além de constituir uma das principais commodities mundiais, o complexo soja composto pela soja em grãos e seus derivados como óleo e farelo, possui grande importância econômica para o mercado brasileiro com o aumento do consumo interno e à arrecadação com exportações (OLIVEIRA et al., 2016). A soja é importante para a economia brasileira e mundial devido aos seus diversos usos no mercado, consumo humano, fabricação de rações, biocombustíveis, matéria-prima farmacêutica e cosmética (CARVALHO et al., 2022; CASAS-LEAL et al., 2022). A cadeia produtiva da soja está intimamente interligada a outras, o que permite explorá-la de diferentes maneiras. O grão pode ter como destino o mercado externo ou o esmagamento para a obtenção de produtos derivados, sobretudo: (a) farelo, utilizado na cadeia de proteína; (b) óleo, largamente usado nas cadeias alimentícias e de biocombustíveis (HIRAKURI, et al., 2019).

A soja é uma das plantas mais importantes do mundo; seu grão é rico em proteínas, em torno de 40%, e óleo 20%. A composição aproximada dos grãos de soja é de 30 a 34% de carboidratos; entre 18 e 20% de lipídios, dos quais 23% são ácidos graxos monoinsaturados, 58% poli-insaturados e 15% saturados; e 40 a 45% de proteína (SILVA, 2005). A EMBRAPA (2021) em sua circular Técnica nº 60 menciona que em média os grãos de soja apresentam

40% de proteína e 20% de óleo, o qual tem se modificado ao longo das safras (PÍPOLO et al., 2015), com média nacional em torno de 37% para proteína (OLIVEIRA et al., 2018) e teor de óleo variando de 15 a 25% segundo Mandarinino et al. (2018).

A principal utilidade da soja é fornecer óleo e farelo. De acordo com Sedyama (2016), a maioria das cultivares de soja apresentam, em média 37 a 42% de proteínas, podendo alcançar cerca de 52%, e o teor de óleo entre 17 e 22%, podendo atingir cerca de 28%. A planta de soja pode ser utilizada como adubo verde, forragem, feno e pastagem. As proteínas da soja possuem alto valor biológico, sendo o único vegetal que contém proteína completa, equivalente à do ovo, podendo ser consumida como fonte única de proteínas. A soja não possui amido em sua composição e os principais açúcares que ela contém são frutose, glicose e sacarose, além de possuir um teor considerável de fibras solúveis (MANDARINO & CARRÃO-PANIZZI, 2021). Essas características de composição química do grão, aliadas ao bom potencial produtivo e rusticidade, fazem da soja a cultura anual com maior produção de proteína no mundo, com baixo custo de produção e em curto espaço de tempo.

O óleo de soja é um dos óleos vegetais mais produzidos no mundo e sua demanda deverá aumentar no futuro, pelo aumento do uso de biocombustíveis (WYSMIERSKI, 2015). No Brasil o óleo de soja é o mais utilizado, representando 90% do total de óleos e gorduras consumidas pela população brasileira (MANDARINO et al., 2018).

A combinação incomparável de altos teores de proteína (40%) e de óleo (20%), juntamente com níveis adequados de produtividade de grãos (em média 3 ton/ha), nos mais diversos tipos de ambientes, faz da soja uma das leguminosas cultivadas mais importantes de todo o mundo, sendo atualmente a principal fonte de proteína vegetal disponível (VELLO & SILVA, 2006).

2.2 Cultivares de Soja: Grupos de Maturação Relativa (GMR) e Zonas de Adaptação

No Brasil, por muitos anos, o ciclo de cultivares de soja foi classificado como precoce, médio e tardio. Então, com a notável dificuldade de discriminação do ciclo das cultivares, mediante esses únicos grupos, adotou-se níveis intermediários, como superprecoce e semitardio (EMBRAPA, 2000). Com a utilização destas designações foi possível distinguir e recomendar cultivares, assim como predizer o ciclo de cada grupo em determinada localidade ou microrregião. No entanto apenas com base nessa classificação a ocorrência de que uma mesma cultivar se comportava de maneira diferente caso fosse plantada em uma ou outra região, esses grupos são variáveis ao longo das regiões de cultivo. A variação do ciclo de

desenvolvimento da soja ocorre em função da temperatura e da luminosidade local. Com a expansão da cultura para novas regiões, impondo a cada ano novas fronteiras agrícolas, as definições de ciclos superprecoce, precoce, médio, semitardio e tardio tornaram-se, inevitavelmente, inaplicáveis; pois, são inconsistentes ao longo dos ambientes, sobretudo quando há grande variação em latitude na região de cultivo.

No Brasil, inicialmente foram introduzidos genótipos provenientes de latitudes mais baixas dos EUA, nas regiões de latitude mais elevadas do país (Região Sul), principalmente nas imediações do Trópico de Capricórnio (23°27'S). Para a adaptação nas Regiões Norte e Nordeste, buscou-se, principalmente, o desenvolvimento de genótipos com a característica de período juvenil longo (PJL), devido às limitações no porte e produtividade de cultivares subtropicais, quando cultivadas em baixas latitudes (PALUDZYSZYN FILHO et al., 1993; CAMPELO et al., 1999). Combinações de genes que expressam florescimento tardio em condições de dias curtos, longo período juvenil, foram identificadas em cultivares recomendadas para o sul do Brasil, bem como em linhagens provenientes do leste asiático. Assim, o melhoramento genético envolvendo esses materiais permitiu a ascensão do cultivo de soja para a região do Cerrado (KIIHL & GARCIA, 1989; SPECHT et al., 2014). Sendo a soja uma espécie de dias curtos, a sensibilidade ao fotoperíodo é um dos principais entraves à obtenção de cultivares de ampla adaptação. Quando a soja é cultivada em condições de baixa latitude, o florescimento é induzido precocemente, resultando em plantas baixas, com produtividade drasticamente reduzida (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2000); pois, a duração dos estádios fenológicos em soja é dependente, essencialmente, do fotoperíodo e da temperatura (SPEHAR et al., 1993; KANTOLIC, 2008). As respostas fenotípicas a esses fatores são variáveis entre cultivares (SETIYONO et al., 2007) e definem as suas regiões ótimas de adaptação, épocas e densidades adequadas de semeadura.

A classificação de GM no Brasil seguiu um modelo com numeração semelhante àquela utilizada nos Estados Unidos, mas devido o Brasil estar localizado no Hemisfério Sul, os números de GM se iniciam nas latitudes maiores e aumentam nas latitudes próximas à linha equatorial (CAVASSIM, 2014).

A previsibilidade do avanço da cultura da soja ao longo dos estádios fenológicos é imprescindível para a definição e adoção de eficientes estratégias de manejo e sistema de produção; sobretudo, no que tange ao planejamento de operações agrícolas, manejo fitossanitário e comercialização. Além disso, as datas de florescimento e de maturação são importantes caracteres que determinam a extensão geográfica de adaptação de uma cultivar. Logo, são imprescindíveis no processo de introdução de cultivares e para o seu registro de

uso. Assim, no Brasil e nos demais países de maior expressão agrícola, cultivares de soja têm sido predominantemente classificadas nesses treze grupos de maturação relativa – GMR (FEHR, 1987; BOERMA & SPECHT, 2004; ALLIPRANDINI et al., 2009).

2.3 Grupo de Maturação Relativa (GMR) e Sistemas de Produção em Soja

Desde a intensificação do cultivo comercial de soja no Brasil e em outros países de expressão agrícola, as cultivares e o manejo associado têm passado por intensas modificações. Isto ocorreu devido a modernização do sistema agrícola, da rotação e sucessão de culturas, o que tem impactado diretamente no ciclo das cultivares. Com o desenvolvimento de um grande número de cultivares nas regiões produtoras de soja e o advento da diferença de maturação das plantas dependendo do local de onde é semeada, se fez necessário a mudança da classificação dos Grupos de Maturação Relativa (GMR) da soja.

A classificação das cultivares com base no Grupo de Maturação Relativa, presume com mais precisão o comportamento da cultivar de acordo com o local onde ela é semeada. O GMR de uma Cultivar prevê a quantidade de dias para que a planta complete seu ciclo, considerando um período que começa na semeadura e termina na maturidade fisiológica. Esse intervalo de tempo dependerá das condições ambientais nas quais a cultura está implantada. Atualmente, as cultivares comerciais de soja são adaptadas não apenas às regiões de recomendação de cultivo, mas, também, e principalmente, ao sistema agrícola adotado.

Dessa forma, destaca-se o ajuste do ciclo da cultivar ao sistema de produção, seja em rotação ou sucessão; normalmente com milho, algodão, sorgo, feijão ou arroz. O sistema de produção adotado depende principalmente da valorização dos produtos agrícolas no mercado, do custo de produção e das condições edafoclimáticas na região de cultivo. Há regiões, por exemplo, onde a estação chuvosa é resumida, com intermitências pluviais; em que é mais viável o cultivo de soja de ciclo médio ou tardio, em sucessão a culturas de baixa demanda hídrica como sorgo e milheto. Em regiões com elevada pluviosidade, entretanto, é possível o cultivo de cultivares precoces altamente adaptadas, com elevados níveis de produtividade, em sucessão com milho de alta tecnologia. Noutras ocasiões, quando a soja é cultura secundária, apesar de cultivada no início da estação chuvosa, com o algodão como cultura primária, geralmente, opta-se por cultivares superprecoces. Com isso, busca-se evitar a semeadura tardia do algodão e, assim, reduzir os riscos à cultura, decorrentes de estresses hídricos no final da estação chuvosa.

A modernização dos sistemas agrícolas de produção de soja impactou intensamente no padrão das cultivares utilizadas e no manejo adotado. Assim, atualmente, o grupo de maturação é caráter preponderante na seleção e recomendação de cultivares. Nesse contexto, o nível produtivo já não é, absolutamente, prioridade única, em detrimento às demais características desejáveis de uma cultivar, como, por exemplo, precocidade e estabilidade produtiva em diferentes épocas de semeadura.

Atualmente, há uma busca contínua por cultivares cada vez mais precoces, cujos níveis produtivos sejam iguais ou superiores àqueles observados em cultivares mais tardias e, naturalmente, com menores restrições às épocas de semeadura (RUIZ-VEGA, 1984). Nesse sentido, agrega-se maior estabilidade, mediante ajuste na densidade de semeadura (HUGIE & ORF, 1989; CARPENTER & BOARD, 1997) e na fertilidade dos solos. Meotti et al. (2012) constataram que os componentes de produção apresentam ajustes compensatórios entre si (plasticidade), com resposta diferencial entre as cultivares, de modo a “tamponar” os efeitos da época de semeadura. Destacam, ainda, que as cultivares de ciclo médio ou precoce e de porte elevado são mais adequadas ao cultivo em épocas de semeadura tardias.

A produtividade média de soja relatada para o agrupamento fica entre 2.800 kg ha⁻¹ e 3.000 kg ha⁻¹, variando entre 2.100 kg ha⁻¹ a 4.500 kg ha⁻¹, em ano agrícola de normalidade climática.

Conforme os especialistas, o Sistema Plantio Direto (SPD) constitui atualmente, na modalidade de manejo do solo de maior adoção nas mesorregiões. Contudo, salientam que, para aprimoramento e qualificação deste sistema de agricultura conservacionista, é necessário, sobretudo, a sistematização das lavouras, descompactação do solo, correção da acidez e da fertilidade do solo, além do planejamento e da diversificação de cultivos. Apesar de o SPD ter um histórico de adoção desde o final do século passado no Rio Grande do Sul, muitas áreas produtivas de soja devem melhorar e qualificar o sistema de plantio direto para a obtenção de maior produtividade.

O Grupo de Maturidade Relativa (GMR) das principais cultivares empregadas nas mesorregiões está entre 5.8 e 6.4, o que leva ciclos de 125 a 140 dias. Os principais fatores apontados pelos pesquisadores para a escolha de cultivares de soja na mesorregião sojícola 1, está relacionado ao ciclo (precocidade), resistência ao acamamento (associado ao porte baixo), estabilidade produtiva e resistência a pragas e doenças, destacando a doença ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*).

2.4 Produtividade de Soja: Distribuição Geográfica e Grupos de Maturação Relativa (GMR)

Inicialmente, Scott & Aldrich (1970) propuseram uma regionalização hipotética, baseada em grupos de maturação, para recomendação de cultivares de soja nos EUA e sul do Canadá. A proposta incluía desde o grupo de maturação 00, recomendado para o norte, até o grupo VIII, recomendado para o extremo sul dos EUA. Posteriormente, Zhang et al. (2007) elaboraram um mapeamento para recomendar cultivares de soja nos EUA, conforme os intervalos de grupo de maturação relativa e a latitude. Neste caso, recomendaram o grupo 0 ao extremo sul e VI para o norte. Observaram, então, que cultivares dos grupos mais precoces apresentavam estreita faixa de adaptação, enquanto aquelas de ciclos medianos tinham adaptação ampla.

O estudo de Zhang et al. (2007) representou avanço importante, entretanto, nele não foram considerados aspectos fito técnicos, os quais podem ampliar a região de adaptação das cultivares precoces. Mourtzinis & Conley (2017) revisaram as zonas de adaptação para cultivares de soja conforme grupos de maturação, nos EUA, considerando as tecnologias atuais de cultivo. A distribuição das regiões de adaptação nas diferentes estratificações revelou padrões similares, contudo, há consideráveis variações na amplitude de adaptação de alguns grupos em latitudes específicas. Isso sugere variação adaptativa temporal de alguns grupos, possivelmente em função de alterações do manejo cultural e progresso genético.

Na classificação por Grupo de Maturação Relativa (GMR), as cultivares de soja são separadas em 13 grupos de maturação, representados por números que variam do 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 a 10.

As cultivares de soja com menores GMR são indicadas para a Região Sul do Brasil, enquanto as de maior GMR são recomendadas para as regiões Central e Norte do País.

Outra característica que pode ser determinada em relação a GMR é o ciclo, quanto menor o GRM, menor será o ciclo da cultura.

O histórico do melhoramento da soja no Brasil priorizou, inicialmente, a obtenção de cultivares de grupos de maturação relativa entre 8.0 e 9.0 para as Regiões Norte e Nordeste (CAMPELO et al., 1999).

Originalmente, a soja era uma espécie de dias curtos com restrita adaptação a regiões tropicais. Ao longo do processo de seleção e melhoramento genético voltado à adaptação de cultivares a climas tropicais, foi possível a obtenção de rendimentos razoáveis até mesmo em baixas latitudes. Em decorrência do valor econômico e da consequente disseminação da

cultura em diversas regiões, a soja foi adaptada a variados ambientes, cujas condições de fotoperíodo e temperatura distinguem, consideravelmente, das regiões de origem e domesticação da espécie (*Glycine max* (L.) Merrill) (SPEHAR, 1995; SINCLAIR et al., 2005).

A dinâmica do processo de crescimento e desenvolvimento da cultura da soja é intensamente afetada pelas complexas interações entre temperatura e fotoperíodo (COBER et al., 2001). Entretanto, esse processo pode ser razoavelmente predito conhecendo-se o grupo de maturação de cada cultivar, quando utilizada em determinada região. O comprimento do estágio vegetativo é significativamente afetado pelo fotoperíodo (RAPER & THOMAS, 1978; HADLEY et al., 1984; SETIYONO et al., 2007), assim, a adaptação de uma cultivar depende essencialmente do ajuste entre o comprimento do período juvenil e a ocorrência do fotoperíodo crítico na região de cultivo. Desse modo, uma cultivar adaptada apresenta porte razoável, compatível com elevados níveis de produtividade, e padrão agrônomo ajustado ao manejo cultural. Evita-se, então, a ocorrência de plantas de porte excessivo, com elevada tendência ao acamamento, ou plantas muito baixas, com poucos nós produtivos, baixa inserção de vagens e difícil colheita.

Cultivares de tipo de crescimento indeterminado, ramificadas e precoces têm sido preferidas, nos últimos anos, ao longo de diversas regiões no Brasil. Isso também decorre da maior plasticidade fenotípica proveniente das ramificações e desse tipo de crescimento. Assim, com ajustes discretos na população de plantas é possível obter resultados competitivos com o uso de cultivares mais precoces, em diferentes épocas de plantio e em extensões geográficas diversas. Ablett et al. (1989) asseguram que a obtenção de linhagens de crescimento determinado, precoces e estáveis, com altos níveis produtivos, é possível; contudo, a frequência dessas linhagens em uma população segregante, tendo em vista o germoplasma comercial, é menor relativamente à de linhagens com crescimento indeterminado e com os mesmos atributos.

Relações entre ciclo e produtividade têm sido investigadas em diversos trabalhos científicos. Segundo Dunphy et al. (1979), cultivares que apresentam florescimento e maturação tardios tendem a ser mais produtivas. Entretanto, conforme Egli (1993), o comprimento do período vegetativo e, também, o ciclo total não influenciam a produtividade da soja. Provavelmente, as divergências observadas nesse sentido são decorrentes das diferenças adaptativas entre as cultivares usadas em cada estudo, ao longo dos ambientes ou condições amostradas. De acordo com Spehar et al. (2014), no geral, elevadas produtividades

estão relacionadas a maturações tardias, sendo que, os efeitos de estresse hídrico e época de semeadura podem confundir os níveis de adaptação em função do grupo de maturação.

Segundo Spehar et al. (2014), a estabilidade genotípica visando elevadas produtividades é dependente do grupo de maturação e do comprimento do período juvenil.

A ocorrência de pragas e doenças de difícil e oneroso controle também colaborou para a adoção de cultivares mais precoces, visto que, quanto menor a permanência da cultura no campo, menor é sua exposição a riscos de quebra na produção. Adicionalmente, a ocorrência de veranicos em determinadas regiões, sobretudo na fase de enchimento de grãos, também representa importante fator restritivo a determinados grupos de maturação e épocas de semeadura, em regiões que não apresentam distribuição pluviométrica regular durante a estação de cultivo.

Devido à elevada responsividade da soja a variações ambientais, principalmente a fatores como temperatura, fotoperíodo, intensidade luminosa e disponibilidade hídrica, bem como a fatores edáficos, as cultivares apresentam diferentes regiões ótimas de adaptação (ZDZIARSKI et al., 2018). Nesse sentido, um dos principais caracteres inerentes às cultivares e que condiciona sua adaptabilidade é o grupo de maturação (JIANG et al., 2014). Segundo Cober & Morrison (2010), a variação genética associada à fotossensibilidade e ao tipo de crescimento definem, majoritariamente, a maturação em soja, com efeitos pleiotrópicos na produtividade e em outros caracteres agrônômicos, sobretudo altura de planta e suscetibilidade ao acamamento. Assim, essa responsividade desempenha importante papel na adaptação de cultivares em diferentes latitudes.

No Brasil, a primeira iniciativa para recomendação de cultivares de soja conforme o grupo de maturação é atribuída a Penariol (2000). Nesse caso, a recomendação foi adotar cultivares cujos grupos de maturação encontram-se entre 8 e 10, a partir do extremo sul até o extremo norte do país, nesta ordem. Ainda houve a recomendação de cultivares de grupos de maturação 7, ou acima, para a região tropical. Alliprandini et al. (2009), revisando os níveis de adaptação da soja conforme a maturação, sugeriram o cultivo de materiais com grupos de maturação entre 5 e 10. Nesse caso, também são recomendadas cultivares com grupos de maturação a partir de 7, para a região tropical, e de 5 a 7, para a região subtropical. Zdziarski et al. (2018), analisando a adaptação de cultivares de diferentes grupos de maturação ao longo das macrorregiões brasileiras (KASTER & FARIAS, 2012), obtiveram resultados similares; contudo, recomendaram cultivares mais precoces para a região tropical. Assim, nota-se discreta variação adaptativa temporal, ao se compararem as recomendações, favorecendo o uso de cultivares mais precoces em menores latitudes.

A categorização das cultivares de soja na escala de maturação relativa possibilita melhor predição de suas respostas fenotípicas em uma região ainda não experimentada. Assim, é possível prever a amplitude adaptativa de uma cultivar, com base em seu grupo de maturação (JIANG et al., 2014). Contudo, inúmeros são os fatores fitotécnicos que podem influenciar nos limites da adaptabilidade de uma cultivar, especialmente em relação às complexas interações entre densidade, época de semeadura e manejo cultural adotado (SPEHAR et al., 2014).

