

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VINICIUS COPACHENSKI CZARNIESKI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES MODERNAS DE SOJA NO
MUNICÍPIO DE CANDÓI - PR**

PATO BRANCO

2022

VINICIUS COPACHENSKI CZARNIESKI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES MODERNAS DE SOJA NO
MUNICÍPIO DE CANDÓI - PR**

Agronomic performance of modern soybean cultivars in Candói - PR

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Adriana Paula D'Agostini
Contreiras Rodrigues

Coorientador: Prof. Dr. Giovani Benin

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

VINICIUS COPACHENSKI CZARNIESKI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES MODERNAS DE SOJA NO
MUNICÍPIO DE CANDÓI - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 22/novembro/2022

Adriana Paula D'Agostini Contreiras Rodrigues
Doutorado em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Pato Branco

Giovani Benin
Doutorado em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Pato Branco

Daniela Aparecida Dalla Costa
Graduação em Agronomia
Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária do Mato Grosso

PATO BRANCO
2022

RESUMO

A soja vem sendo uma das culturas mais estudadas e melhorada geneticamente, atingindo cada vez mais produtividades elevadas e alto desenvolvimento tecnológico. A cada ano, novas cultivares estão sendo disponibilizadas no mercado, cada uma com suas características particulares, fazendo com que se tenha uma ampla disponibilidade de genótipos. Com o desenvolvimento de algumas cultivares modernas, ainda se tem uma precariedade nas informações de como seria o desempenho de algumas destas cultivares, sendo o comportamento de seus caracteres agronômicos e adaptabilidade desconhecidas na região de implantação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico e qualidade fisiológica das sementes de 18 cultivares modernas de soja, no município de Candói – PR, região edafoclimática 103. O experimento foi conduzido no delineamento blocos casualizados, com três repetições, sendo as unidades experimentais compostas por 4 linhas de 5 metros, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Foram avaliados os caracteres: dias da emergência ao florescimento (DEF), dias do florescimento à maturação fisiológica (DFM), ciclo total (CT), altura final de planta (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV), rendimento de grãos (REND), peso de mil sementes (PMS), germinação (GER), comprimento de parte aérea de plântulas (CPA), comprimento radicular de plântulas (CPR), massa verde de parte aérea (MVA), massa verde radicular (MVR), massa seca de parte aérea de plântula (MSA) e massa verde radicular de plântula (MSR). Houve diferença significativa pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$) para todos os caracteres avaliados, sendo que diferentes cultivares se sobressaíram em cada uma das variáveis analisadas. Os maiores rendimento de grãos foram obtidos para as cultivares NS 5933 IPRO, M 6110 I2X, Soytech 621 I2X, Neo 580 IPRO, BMX Lótus IPRO e Soytech 580 I2X, variando de 3.070,57 a 2.555,97 kg ha⁻¹. De modo geral, grande parte dos genótipos avaliados possuíram bom desempenho na região de implantação, apresentando valores satisfatórios para os atributos avaliados, e portanto, possuindo boa adaptabilidade na região. Diferentes cultivares figuraram no grupo superior para os atributos referentes ao vigor de semente, não sendo possível determinar uma cultivar que se sobressai em todos esses atributos. Com os resultados obtidos foi possível realizar uma melhor descrição dos caracteres agronômicos de cada uma das cultivares, fornecendo informações mais precisas sobre suas características adaptativas, reprodutivas e qualidade fisiológica de semente.

Palavras-chave: soja; cultivares; sementes; desempenho; plantas transgênicas.