Geralmente, densidades de plantio mais elevadas são adotadas para o incremento em produtividade (RAMBO et al., 2003; RAHMAN et al., 2011; PETTER et al., 2016); e, ou, para a elevação da plasticidade produtiva em condição de estresse, sobretudo em decorrência de plantios marginais, antecipados ou retardados, na estação de cultivo. Mauad et al. (2011), por outro lado, não constataram efeito do acréscimo populacional sobre a massa de grãos. Em outros casos, visando à redução de custos, a adoção de populações reduzidas é preferida, tendo em vista os mecanismos de compensação da soja, inerentes a cada cultivar (TOURINO et al., 2002; DE BRUIN & PEDERSEN, 2008; COX & CHERNEY, 2011; TIRPE & TIRPE, 2011).

Cultivos em regiões de menor latitude resultam na redução do crescimento vegetativo e do ciclo da soja (SPEHAR, 1994). A magnitude dessa redução, entretanto, depende da sensibilidade foto periódica da cultivar e da temperatura atmosférica predominante; visto que em latitudes menores, o comprimento do dia é menor nas estações de cultivo e as temperaturas são predominantemente elevadas (cultivos de verão). Por isso, o cultivo de soja na região do Cerrado brasileiro só foi possível devido aos esforços em seleção de linhagens com período juvenil alongado, tolerantes a elevadas saturações de alumínio no solo e com eficiência no uso de cálcio (SPEHAR, 1995). Desse modo, cultivares de período juvenil longo têm sido preconizadas, pois, nesses ambientes, apresentam porte compatível à consecução de elevados níveis de produtividade (DESTRO et al., 2001).

O excesso pluvial na fase de maturação da soja também promove consideráveis perdas na cultura, tanto quantitativas quanto qualitativas. Assim, depreende-se que o grupo de maturação e a época de semeadura devem ser ajustados, visando à minimização dos riscos de quebra associados à produção, de modo que estágios críticos da cultura, como florescimento, enchimento de grãos e maturação plena, não coincidam com períodos de ocorrência de fatores deteriorantes.

2.5. Proteína

Dentre os cereais e outras espécies fabáceas, a soja apresenta o maior conteúdo proteico (cerca de 40%). A maioria das cultivares de soja apresenta um teor médio entre 36% e 40% de proteína, podendo atingir conteúdos superiores a 45%, no caso de cultivares especiais utilizadas em cruzamentos genéticos como fonte para alto teor de proteínas. Outros componentes encontrados na soja são os fosfolipídios, vitaminas e minerais, além das isoflavonas (LIU, 1999)

Na Tabela 1 está mencionada a composição química média da soja e valor nutricional das suas proteínas.

Tabela 1 - Composição relativa do grão de soja, e distribuição em seus subprodutos.

Composição relativa (%)	Soja	Óleo	Farelo	Casca
Umidade	12,5	0,15	12,5	7,25
Óleo	19,5	99,7	2	0,77
Proteínas	36,6	0	47	8,88
Fibras	5,5	0	3,92	34,88
Impurezas	0,2	0	0	0
Cinzas	1	0,15	0,8	0,72
Carboidratos	24,7	0	33,78	51,78
Produção Final	100	19,5	77,46	3,04

Fonte: Dembogurski, (2003), com adaptações.

A proteína da soja é a única do reino vegetal com possibilidade de substituir as proteínas animais, do ponto de vista nutricional, apresentando todos os aminoácidos essenciais (Tabela 2).

O aumento de rendimento de grãos tem refletido na redução do teor de proteína, o que preocupa o setor industrial, que por sua vez, tem dificuldade em produzir farelo HIPRO com 48% de proteína (PÍPOLO et al., 2015). Condições ambientais interferem na formação e acúmulo de óleo e proteína na soja, portanto, verificar as influências do ambiente é fator determinante para produção de rações de alta qualidade, ao mesmo tempo em que o rendimento de grãos de soja deve ser mantido.

Tabela 2 - Composição dos aminoácidos essenciais (g/16gN) presentes nos grãos de soja, na farinha, no concentrado protéico (70% proteína), no isolado proteico (90%), na proteína texturizada de soja (PTS, com 50% de proteínas).

Aminoácidos essenciais	SOJA				
	Grãos	Farinha	Concentrado proteíco	Isolado proteíco	PTS
Cistina	1,3	1,6	1,6	1,3	1,5
Isoleucina	4,5	4,7	4,8	4,9	4,7
Leucina	7,8	7,9	7,8	7,8	7,8
Lisina	6,4	6,3	6,3	6,4	6,1
Metionina	1,3	1,4	1,4	1,3	1,2
Fenilalanina	4,9	5,3	5,2	5,3	5,0
Treonina	3,6	3,6	4,2	3,6	4,2
Triptofano	1,3	1,3	1,5	1,4	1,1
Tirosina	3,1	3,8	3,9	4,3	3,3
Valina	4,8	5,1	4,9	4,7	4,8

Fonte: Weingartner (1987).

2.6 Óleos

Os teores de óleo nos grãos das cultivares de soja apresentam uma variação entre 15 e 25% de lipídios totais.

A fração lipídica da soja é composta principalmente por ácidos graxos insaturados (85%). O Óleo de soja contém os ácidos graxos essenciais poli-insaturados linoleico (-6) e linolêico (-3). O óleo de soja contém cerca de 110 g kg⁻¹ de ácido palmítico, 30 g kg⁻¹ de ácido esteárico, 220 g kg⁻¹ de ácido oléico, 540 g kg⁻¹ de ácido linoléico e 80 g kg⁻¹ de ácido linolênico (BEWLEY et al., 2013).

O óleo de soja é o mais utilizado no Brasil, representando 90% do total de óleos e gorduras consumidos pela população brasileira (MANDARINO et al., 2018). Correlações genéticas negativas entre óleo e proteína, bem como entre proteína e rendimento de grãos têm sido demonstradas em diversos resultados de pesquisa, evidenciando a dificuldade do melhoramento genético para aumentar rendimento de grãos e teor de proteína, principalmente quando se sabe da demanda dos produtores pelo primeiro em detrimento do segundo (PÍPOLO et al., 2015).

2.7 Carboidratos

Depois das proteínas, os carboidratos são o segundo componente mais abundante na soja e representam entre 30 e 35% dos componentes do grão. A sacarose corresponde praticamente 60% do total de carboidratos solúveis encontrados na soja, enquanto os oligossacarídeos estaquiose e rafinose representam cerca de 36 a 4%, respectivamente.

Os carboidratos insolúveis presentes no grão de soja incluem a celulose, a hemicelulose, a lignina e traços de amido.

2.8 Caracterização da Macrorregião 01

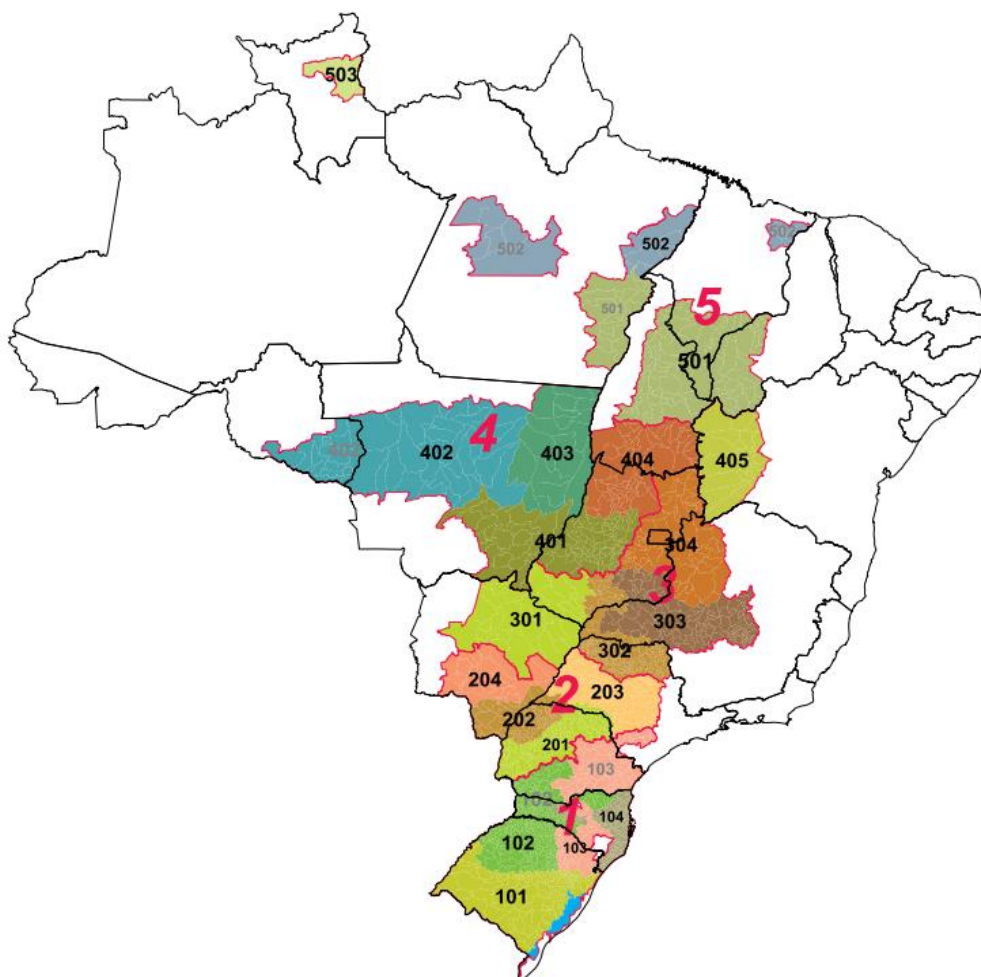
As Macrorregiões Sojícolas (MRS) utilizadas no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) e nos testes de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de cultivares serviram de referencial para a regionalização das análises realizadas. Conforme última aproximação realizada por entidades da sua cadeia produtiva, a soja brasileira está distribuída em cinco Macrorregiões Sojícolas (KASTER; FARIAS, 2012) e os fatores determinantes para esta segmentação foram a latitude (que afeta fotoperíodo e temperatura) e o regime de chuvas. Por sua vez, cada MRS está segmentada em Regiões Edafoclimáticas (REC), de acordo com altitude (temperatura) e tipo de solo (KASTER; FARIAS, 2012). Um modelo de regionalização de testes de VCU (Valor de Cultivo e Uso) e de indicação de cultivares de soja foi proposto pela Embrapa em colaboração com outras Instituições. Dessa forma, foi lançada a 3ª Aproximação, onde foram estabelecidas 5 macrorregiões sojícolas (MRS), sendo a MRS 1 (Sul), MRS 2 (Centro-Sul), MRS 3 (Sudeste) MRS 4 (Centro-Oeste), MRS 5 (Norte/Nordeste) e 20 regiões edafoclimáticas (RECs) para pesquisa e indicação de cultivares (KASTER; FARIAS, 2012). A Figura 1 apresenta o Brasil subdividido em 5 macrorregiões e 20 regiões edafoclimáticas.

A Macrorregião Sojícola 1 (MRS1) está dividida em quatro Regiões Edafoclimáticas (REC), 101, 102, 103 e 104 (KASTER; FARIAS, 2012), que contemplam microrregiões e municípios produtores de soja pertencentes aos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, além de parte significativa do estado de Paraná e uma pequena porção territorial em São Paulo (HIRAKURI, et al., 2019).

Conforme indicado pelo IBGE (2018b), o Rio Grande do Sul tem sete mesorregiões: Noroeste Rio-Grandense, Nordeste Rio-Grandense, Metropolitana de Porto Alegre, Centro

Ocidental Rio Grandense, Centro Oriental Rio-Grandense, Sudeste Rio-Grandense e Sudoeste Rio-Grandense (Figura 4), todas com cultivo de soja.

Figura 1 - Regiões edafoclimáticas sojícolas no Brasil, 3ª aproximação



Fonte: Kaster & Farias, (2011).

De forma resumida, o estado do Rio Grande do Sul além de manter seu domínio territorial na mesorregião, a soja ainda obteve leve avanço sobre a área de outras culturas como milho e feijão primeira safra, além de ganhos de rendimento em virtude das inovações tecnológicas incorporadas por seus sojicultores: avanço e predomínio do Sistema Plantio Direto (SPD) sobre o cultivo convencional, uso de cultivares de soja mais adaptadas e com a tecnologia Roundup Ready, Xtend, Conquest Enlist além dos maquinários agrícolas mais eficientes.

2.9 Mesorregião Noroeste do Rio Grande do Sul

A principal mesorregião produtora de soja do Rio Grande do Sul é o Noroeste Rio-Grandense, a qual também se destaca na pecuária bovina, com um rebanho de quase 2,9 milhões de cabeças/ ano (IBGE, 2018c). No que se refere à sojicultura, o Noroeste Rio-Grandense representa uma área madura do grão, ou seja, onde a cultura tem sido produzida em larga escala há décadas. A microrregião de Santa Rosa é considerada, inclusive, como o Berço Nacional da Soja, com cultivos desde a década de 1940 (TRINDADE, 2016).

O Noroeste Rio-Grandense é uma das regiões mais tradicionais no cultivo de soja no Brasil, de tal forma que ela já possuía uma área superior a 2,8 milhões de ha do grão na safra 1989/1990. Entre as safras 2002/2003 e 2011/2012, a área da cultura na mesorregião variou pouco, ficando entre 2,6 e 2,8 milhões de ha. Contudo, as cotações elevadas incentivaram a ampliação de área de soja no Noroeste Rio-Grandense, que superou 3,0 milhões de ha na safra 2016/2017, avançando sobre pastagens e áreas ocupadas por outras culturas, sobretudo o milho verão. As maiores extensões de soja da mesorregião são observadas nos municípios de: (a) Palmeira das Missões (90,0 mil ha), na microrregião de Carazinho; (b) Cruz Alta (89,5 mil ha) e Joia (81,0 mil ha) na microrregião de Cruz Alta; (c) São Luiz Gonzaga (79,5 mil ha) e São Miguel das Missões (75,0 mil ha), na microrregião de Santo Ângelo (IBGE, 2018a).

O regime pluviométrico no Noroeste do Rio Grande do Sul é bem distribuído ao longo do ano, com média entre 1.700 e 2.000 mm por ano. Ressalta-se, entretanto, que a ocorrência de estiagens tem sido evento frequente nestas regiões, acrescentando sério risco à agricultura local e representando um importante desafio de pesquisa.

Referente à estrutura fundiária, os especialistas apontaram uma área modal entre 30 e 50 ha na microrregião de Santa Rosa, com uma amplitude de 5 a 3.000 ha, distribuídos em uma ou mais propriedades. No sistema de produção adotado, a soja ocupa em torno de 67% da área na primeira safra, enquanto o milho alcança 33%. Entre as principais culturas cultivadas na segunda safra estão o trigo (35%), as coberturas de azevém, aveia e/ou nabo (30%) e pastagens diversas (10%), ficando o restante da área em pousio (25%), caso em que normalmente ocorre a ressemeadura natural de azevém.

Um aspecto importante diz respeito à sucessão e continuidade da produção familiar, que domina a agricultura na região Noroeste Rio-Grandense. Os especialistas observaram que a escala de produção tem se tornado cada vez mais fundamental para o sucesso da atividade, de tal forma existe uma tendência de que pequenos produtores deixem a atividade. Assim, no

médio e /ou longo prazo, deve-se ter uma concentração de áreas em um número menor de pessoas.

3.0 Biotecnologias

Para a CropLife (2021), a biotecnologia é um conjunto de técnicas que envolvem a manipulação de organismos vivos para modificação de produtos com fins específicos.

A biotecnologia juntamente com o melhoramento genético, é uma importante aliada da agricultura. A biotecnologia tem conferido cada vez mais produtividade, controle das principais pragas que atacam as lavouras e tolerância aos principais herbicidas do mercado, impulsionado o crescimento do agronegócio no Brasil e nos principais países produtores de alimento no mundo. Segundo Batista Filho (2013) a biotecnologia é uma ferramenta tecnológica adicional para a agricultura. Seus avanços permitem, não só o importante papel de aumentar a produtividade e manter a homogeneidade ao longo das gerações, como também confere proteção ao meio ambiente. A biotecnologia na agricultura, tem como maior desafio aumentar a produção de alimentos com o uso sustentável da nossa biodiversidade (GOMES; BORÉM, 2013).

Segundo a Monsanto (2021), em 2005 após o lançamento da soja Roundup Ready®, inicia-se os primeiros estudos de melhoramento genético em Porto Rico da soja Intacta. Já na safra 2007/2008, iniciando os plantios no Brasil. No lançamento comercial da soja Intacta RR2 PRO®, em 2013, o país atingiu a marca recorde de 40 mil agricultores testando a tecnologia em campo (MONSANTO, 2021). Ainda, de 2011 a 2013 o SRNC já contava com 121 cultivares registradas da Intacta RR2 PRO®, (BRASIL, 2021). Em 2021 é lançado no mercado brasileiro a nova geração da soja: a Plataforma INTACTA 2 XTEND®. Biotecnologia de última geração, genética avançada, produtos e técnicas de manejo inovadores, entre outros diferenciais exclusivos (BAYER, 2021). Segundo a empresa Bayer (2021) que desenvolveu a biotecnologia, a soja i2X vem com o intuito de substituir gradativamente os campos de Intacta RR2 PRO®, tecnologia hoje que se tornou a mais confiada pelos produtores. Essa substituição se dá ao fato de entregar mais soluções ao sojicultor, baseado nos novos problemas encontrados no campo.

CAPÍTULO 1

TEORES DE PROTEÍNA, ÓLEO E PRODUTIVIDADE EM GENÓTIPOS DE SOJA COM DIFERENTES GRUPOS DE MATURIDADE RELATIVA NO RIO GRANDE DO SUL

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L.) é uma cultura que se destaca mundialmente no contexto agrícola e econômico devido, principalmente, à sua qualidade bromatológica para a alimentação humana e animal, proveniente dos teores de proteína e óleo. Essa importância se dá devido à sua relevância como fonte primária de óleo e proteína vegetal, além de alternativas energéticas como a produção de biocombustíveis (NAVARINI, 2008).

À nível global, a maior capacidade de produção da oleaginosa abrange cinco países principais: Brasil, Estados Unidos, Argentina, China e Índia, com amplas áreas destinadas à produção da cultura, elevado grau tecnológico, técnicas avançadas de manejo e mecanização no sistema de cultivo da cultura (CHEN et al., 2022). O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, em 2019, ultrapassou os Estados Unidos e se tornou o maior produtor de soja do Mundo (FAOSTAT, 2023), junto com os Estados Unidos e a Argentina, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), junto, os três países são responsáveis por mais de 82% da produção mundial dessa commodity agrícola. A produção desta aleuro-oleaginosa na safra 2023/2024 ficou em 147.336,6 milhões de toneladas com área total cultivada de 46.020,2 mil hectares (CONAB, 2024). A estimativa aponta um acréscimo na área de cultivo de 4,4% em relação à safra 2022/2023.

Em 2020, o Brasil era o terceiro maior produtor de óleo de soja no mundo, com produção de 9,56 milhões ton, somente atrás dos Estados Unidos e da China, com 11,33 milhões ton e 16,35 milhões de ton, respectivamente (FAOSTAT, 2023). Na safra 2022/2023, a produção de farelo de soja e óleo foi de 40,40 milhões ton e 10,62 milhões ton, respectivamente (CONAB, 2023). O Rio Grande do Sul (RS), esteve na 5ª posição nacional de maior produtor de soja na safra 2022/2023, totalizando 13,02 milhões ton⁻¹ (CONAB, 2023).

Apesar da expansão da área e o aumento da produtividade da soja no Brasil, a implantação dessa cultura, tem exigido novas tecnologias e manejo cultural adequado,

principalmente em função das condições edafoclimáticas (PINTO, 2019). Conforme o avanço da biotecnologia, as cultivares modernas de soja tendem a apresentar maior produção de grãos atrelada à combinação entre a estabilidade fenotípica e a maturidade precoce (MONTEIRO et al., 2021). Com rendimentos elevados e dominando as técnicas básicas de produção, os produtores rurais têm buscado o aperfeiçoamento dos seus sistemas de produção. Em busca deste rendimento diversas escolhas são realizadas no planejamento para a implantação da cultura, entre estas escolhas a determinação do genótipo é de extrema importância. A cultivar carrega consigo exigências e limitações específicas, que irão determinar o nível tecnológico de manejo para que, aliada as condições climáticas, expresse o seu máximo potencial de rendimento. O melhoramento genético, associado com a qualidade de sementes e demais práticas de manejo fitotécnico, apresentam elevada importância quando se busca aumento de produtividade por área na cultura da soja (BARBOSA et al., 2019). Tais resultados são oriundos dos avanços genéticos, sendo os programas de melhoramento fundamentais quanto à obtenção de maiores índices de rendimento nas colheitas, sendo uma das premissas o contínuo lançamento de variedades, com caracteres desejáveis e adaptadas às condições locais, capazes de alavancar a produtividade (Lopez et al., 2021).

Tabela 1 - Área plantada, produtividade e produção da soja em grãos: Brasil e Rio Grande do Sul.

	Área (1 mil hectare)			Produtividade (Kg ha ⁻¹)			Produção (1 mil toneladas)		
	Safra	Safra	Variação (%)	Safra	Safra	Variação (%)	Safra	Safra	Variação (%)
	2022/2023	2023/2024		2022/2023	2023/2024		2022/2023	2023/2024	
Brasil	44.080,1	46.029,9	4,4	3.507	3.202	-8,7	154.609,5	147.382,0	-4,7
Rio Grande do Sul	6.555,1	6,764,9	3,2	1,986	2.905	46,3	13.018,4	19.652,0	51,0

Fonte: Diretoria de Política Agrícola e Informações (Dipai) da Conab, (2024).

Apesar dos avanços tecnológicos da pesquisa agrícola através do melhoramento genético, do melhor entendimento sobre a fisiologia da planta e da melhoria das práticas agronômicas, os teores de óleo e de proteína dos grãos permanecem estagnados, pois não foram explorados suficientemente pela pesquisa em todo o mundo de forma a alterar os padrões comerciais (PÍPOLO et al., 2015). Benzain e Lane (1986) afirmam que o conteúdo de proteína nos grãos é quatro vezes mais dependente das condições ambientais do que da variedade. Oliveira et al (2023), após estudos relacionados a diferentes épocas de plantio, adubação e composição química do grão, concluíram que os fatores ambientais e nutricionais podem contribuir fortemente para a concentração de óleo e proteínas nos grãos.

Chung et al. (2003) através de correlações por meio de QTL (*Quantitative Trait Loci*), estudaram e concluíram que há diminuição nos teores de óleo e na produtividade da soja com o aumento nos teores de proteína. A variação do teor de proteína e óleo é determinada principalmente por fatores genéticos, mas com forte influência ambiental, principalmente no período de enchimento de grãos (PÍPOLO et al., 2015). A correlação negativa entre os teores de proteína e produtividade e proteína e óleo, e a ocorrência de correlação positiva entre produtividade e teor de óleo foram relatadas por Burton (1987). Evidenciando o desafio que o melhoramento genético tem em produzir cultivares de soja que, além de alta produtividade de grãos, também possuam maiores teores de proteína e óleo nos grãos (PÍPOLO et al., 2015).

A redução da qualidade da soja prejudica o setor industrial, aumentando a dificuldade na produção de farelo com teor mínimo de 47% de proteína, exigido pela ANEC-73 (ANEC, 2023). A redução dos teores de proteína da soja no Brasil, mas também em outros países produtores, como Argentina e Estados Unidos no decorrer dos anos e tem sido registrado (PÍPOLO & MANDARINO, 2016). A indústria esmagadora compra a soja apenas pelo peso dos grãos, que chegam à indústria por meio de caminhões e trens, e que passaram por um sistema de classificação onde as amostras são retiradas para análise dos teores de umidade, impurezas e avariados. Contudo, as indústrias poderiam maximizar seus ganhos caso levassem em consideração, no momento da compra, também os aspectos relacionados a composição química dos grãos de cada cultivar (GONDIN, 2019), que variam em função do cultivar e do ambiente (OLIVEIRA, et al., 2023; DARONCH et al., 2018; TOLLER et al., 2018).

No Sul do Brasil, diferentes tipos de cultivares de soja estão disponíveis para cultivo. Anualmente, o melhoramento genético contribuiu na produtividade de grãos de soja com 41 kg ha⁻¹ no RS, o que pode ser atribuído à escolha de novas cultivares com melhores potenciais produtivos (WINCK et al., 2023). Esse elevado potencial de rendimento de grãos, se deve ao uso crescente de cultivares de tipo de crescimento indeterminado e ciclo precoce. Essas cultivares muitas vezes são semeadas antes da época tradicional de semeadura, o que impacta em dúvidas sobre as implicações dessas mudanças no material genético e nas práticas de manejo da cultura, bem como na composição química do grão de soja, principalmente óleo e proteína. Por isso analisar quais cultivares de soja são adaptadas a determinados ambientes, é uma ferramenta importante para alcançar maiores produtividades, além da necessidade de melhorar os teores de proteína e óleo dos grãos de soja. Sabe-se que, as cultivares de soja podem se comportar dinamicamente conforme as condições ambientais existentes, as avaliações correlacionadas ao desempenho agrônomo são necessárias, capazes de explorar

as interações entre genótipo e ambiente, a fim de disponibilizar prescrições úteis à tomada de decisão em campo (CORASSA et al., 2019; FLAJŠMAN et al., 2019).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho produtivo, os teores da proteína e óleo nos grãos de soja, em diferentes cultivares, biotecnologias e grupos de maturação em três locais da Macrorregião Sojícola 01 no Estado do Rio Grande do Sul – RS na Safra 2023/2024.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em três municípios do estado do Rio Grande do Sul durante a safra 2023/2024, sendo estas:

L-1 - área experimental situado no Campo Experimental da C.Vale, localizada na cidade de Cruz Alta, a altitude de 436m, longitude 53° 34' 24.77" O, latitude 28° 38' 57.98" S. O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico úmido Cfa, a precipitação média anual é de 1.300 mm e a temperatura média anual de 17,9 °C (ALVARES, et al., 2013). O solo é Latossolo Vermelho Distrófico, de relevo plano (EMBRAPA, 2018).

L-2 - área comercial da C.Vale - Cooperativa Agroindustrial, localizada na cidade de Tapera, a altitude de 461m, na longitude 52° 52' 25,09" O, latitude 28° 38' 30.40" S, o clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico úmido, Cfa, temperaturas médias próximas a 18 °C e precipitações anual média 1995,8 mm (ALVARES, et al., 2013). O solo é Latossolo Vermelho Distrófico, de relevo plano (EMBRAPA, 2018).

L-3 - propriedade particular no município de Palmeira das Missões, Fazenda Rossetto, localizada a altitude de 604m, na longitude 28° 00' 07.45" O, latitude 28° 00' 07.45" S, o clima, segundo classificação de Köppen, o clima é do tipo mesotérmico úmido, Cfa, temperaturas médias próximas a 17,8 °C e com precipitações anuais média de 1877,3 mm (ALVARES, et al., 2013). O solo é Chernossolo Argilúvico Férrico, de relevo suavemente ondulado (EMBRAPA, 2018). Em cada local, foi retirada uma amostra de solo na camada de 0-20 cm para a caracterização física (Tabela 5).

Foi realizada amostragem do solo na camada de 0 – 0,20 m, para caracterização química dos solos. Foram coletadas dez amostras em diferentes pontos das áreas experimentais que após homogeneização, retirou-se uma amostra de 500 g para cada local e após secagem ao ar, foi encaminhada para o laboratório para análise de rotina. Os resultados obtidos para:

- a) Local 1 foram: P Extrator Mehlich 1: 26,85 mg dm⁻³ , M.O.: 32,80 g dm⁻³ , pH (CaCl₂): 5,7, S.B: 9,86 Cmolc dm⁻³, K, Ca, Mg, H+AL e Al: 0,95; 6,72; 2,19; 3,69 e 0 Cmolc dm⁻³ , respectivamente, V%: 72,77, Saturação Alumínio m%: 0.
- b) Local 2 os resultados foram: P Extrator Mehlich 1: 26,55 mg dm⁻³ , M.O.: 29,20 g dm⁻³ , pH (CaCl₂): 5,2, S.B: 6,86 Cmolc dm⁻³, K, Ca, Mg, H+AL e Al: 0,68; 4,62; 1,56; 4,96 e 0 Cmolc dm⁻³ , respectivamente, V%: 58,04, Saturação Alumínio m%: 0 e no;
- c) Local 3 teve os seguintes resultados: P Extrator Mehlich 1: 34,42 mg dm⁻³ , M.O.: 32,68 g dm⁻³ , pH (CaCl₂): 5,9, S.B: 12,08 Cmolc dm⁻³, K, Ca, Mg, H+AL e Al: 0,96; 8,84; 2,28; 3,18 e 0 Cmolc dm⁻³ , respectivamente, V%: 79,16, Saturação Alumínio m%: 0

Foram semeadas 75 cultivares de soja, de diferentes Grupos de Maturação Relativa (GMR), variando de 5.1 a 7.7, cultivares comerciais oriundas das Empresas Obtentoras de Sementes que apresentam genótipos adaptados para a macrorregião sojícola 1 no Estado do Rio Grande do Sul. Na seleção das cultivares para a condução dos experimentos, foram utilizadas informações provenientes de ensaios de VCU do Campo Experimental da C.Vale, conduzidos em 19 localidades brasileiras, abrangendo os três estados da região Sul, nas últimas 2 safras. Para melhor avaliação, os genótipos foram divididos em 3 faixas de Grupos de Maturidade Relativa (GMR), o primeiro grupo com GMR entre 5.0 e 5.8, o segundo grupo entre 5.9 a 6.4 e o terceiro grupo 6.5 a 7.7. As cultivares comerciais estão descritas na Tabela 02.

Tabela 2 - Relação dos genótipos de soja, e respectivas informações de Grupo de Maturação (GM), Hábito de Crescimento (HC), População Inicial, Nome Fantasia e Obtentor.

Nº	CULTIVAR	GM	HC	POPULAÇÃO INICIAL	NOME FANTASIA	OBTENDOR
1	BMX 51IX51 RSF I2X	5.1	I	320.000	Trovão	GDM – Genética do Brasil LTDA
2	CZ15B29 XTD	5.2	I	320.000		CREDENZ
3	NEO 531 I2X	5.3	I	320.000		NEOGEM
4	ST 535 I2X	5.3	I	320.000		SOYTEC
5	BRS 1054 IPRO	5.4	I	320.000		EMBRAPA
6	ST 541 I2X	5.4	I	320.000		SOYTEC
7	DM 54IX57 RSF IPRO	5.4	I	320.000		DON MARIO
8	BMX 55I57 RSF IPRO	5.5	I	320.000	Zeus	GDM – Genética do Brasil LTDA
9	BRS 1056 IPRO	5.6	I	280.000		EMBRAPA
10	BMX 56IX58 RSF I2X	5.6	I	320.000		GMD-Genética do Brasil LTDA
11	DM 56I59 RSF IPRO	5.6	I	320.000		DON MARIO
12	NEO 560 IPRO	5.6	I	320.000		NEOGEN
13	BMX 57K58 RSF CE	5.7	I	320.000	Vênus CE	GDM – Genética do Brasil LTDA
14	BRS 1075 IPRO	5.7	I	280.000		EMBRAPA
15	BMX 57IX60 RSF I2X	5.7	I	320.000	Torque	GDM – Genética do Brasil LTDA
16	CZ15B70 IPRO	5.7	I	320.000		CREDENZ
17	DM 57I52 RSF IPRO	5.7	I	320.000		GDM – Genética do Brasil LTDA
18	GH 2258 IPRO	5.8	I	320.000		GOLDEN HARVEST
19	SOYTECH 580 I2X	5.8	I	320.000		SOYTECH
20	NEO 580 IPRO	5.8	I	320.000		NEOGEN
21	NEO 581 IPRO	5.8	I	320.000		NEOGEN
22	BMX 59I60 RSF IPRO	5.9	I	280.000	Delta	GDM – Genética do Brasil LTDA
23	P95Y95 IPRO	5.9	I	280.000		PIONNER
24	NK 6201 IPRO	5.9	I	280.000		SYNGENTA
25	SOYTECH 591 I2X	5.9	I	280.000		SOYTECH
26	CZ 15B99 I2X	5.9	I	280.000		CREDENZ
27	NEO 590 I2X	5.9	I	320.000		NEOGEN
28	AS 3599 XTD	5.9	I	240.000	AS 5902 XTD	AGROESTE
29	NS 5933 IPRO	5.9	I	240.000		SYNGENTA
30	M 5947 IPRO	5.9	I	240.000		MONSOY
31	DM 60IX64 RSF I2X	6.0	I	240.000		GDM – Genética do Brasil LTDA
32	FPS 2260 IPRO	6.0	I	280.000		FUNDAÇÃO PRÓ SEMENTES
33	BS 2606 IPRO	6.0	I	200.000		SOYTECH
34	BMX 61I63 RSF IPRO	6.1	I	240.000	Lótus	GDM – Genética do Brasil LTDA
35	BRS 1061 IPRO	6.1	I	280.000		EMBRAPA
36	M 6100 XTD	6.1	I	240.000	M 6101 XTD	MONSOY
37	M 6110 I2X	6.1	I	240.000	M 6301 I2X	MONSOY
38	NEO 610 IPRO	6.1	I	240.000		NEOGEN
39	GH 2361 IPRO	6.1	I	240.000		GOLDEN HARVEST
40	ST 616 I2X	6.1	I	240.000		SOYTECH
41	ST 611 IPRO	6.1	I	240.000		SOYTECH
42	P 96R10 IPRO	6.2	I	240.000		PIONNER
43	NA 5909 RG	6.2	I	240.000		SYNGENTA
44	TMG 7362 IPRO	6.2	I	240.000		TMG
45	PP 6418 RR	6.2	I	200.000	Precursora RR	PAMPEANA
46	SOYTECH 621 IX2	6.2	I	240.000		SOYTECH

47	LG EX 62633 IPRO	6.2	I	200.000		LIMA GRAIN
48	NEO 620 IPRO	6.2	I	240.000		NEOGEN
49	CZ 16B21 I2X	6.2	I	240.000		CREDENZ
50	BMX 64I61 RSF IPRO	6.3	I	200.000	Fibra	GDM – Genética do Brasil LTDA
51	NEO 630 IPRO	6.3	I	200.000		NEOGEN
52	FPS 2063 IPRO	6.3	I	240.000		FUNDAÇÃO PRÓ SEMENTES
53	BMX 64IX66 RSF I2X	6.4	I	200.000	Nexus	GDM – Genética do Brasil LTDA
54	DM 64I63 RSF IPRO	6.4	I	200.000		GDM – Genética do Brasil LTDA
55	M 6410 IPRO	6.4	I	200.000		GDM – Genética do Brasil LTDA
56	SOYTECH 641 I2X	6.4	I	200.000		SOYTECH
57	NS 6433 I2X	6.4	I	200.000		SYNGENTA
58	M 6430 XTD	6.4	I	200.000	M 6401 XTD	MONSOY
59	BRS 388 RR	6.4	I	280.000		EMBRAPA
60	BRS 1064 IPRO	6.4	I	280.000		EMBRAPA
61	CZ 26B47 I2X	6.4	I	200.000		CREDENZ
62	PP 6205 RR	6.4	I	200.000	Constância RR	PAMPEANA
63	BMX 65I65 RSF IPRO	6.5	I	200.000	Compacta	GDM – Genética do Brasil LTDA
64	DM 65IX67 RSF I2X	6.5	I	200.000		GDM – Genética do Brasil LTDA
65	DM 65K67 RSF CE	6.5	I	200.000		GDM – Genética do Brasil LTDA
66	CZ 26B55 I2X	6.5	I	200.000		CREDENZ
67	FPS 2565 IPRO	6.5	I	240.000		FUNDAÇÃO PRÓ SEMENTE
68	DM 66I68 RSF IPRO	6.6	I	200.000		GDM – Genética do Brasil LTDA
69	NEO 661 I2X	6.6	I	200.000		NEOGEN
70	FPS 1867 IPRO	6.7	I	240.000		FUNDAÇÃO PRÓ SEMENTES
71	AS 6801 I2X	6.8	I	200.000	AS 3707 I2X	AGROESTE
72	AS 6802 XTD	6.8	I	200.000	AS 3700 XTD	AGROESTE
73	P 96Y90 RR	6.9	I	280.000		PIONNER
74	ST 711 I2X	7.2	I	200.000		SOYTECH
75	PP CAMPEIRA IPRO	7.7	I	280.000		PAMPEANA

¹ Indeterminado; ² Semideterminado; ³ Determinado.

Fonte: Do Autor (2024).

Nos três locais as áreas experimentais foram semeadas no sistema de plantio direto em sucessão ao cultivo do trigo na primeira quinzena do mês de dezembro de 2023, a semeadura em Tapera ocorreu no dia 11, Palmeira das Missões no dia 12 e Cruz Alta dia 13. No dia da implantação, antes da semeadura, foi utilizado o herbicida Glufosinato Sal de Amônio (280 g L⁻¹) na dosagem de 2,0 L ha⁻¹ para controle de plantas daninhas que permaneceram no local após a colheita da cultura trigo.

A semeadura foi realizada com a semeadora de parcelas experimentais da marca SB Máquinas, seguindo a densidade de recomendação para cada cultivar. A adubação de base foi realizada com 380 kg ha⁻¹ de adubo NPK (03-23-23) e o tratamento de sementes foi feito no preparo das amostras com os ingredientes ativos Fipronil (250 g L⁻¹), Piraclostrobina (25 g L⁻¹), Tiofanato Metílico (225 g L⁻¹) na dosagem de 200 ml para 100 kg de sementes do produto

comercial. A co-inoculação foi realizada no sulco após a semeadura com inoculante líquido *Bradyrhizobium japonicum* com concentração de 6×10^9 UFC/ml aplicado três vezes a dose recomendada, na proporção de 60 ml para 100 kg de sementes e *Azospirillum brasilense* estirpes Ab-V5 e Ab-V6 para coinoculação, com concentração de 2×10^7 UFC/ml aplicando uma vez a dose recomendada 30 ml para 100 kg de sementes, com o auxílio de pulverizador motorizado.

O controle de plantas daninhas em pós emergência foi realizado utilizando-se glifosato na dose $2,0 \text{ L ha}^{-1}$ + Cletodim na dose de $0,5 \text{ g L}^{-1}$. A aplicação foi realizada com pulverizador costal motorizado com pontas do tipo leque, e volume de calda de 150 L ha^{-1} . Para o controle de doenças foram realizadas aplicações preventivas de fungicidas. No manejo fúngico, foi utilizado a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977) citada por Zanon et al. 2018, como parâmetro fenológico para as aplicações em cada local. As aplicações iniciaram em V3/V4 e foram utilizado: Ciproconazol (150 g L^{-1}) + Difenconazol (250 g L^{-1}) na dosagem de $0,3 \text{ L ha}^{-1}$; no estágio V7: Trifloxistrobina (150 g L^{-1}) + Protiocanazol (175 g L^{-1}) + Bixafen (125 g L^{-1}) na dosagem de $0,5 \text{ l ha}^{-1}$, no estágio R1, Piraclostrobina ($177,8 \text{ g L}^{-1}$) + Fluxapiroxade ($88,9 \text{ g L}^{-1}$) + Mefentrifluconazol ($133,3 \text{ g L}^{-1}$) na dosagem de $0,7 \text{ L ha}^{-1}$ associado a Clorotalonil (720 g L^{-1}) na dosagem de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$, no R1+14 DPA, Azoxistrobina (47 g kg^{-1}) + Mancozeb (597 g kg^{-1}) + Tebuconazol (56 g kg^{-1}) na dosagem de 2 kg ha^{-1} , no R1+28 DPA, Ciproconazol (160 g L^{-1}) + Trifloxistrobina (375 g L^{-1}) na dosagem de $0,25 \text{ L ha}^{-1}$ associado a Clorotalonil (720 g L^{-1}) na dosagem de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ após 14 dias da aplicação R1+28 DPA foi aplicado Mancozeb (800 g kg^{-1}) na dosagem de $1,5 \text{ kg ha}^{-1}$. As doses citadas referem-se ao produto comercial, todos aplicados com volume de calda de 150 L ha^{-1} .

O controle de pragas foi realizado quando necessário, com o emprego de inseticidas reguladores de crescimento, sendo o ingrediente ativo o Teflubenzurom (150 g L^{-1}), na dosagem de 150 mL ha^{-1} do produto comercial e Lefenurom (50 g L^{-1}) na dosagem de 300 mL ha^{-1} , o inseticida de contato e ingestão, Metoxifenoazida (300 g L^{-1}) e Espinetoram (60 g L^{-1}) na dosagem de 300 mL ha^{-1} do produto comercial. Foram utilizados também inseticida sistêmico de contato e ingestão dos grupos químicos piretroide (Lambda Cialotrina 106 g L^{-1}) e neonicotinoide (Thiametoxam – 141 g L^{-1}) , na dosagem de 200 mL ha^{-1} do produto comercial, e o inseticidas de contato e ingestão sendo o ingrediente ativo a Bifentrina (50 g L^{-1}) e Imidacloprido (250 g L^{-1}), na dosagem de 400 L ha^{-1} do produto comercial, respectivamente, todos com volume aplicado de calda de 150 L ha^{-1} .