ABSTRACT

Soybean has been one of the most studied and genetically improved crops, reaching increasingly high yields and high technological development. Every year, new cultivars are being made available on the market, each one with its particular characteristics, resulting in a wide availability of genotypes. With the development of some modern cultivars, there is still a precariousness in the information on how the performance of some of these cultivars would be, and the behavior of their agronomic characters and adaptability are unknown in the region of implantation. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and physiological quality of seeds of 18 modern soybean cultivars, in the municipality of Candói - PR, edaphoclimatic region 103. The experiment was carried out in a randomized block design, with three replications, with the experimental units composed by 4 lines of 5 meters, with spacing between lines of 0.45 cm. The characters were evaluated: days from emergence to flowering (DEF), days from flowering to physiological maturity (DFM), total cycle (CT), final plant height (AP), height of insertion of the first pod (AIPV), yield of grains (REND), thousand seed weight (PMS), germination (GER), seedling shoot length (CPA), seedling root length (CPR), shoot green mass (MVA), root green mass (MVR), seedling shoot dry mass (MSA) and seedling root green mass (MSR). There was a significant difference by the Scott-Knott test ($p > 0.05$) for all the characters evaluated, and different cultivars stood out in each of the variables analyzed. The highest grain yields were obtained for the cultivars NS 5933 IPRO, M 6110 I2X, Soytech 621 I2X, Neo 580 IPRO, BMX Lótus IPRO and Soytech 580 I2X, ranging from 3070.57 to 2555.97 kg ha⁻¹. In general, most of the evaluated genotypes had good performance in the implantation region, presenting satisfactory values for the evaluated attributes, and therefore, having good adaptability in the region. Regarding seed quality, different cultivars were in the top group for the attributes related to seed vigor, and it was not possible to determine a cultivar that excels in all these attributes. With the results obtained, it was possible to perform a better description of the agronomic characters of each one of the cultivars, providing more accurate information about their adaptive and reproductive characteristics and physiological seed quality.

Keywords: soybean; cultivars; seeds; performance; transgenic plants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados climáticos do local durante o período de condução do experimento. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022	23
Figura 2 – Comparação de médias para as variáveis DEF (dias da emergência ao florescimento), DFM (dias do florescimento a maturação) e CICLO (ciclo total - dias) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022	26
Figura 3 – Comparação de médias para as variáveis altura de inserção da primeira vagem (AIPV, em cm) e altura final de planta (AP, em cm) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022	28
Figura 4 – Comparação de médias para a variável rendimento de grãos (REND, em kg ha ⁻¹) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022	32
Figura 5 – Comparação de médias para a variável peso de mil sementes (PMS, em g) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022	33
Figura 6 – Comparação de médias para a variável germinação (GER, em %) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022	37
Figura 7 – Comparação de médias para a variável comprimento de parte aérea de plântula (CPA, em cm) e comprimento de radicular de plântula (CPR, em cm) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5 de probabilidade de erro. UTFPR, <i>Campus Pato Branco</i> , 2022	38

- Figura 8 – Comparação de médias para as variáveis massa verde de parte aérea de plântula (MVA, em g) e massa verde de radicular de plântula (MVR, em g) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5 de probabilidade de erro. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022 39
- Figura 9 – Comparação de médias para as variáveis massa seca de parte aérea de plântula (MSA, em g) e massa seca de radicular de plântula (MSR, em cm) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5 de probabilidade de erro. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das 18 cultivares de soja: cultivar, obtentor, grupo de maturação (G.M.), tecnologia e população de plantas utilizada. UTFPR <i>Campus</i> Pato Branco, 2021	19
Tabela 2 – Composição química do solo. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	20
Tabela 3 – Resumo da análise de variância (ANOVA) com 5% de significância para as variáveis adaptativas de um experimento onde foram avaliados 18 genótipos modernos de soja, com três repetições, conduzido no delineamento blocos ao acaso. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	24
Tabela 4 – Comparação de médias para as características adaptativas de 18 genótipos modernos de soja, representadas pelas variáveis: DEF (dias da emergência ao florescimento - dias), DFM (dias do florescimento a maturação - dias), CICLO (ciclo total - dias), AP (altura final de planta - cm) e AIPV (altura da inserção de primeira vagem - cm). UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	25
Tabela 5 – Resumo da análise de variância (ANOVA) com 5% de significância para as variáveis de rendimento de um experimento onde foram avaliados 18 genótipos modernos de soja, com três repetições, conduzido no delineamento blocos ao acaso. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	30
Tabela 6 – Comparação de médias para os caracteres de rendimento de 18 genótipos modernos de soja, representados pelas variáveis: REND (rendimento de grãos - kg ha ⁻¹) e PMS (peso de mil sementes - g). UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	31
Tabela 7 – Resumo da análise de variância (ANOVA) com 5% de significância para as variáveis de qualidade fisiológica de semente de um experimento onde foram avaliados 18 genótipos modernos de soja, com três repetições, conduzido no delineamento blocos ao acaso. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	35
Tabela 8 – Comparação de médias para qualidade fisiológica de semente de 18 genótipos modernos de soja. UTFPR, <i>Campus</i> Pato Branco, 2022	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviaturas

cm	Centímetro
g	Gramma
ha	Hectare
L	Litro
m ²	Metro quadrado
mL	Mililitro
mm	Milímetro
kg	Quilograma