Os experimentos foram conduzidos no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro linhas de seis

metros de comprimento, com espaçamento de 50 cm entre linhas, correspondendo a área total de 12 m². Para a área útil foram consideradas as duas linhas centrais desprezando-se 50 cm das extremidades, totalizando 5,2 m².

A colheita foi realizada manualmente na área útil no estágio R8, ou seja, que consiste nas plantas apresentarem 95% das vagens maduras (FEHR & CAVINESS, 1977). Após a colheita, as plantas foram trilhadas em máquina própria para trilhagem de parcelas de soja modelo SB04C da SB Máquinas. Posteriormente os grãos foram pesados e medidas suas respectivas umidades através do método indireto com determinadores de umidade GEHAKA, modelo GrainSense. Nesse método o teor de umidade é estimado em função das propriedades elétricas do produto em uma determinada condição (PARK, et al., 2006).

Os caracteres avaliados foram: produtividade de grãos, a produtividade foi mensurada nas plantas da área útil e foram trilhadas separadamente em cada parcela, massa de mil grãos (MMG) determinada de acordo com as recomendações de Brasil (2009), utilizando-se 10 repetições de 100 sementes oriundas da porção de grão da área útil da parcela e feita a média aritmética, sendo cada amostra foi pesada individualmente, os grãos foram pesados, corrigido para umidade de 13% de teor de água, os teores de proteína e óleo (%) no grãos, estimados por meio do equipamento portátil Gehaka modelo GrainSense.

Para o procedimento de análise de proteína e óleo, foi utilizada a metodologia recomendada pela detentora do equipamento Gehaka. Cada amostra de grãos foi dividida em 3 subamostras de aproximadamente 5 gramas de grãos. Para cada cultivar de soja foram utilizadas quatro amostras para análise, totalizando 12 subamostras.

O Gehaka é um equipamento portátil que realiza a leitura do teor de óleo, proteína, carboidrato e umidade de grãos de soja, a partir de um sensor que possui a tecnologia da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR). A metodologia baseia-se na interação da radiação eletromagnética do infravermelho próximo do espectro com a amostra analisada (PASQUINI, 2018).

Os dados obtidos foram analisados previamente quanto ao atendimento das pressuposições da análise de variância: normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Na análise complementar, as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, em 0,05 de probabilidade. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, em 0,05 de probabilidade, com uso do pacote estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). A distância genética entre os pares de genótipos foi estimada por meio da distância generalizada

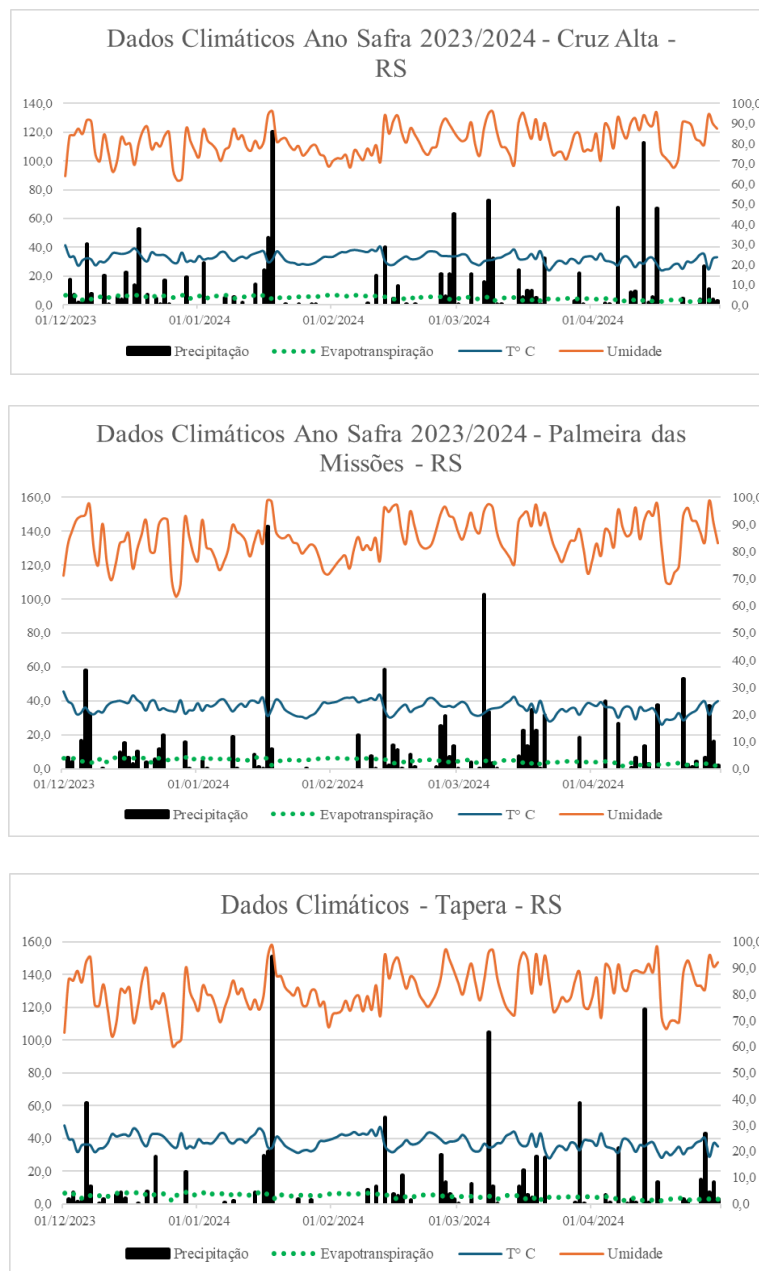
de Mahalanobis e utilizou-se o método de Tocher para o agrupamento das cultivares, com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados climáticos de Cruz Alta (L-1), Tapera (L-2) e Palmeira das Missões (L-3) no ano agrícola 2023/2024 estão listados na Figura 1. Os dados de temperaturas, Umidade Relativa do Ar (UMR) e Evapotranspiração, obtidos durante o período de execução dos experimentos tenderam ser normais para todos os locais, indicando que as condições meteorológicas foram adequadas para o desenvolvimento da cultura.

A precipitação foi relativamente normal para o período avaliado em ambos os locais. Durante o período da semeadura até o momento em que todas as cultivares estavam em maturação completa as precipitações acumuladas somaram 1.277,1 mm, 1098,6 mm, 1.168,5 mm, nos locais L-1, L-2, L-3, respectivamente. A sua distribuição e o volume foram semelhantes entre os locais. Ocorreu a redução do volume nos três locais entre os dias 19/01/2024 a 09/02/2024, neste período de restrição hídrica, parte das cultivares encontravam-se em estágio fenológico R-1. Analisando a evapotranspiração, os volumes hídricos que precederam a este período foi suficiente para manter a demanda hídrica da cultura.

Figura 1 - Precipitações, Temperaturas Máximas, Umidade Relativa do Ar e Evapotranspiração durante a condução dos ensaios em Cruz Alta (L-1), Tapera (L-2) e Palmeira das Missões (L-3) RS – Safra 2023/2024.



Fonte: Autor, (2024).

As cultivares de soja apresentaram ampla variabilidade para os teores (%) de proteína, óleo, massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PRO), ocorreu a formação de 20 grupos divergentes de cultivares no local L-1, 16 grupos no L-2 e 13 grupos no L-3, pelo método de otimização Tocher. O resultado do agrupamento dos setenta e cinco genótipos nos ensaios de Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões, oriundo do método de otimização de Tocher, são apresentados na Tabela 03.

Tabela 3 - Agrupamento de 75 Cultivares de Soja pelo método de agrupamento de Tocher, avaliando os Teores (%) de Proteína, Óleo, Massa Mil Grãos (MMG) e Produtividade (PROD) nos Municípios de Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões no Estado do Rio Grande do Sul, Safra 2023-2024.

Grupos	Cultivares					
	Cruz Alta - RS	% de amostras	Tapera - RS	% de amostras	Palmeira das Missões - RS	% de amostras
1	38, 68, 70, 7, 20, 19, 61, 41, 71, 42, 9, 69, 72, 29, 26, 60, 4, 6	24	2, 57, 39, 29, 59, 42, 60, 43, 68, 55, 52, 28, 65, 37, 3, 66, 72, 53, 71, 61, 4, 49, 36, 30, 47, 7, 9, 67, 34, 26	40	20, 65, 68, 54, 30, 17, 27, 21, 42, 52, 59, 53, 33, 4, 70, 60, 29, 49, 38, 37, 72, 26, 61, 66, 56, 36, 40, 16, 32, 19, 41, 43, 35	44
2	49; 52; 55	4	50, 75, 14, 13, 20, 54, 35, 63	10,7	7, 9, 3, 69, 6, 55, 47, 45, 71	12
3	15; 62; 2; 13; 12; 14; 8; 63	10,6	1, 74, 46	4	2, 14, 13, 63, 11, 75, 1, 50, 67, 23, 15, 62, 18	17,4
4	16, 65, 54, 33, 21, 53, 17, 37	10,6	32, 41, 31, 38, 64	6,7	28, 73, 64, 74, 46, 58	8
5	11, 75, 23, 35, 22, 50, 67, 30, 3	12	40, 51, 19	4	34, 57, 24	4
6	31, 57, 36, 59, 64, 73	8	22, 58, 21, 56, 73	6,7	10, 12	2,7
7	32, 66, 43	4	6, 70, 16, 5, 69, 12	8	25, 44	2,7
8	28, 74, 40	4	24, 44	2,7	22, 31	2,7
9	27, 47	2,6	15, 17, 27, 23,	5,4	39	1,3
10	24, 58	2,6	11, 18, 10	4	48	1,3
11	45, 48	2,6	25	1,3	51	1,3
12	18, 39	2,6	62	1,3	8	1,3
13	44, 56	2,6	8	1,3	5	1,3
14	25	1,4	45	1,3	---	---
15	10	1,4	48	1,3	---	---
16	34	1,4	33	1,3	---	---
17	46	1,4	---	---	---	---
18	1	1,4	---	---	---	---
19	51	1,4	---	---	---	---
20	5	1,4	---	---	---	---
Total	75	100,0	75	100,0	75	100,0

Identificação das cultivares: 1-BMX 51IX51 RSF I2X; 2-CZ15B29 XTD; 3-NEO 531 I2X; 4-ST 535 I2X; 5-BRS 1054 IPRO; 6-ST 541 I2X; 7-DM 54IX57 RSF IPRO; 8-BMX 55I57 RSF IPRO; 9-BRS 1056 IPRO; 10-BMX 56IX58 RSF I2X; 11-DM 56I59 RSF IPRO; 12-NEO 560 IPRO; 13-BMX 57K58 RSF CE; 14-BRS 1075 IPRO; 15-BMX 57IX60 RSF I2X; 16-CZ15B70 IPRO; 17-DM 57I52 RSF IPRO; 18-GH 2258 IPRO; 19-SOYTECH 580 I2X; 20-NEO 580 IPRO; 21-NEO 581 E; 22-BMX 59I60 RSF IPRO; 23-P95Y95 IPRO; 24-NK 6201 IPRO; 25-SOYTECH 591 I2X; 26-CZ 15B99 I2X; 27-NEO 590 I2X; 28-AS 3599 XTD; 29-NS 5933 IPRO; 30-M 5947 IPRO; 31-DM 60IX64 RSF I2X; 32-FPS 2260 IPRO; 33-BS 2606 IPRO; 34-BMX 61I63 RSF IPRO; 35-BRS 1061 IPRO; 36-M 6100 XTD; 37-M 6110 I2X; 38-NEO 610 IPRO; 39-GH 2361 IPRO; 40-ST 616 I2X; 41-ST 611 IPRO; 42-P 96R10 IPRO; 43-NA 5909 RG; 44-TMG 7362 IPRO; 45-PP 6418 RR; 46-SOYTECH 621 IX2; 47-LG EX 62633 IPRO; 48-NEO 620 IPRO; 49-CZ 16B21 I2X; 50-BMX 64I61 RSF IPRO; 51-NEO 630 IPRO; 52-FPS 2063 IPRO; 53-BMX 64IX66 RSF I2X; 54-DM 64I63 RSF IPRO; 55-M 6410 IPRO; 56-SOYTECH 641 I2X; 57-NS 6433 I2X; 58-M 6430 XTD; 59-BRS 388 RR; 60-BRS 1064 IPRO; 61-CZ 26B47 I2X; 62-PP 6205 RR; 63-BMX 65I65 RSF IPRO; 64-DM 65IX67 RSF I2X; 65-DM 65K67 RSF CE; 66-CZ 26B55 I2X; 67-FPS 2565 IPRO; 68-DM 66I68 RSF IPRO; 69-NEO 661 I2X; 70-FPS 1867 IPRO; 71-AS 6801 I2X; 72-AS 6802 XTD; 73-P 96Y90 RR; 74-ST 711 I2X; 75-PP CAMPEIRA IPRO.

Fonte: Autor, (2024)

Vale destacar que 6 grupos em Cruz Alta, 5 grupos em Tapera e 4 grupos em Palmeira das Missões apresentaram apenas uma cultivar. Contudo, é provável que elas só tenham sido formadas em decorrência do amplo destaque para alguma das variáveis analisadas. A Cultivar BRS 1054 IPRO que se diferenciou em Cruz Alta e Palmeira das Missões, registrou teores de óleo de 21,25% e 25,00%, respectivamente, e foi um dos destaques. As relações entre um

conjunto grande de caracteres em soja são frequentemente, apresentados na literatura, porém, não menos importante é entender os efeitos que os componentes de rendimento possuem sobre a produção e composição dos grãos, os quais ampliam as informações científicas neste ramo como geram mais alternativas para o poder de decisão dos Produtores quanto a cultivar e prática de manejo a ser utilizada em sua lavoura, baseando-se pelas características intrínsecas do material (SOUZA et al., 2015).

Das variáveis analisadas neste estudo, a produção emerge como um parâmetro de extrema relevância, sobretudo em termos econômicos. A produtividade média de grãos (PRO) obtida nos três experimentos foi de 4.634,57 kg ha⁻¹ (Tabelas 8, 9, 10), com variação entre a maior (7.771,50 kg ha⁻¹) e a menor (2.067,5 kg ha⁻¹) produtividade de 73,38 %. Essa variação demonstra a importância da escolha de uma cultivar de soja adaptada para determinada condição climática e/ou de solo, pois a escolha indevida pode trazer até 73,39% de decréscimo na produtividade da lavoura. Avaliando as produtividades médias em cada local, observa-se que L-2 registrou produtividade de 3.803,22 kg ha⁻¹, a menor produtividade entre os locais, L-1 produtividade 4.637,90 kg ha⁻¹ e L-3 produtividade de 5.464,45 kg ha⁻¹, a variação entre os dois locais foi 30,40%. Menon et al. (1993) ao realizarem estudos em diferentes locais, observaram que a qualidade e a produtividade de sementes variaram de acordo com o local (FELICETI et al., 2020). Entretanto, é fundamental reconhecer que o desempenho efetivo das cultivares está sujeito a uma série de fatores que podem variar substancialmente. As condições climáticas, as práticas de manejo agrícola e uma série de outros fatores influenciam diretamente a produtividade das culturas (FRANCO; DELGADO, 2022).

Comparando a produtividade média dos ensaios nos três locais 4.635,19 kg ha⁻¹ com a produtividade média da atual safra nacional 3.507 kg ha⁻¹ e com a média do Estado do Rio Grande do Sul 2.905 kg ha⁻¹, (CONAB, 2024), que foi superior 1.128,19 kg ha⁻¹ e 1.730,19 kg ha⁻¹, respectivamente.

O estudo comparativo entre as cultivares, revelou que a cultivar BMX 51IX51 RSF I2X (5.1), cultivar Trovão, produziu 6.651,50 kg ha⁻¹, apresentando a melhor produtividade entre as setenta e cinco cultivares avaliadas em L-1. No L-2 as cultivares GH 2258 IPRO (5.8), BMX 56IX58 RSF I2X (5.6) e SOYTECH 591 I2X (5.9), registraram produtividade de 5.762,75 kg ha⁻¹, 5.562,61 kg ha⁻¹, 5.513,00 kg ha⁻¹, respectivamente. As diferentes produtividades podem estar ligadas à características genéticas, estudos realizados por Gris et al. (2010), verificou a contribuição relativa dos caracteres fisiológicos para a divergência

genética e caracterizar a resposta de diferentes cultivares quanto a qualidade fisiológica e da produtividade em função do ano de cultivo.

Sem deferir das outras quatro melhores cultivares entre os locais, a NEO 560 IPRO (5.6), com 320.000 plantas⁻¹ e a cultivar DM 60IX64 RSF I2X (6.0) com 240.000 plantas ha⁻¹ foram as que obtiveram as maiores produtividades em L-3, em condições experimentais, variando de 7.771,50 kg ha⁻¹ a 7.604,25 kg ha⁻¹, (Tabela 4, Tabela 5, Tabela 6).

Tabela 4-Grupo de Maturidade Relativa (GMR), Teor de Proteína e Óleo (%), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Produtividade de Grãos (PRO), em kg ha⁻¹ e sc ha⁻¹, das 75 cultivares de soja avaliadas, na safra 2023/2024, em Cruz Alta – RS.

Nº	CULTIVAR	GMR	PROTEÍNA %	ÓLEO (%)	MMG (g)	PRO (kg ha ⁻¹)	PRO (sc ha ⁻¹)
1	BMX 51IX51 RSF I2X	5.1	37,0 b	22,0 c	174,2 f	6.661,5 a	111,02 a
2	CZ15B29 XTD	5.2	34,0 g	23,0 b	183,2 e	5.679,5 e	94,65 e
3	NEO 531 I2X	5.3	35,5 e	22,7 b	166,5 h	3.837,0 i	63,95 i
4	ST 535 I2X	5.3	33,2 h	22,5 b	154,7 k	4.667,0 g	77,78 g
5	BRS 1054 IPRO	5.4	36,7 c	21,2 a	154,2 k	4.112,0 h	68,53 h
6	ST 541 I2X	5.4	33,2 h	23,0 b	147,2 m	3.158,5 j	52,64 j
7	DM 54IX57 RSF IPRO	5.4	34,0 g	22,7 b	150,2 l	4.047,2 h	67,45 h
8	BMX 55I57 RSF IPRO	5.5	34,7 f	22,5 b	205,5 b	5.662,2 e	94,37 e
9	BRS 1056 IPRO	5.6	33,5 h	22,2 c	155,2 k	4.319,7 h	71,99 h
10	BMX 56IX58 RSF I2X	5.6	32,2 j	22,5 b	212,7 a	6.315,7 b	105,26 b
11	DM 56I59 RSF IPRO	5.6	36,5 c	22,5 b	177,5 f	5.157,2 f	85,95 f
12	NEO 560 IPRO	5.6	33,2 h	21,7 d	195,7 c	6.080,0 d	101,33 d
13	BMX 57K58 RSF CE	5.7	34,0 h	23,0 b	180,0 e	5.945,5 d	99,09 d
14	BRS 1075 IPRO	5.7	35,2 e	22,2 c	193,5 c	4.918,5 f	81,97 f
15	BMX 57IX60 RSF I2X	5.7	34,0 g	22,0 c	186,7 d	5.119,7 f	85,32 f
16	CZ15B70 IPRO	5.7	35,0 f	22,0 c	142,5 n	5.470,0 e	91,16 e
17	DM 57I52 RSF IPRO	5.7	36,0 d	22,0 c	152,7 l	6.285,5 c	104,75 c
18	GH 2258 IPRO	5.8	35,5 e	21,7 d	195,0 c	4.425,7 g	73,76 g
19	SOYTECH 580 I2X	5.8	35,0 f	21,7 d	151,7 l	3.853,0 i	64,2 i
20	NEO 580 IPRO	5.8	34,0 g	22,0 c	149,0 l	4.287,0 h	71,45 h
21	NEO 581 IPRO	5.8	34,7 f	22,2 c	151,7 l	6.098,5 d	101,64 d
22	BMX 59I60 RSF IPRO	5.9	36,0 d	22,0 c	166,2 h	5.555,5 e	92,59 e
23	P95Y95 IPRO	5.9	37,2 b	22,2 c	184,0 e	4.685,7 g	78,09 g
24	NK 6201 IPRO	5.9	36,5 c	20,0 g	177,0 f	4.939,0 f	82,3 f
25	SOYTECH 591 I2X	5.9	33,0 i	20,0 g	177,0 f	4.888,5 f	81,47 f
26	CZ 15B99 I2X	5.9	35,7 e	21,2 e	142,0 n	4.394,2 g	73,23 g
27	NEO 590 I2X	5.9	35,7 e	23,0 b	144,2 n	3.723,5 i	62,05 i
28	AS 3599 XTD	5.9	36,0 d	20,5 f	129,0 p	4.057,2 h	67,62 h
29	NS 5933 IPRO	5.9	34,0 g	21,0 e	138,0 o	4.138,7 h	68,97 h
30	M 5947 IPRO	5.9	36,5 c	22,5 b	157,0 k	4.373,0 g	72,88 g
31	DM 60IX64 RSF I2X	6.0	34,0 g	20,0 g	160,0 j	5.042,7 f	84,04 f
32	FPS 2260 IPRO	6.0	33,5 h	21,0 e	163,2 i	3.785,7 i	63,09 i
33	BS 2606 IPRO	6.0	36,0 d	22,2 c	136,5 o	5.310,0 e	88,50 e
34	BMX 61I63 RSF IPRO	6.1	35,0 f	20,0 g	193,0 c	5.530,2 e	92,17 e
35	BRS 1061 IPRO	6.1	36,3 c	22,0 c	184,0 e	5.621,2 e	93,68 e

36	M 6100 XTD	6.1	35,5 e	21,0 e	158,0 j	5.544,2 e	92,40 e
37	M 6110 I2X	6.1	34,3 g	21,3 e	136,2 o	6.064,2 d	101,07 d
38	NEO 610 IPRO	6.1	34,7 f	22,2 c	141,2 n	3.678,5 i	61,30 i
39	GH 2361 IPRO	6.1	36,0 d	21,5 d	176,0 f	3.465,7 j	57,76 j
40	ST 616 I2X	6.1	37,0 b	20,7 f	146,0 m	4.185,7 h	69,76 h
41	ST 611 IPRO	6.1	34,7 f	21,3 e	152,0 l	3.604,5 i	60,07 i
42	P 96R10 IPRO	6.2	35,3 e	22,0 c	159,7 j	4.131,5 h	68,85 h
43	NA 5909 RG	6.2	32,7 i	22,5 b	163,2 i	3.764,2 i	62,73 i
44	TMG 7362 IPRO	6.2	31,0 k	21,2 e	191,5 c	6.094,0 d	101,56 d
45	PP 6418 RR	6.2	30,7 k	21,7 d	132,2 p	3.059,7 j	50,99 j
46	SOYTECH 621 IX2	6.2	35,5 e	19,5 g	146,7 m	5.937,0 d	98,95 d
47	LG EX 62633 IPRO	6.2	35,5 e	23,0 b	132,2 p	3.144,2 j	52,40 j
48	NEO 620 IPRO	6.2	30,2 l	21,5 d	154,2 k	3.578,7 i	59,64 i
49	CZ 16B21 I2X	6.2	33,0 i	22,2 c	136,7 o	3.338,7 j	55,64 j
50	BMX 64I61 RSF IPRO	6.3	35,7 e	22,5 b	175,7 f	3.809,7 i	63,49 i
51	NEO 630 IPRO	6.3	35,3 e	18,2 h	134,0 p	3.592,7 i	59,87 i
52	FPS 2063 IPRO	6.3	33,0 i	22,7 b	134,7 o	3.303,7 j	55,06 j
53	BMX 64IX66 RSF I2X	6.4	34,3 g	22,2 c	155,0 k	5.427,0 e	90,45 e
54	DM 64I63 RSF IPRO	6.4	35,0 f	23,0 b	141,5 n	5.640,0 e	94,00 e
55	M 6410 IPRO	6.4	34,0 g	21,0 e	133,5 p	3.641,5 i	60,69 i
56	SOYTECH 641 I2X	6.4	31,0 k	22,0 c	175,2 f	4.955,7 f	82,59 f
57	NS 6433 I2X	6.4	34,8 f	20,0 g	165,7 h	4.572,7 g	76,26 g
58	M 6430 XTD	6.4	38,0 a	20,5 f	172,2 g	5.471,2 e	91,18 e
59	BRS 388 RR	6.4	35,0 f	21,5 d	160,2 j	5.027,0 f	83,78 f
60	BRS 1064 IPRO	6.4	35,0 f	21,0 e	134,7 o	4.117,2 h	68,62 h
61	CZ 26B47 I2X	6.4	34,0 g	21,9 c	144,0 n	3.815,5 i	63,59 i
62	PP 6205 RR	6.4	34,0 g	21,9 c	182,7 e	5.451,5 e	90,85 e
63	BMX 65I65 RSF IPRO	6.5	35,5 e	22,7 b	195,0 c	6.077,2 d	101,28 d
64	DM 65IX67 RSF I2X	6.5	35,9 d	20,2 g	163,0 o	5.928,0 d	98,80 d
65	DM 65K67 RSF CE	6.5	34,4 f	22,6 b	134,7 i	5.421,2 e	90,35 e
66	CZ 26B55 I2X	6.5	32,9 i	21,6 d	163,7 i	3.352,7 j	55,87 j
67	FPS 2565 IPRO	6.5	36,0 d	23,7 a	166,5 h	4.751,5 f	79,19 f
68	DM 66I68 RSF IPRO	6.6	35,0 f	22,3 c	144,0 n	3.816,0 i	63,60 i
69	NEO 661 I2X	6.6	34,0 g	22,7 b	153,0 l	3.235,7 j	53,92 j
70	FPS 1867 IPRO	6.7	34,9 f	22,0 c	146,2 m	4.110,0 h	68,50 h
71	AS 6801 I2X	6.8	35,2 e	21,9 c	158,2 j	3.591,5 i	59,85 i
72	AS 6802 XTD	6.8	35,2 e	21,6 d	133,2 p	3.824,5 i	63,74 i
73	P 96Y90 RR	6.9	36,7 c	20,3 g	155,2 k	4.910,0 f	81,83 f
74	ST 711 I2X	7.2	35,6 e	20,0 g	135,7 o	3.588,5 i	59,80 i
75	PP CAMPEIRA IPRO	7.7	36,5 c	22,7 b	173,0 g	4.542,7 g	75,71 g
	Média	---	34,76	21,74	159,85	4.636,04	77,26
	CV (%)	---	1,11	1,84	1,86	4,08	---

Nota¹: GMR = Grau de Maturidade Relativa; MMG = Massa de Mil Grão; PRO = Produtividade de Grãos

Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas entre si, pelo Teste de Scott-Knott (p<0,05). Fonte: Autor, (2024)

Tabela 5 - Grupo de Maturidade Relativa (GMR), Teor de Proteína e Óleo (%), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Produtividade de Grãos (PRO), em kg ha⁻¹ e sc ha⁻¹, das 75 cultivares de soja avaliadas, na safra 2023/2024, em Tapera – RS.

Nº	CULTIVAR	GMR	PROTEÍNA (%)	ÓLEO (%)	MMG (G)	PRO (kg ha ⁻¹)	PRO (sc ha ⁻¹)
1	BMX 51IX51 RSF I2X	5.1	38,7 a	18,6 k	113,5 l	3.038,3 h	51,47 h
2	CZ15B29 XTD	5.2	36,5 c	20,2 i	149,7 h	3.765,5 f	62,75 f
3	NEO 531 I2X	5.3	37,5 b	21,0 h	132,2 j	3.626,7 f	60,44 f
4	ST 535 I2X	5.3	33,0 g	22,0 f	149,7 h	3.361,5 g	56,02 g
5	BRS 1054 IPRO	5.4	35,5 d	24,7 b	150,2 h	3.229,1 h	53,81 h
6	ST 541 I2X	5.4	33,0 g	24,0 c	146,0 h	3.358,5 g	55,97 g
7	DM 54IX57 RSF IPRO	5.4	33,7 f	22,7 e	148,5 h	3.574,2 g	59,57 g
8	BMX 55I57 RSF IPRO	5.5	33,7 f	23,1 d	181,2 d	3.344,2 g	55,73 g
9	BRS 1056 IPRO	5.6	33,0 g	22,0 f	152,5 h	3.907,2 f	65,12 f
10	BMX 56IX58 RSF I2X	5.6	32,0 h	22,0 f	202,0 a	5.562,6 a	92,71 a
11	DM 56I59 RSF IPRO	5.6	35,0 e	21,0 h	187,7 c	5.216,7 b	86,94 b
12	NEO 560 IPRO	5.6	33,4 f	23,0 e	160,0 g	2.751,5 i	45,85 i
13	BMX 57K58 RSF CE	5.7	33,0 g	22,0 f	161,0 g	4.332,7 d	72,21 d
14	BRS 1075 IPRO	5.7	33,9 f	22,2 f	178,7 d	4.391,5 d	73,19 d
15	BMX 57IX60 RSF I2X	5.7	35,0 e	23,9 c	151,0 h	4.868,5 c	81,14 c
16	CZ15B70 IPRO	5.7	34,0 f	24,0 c	150,2 h	3.987,5 e	66,45 e
17	DM 57I52 RSF IPRO	5.7	35,7 d	23,0 e	144,5 i	4.977,2 b	82,95 b
18	GH 2258 IPRO	5.8	35,0 e	20,0 i	185,5 c	5.762,7 a	96,04 a
19	SOYTECH 580 I2X	5.8	35,5 d	20,0 i	135,7 j	3.074,4 h	51,24 h
20	NEO 580 IPRO	5.8	34,0 f	23,5 d	166,7 f	3.820,0 f	63,66 f
21	NEO 581 IPRO	5.8	36,5 c	23,5 d	145,2 i	2.437,2 j	40,62 j
22	BMX 59I60 RSF IPRO	5.9	38,0 b	23,2 d	128,0 k	2.938,7 h	49,97 h
23	P95Y95 IPRO	5.9	38,0 b	22,0 f	163,2 f	5.173,5 b	86,22 b
24	NK 6201 IPRO	5.9	35,5 d	20,2 i	169,7 f	4.087,0 e	68,11 e
25	SOYTECH 591 I2X	5.9	32,0 h	20,0 i	167,2 f	5.513,0 a	91,88 a
26	CZ 15B99 I2X	5.9	36,7 c	22,7 e	144,0 i	3.866,7 f	64,44 f
27	NEO 590 I2X	5.9	36,7 c	22,7 e	146,7 h	4.121,0 e	68,68 e
28	AS 3599 XTD	5.9	35,5 d	21,9 f	133,5 j	3.515,5 g	58,59 g
29	NS 5933 IPRO	5.9	35,0 e	20,7 h	161,5 g	3.784,5 f	63,07 f
30	M 5947 IPRO	5.9	35,9 d	22,6 e	138,7 i	3.174,0 h	52,90 h
31	DM 60IX64 RSF I2X	6.0	34,0 f	20,5 h	150,0 h	5.038,7 b	83,97 b
32	FPS 2260 IPRO	6.0	36,0 d	20,7 h	161,0 g	5.035,0 b	83,91 b
33	BS 2606 IPRO	6.0	33,7 f	22,0 f	126,7 k	2.798,5 i	46,64 i
34	BMX 61I63 RSF IPRO	6.1	37,2 b	22,0 f	156,7 g	3.415,0 g	56,91 g
35	BRS 1061 IPRO	6.1	36,0 d	21,2 g	157,5 g	4.714,2 c	78,57 c
36	M 6100 XTD	6.1	37,5 b	21,5 g	129,7 k	3.015,2 h	50,25 h
37	M 6110 I2X	6.1	33,1 g	22,0 f	136,7 j	4.061,5 e	67,69 e
38	NEO 610 IPRO	6.1	34,0 f	21,0 h	132,7 j	5.001,5 b	83,35 b
39	GH 2361 IPRO	6.1	35,7 d	21,0 h	148,7 h	4.103,0 e	68,38 e
40	ST 616 I2X	6.1	35,5 d	19,3 j	130,7 k	4.091,2 e	68,18 e
41	ST 611 IPRO	6.1	35,2 d	21,0 h	154,5 g	5.081,5 b	84,69 b
42	P 96R10 IPRO	6.2	35,7 d	21,5 g	141,0 i	3.824,5 f	63,74 f
43	NA 5909 RG	6.2	35,5 d	21,9 f	157,2 g	3.788,2 f	63,13 f
44	TMG 7362 IPRO	6.2	35,5 d	20,3 i	172,7 e	3.437,0 g	57,28 g
45	PP 6418 RR	6.2	30,5 i	21,0 h	140,7 i	4.120,0 e	68,66 e

46	SOYTECH 621 I2X	6.2	34,8 e	20,0 i	108,2 m	3.069,7 h	51,16 h
47	LG EX 62633 IPRO	6.2	36,0 d	22,2 f	134,5 j	2.869,7 h	47,82 h
48	NEO 620 IPRO	6.2	31,7 h	25,5 a	159,7 g	4.460,2 d	74,33 d
49	CZ 16B21 I2X	6.2	35,0 e	21,0 h	127,2 k	2.761,3 i	46,02 i
50	BMX 64I61 RSF IPRO	6.3	36,0 d	22,0 f	176,0 e	3.832,7 f	63,87 f
51	NEO 630 IPRO	6.3	35,5 d	18,7 k	138,5 i	4.163,7 e	69,39 e
52	FPS 2063 IPRO	6.3	35,7 d	21,0 h	133,7 j	4.130,0 e	68,83 e
53	BMX 64IX66 RSF I2X	6.4	36,7 c	21,1 h	126,7 k	3.360,2 g	56,00 g
54	DM 64I63 RSF IPRO	6.4	34,2 f	22,5 e	157,7 g	4.771,2 c	79,52 c
55	M 6410 IPRO	6.4	34,0 f	21,5 g	136,5 j	3.721,5 f	62,02 f
56	SOYTECH 641 I2X	6.4	36,5 c	22,2 f	130,0 k	2.067,5 k	34,45 k
57	NS 6433 I2X	6.4	36,5 c	20,5 h	149,6 h	3.821,5 f	63,69 f
58	M 6430 XTD	6.4	37,7 b	23,2 d	134,5 j	2.475,7 j	41,26 j
59	BRS 388 RR	6.4	33,9 f	21,2 g	151,5 h	3.878,5 f	64,64 f
60	BRS 1064 IPRO	6.4	36,5 c	21,2 g	139,7 i	3.557,0 g	59,28 g
61	CZ 26B47 I2X	6.4	33,5 f	20,9 h	140,5 i	2.988,5 h	49,80 h
62	PP 6205 RR	6.4	34,1 f	21,7 f	194,7 b	3.898,5 f	64,97 f
63	BMX 65I65 RSF IPRO	6.5	34,7 e	21,0 h	173,5 e	4.918,7 c	81,97 c
64	DM 65IX67 RSF I2X	6.5	34,5 e	19,9 i	146,2 h	4.407,0 d	73,45 d
65	DM 65K67 RSF CE	6.5	33,9 f	22,0 f	142,7 i	3.661,5 f	61,02 f
66	CZ 26B55 I2X	6.5	37,7 b	21,0 h	132,2 j	3.437,0 g	57,83 g
67	FPS 2565 IPRO	6.5	35,5 d	22,0 f	149,8 h	2.685,7 i	44,76 i
68	DM 66I68 RSF IPRO	6.6	34,0 f	21,0 h	136,5 j	4.077,2 e	67,95 e
69	NEO 661 I2X	6.6	34,2 f	24,5 b	156,5 g	2.607,7 j	43,46 j
70	FPS 1867 IPRO	6.7	33,0 g	23,2 d	140,7 i	3.045,7 h	50,76 h
71	AS 6801 I2X	6.8	34,2 f	21,0 h	124,7 k	3.284,7 g	54,74 g
72	AS 6802 XTD	6.8	36,2 c	21,2 g	126,6 k	3.241,5 h	54,02 h
73	P 96Y90 RR	6.9	39,0 a	21,7 f	136,5 j	3.047,0 h	50,78 h
74	ST 711 I2X	7.2	38,7 a	18,4 k	113,5 l	3.001,5 h	50,02 h
75	PP CAMPEIRA IPRO	7.7	36,0 d	22,0 f	176,0 e	3.910,7 f	65,17 f
	Média	---	35,16	21,68	148,49	3.803,22	63,38
	CV (%)	---	1,84	1,68	2,52	4,31	---

Nota¹: GMR = Grau de Maturidade Relativa; MMG = Massa de Mil Grão; PRO = Produtividade de Grãos

Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas entre si, pelo Teste de Scott-Knott (p<0,05). Fonte: Autor, (2024).

Tabela 6 - Grupo de Maturidade Relativa (GMR), Teor de Proteína e Óleo (%), Massa de Mil Grãos (MMG) em gramas, Produtividade de Grãos (PRO), em kg ha⁻¹ e sc ha⁻¹, das 75 cultivares de soja avaliadas, na safra 2023/2024, em Palmeira das Missões – RS.

Nº	CULTIVAR	GMR	PROTEÍNA (%)	ÓLEO (%)	MMG (G)	PRO (kg ha ⁻¹)	PRO (sc ha ⁻¹)
1	BMX 51IX51 RSF I2X	5.1	36,5 b	22,25 d	173,0 e	5.941,5 d	99,02 d
2	CZ15B29 XTD	5.2	34,0 f	22,30 d	186,7 c	5.294,2 g	88,23 g
3	NEO 531 I2X	5.3	34,7 e	22,55 d	163,7 f	4.112,7 j	68,54 j
4	ST 535 I2X	5.3	32,8 g	22,00 d	152,5 g	5.211,5 g	86,85 g
5	BRS 1054 IPRO	5.4	36,0 c	25,00 a	152,0 g	4.201,2 j	70,02 j
6	ST 541 I2X	5.4	34,0 f	23,75 b	149,0 h	3.784,1 k	63,06 k
7	DM 54IX57 RSF IPRO	5.4	34,0 f	23,00 c	150,7 g	4.138,6 j	68,97 j
8	BMX 55I57 RSF IPRO	5.5	34,5 e	23,00 c	207,5 a	5.705,7 e	95,09 e