Siglas

AP	Altura de planta
AIPV	Altura de inserção da primeira vagem
CPA	Comprimento de parte aérea
CPR	Comprimento radicular
CV	Coeficiente de variação
DEF	Dias da emergência ao florescimento
DFM	Dias do florescimento à maturação
G.M.	Grau de Maturação
GER	Germinação
i.a.	Ingrediente Ativo
MSA	Massa seca de parte aérea
MSR	Massa seca radicular
MVA	Massa verde de parte aérea
MVR	Massa verde radicular

PMS	Peso de mil sementes
PR	Paraná
REND	Rendimento de grãos

Acrônimos

ANOVA	Análise de variância
CONAB	Campânia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
SEAB	Secretaria da Agricultura e do Abastecimento
SIMEPAR	Sistema Meteorológico do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Importância econômica da soja no Brasil	14
2.2	Evolução das cultivares de soja	14
2.3	Componentes agrônômicos	16
2.4	Qualidade de semente	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Implantação e condução do experimento	19
3.1.1	Tratos culturais	20
3.2	Caracteres avaliados	21
3.3	Análise estatística	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Características adaptativas	24
4.1.1	Ciclo total (CICLO)	25
4.1.2	Duração do período vegetativo e reprodutivo (DEF e DFM)	27
4.1.3	Altura de inserção da primeira vagem (AIPV)	28
4.1.4	Altura final de planta (AP)	29
4.2	Caracteres de rendimento	30
4.2.1	Rendimento de grãos (REND)	31
4.2.2	Peso de mil sementes (PMS)	33
4.3	Qualidade fisiológica de semente	34
4.3.1	Germinação (GER)	35
4.3.2	Comprimento de plântula (CPA e CPR)	36
4.3.3	Massa verde e seca de plântula (MVA, MVR, MSA e MSR)	38
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a cultura da soja passou de uma cultura secundária para a principal *commodity* agrícola do mundo. Segundo os dados da EMBRAPA SOJA (2021) e CONAB (2022), a produtividade média brasileira passou de aproximadamente 1.750 kg ha⁻¹ no final da década de 1970 para 3.029 kg ha⁻¹ na safra 2021/2022, enquanto a produção total passou de 12,145 mil toneladas para 123,829 milhões de toneladas nesse mesmo período, tornando o Brasil como o maior produtor e exportador da oleaginosa no mundo (CONAB, 2022).

Um dos principais responsáveis por todo esse avanço foi o melhoramento genético (DUARTE, 2018). Ao longo do tempo, os genótipos de soja foram sendo selecionados cada vez mais, de modo a se obter cultivares altamente produtivas e adaptadas para as condições climáticas de cada um dos locais de cultivos (DALLÓ, 2018). Deste modo, a produção brasileira saiu do cultivo de simples genótipos de soja convencionais para o cultivo quase que total de materiais transgênicos altamente desenvolvidos. Isso possibilitou um aumento significativo tanto em produtividade como na área de cultivo, pois agora, pode-se realizar o cultivo da soja em locais onde antes não era possível devido ao fotoperíodo não ser adequado para a cultura.

Entretanto, o processo de melhoramento ainda está em constante evolução. Novas cultivares estão sendo disponibilizadas a cada ano, tendo grandes melhorias nos fatores que são de interesse agrícola, como o aumento do potencial produtivo, melhor arquitetura de plantas, maior resistência a doenças chave da cultura, além do emprego dos novos eventos transgênicos que vem facilitando o manejo da cultura, como por exemplo as tecnologias Intacta RR2 PRO™, Intacta 2 Xtend e Enlist (FREITAS, 2011). Com isso, são desenvolvidos materiais com suas características particulares, fazendo que se tenha um leque de cultivares muito heterogêneas entre si.