9	BRS 1056 IPRO	5.6	33,7 f	22,75 c	154,0 g	4.098,7 j	68,31 j
10	BMX 56IX58 RSF I2X	5.6	33,6 f	22,00 d	209,0 a	7.072,7 b	117,87 b
11	DM 56I59 RSF IPRO	5.6	35,0 d	22,97 c	174,7 e	5.887,2 e	98,12 e
12	NEO 560 IPRO	5.6	34,5 e	22,00 d	197,7 b	7.771,5 a	129,52 a
13	BMX 57K58 RSF CE	5.7	34,0 f	22,00 d	175,7 e	5.440,0 f	90,66 f
14	BRS 1075 IPRO	5.7	34,7 e	22,75 c	189,0 c	5.488,7 f	91,47 f
15	BMX 57IX60 RSF I2X	5.7	35,0 d	22,02 d	183,5 d	6.763,0 b	112,71 b
16	CZ15B70 IPRO	5.7	34,9 d	22,30 d	148,2 h	6.558,7 c	109,31 c
17	DM 57I52 RSF IPRO	5.7	37,0 b	23,00 c	155,2 g	5.487,0 f	91,45 f
18	GH 2258 IPRO	5.8	35,5 c	22,22 d	202,2 b	6.518,5 c	108,64 c
19	SOYTECH 580 I2X	5.8	35,8 c	21,72 d	174,7 e	5.622,5 e	93,70 e
20	NEO 580 IPRO	5.8	34,7 e	22,75 c	147,2 h	5.052,7 h	84,21 h
21	NEO 581 IPRO	5.8	35,0 d	22,00 d	155,5 g	5.591,2 e	93,18 e
22	BMX 59I60 RSF IPRO	5.9	36,5 b	21,50 e	164,2 f	6.875,7 b	114,59 b
23	P95Y95 IPRO	5.9	38,0 a	22,00 d	176,7 e	5.743,0 e	95,71 e
24	NK 6201 IPRO	5.9	36,5 b	20,87 f	192,7 c	6.570,0 c	109,50 c
25	SOYTECH 591 I2X	5.9	32,7 g	21,00 f	178,7 d	6.960,0 b	116,00 b
26	CZ 15B99 I2X	5.9	36,2 b	22,00 d	147,2 h	4.679,7 h	77,99 h
27	NEO 590 I2X	5.9	35,7 c	23,00 c	156,0 g	5.675,7 e	94,59 e
28	AS 3599 XTD	5.9	35,7 c	21,00 f	136,0 j	5.194,2 g	86,57 g
29	NS 5933 IPRO	5.9	35,7 c	21,75 d	151,0 g	5.972,8 d	99,54 d
30	M 5947 IPRO	5.9	37,0 b	23,00 c	150,5 g	5.308,5 g	88,47 g
31	DM 60IX64 RSF I2X	6.0	35,0 d	20,90 f	153,7 g	7.604,2 a	126,73 a
32	FPS 2260 IPRO	6.0	35,0 d	21,50 e	173,0 e	5.881,5 e	98,02 e
33	BS 2606 IPRO	6.0	34,8 e	22,00 d	140,2 i	5.224,0 g	87,06 g
34	BMX 61I63 RSF IPRO	6.1	35,7 c	20,50 f	178,5 d	6.208,7 d	103,47 d
35	BRS 1061 IPRO	6.1	36,5 b	21,75 d	175,0 e	5.491,2 f	91,52 f
36	M 6100 XTD	6.1	34,5 e	21,25 e	155,5 g	6.054,5 d	100,90 d
37	M 6110 I2X	6.1	34,2 f	21,95 d	135,0 j	5.011,2 h	83,52 h
38	NEO 610 IPRO	6.1	35,5 c	22,25 d	142,7 h	6.247,2 d	104,12 d
39	GH 2361 IPRO	6.1	36,0 c	21,50 e	168,7 e	4.631,2 i	77,18 i
40	ST 616 I2X	6.1	36,0 c	20,75 f	150,0 g	5.239,7 g	87,32 g
41	ST 611 IPRO	6.1	36,2 b	21,25 e	160,7 f	6.563,0 c	109,38 c
42	P 96R10 IPRO	6.2	35,0 d	22,00 d	160,7 f	5.190,0 g	86,50 g
43	NA 5909 RG	6.2	34,0 f	21,97 d	173,6 e	5.954,2 d	99,23 d
44	TMG 7362 IPRO	6.2	32,2 h	21,00 f	190,7 c	6.200,0 d	103,33 d
45	PP 6418 RR	6.2	31,7 h	22,25 d	146,0 h	3.851,5 k	64,19 k
46	SOYTECH 621 IX2	6.2	35,5 c	19,25 h	133,0 j	5.795,7 e	96,59 e
47	LG EX 62633 IPRO	6.2	36,0 c	23,00 c	141,0 i	3.958,7 k	65,97 k
48	NEO 620 IPRO	6.2	31,7 h	21,92 d	166,2 f	4.336,0 j	72,27 j
49	CZ 16B21 I2X	6.2	33,2 g	22,00 d	145,0 h	5.115,7 h	85,26 h
50	BMX 64I61 RSF IPRO	6.3	36,0 c	23,00 c	182,2 d	4.930,0 h	82,16 h
51	NEO 630 IPRO	6.3	36,0 c	19,00 h	142,2 h	5.052,7 h	84,21 h
52	FPS 2063 IPRO	6.3	33,7 f	22,07 d	151,2 g	5.296,7 g	88,27 g
53	BMX 64IX66 RSF I2X	6.4	35,0 d	21,75 d	153,0 g	5.895,5 e	98,25 e
54	DM 64I63 RSF IPRO	6.4	35,5 c	23,00 c	145,0 h	5.367,7 f	89,46 f
55	M 6410 IPRO	6.4	35,2 d	22,05 d	146,7 h	3.977,5 k	66,29 k
56	SOYTECH 641 I2X	6.4	34,0 f	21,25 e	161,7 f	5.743,0 e	95,71 e
57	NS 6433 I2X	6.4	36,0 c	21,00 f	174,2 e	5.437,2 f	90,62 f
58	M 6430 XTD	6.4	37,5 a	20,50 f	161,5 f	6.101,2 d	101,68 d

59	BRS 388 RR	6.4	34,7 e	21,87 d	157,2 g	5.535,7 f	92,26 f
60	BRS 1064 IPRO	6.4	36,0 c	22,00 d	141,0 i	5.194,2 g	86,57 g
61	CZ 26B47 I2X	6.4	34,0 f	21,75 d	145,0 h	4.451,2 i	74,18 i
62	PP 6205 RR	6.4	34,2 f	21,25 e	187,2 c	5.997,0 d	99,95 d
63	BMX 65I65 RSF IPRO	6.5	35,2 d	22,75 c	183,7 d	6.101,2 d	101,68 d
64	DM 65IX67 RSF I2X	6.5	35,7 c	20,00 g	153,5 g	6.188,7 d	103,14 d
65	DM 65K67 RSF CE	6.5	34,5 e	23,00 c	145,2 h	5.156,0 h	85,93 h
66	CZ 26B55 I2X	6.5	34,2 f	21,90 d	164,7 f	4.962,7 h	82,71 h
67	FPS 2565 IPRO	6.5	35,7 c	23,50 b	174,2 e	5.138,5 h	85,64 h
68	DM 66I68 RSF IPRO	6.6	35,2 d	22,50 d	146,0 h	4.858,5 h	80,97 h
69	NEO 66I I2X	6.6	35,0 d	23,00 c	162,2 f	3.458,7 l	57,64 l
70	FPS 1867 IPRO	6.7	33,2 g	22,05 d	159,5 f	4.961,5 h	82,69 h
71	AS 6801 I2X	6.8	35,0 d	21,75 d	168,5 e	4.220,0 j	70,33 j
72	AS 6802 XTD	6.8	35,9 c	22,00 d	132,5 j	5.280,0 g	88,00 g
73	P 96Y90 RR	6.9	36,5 b	20,50 f	140,0 i	5.211,5 g	86,85 g
74	ST 711 I2X	7.2	36,5 b	19,75 g	144,7 h	6.524,2 c	108,73 c
75	PP CAMPEIRA IPRO	7.7	36,5 b	23,00 c	184,7 d	5.511,2 f	91,85 f
	Média	---	35,07	21,94	162,04	5.464,45	91,07
	CV (%)	---	1,80	1,72	4,51	3,99	---

Nota¹: GMR = Grau de Maturidade Relativa; MMG = Massa de Mil Grão; PRO = Produtividade de Grãos

Letras iguais na mesma coluna não apresentam diferenças significativas entre si, pelo Teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Fonte: Autor, (2024).

A Tabela 7 apresenta as variáveis avaliadas neste estudo das cultivares que ocuparam as quinze primeiras colocações em cada local.

Ao analisar os dados das quinze cultivares que apresentaram resultados superiores para esta variável, a produtividade média kg ha^{-1} foi de $5.202,66 \text{ kg ha}^{-1}$ (+ $568,09 \text{ kg ha}^{-1}$) aumento de 8,39%. Quando comparada as cinco cultivares mais produtivas entre os locais, Palmeira das Missões apresentou maior produtividade ($7.256,85 \text{ kg ha}^{-1}$), em Cruz Alta a produtividade média foi $6.105,70 \text{ kg ha}^{-1}$ e Tapera $5.445,72 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 2).

Os grupos de maturidade relativa das quinze cultivares melhor posicionada nos locais L-1, L-2, L-3 (Tabela 7), apresentou variação entre 5.1 a 6.8, 5.6 a 6.2 e 5.4 a 7.2, respectivamente. As diferenças na composição química dos grãos, entre cultivares, podem ser atribuídas às diferenças quanto ao grupo de maturação das cultivares ou em relação a adaptabilidade aos fatores ambientais, tais como o conteúdo de água no solo e temperatura ambiente (BELLALLOUI; MENGISTU, 2008; ROTUNDO; WESTGATE, 2010).

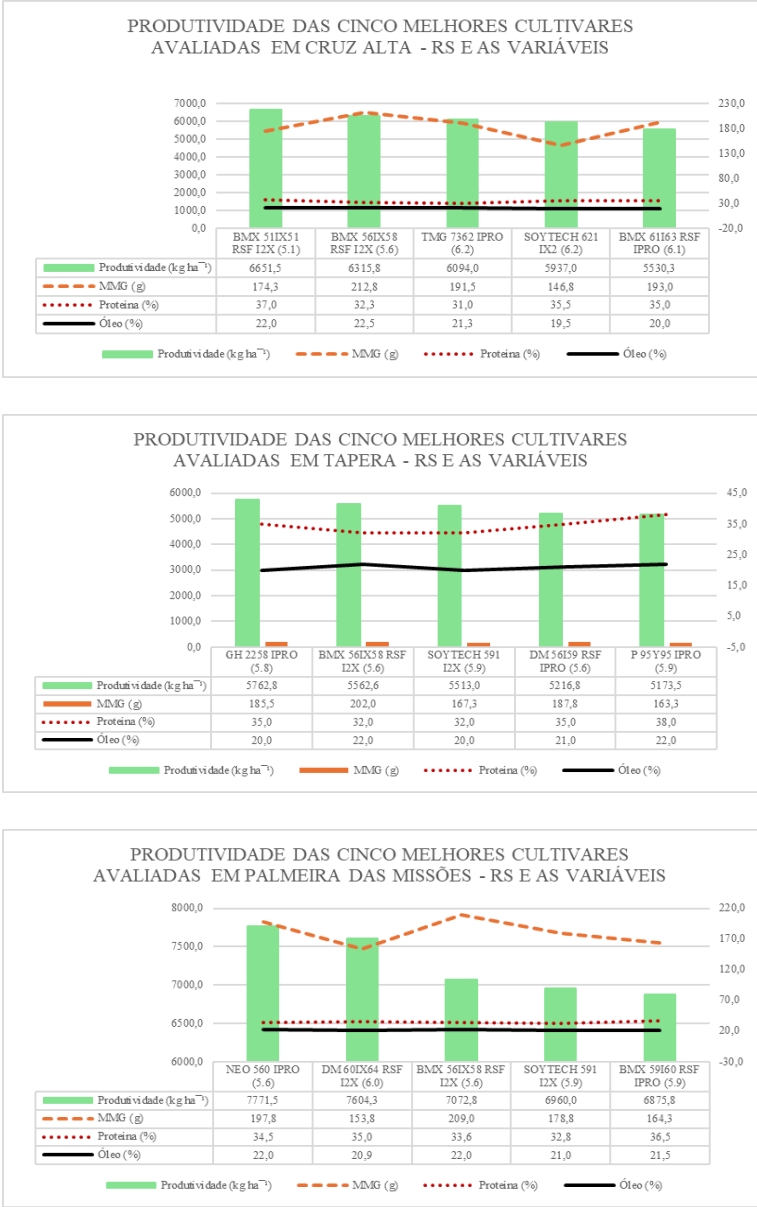
Tabela 7 - Produtividade kg ha⁻¹ (PRO), Massa de Mil Grãos (MMG) e Teores de Proteína e Óleo das quinze cultivares que apresentaram desenho superior entre as setenta e cinco cultivares avaliadas no agrupamento de Tocher nos três locais de estudo (L-1, L-2, L-3)

Local	Cultivar / GMR	PROD kg/ha ⁻¹	PROD sc ha ⁻¹	MMG (g)	Proteína (%)	Óleo (%)
L-1	BMX 51IX51RSF I2X / (5.1)	6.651,0 a	110,85 a	174,2 f	37,0 f	22,0 c
	BMX 56IX58 RSF IPRO / (5.6)	6.315,7 b	105,26 b	212,7 a	32,2 j	22,5 b
	TMG 7062 IPRO / (6.2)	6.094,0 d	101,56 d	191,5 c	31,0 k	21,2 e
	SOYTECH 621 I2X (6.2)	5.937,0 d	98,95 d	146,7 m	35,5 e	19,5 g
	BMX 61163 RSF IPRO / (6.1)	5.530,2 e	92,17 e	193,0 c	35,0 f	20,0 g
	M 6430 XTD / (6.4)	5.471,2 e	91,18 e	175,2 g	38,0 a	20,5 f
	SOYTECH 641 I2X / (6.4)	4.955,7 f	82,59 f	175,2 c	31,0 k	22,0 c
	NK 6201 IPRO / (5.9)	4.939,0 f	82,31 f	177,0 f	36,5 c	20,0 g
	SOYTECH 591 I2X / (5.9)	4.888,5 f	81,45 f	177,0 f	33,0 l	20,0 g
	GH 2258 IPRO / (5.8)	4.425,7 g	73,76 g	195,0 c	35,5 e	21,7 d
	BRS 1054 IPRO / (5.4)	4.112,0 h	68,53 h	154,2 k	36,7 c	22,2 a
	NEO 630 IPRO / (6.3)	3.592,7 i	59,87 i	134,0 p	35,3 e	18,2 h
	NEO 620 IPRO / (6.2)	3.578,7 i	59,64 i	154,2 k	30,2 i	21,5 d
	NEO 610 IPRO / (6.1)	3.465,7 j	57,76 j	176,0 f	36,0 d	21,5 d
	PP 6418 RR / (6.2)	3.059,7 j	50,99 j	132,2 p	30,7 k	21,7 d
	MÉDIA	4.939,00	82,31	175,25	35,35	21,25
	CV (%)	4,08		1,86	1,11	1,86
L-2	GH 2258 IPRO / (5.8)	5.762,7 a	96,04 a	185,5 c	35,0 e	20,0 i
	BMX 56IX58 RSF IPRO / (5.6)	5.562,6 a	92,71 a	202,0 a	35,0 e	22,0 f
	SOYTECH 591 I2X / (5.9)	5.513,0 a	91,88 a	167,2 f	32,0 h	20,0 i
	DM 56I59 RSF IPRO / (5.6)	5.216,7 b	86,94 b	187,7 c	35,0 e	21,0 h
	P 95Y95 IPRO / (5.9)	5.173,5 b	86,22 b	163,2 f	38,0 b	22,0 f
	DM 57I52 RSF IPRO / (5.7)	4.977,2 b	82,95 b	144,5 i	35,7 d	23,0 e
	BMX 57IX60 RSF I2X / (5.7)	4.868,5 c	81,14 c	151,0 h	35,0 e	23,9 c
	NEO 620 IPRO / (6.2)	4.460,2 d	74,33 d	159,7 g	31,7 h	25,5 a
	NEO 590 I2X / (5.9)	4.121,0 e	68,68 e	146,7 h	36,7 c	22,7 e
	PP 6418 RR / (6.2)	4.120,0 e	68,66 e	140,7 i	30,5 i	21,0 h
	NK 6201 IPRO / (5.9)	4.087,0 e	68,11 e	169,7 f	35,5 d	20,2 i
	PP 6205 RR / (6.4)	3.898,5 f	64,97 f	194,7 b	34,1 f	21,7 f
	TMG 7362 IPRO / (6.2)	3.437,0 g	57,28 g	172,7 e	35,5 d	20,3 i
	BMX 55I57 RSF IPRO / (5.5)	3.344,2 g	55,73 g	181,2 d	33,7 f	23,0 e
	BS 2606 IPRO / (6.0)	2.798,5 i	46,64 i	126,7 k	33,7 f	22,0 f
	MÉDIA	4.460,25	74,33	167,25	35,00	22,00
	CV (%)	4,31		2,52	1,84	1,68
L-3	NEO 560 IPRO / (5.6)	7.751,5 a	129,19 a	197,7 b	34,5 e	22,0 d
	DM 60IX64 RSF I2X / (6.0)	7.604,2 a	126,73 a	153,7 g	35,0 d	20,9 f
	BMX 56IX58 RSF IPRO / (5.6)	7.072,7 b	117,87 b	209,0 a	33,6 f	22,0 d
	SOYTECH 591 I2X / (5.9)	6.960,0 b	116,00 b	178,7 d	32,7 g	21,0 f
	BMX 59I60 RSF IPRO / (5.9)	6.875,7 b	114,59 b	164,2 f	36,5 b	21,5 e
	NK 6201 IPRO / (5.9)	6.570,0 c	109,50 c	192,7 c	36,5 b	20,8 f
	ST 711 I2X / (7.2)	6.524,7 c	108,74 c	144,7 h	36,5 b	19,7 g
	BMX 61I63 RSF IPRO / (6.1)	6.208,7 d	103,47 d	178,5 d	35,7 c	20,5 f
	TMG 7362 IPRO / (6.2)	6.200,0 d	103,33 d	190,7 c	32,2 h	21,0 f
	BMX 55I57 RSF IPRO / (5.5)	5.705,7 e	95,09 e	207,5 a	34,5 e	23,0 c
	NS 6433 I2X / (6.4)	5.427,2 f	90,45 f	174,2 e	36,0 c	21,0 f
	NEO 630 IPRO / (6.3)	5.052,7 h	84,21 h	142,2 h	36,0 c	19,0 h
	GH 2361 IPRO / (6.1)	4.631,2 i	77,18 i	168,7 e	36,0 c	21,5 e
	NEO 620 IPRO / (6.2)	4.336,0 j	72,26 j	166,2 f	31,7 h	21,9 d
	BRS 1054 IPRO / (5.4)	4.201,2 j	70,02 j	152,0 g	36,0 c	25,0 a
	MÉDIA	6.208,75	103,47	174,25	35,75	21,00
	CV (%)	3,99		4,51	1,80	1,72

Fonte: Autor, (2024).

Observa-se que em Cruz Alta a faixa de maturidade relativa das cultivares esteve entre 5.1 e 6.2, em Tapera entre 5.6 e 5.9 e Palmeira das Missões entre 5.6 a 6.0.

Figura 2 - Produtividade kg ha⁻¹, Massa de Mil Grãos (MMG), Teores (%) Proteína e Óleo das cinco primeiras s cultivares em Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões - RS.



Fonte: Autor, (2024).

Em relação a Massa de Mil Grãos (MMG), a média das cultivares foi de 156,79 gramas com variação de 49,09% entre a maior e a menor MMG. A soja é uma das espécies mais sensíveis as condições ambientais durante e após a maturação da sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Para essa variável, houve maior distinção estatística entre as cultivares, totalizando 16 grupos diferentes, em que as quatro maiores MMG ficaram no primeiro grupo, com média de 207,81 gramas. A massa de mil grãos (MMG) variou nos diferentes locais, entretanto as

diferenças estatísticas da MMG são significativas (SEIDEL et al., 2012; CARNEIRO et al., 2013, MARCOS FILHO, 2015). O peso de grãos é um componente de rendimento influenciado, principalmente, pela genética, mas também sofre influência pelo ambiente, em função da temperatura e umidade (HANWAY & THOMPSON, 1967).

A maior MMG encontrada entre os genótipos analisados foi a cultivar BMX 56IX58 RSF I2X (5.6), estando presente nas primeiras colocações em Cruz Alta, Palmeira das Missões e Tapera com 212,75 gramas, 209 gramas e 202 gramas (Tabelas 8, 9, 10), respectivamente, esta cultivar apresentou elevada MMG e apresentando produtividades em Palmeira das Missões de 7.072,75 kg ha⁻¹, em Cruz Alta 6.315,75 kg ha⁻¹ e 5.562,61 kg ha⁻¹ em Tapera. Resultados obtidos por Tagliapietra et al. (2022), a qual afirma que, para as maiores produtividades de soja tem-se o valor de MMG de 207 gramas. Segundo Silva et al. (2020), nem sempre a cultivar que apresenta a maior massa de grãos possui a maior produtividade, pois outras características produtivas interferem nessa relação tal como número de vagens por plantas, número de grãos por vagem e número de grãos por planta.

Analisando as cinco melhores cultivares em cada local (Figura 5), Cruz Alta foi a que apresentou melhor média entre os locais com 183,65 gramas, na sequência Tapera com 181,16 gramas e Palmeira das Missões com 180,70 gramas entre os três locais media das setenta e cinco cultivares. A Cultivar BMX 56IX58 RSF I2X (5.6) atingiu valores de 212,75 gramas em Cruz Alta, se destacando também com a maior massa de grãos em Palmeira das Missões (209,00 gramas) e Tapera (202,00 gramas).

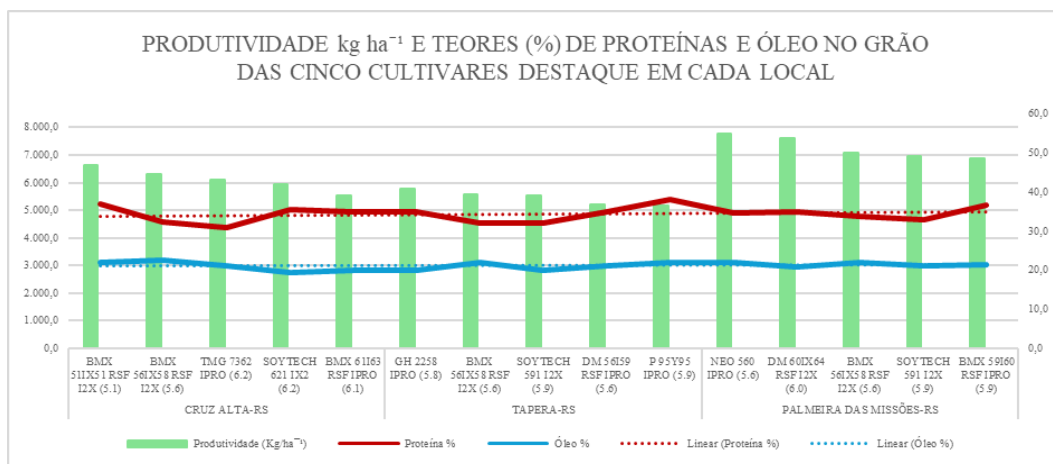
As análises dos teores de Proteínas (%) e de óleo (%) identificaram diferentes resultados entre as setenta e cinco cultivares, variando de 30,2 a 39% e 18,2 a 25,5%, respectivamente. Na média os grãos de soja apresentam 40% de proteína e 20% de óleo, o que tem modificado ao longo das safras (PÍCOLO et al., 2015), com a média nacional em torno de 37% de proteína (OLIVERIA et al., 2018). As variações nos teores de proteínas nos grãos de soja estiveram próximas das médias encontradas por Albrecht et al. (2008), Balbinot Júnior et al. (2016), Sales et al. (2016), Almeida et al. (2018), Faria et al. (2018), Carvalho et al., (2021).

Os resultados médios de proteína das cultivares nos locais evidenciaram percentuais de 34,76% para L-1, 35,16%, para L-2 e 35,07% para L-3, os teores médios em todos os locais foi 34,97%.

As cultivares que apresentaram maiores teores de proteína, mais que deferiram significativamente no local L-2 foram, P 96Y90 RR (6.9) com 39,0% e ST 711 I2X (7.2) com 38,75%, no L-1 a cultivar M 6430 XTD (6.8) com 38,05% e no L-3 as cultivares P95Y95

IPRO (5.9) com 38,0% e M 6430 XTD (6.8) com 37,5% (Figura 3). Através destes dados, observa-se a influência que o ambiente exerce sobre o teor de proteína, as mesmas cultivares apresentaram diferentes teores em ambos os locais.

Figura 3 - Variáveis avaliadas das cinco cultivares mais bem posicionadas nos locais.



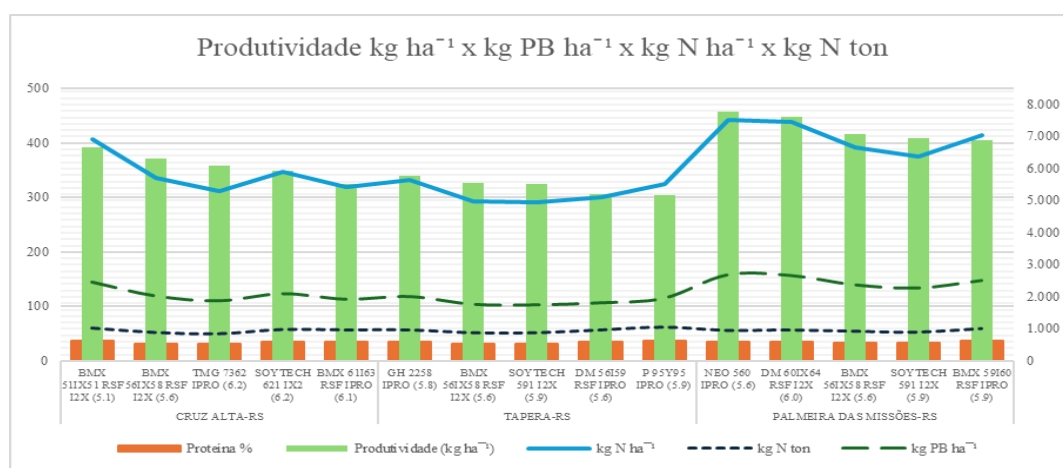
Fonte: Autor, (2024).

A cultivar NEO 620 IPRO (6.2) presente no local L-1 apresentou 30,2% de proteína no grão, o genótipo que apresentou o menor teor de proteínas entre as cultivares. Alterações no teor de proteínas em diferentes genótipos e ambientes, foram também observadas por Bellaloui et al., (2012), Jaureguay et al., (2013), Tibolla et al., (2019) e Bellaloui et al., (2020).

Considerando a extração média de nitrogênio pelas cultivares em cada local através da produtividade final (Figura 04), Cruz Alta apresentou 1.611,48 kg de Proteína Bruta por ha⁻¹ ou seja, uma taxa de exportação de Nitrogênio de 57,35 kg de N acumulado por tonelada produzida, Tapera apresentou 1.337,21 kg de Proteína Bruta por ha⁻¹ com taxa de exportação de Nitrogênio de 58,01 kg de N por tonelada produzida e Palmeira das Missões apresentando 1.980,21 kg de Proteína Bruta por ha⁻¹ com taxa de exportação de nitrogênio de 57,86 kg N por tonelada. Devido a alta concentração de proteína no grão, a soja apresenta uma grande demanda por nitrogênio. A composição química do grão de soja não é simplesmente uma função do suprimento de nutrientes, mas é determinada geneticamente e influenciada pelas condições ambientais durante o cultivo (BURTON et al., 1995; WESTGATE et al., 1995). Em condições normais de cultivo, o carbono da fotossíntese e o nitrogênio estão interligados, e a demanda de carbono pelo grão depende da disponibilidade de nitrogênio (NELSON et al., 1984; VESSEY et al., 1990). A alteração no balanço do suprimento de C e N afeta a

composição química do grão e pode ser o mecanismo que explica as variações nas concentrações de proteína e óleo devido a fatores ambientais (HAYATI et al., 1996). A concentração de proteínas no grão é constante durante o maior parte de desenvolvimento, entretanto, a síntese de proteína de reserva varia de estágio de desenvolvimento (YAZDI-SAMADI et al., 1997; WILSON, 1987). Devido a essa demanda, grande parte do N é remobilizado das folhas, vagens, ramos e outras partes das planta. As proteínas de armazenamento são depositadas em corpos proteicos e são sintetizados nos ribossomos ligados ao retículo endoplasmático rugoso (SMITH, 1984).

Figura 4 - Quantidade de Proteína Bruta, Nitrogênio nas cinco melhores cultivares de cada local.



Fonte: Autor, (2024).

Hayati et al. (1995) mostraram que o aumento da fotossíntese quando o nitrogênio estava disponível para a planta, aumentou o acúmulo de N em proporção direta com a massa seca, resultando em constante concentração de N no grão. Quando o N não estava disponível para a planta, o aumento da massa seca causou decréscimo na concentração de N no grão. Segundo Albercht et al. (2008), as diferenças entre as cultivares com relação ao teor de proteína podem ser oriundas de um menor período de enchimento de grãos, associada à rápida distribuição do nitrogênio e acumulação da matéria seca, que resultam um maior teor de proteína nos grãos.

Quanto ao teor de Óleo (%) o valor médio encontrados nos três locais foi 21,87%, valor próximo ao valor médio comumente encontrado para as cultivares de soja brasileiras (PÍPOLO & MANDARINO, 2016). Os teores de óleo no grão apresentaram o mesmo comportamento em todos os locais (L-1 = 21,74%, L-2 = 21,68%, L-3 = 21,94%) uma

variação de 1,18% entre locais. Segundo Mandarinó et al. (2018), as cultivares de soja apresentam uma variação de 15% a 25% de óleo.

Os coeficiente de variação (CV) em porcentagem, obtidos variaram entre 1,11% a 1,84% e 1,68% a 1,84% para o teor de proteína e óleo, respectivamente, indicando boa previsão na condução dos experimentos. Os coeficientes de variação estão próximos aqueles obtidos por Ferreira et al. (2016), de 2,1% e Weber et al. (2017), de 2,3%, para o teor de proteína, e aos obtidos por Ferreira et al. (2016), de 4,4% e Weber et al. (2017), de 3,6% para o teor de óleo.

A cultivar NEO 620 IPRO (6.2) e população de 240 mil plantas ha^{-1} , se destacou das demais, com 25,5% de teor de óleo nos grãos, a cultivar NEO 630 IPRO (6.3) e população de 200 mil plantas ha^{-1} , registrou o menor teor de óleo 18,25% entre todas as cultivares nos três locais. Albert et al. (2008) e Faria et al. (2018) observaram que o conteúdo de óleo nos grãos é afetado por fatores genéticos intrínsecos das cultivares, que podem ser alterados principalmente pelas condições ambientais durante o período de enchimento de grãos. Segundo Bruno et al. (2015), as condições ambientais durante o enchimento dos grãos de soja produzem modificações na sua composição bioquímica, principalmente nas concentrações de óleo. Para Singer et al. (2016) a ocorrência de variação nos teores de óleo nos grãos entre os locais e anos indica que a biossíntese lipídica em plantas é influenciada em grande parte por vários fatores ambientais, como temperatura, água, disponibilidade de luz e nutrientes do solo.

Quando selecionado as quinze cultivares que apresentaram maior produtividade entre os locais, os teores de óleo no grão variou 4,54%, L-1, L-2 e L-3 registraram índices de 21,25%, 22,00%, 21,00% respectivamente. As cultivar BRS 1054 IPRO (5.4) obteve maior teor de óleo na população de 320.000 plantas ha^{-1} em Cruz Alta (21,25%) e também em Plameira das Missões (25,00%).

Já a cultivar NEO 620 IPRO (6.2) apresentou maior teor de óleo com população de 240.000 plantas ha^{-1} com 25,50% de óleo no grão. A densidade de sementes também altera a composição dos grãos quanto aos teores de óleo e proteína (UMBURANAS et al., 2018).

A população de plantas por ha^{-1} assim como sua arquitetura pode ter influenciado os níveis de óleo no grão, isso porque com o aumento do número de plantas por metro quadrado a taxa foliar e da fotossíntese é reduzida, diminuindo a disponibilidade de carbono (C) na fase de enchimento dos grãos, levando a uma diminuição no conteúdo de óleo. Segundo Proulx e Naeve, (2009), o decréscimo do conteúdo nos grãos pelo sombreamento, originada pelas altas

populações, resultou uma menor taxa fotossintética das plantas e uma menor assimilação de carbono.

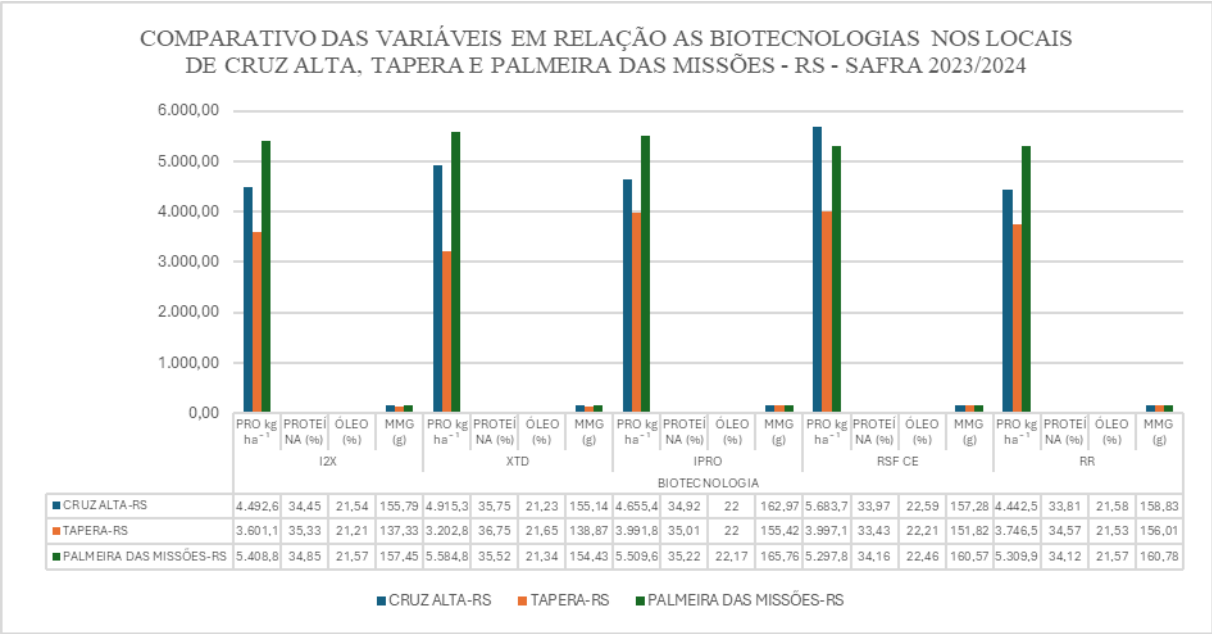
Segundo Jaureguy et al. (2013), Bellaloui et al. (2014) e Bellaloui et al. (2015), a população de plantas pode alterar os constituintes dos grãos e esse efeito depende da cultivar e dos fatores ambientais, especialmente temperatura e déficit hídrico. Bellaloui e Gillen (2010) e Bellaloui et al. (2012) também verificaram alterações no teor de óleo nos grãos de soja em função do sombreamento e das datas de semeadura das cultivares.

Analisando a entrega quantitativa das biotecnologias (Figura 5), verifica-se que as Tecnologias Intacta Ipro2 e Enlist RSF CE apresentaram valores acima da média do ensaio com 4.718,98 kg ha⁻¹ (1,78%) e 4.992,91 kg ha⁻¹ (27,20%), respectivamente.

O local L-3 apresentou as melhores médias de produtividade das biotecnologias avaliadas e também destacando os melhores índices qualitativos e quantitativos entre os locais com a Tecnologia IPRO.

O teor de proteína foi maior na Tecnologia XTD (36,01%) e óleo na Tecnologia RSF CE (22,42 %) entre os locais.

Figura 5 - Comparativo das Biotecnologias em relação as variáveis avaliadas em Cruz Alta, Tapera e Palmeira das Missões - RS, Safra 2023/2024.



Fonte: Autor, (2024).

4 CONCLUSÕES

Os ambientes avaliados na macrorregião sojícola 02 da região edafoclimática 102 no Estado do Rio Grande do Sul apresenta potencial com elevada produtividade de grãos para a cultura da soja. A produtividade entre os locais teve variação de 2.067,50 kg ha⁻¹ a 7.771,50 kg ha⁻¹ com média de 4.633,90 kg ha⁻¹

Além da variação ocorrida na variável produtividade, ocorreram também variações nos teores de proteína e óleo no grãos de soja entre as variedades e localidades. Atribui-se geralmente esta variações, a fatores ambientais e genéticos. As cultivares BMX 51IX51 RSF I2X (5.1), GH 2258 RSF IPRO (5.8), BMX 56IX58 RSF I2X (5.6), SOYTECH 591 I2X (5.9) e NEO 560 IPRO (5.6) e DM 60IX64 RSF I2X (6.0) apresentaram as maiores produtividades. Quanto ao teor de proteínas no grão, verifica-se que a cultivar M 6430 XTD (6.8), com percentuais de 38,05%, e, quanto ao teor de óleo no grão, destaca-se as cultivares BRS 1054 IPRO (5.4) com 25,0% e a NEO 620 IPRO (6.2) com 25,5%, entre as cultivares e os locais.

O grau de maturidade relativa das cultivares variou de 5.4 a 6.8, podendo atribuir que a concentração de proteína e óleo no grãos de soja é regido por fatores genéticos, sendo que a influência ambiental tem forte interferência.

A cultivar BMX 56IX58 RSF I2X (5.6) apresentou comportamento superior e semelhante comparando as setenta e cinco cultivares nos três locais avaliados.

As setenta e cinco cultivares comerciais podem ter um desempenho diferente dos resultados apresentados pelas empresas comercializadoras.

A escolha de cultivares de soja adaptadas ao ambiente, é uma estratégia que possibilita maior produção e qualidade dos grãos de soja, visto que ha variação de produtividade, massa de mil grãos, teores de proteína e óleo no grão de soja, portanto, os teores de proteína e óleo nos grãos obtidos no presente estudo, com cultivares de diferentes grupos de maturação e diferentes biotecnologias utilizadas atualmente, poderá ser uma referência na escolha de cultivares. É importante que os sojicultores considerem os resultados de estudos adicionais para a escolha das cultivares a serem plantadas.

5 AGRADECIMENTOS

A C.Vale Cooperativa Agroindustrial pela disponibilização das informações e fornecimento dos recursos para a implantação e condução dos Ensaios.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstra que os teores de proteína e óleo nos grãos de soja tem interferência e influência do ambiente e dos fatores genéticos. A influência do ambiente (temperatura, fotoperíodo, disponibilidade hídrica), a intervenção dos manejos adotados sobre os cultivos, como a época de semeadura, utilização de cultivares de acordo com seu grau de maturidade relativa, densidade de semeadura entre outros fatores, podem interferir diretamente nos teores de óleo e proteína nos grãos de soja.

Os fatores genéticos através da introdução de novas biotecnologias, associadas ao melhoramento genético contribui com a criação de eventos genéticos com novas características de interesse agrônomo, essas tecnologias buscam aumentar a produtividade, auxiliando na proteção contra pragas, doenças e plantas daninhas, diminuindo os estresses bióticos e abiótico dos cultivos. As biotecnologias Intacta RR2 Pro, Intacta I2X e XTD se destacaram nas variáveis avaliadas nos três locais de estudo, isso demonstra que as empresas de melhoramento genético através das biotecnologias buscam imprimir cultivares com tetos produtivos elevados, dando importância a produtividade de grão, mas pouca importância para as características qualitativas (qualidade nutricional). Desta forma, trabalhos que possam colaborar para identificação de tecnologias que possam alterar o teor total de proteína e óleos nos grãos de soja, independente da variedade ou local de produção, auxiliando em muito a indústria na obtenção de produtos com maior teor de proteína e óleo, e para o produtor rural agregar produtividades com qualidade e ser mais bem remunerado pelo grão produzido.

Muitos Técnicos, Consultores recomendantes e Produtores Rurais, desconsideram a importância dos Grupos de Maturidade Relativa (GMR) das cultivares para o planejamento da semeadura e para o manejo das lavouras, em muitas situações, consideram apenas o potencial produtivo da cultivar deixando de escolher cultivares adaptadas a sua realidade.

Como mencionado no estudo a planta de soja sofre influência e interferência do ambiente e o GMR interfere na escala fenológica através do fotoperíodo. É crescente o lançamento de cultivares no mercado a cada ano pelas empresas sementeiras, o entendimento do Grupo de Maturidade Relativa das cultivares ajudará a compreender o comportamento da planta de soja nas diferentes condições climáticas e ambientes produtivos e na escolha das cultivares mais adequadas para cada sistemas de cultivo e para cada região.

Novos estudos avaliando os teores de proteína e óleo nas cultivares e suas biotecnologias são recomendados para as próximas safras para melhor compreensão do fatores que influenciam a produtividade, facilitando que os agricultores tomem decisões mais

embasadas, visto que os padrões comerciais nacionais como internacionais estão cada vez mais exigentes em relação as características nutricionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. D. L.; ÁVILA, M. R.; SUZUKI, L. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. *Bragantia*, v. 67, n. 4, p. 865-873, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000400008>.

ALBUQUERQUE, J. R. T.; LINS, H. A.; SANTOS, M. G.; FREITAS, M. A. M.; SILVEIRA, L. M.; NUNES, G. H. S.; ... VIEIRA, P. F. D. M. J. Environmental variables in the G x E interaction in soybean in the semiarid. *Revista Ciência Agronômica*, v. 54, n. 1, p. 1-12, 2023.

ALLIPRANDINI, L. F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P. F.; CAVASSIM, J. E.; GABE, H. L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M. N.; DE OLIVEIRA, M. A. R.; PITOL, C.; PRADO, L. C. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. *Crop Science*, New York, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.

ALMEIDA, B. C.; PELUZIO, J. M.; OLIVEIRA JUNIOR, W. P.; CARVALHO, E. V.; AFFÉRI, F. S.; SANTOS, W. F. Ambiente e densidade de semeadura em cultivares de soja para produção de biodiesel. *Campo Digital*, v. 13, n. 1, 2018. Disponível em: <http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/2218>. Acesso em: 15 jun. 2024.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Berlin, v. 22, n.6, p. 711-728, 2013.

AREGA A, DABESSA A, DABALA C. (2018). Genotype and genotype by environment interaction and grain yield stability of medium maturity groups of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] varieties in Western Oromia, Ethiopia. *African Journal of Plant Science* v. 12, n. 9. DOI: 10.5897 / AJPS2018.1674.