Muito já se sabe sobre as características e desempenho das cultivares mais antigas que vem sendo utilizadas na região. Porém, com a entrada de novos materiais no mercado, ainda se tem uma precariedade nas informações sobre como seria o desempenho agrônomo destas cultivares, sendo o seu comportamento e adaptabilidade na região de implantação do trabalho desconhecidos. Os novos genótipos são sensíveis as características de cada ambiente, principalmente em relação ao fotoperíodo e temperatura, tendo cada região os seus materiais com melhor desempenho e adaptabilidade (RODRIGUES *et al.*, 2001). De acordo com Augusto (2017), apesar de muitos materiais serem indicados para uma determinada região edafoclimática, pode ocorrer uma maior ou menor adaptabilidade de alguns em decorrência das particularidades que existem dentro da região, visto que a região não é totalmente homogênea em aspectos como o clima, altitude, etc. Outro ponto importante é que não se sabe como será o comportamento das sementes das cultivares estudadas, podendo algumas cultivares apresentar sementes de menor qualidade, visto que Vasconcelos *et al.* (2009) observaram que pode existir diferenças entre cultivares na qualidade fisiológica das sementes de soja.

De acordo com Duarte (2018) para que se tenha uma lavoura rentável é fundamental que se conheça a fundo as características agronômicas dos genótipos e o seu comportamento na região de implantação. Sabendo que cada material apresenta suas características próprias, através da avaliação do seu desenvolvimento no local de cultivo é possível identificar claramente quais são os genótipos com maior aptidão para essa região e época de semeadura, fornecendo aos produtores a informação precisa sobre a produtividade e características morfológicas de cada uma das cultivares modernas utilizadas no estudo. Além disso, pode-se determinar quais são as cultivares que geram sementes com maior qualidade fisiológica, aspecto muito importante a ser levado em conta no processo produtivo, uma vez que o uso de sementes com alto vigor e índice de germinação reflete diretamente na qualidade da lavoura.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho agronômico e a qualidade fisiológica das sementes de cultivares modernas de soja, e através dos resultados obtidos, realizar a indicação para a semeadura na região de implantação, localizada no município de Candói - PR (região edafoclimática 103).

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os principais fatores relacionados ao desempenho agronômico das cultivares no local de implantação, sendo eles: produtividade, peso de mil sementes, dias da emergência ao florescimento, dias do florescimento a maturação fisiológica, ciclo total, altura final de planta e altura de inserção da primeira vagem;
- Avaliar alguns dos principais parâmetros que medem a qualidade fisiológica das sementes de cada uma destas cultivares, como o índice de germinação, comprimento de parte aérea e radicular de plântulas, peso de matéria verde e seca de parte aérea e radicular de plântulas;
- Identificar a aptidão de cada uma das cultivares para essa região e época de semeadura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância econômica da soja no Brasil

A soja representa a principal *commodity* agrícola brasileira, sendo a cultura que mais cresceu nas últimas três décadas (COLUSSI *et al.*, 2016). Na safra 2021/22 a produção brasileira de soja foi de 123,829 milhões de toneladas (CONAB, 2022), correspondendo a aproximadamente 34,82% da produção total mundial, fazendo com que o Brasil ocupe o posto de maior produtor mundial do grão. Nessa mesma safra, a CONAB (2022) estima que o estado do Paraná foi responsável por 9,77% da produção brasileira, com 12,104 milhões de toneladas, tornando o estado o terceiro maior produtor brasileiro de soja.

Em relação a área plantada última safra, o levantamento de safra da CONAB (2022) estimou que se situou na faixa de 40,921 milhões de hectares, tendo maior concentração nos estados do Mato Grosso (26,6%), Rio Grande do Sul (15,5%), Paraná (13,9%) e Goiás (10,7%).

Segundo Rivas (2006) a soja se destaca entre as leguminosas devido ao seu alto valor nutricional, com elevados teores de proteína (30 a 40%) e óleo (20%), sendo considerada a matéria-prima de grande valia para a indústria e alimentação animal, seja na produção de óleo, biodiesel, entre outras.