BASF. BASF conclui processo de aquisição de negócio e ativos da Bayer. Disponível em: <https://www.basf.com/br/pt/media/news-releases/2018/07/BASFconclui-processo-de-aquisicao-de-nego-cio-e-ativos-da-Bayer.html>. Acesso em 24 julho. 2024.

BAYER. Plataforma Intacta 2 Xtend. Disponível em: <https://plataformaintacta2xtend.com.br/>. Acesso em 29 julho. 2024.

BAYER. Intacta RR2 PRO. Disponível em: <https://www.intactarr2pro.com.br/>. Acesso em: 06 agosto. 2024.

BAYER. Intacta 2 Xtend®, nova geração de soja que irá revolucionar o potencial produtivo do Brasil. Disponível em: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-lanca-intacta-2-xtend-nova-geracao-sojaque-ira-revolucionar-potencial-produtivo-brasil>. Acesso em 08 agost. 2024.

BAYER. Bayer conclui a aquisição da Monsanto. Disponível em: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-conclui-aquisicao-da-monsanto-0>. Acesso em 24 agost. 2024.

BRASMAX. Sobre a Brasmax. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/institucional/>. Acesso em 24 agost. 2024.

BELLALOUI, N.; MENGISTU, A.; WALKER, E. R.; YOUNG, L. D. Soybean seed composition as affected by seeding rates and row spacing. *Crop Science*, v. 54, p. 1782-1795, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.07.0463>.

BELLALOUI, N.; BRUNS, H. A.; ABBAS, H. K.; MENGISTU, A.; FISHER, D. K.; REDDY, K. N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, p. 1-14, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00031>.

BELLALOUI, N.; GILLEN, A. M. Soybean seed protein, oil, fatty acids, n, and s partitioning as affected by node position and cultivar differences. *Agricultural Sciences*, v. 1, p. 110-118, 2010. DOI: <https://doi.org/10.4236/as.2010.13014>.

BELLALOUI, N.; MCCLURE, A. M.; MENGISTU, A.; ABBAS, H. K. The influence of agricultural practices, the environment, and cultivar differences on soybean seed protein, oil, sugars, and amino acids. *Plants*, v. 9, n. 3, p. 378, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9030378>.

BELLALOUI, N.; MENGISTU, A. Seed composition is influenced by irrigation regimes and cultivar differences in soybean. *Irrigation Science*, v. 26, p. 261-268, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00271-007-0091-y>.

BELLALOUI, N.; SMITH, J. R.; GILLEN, A. M. Effect of shade on seed protein, oil, fatty acids, and minerals in soybean lines varying in seed germinability in the early soybean production system. *American Journal of Plant Sciences*, v. 3, p. 84-95, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2012.31008>.

BENZAIN, B. & LANE, P. W. (1986). Protein concentration of grains in relation to some weather and soil factors during 17 years of English winter-wheat experiments. *Journal of Science of Food and Agriculture*, Barking. 37, 435-44.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. 3 ed. New York: Springer 2013. 392p.

BARBOSA, A.S.; NASCIMENTO, I.R.; FIDELIS, R.R.; SOUSA, S.M.; PELÚZIO, J.M. Dessecação química e retardamento de colheita em soja visando a produção de sementes. *Nativa*, Sinop, v. 7, n. 1, p. 13-22, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i2.6261>.

BATISTA FILHO, C. G.; MARCO, K.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; INOUE, M. H.; SILVA, E. S. Efeito do Stimulate® nas características agrônômicas da soja. *Acta Iguazu*, Cascavel, v. 2, n. 4, p. 76-86, 2013

BOERMA, H. R.; SPECHT, J. E. *Soybeans: improvement, production and uses*. 3 ed, Madison: American Society of Agronomy, 2004, 1144 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. *Melhoramento de plantas*. 6. Ed. Viçosa: UFV, 2013. 523 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. Interação genótipo x ambiente. Melhoramento de Plantas. 6. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, p.131-144.

BRUM, P.A.R.; LIMA, G.J.M.M.; ÁVILA, V.S.; LANZMASTER, M.; ARDIGÓ, R. Características Nutricionais da Soja Desativada por Diferentes Processos Térmicos para Alimentação de Frangos de Corte. Concórdia-SC (Comunicado Técnico. Embrapa – CNPSA), 2006.

CAMPELO, G. D. A.; KIIHL, R. D. S.; DE ALMEIDA, L. A. Características agronômicas e morfológicas das cultivares de soja desenvolvidas para as regiões de baixas latitudes. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Ed.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro. Petrolina-PE: Embrapa Semi-árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999, cap. 2, 1066 p.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; CRANCIANINOV, W. S.; MANDARINO, J. M. G. Índice de solubilidade de nitrogênio e índice de dispersibilidade de proteína, em cultivares de soja semeadas em Londrina e Ponta Grossa, PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4. 2006, Londrina. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 132-133.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; DE ALMEIDA, L. A.; DE SOUZA KIIHL, R. A.; ROSOLEM, C. A. Inheritance of long juvenile period under short day conditions for the BR80-6778 soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) line. *Euphytica*, Wageningen, v. 112, n. 2, p. 203-209, 2000.

CARVALHO, I, R, et al, 2022, Methods for estimation of genetic parameters in soybeans: an alternative to adjust residual variability, *Acta Scientiarum, Agronomy*, v, 45.

CHEN, S. P. J.; LI, M. W.; WONG, H. Y.; WONG, F. L.; WU, T., GAI, J.; ... LAM, H. M. The Seed quality assurance regulations and certification system in soybean production – A chinese and international perspective. *Agriculture*, v. 12, n. 5, p. 1-14, 2022.

CASAS-LEAL, N, E; PEREIRA, F. A. C.; VELLO, N. A. 2022, Improvement of vegetable soybean: genetic diversity and correlations of traits between immature and mature plants, *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v, 22.

CAVASSIM, J. E. (2014) Classificação em grupos de maturidade relativa para a soja comparando metodologias de estabilidade. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 109p.

CIABOTT, S. (2004). Aspectos químicos, físico-químicos e sensorial de extratos de soja e tofus obtidos dos cultivares de soja convencional e livre de lipoxigenase. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras]. Repositório Institucional UFLA: DCA - Ciência dos Alimentos - Mestrado. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3346>.

CROPLIFE BRASIL. O cultivo de plantas transgênicas no Brasil, 2021.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Safra 2023/2024. Brasília, p. 1-69, Maio 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info/agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>; Acesso: 19 Maio 2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2024). Acompanhamento da Safra Brasileira: Grão, safra 2023/24, n. 10 décimo levantamento, Julho 2024.

CORASSA, G. M.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; REIMCHE, G. B.; GAVIRAGHI, R.; BISOGNIN, M. B.; PIRES, J. L. F. Performance of soybean varieties differs according to yield class: a case study from Southern Brazil. *Precision Agriculture*, v. 20, n. 1, p. 520-540, 2019.

COSTA, L. C.; TAVANTI, R. F. R.; TAVANTI, T. R.; PEREIRA, C. S. Desenvolvimento de cultivares de soja após inoculação de estirpes de *Bacillus subtilis*. *Nativa, Sinop*, v. 7, n. 2, p. 126-132, 2019.

DARONCH, D. J.; PELUZIO, J. M.; AFFERRI, F. S.; TAVARES, A. T.; DE SOUZA, C. M. Chemical composition of grains and environmental efficiency in soybeans grown under low latitude conditions. *Científica*, 2018, v.16, n.4, p. 359-366, 2018

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 2014. v. 2, 668p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 4. ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 2012. v. 1, 514p.

CRUZ, C. D. Programa Genes: Análise multivariada e simulação. Editora UFV. Viçosa, MG: UFV, 2006. 175p.

DEMBOGURSKI, N. M. Determinação do preço da soja para trituração e obtenção do óleo com base na qualidade do grão. 2003. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) – UNIJUÍ Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2003.

EMBRAPA. ZONEAMENTO AGRÍCOLA DE RISCO CLIMÁTICO. Embrapa, Soluções Tecnológicas. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3933/zoneamento-agricola-de-risco-climatico—zarc> >, acesso em: 27/05/2024.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Produção de Informação, 5º ed. Brasília, DF, 2018, 317 p.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. – Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p.; 21cm. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n.16) 1. Soja-Pesquisa-Brasil. 2. Soja-Tecnologia-Brasil. 3. Soja-Produção Brasil. I. Título. II. Série.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil-2000/2001. Londrina: Embrapa Soja/Fundação MT, 2000, 255 p.

FELICETI, M. L.; SEIGA, T. C.; SILVA, M.; MESQUITA, A. P. B.; SILVA, J. A.; BAHRY, C. A.; POSSENTI, J. C. Grupos de maturidade relativa frente a qualidade fisiológica das sementes de soja. *Brasilian Journal of Development*, v.6, n.5, p.27410-24421, 2020.

FEHR, W. R. Breeding methods for cultivar development. In: WILCOX, J. R. (Ed.), *Soybeans: Improvement, production and uses*. 2. ed., Madison: ASA, CSSA and SSSA, 1987, cap. 13, 888 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of soybean development. Ames: State University of Science and Technology, 1977. (Special report, 80). 11 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

FERREIRA, D.; KRETER, A.C.; GARCIA, P.M. IPEA – Carta de Conjuntura, n.63, número de conjuntura 30, 2º trimestre de 2024, repositório. Ipea.gov.br

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, L. L.; SILVA, Â. J.; CARVALHO, I.; FERNADES, M. S.; LAUTENCHLEGER, F.; LORO, M. V. Correlations and canonical variables applied to the distinction of soybean cultivars in a tropical environment. *Agronomy Science and Biotechnology*, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2022.

FUNDAÇÃO MERIDIONAL DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA. Indicação de cultivar por região edafoclimática. Disponível em: < <http://www.fundacaomeridional.com.br/soja/regioes-edafoclimaticas> >, acesso em: 27/05/2024.

FUNDAÇÃO MERIDIONAL DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA. INDICAÇÃO DE CULTIVARES POR REGIÃO EDAFOCLIMÁTICA. Disponível em: < <http://www.fundacaomeridional.com.br/soja/regioes-edafoclimaticas> >, acesso em: 27/05/2024.

FLAJŠMAN, M.; ŠANTAVEC, I.; KOLMANIČ, A.; KOŠMELJ, K.; KOCJANAČKO, D. Agronomic performance and stability of seed, protein and oil yields of seven soybean cultivars determined in field experiments in Slovenia. *Genetika*, v. 51, n. 1, p. 31-46, 2019.

FRANCO, M. F. S.; DELGADO, E. U. A. Relação entre adubação e qualidade dos produtos agrícolas. *Research Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 4, 2022.

GONZÁLEZ-BARRIOS P, DÍAZ-GARCÍA L, GUTIÉRREZ L. (2019). Mega-environmental design: using genotype × environment interaction to optimize resources for cultivar testing. *Crop Science* v.59, p.189. DOI:10.2135/cropsci2018.11.0692.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Physicochemical properties of isolated soy proteins from normal, broken or damaged seeds. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 57, n. 6, p.1378-1381, 1992.

GRIS, C. F.; PINHO, E. V. R. V.; ANDRADE, T.; BALDONI, A.; CARVALHO, M. L. M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. *Revista Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n.2, p374-381, 2010.

GONDIN, P. H. R. Industrialização da soja no Brasil. 2019, 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

JAUREGUY, L. M.; RODRIGUEZ, F. L.; ZHANG, L.; CHEN, P.; BRYE, K.; OOSTERHUIS, D.; MAUROMOUSTAKOS, A.; CLARK, J. R. Planting date and delayed harvest effects on soybean seed composition. *Crop Science*, v. 53, n. 5, p. 2162-2175, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2012.12.0683>.

LOPEZ, M. A.; MOREIRA, F. F.; RAINEY, K. M. Genetic relationships among physiological processes, phenology, and grain yield offer an insight into the development of new cultivars in soybean (*Glycine max* L. Merr). *Frontiers in Plant Science*, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2021.

HIRAKURI, M. H., CONTE, O., PRANDO, A. M., CASTRO, De C., JUNIOR, A. A. B., Diagnostico da Produção de Soja na Macrorregião Sojícola 1 – Londrina: Embrapa Soja, 2019. 113 p.

KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre el rendimiento y la adaptación de genotipos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, Buenos Aires, v. 20, n. 1, p. 63-88, 2008.

KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. (2012) Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja - terceira Aproximação. Londrina: Embrapa Soja, 69p.

KASTER, M.; FARIAS, J.R.B. Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja – Segunda Aproximação. In: XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil (2011: São Pedro, SP). Ata Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 87-93.

KIIHL, R.; GARCIA, A. The use of the long-juvenile trait in breeding soybean cultivars. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., 1989. Buenos Aires, Abstracts... Buenos Aires: AASOJA, 1989, p. 22.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Rio Grande do Sul, Safra Vigente, 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/rio-grande-do-sul> >, acesso em: 27/05/2024.

MANDARINO, J. M. G. (2008). Compostos antinutricionais da soja: caracterização e propriedades funcionais. In: N. M. B. Costa & C. O. B. Rosa (Eds.) Alimentos funcionais: benefícios para a saúde (pp. 55 – 80). Rubio.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015.

MENON, J. C. M.; BARROS, A. C. S. A.; MALLO, V. D. C.; ZONTA, E. P. Avaliação da qualidade física e fisiológica da semente de soja produzida no Estado do Paraná, na safra 1989/90. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.15, n.2, p. 203-208, 1993.

MONTEIRO, F. F.; BRUZI, A. T.; SILVA, K. B.; PULCINELLI, C. E.; SOARES, I. O.; CARVALHO, M. L. M. Breeding for yield and seed quality in soybean. *Euphytica*, v. 217, n. 12, p. 1-10, 2021.

NAVARINI, L. (2008). Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFSM. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4971>

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J. D. Avanços no melhoramento genético da cultura da soja nas últimas décadas. In: LEMES, E.; CASTRO, L.; ASSIS, R.; (Ed). *Doenças da soja: melhoramento genético e técnica de manejo*. Campinas: Millennium, 2015, p. 159-178.

OLIVEIRA, L. P.; RESENDE, O.; ALMEIDA, A. B.; PAULA, I. S. M.; & CABRAL, J. C. O. Composição físico-química dos grãos de soja em função da altura na planta. *Científica*. v. 51, 2023.

OLIVEIRA V.M, HAMAWAKI O.T, NOGUEIRA A.O, SOUZA L.B, SANTOS F.M, HAMAWAKL R.L. (2016). Selection for wide adaptability and high phenotypic stability of Brazilian soybean genotypes. *Genetics and molecular research* v. 15, n. 1. DOI:10.4238/gmr.15017843.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; KIIHL, R. D. S.; ALMEIDA, L. A. D.; ARANTES, N.; SOUZA, P. D. M. D. Desenvolvimento de cultivares de soja na região Norte e Nordeste do Brasil. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: Potafos, 1993, p. 255-266.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. A.; PARK, K. J., 2007. Conceitos de Processo e Equipamento de Secagem. VT&EA. Campinas. Disponível em: <http://www.feagri.unicamp.br/ctea/projpesq.html>. Acesso: 29/07/2024.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C., 2006. *Análise de Materiais Biológicos*. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola.

PASSOS M.L.V, FERREIRA L.S, FIGUEIRINHA K.T, SOUZA J.B.C. (2019). Growth, productivity and quality of soybean grains, submitted to different seed treatments. *Journal of Agricultural Science* v. 11, n. 11. DOI: 10.5539/jas.v11n11p274.

PASSOS, G. P., SANTOS, E. D., FERREIRA, L. C., FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L., MANDARINO, J. M. G., MERTZ-HENNING, L. M. & NEUMAIER, N. Quantificação dos teores de óleo e proteína em grãos de genótipos de soja submetidos a diferentes regimes hídricos sob condições de campo. In: XI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. *Resumos Expandidos*. 2016 (Documentos 373).

PÍPOLO, A. E. (2002). Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20200111-154506/pt-br.php>.

PÍPOLO, A. E., HUNGRIA, M., FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A. & DEBIASI, H. (2015). Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Embrapa.

PINTO, L. E. V. Vinhaça como biofertilizantes para fornecimento de potássio a soja com sucessão de milho e capim e impactos sobre o solo. 2019. Tese de Doutorado em Agronomia. Universidade do Oeste Paulista, 124 p. 2019.

PROULX, R. A.; NAEVE, S. L. Pod removal, shade, and defoliation effects on soybean yield, protein, and oil. *Agronomy Journal*, v. 101, p. 971-978, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2008.0222x>.

RANGEL, M. A. S., CAVALHEIRO, L. R., CAVICHIOILLI, D. & CARDOSO, P. C. (2004). Efeito do genótipo e do ambiente sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja, em quatro ambientes da Região Sul de Mato Grosso do Sul, safra 2002/ 2003. Embrapa.

SEIDEL, E. P.; BASSO, W. L. Adubação foliar a base de cálcio e boro no cultivo de soja (*Glycine max*). *Scientia Agraria Paranaensis*, v.11, n.2, p. 75-81, 2012.

SEDIAYAMA, T. (2009). Tecnologias de produção e uso da Soja. Londrina: Mecenaz, 314p.

SETIYONO, T.; WEISS, A.; SPECHT, J.; BASTIDAS, A.; CASSMAN, K. G.; DOBERMANN, A. Understanding and modeling the effect of temperature and day-length on soybean phenology under high-yield conditions. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 100, n. 2-3, p. 257-271, 2007

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. Cultura da Soja, Parte I. Viçosa: UFV, 1993. 97p.

SILVA, ES; CARVALHO, MAC; DALLACORT, R. Cultivares de soja em função de elementos climáticos nos municípios de Tangará da Serra e Diamantino, MT. *Nativa*, Sinop, v. 8, n. 2, p. 157-164, mar./abr. 2020.

SILVA. M, R. O QUE É GMR? Mais Soja, 2020. Disponível em: < <https://maissoja.com.br/soja-o-que-e-gmr/> >, acesso em: 27/05/2024.

SILVA, J. B. Caracterização química, físico-química e sensorial de extrato de soja em pó. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

SINGER, S. D.; ZOU, J.; WESELAKE, R. J. Abiotic factors influence plant storage lipid accumulation and composition. *Plant Science*, v. 243, p. 1-9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2015.11.003>.

SOUZA, V. Q.; BELLÉ, R.; PELEGRIN, A. J.; CARON, B. O.; NARDINO, M.; CARVALHO, I. R. Componentes de rendimento em combinações de fungicidas e inseticidas e análise de trilha na soja. *Global Science and Technology*, v.8, n.1, p. 167-176, 2015.

SPECHT, J. E.; DIERS, B. W.; NELSON, R. L.; FRANCISCO, J.; DE TOLEDO, F.; TORRION, J. A.; GRASSINI, P. Yield gains in major US field crops: Soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v. 33, n. 2, p. 311-356, 2014.

SPEHAR, C. R.; MONTEIRO, P.; ZUFFO, N. L.; ARANTES, N.; SOUZA, P. Melhoramento genético da soja na região Centro-Oeste. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Ed.). *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: Potafos, 1993, p. 229-253.

TAGLIAPIETRA, E. L. et al. *Ecofisiologia da soja; visando atas produtividades*. Santa Maria, 432 p., ed. 2, 2022.

TOLLER, M.; PELUZIO, J. M.; REINA, E.; DE LIMA, M. D.; HACKENHAAR, C.; HACKENHAAR, N. Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. *Revista Agrogeoambiental*, v. 10, n. 2, 2018.

TORRES F.E, DAVID G.V, TEODORO P.E, RIBEIRO L.P, CORREA C.G, LUZ JÚNIOR, R.A. (2015). Desempenho agronômico e dissimilaridade genética entre genótipos de soja. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 38, n. 1, p. 111-117. DOI: 10.19084/rca.16876.

UMBURANAS, R. C.; YOKOYAMA, A. H.; BALENA, L.; LENHANI, G. C.; TEIXEIRA, A. M.; KRUGER, R. L.; KLAUS, R.; KAWAKAMI, J. Sowing dates and seeding rates soybean grain composition. *Internarional Journal of Plant Production*. v. 12, p. 181-189, 2018.

VELLO, N. A. & SILVA, L. A. S. (2006). Genética busca atender ao consumo humano crescente. *Visão Agrícola*, 3(5), 60-62.

WYSMIERSKI, P. T. Seleção de linhagens experimentais de soja para tolerância à ferrugem asiática e produtividade. 2015. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

ZANON, A. J. et al., *Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades*. Santa Maria: 2018. 136 p.