2.2 Evolução das cultivares de soja

A soja vem sendo uma das plantas mais estudadas e melhorada geneticamente, atingindo cada vez mais ganhos e produtividades elevadas (FERNANDES *et al.*, 2021). Os novos genótipos disponibilizados possuem características agrônômicas com grandes diferenças em relação as primeiras cultivares lançadas, tanto nas características morfológicas da planta, como em produtividade e possibilidades de manejo. De acordo com o experimento de Boggio (2017), houve o incremento de cerca de 90% no rendimento de grãos ao longo das cinco décadas de melhoramento genético da cultura, havendo também progresso genético em caracteres como o índice de colheita, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta, entre outros.

Entre as principais mudanças obtidas na cultura da soja, destaca-se um aumento no número de cultivares de ciclo curto (RICHTER *et al.*, 2014). Isso possibilita ao produtor a semeadura antecipada da safrinha de milho, por exemplo, aumentando as possibilidades de rentabilidade da lavoura (EMBRAPA, 2018), além de diminuir o tempo em que a própria soja permanece no sistema, reduzindo os riscos relacionados com a ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e as condições climáticas. Também são observados por Richter *et al.* (2014) que as cultivares passaram do hábito de crescimento determinado para predominantemente do tipo indeterminado.

Para Carleso (2018), toda essa série de mudanças ocorridas, além de intensificar os cultivos, possibilitaram ganhos em rendimento de grãos. As novas cultivares apresentam ciclo menor, porte reduzido e arquitetura mais compacta, com isso diminuem o potencial de acamamento e permitem um melhor ajuste no arranjo de plantas, contribuindo para uma maior interceptação solar pelo dossel.

Junto a isso, há um direcionamento no melhoramento genético para a seleção de plantas com entrenós mais curtos, fazendo com que se aumente o número de nós na haste principal e ramificações. Além disso, Navarro Junior e Costa (2002b) relatam que a maioria das cultivares modernas são selecionadas para formar três ou quatro óvulos por legumes.

Outro aspecto a se destacar é o emprego de transgenia na cultura da soja, responsável direto pela evolução da cultura no Brasil. Atualmente, grande parte da soja produzida no país é de origem transgênica Miranda *et al.* (2015). Onde antes havia-se apenas a tecnologia Roundup Ready (RR) disponível, com o desenvolvimento de novos eventos de transgenia agora se tem cultivares modernas com novas opções, como por exemplo Intacta RR2 PRO, Liberty Link e recentemente, Intacta 2 Xtend e Enlist E3, facilitando ainda mais o manejo da cultura.

Conforme descrevem Lima, Filho e Oliveira (2018), a primeira soja geneticamente modificada teve liberação no Brasil em 1998, sendo denominada Roundup Ready (RR), conferindo às plantas a tolerância ao herbicida glifosato e deste modo, facilitando o controle das plantas daninhas em áreas de soja com essa tecnologia, visto que o glifosato é um herbicida de amplo espectro de controle e proporcionava na época um excelente controle de plantas daninhas. Posteriormente, no ano de 2010 houve o lançamento da Intacta RR2 PRO, associando o gene do evento da plataforma Roundup Ready (RR) com um gene que confere resistência às principais espécies de lagartas que atacam a cultura da soja. Já na safra 2021/2022 houve o lançamento da plataforma Intacta 2 Xtend, a qual segundo a Bayer (2021), proporciona uma proteção mais abrangente contra mais duas espécies de lagartas da cultura da soja, mantendo a resistência ao herbicida glifosato e conferindo a resistência à mais um herbicida, o dicamba, fornecendo ao produtor rural a possibilidade de uso de um ingrediente ativo com alta eficiência no manejo de plantas daninhas de folha largas, principalmente naquelas mais problemáticas e que adquiriram certa resistência ao herbicida glifosato. Para a safra 2022/2023 estará disponível a tecnologia Enlist E3, apresentando tolerância tanto ao glifosato quanto ao glufosinato de amônio e ao 2,4-D (CORTEVA, 2021).

De acordo com os dados obtidos em um levantamento da Embrapa realizado por Lima *et al.* (2021) na safra 2019/2020, predominou o cultivo de soja transgênica no Paraná, com 96,7% da área plantada, enquanto a soja convencional ocupou apenas 3,3% da área. Dentre as plataformas utilizadas, a Intacta corresponde a 75,1% da área cultivada, enquanto a Roundup Ready (RR) foi de 21,6% e a soja convencional com apenas 3,3%. Analisando os dados disponíveis no Registro de Cultivares, Lima, Filho e Oliveira (2018) destacam que de dezembro de 2003 a 2017, foram registradas 689 cultivares de soja Roundup Ready, tendo um crescimento expressivo no

número de registros até 2012, havendo um declínio após esse período, estando diretamente relacionado com a inserção de cultivares portadoras da tecnologia Intacta RR2 PRO.

2.3 Componentes agronômicos

O rendimento de grãos em soja pode ser determinado, basicamente, pelo número de flores que cada planta pode produzir e pela quantidade destas que se desenvolvem até legumes férteis maduros (JIANG; EGLI, 1993). Embora as cultivares de soja produzam grande número de flores por inflorescência, o número de legumes produzidos (flores fixadas) é relativamente pequeno (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002a). São dos legumes que se desenvolvem outros dois componentes de produtividades: o número de grãos por vagem e o peso de grão. Deste modo, há uma relação positiva entre o número de flores (nós produtivos) e a produtividade. Já o peso médio de grãos é geneticamente determinado (PANDEY; TORRIE, 1973), mas influenciado pelo ambiente.

De acordo com Navarro Junior e Costa (2002a), as características morfofisiológicas, tais como número de ramos por planta, comprimento de ramos por planta, comprimento de racemos e número de nós férteis, tem relação com o potencial produtivo da planta, uma vez que representam maior superfície fotossintetizante. Entretanto, os autores ressaltam que um número e comprimento muito grande de ramos e folhas podem causar decréscimos no potencial produtivo, visto que essas estruturas competem com as estruturas reprodutivas pela demanda de fotoassimilados.

Perdas significativas na produtividade de soja podem ocorrer quando não é obtido o *stand*, pelo menos próximo do considerado ideal (PÔNZIO *et al.*, 1998). As sementes mais vigorosas e com maior qualidade fisiológica tendem a apresentar *stand* inicial maior, logo, a diminuição do potencial produtivo é mínima, visto que o número de plantas não estabelecidas é baixo. Porém, Peixoto *et al.* (2000), destaca através de seus experimentos que a planta de soja possui uma certa capacidade de compensação dos componentes de rendimento quando há leves variações no *stand* de plantas, mantendo a produtividade estável até um certo limite.

O acamamento das plantas é algo relevante pois também pode interferir no desempenho da cultura. Para a Balbinot Jr. *et al.* (2013), quando ocorre em grau mais acentuado pode levar ao auto sombreamento das plantas, aumentando o percentual de abortamento de flores e vagens, dificultando a aplicação de agroquímicos, favorecendo a ocorrência de doenças e aumentando a perda de grãos na colheita. Conforme Cato e Castro (2006) enfatizam, o intenso crescimento vegetativo é algo negativo, pois facilita o acamamento e leva ao gasto de energia que poderia ter sido alocada para a produção de grãos.

A inserção da primeira vagem é uma característica importante, pois determina a regulação da altura da barra de corte da colheitadeira, visando obter a máxima eficiência durante esse processo (MAUAD *et al.*, 2009). Sedyama, Teixeira e Reis (1999), recomendam que a al-

tura mínima da primeira vagem seja de 10 a 12 cm em solos de topografia plana e de 15 cm em terrenos mais declivosos, de modo a não ocasionar em perdas na colheita.

Grande parte dos componentes de rendimento citados são influenciados por vários fatores, como a genética, clima, solo, época de semeadura e demais fatores abióticos e bióticos (ZHANG *et al.*, 2016), sendo alguns controlados ou não pela ação humana. Quaisquer alterações nestes elementos podem ser um fator determinante na expressão das características agrônomicas das cultivares (LEMOS *et al.*, 2011), logo, objetiva-se que cada cultivar deva ser submetida ao ambiente que seja favorável a expressão do seu máximo potencial produtivo.

2.4 Qualidade de semente

Segundo Krzyzanowski, França Neto e Henning (2018), uma semente para ser considerada de qualidade, deve apresentar altos níveis de vigor, germinação e sanidade, além de possuírem pureza física e genética. Para Popinigis (1977), a qualidade fisiológica da semente está diretamente ligada à sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizadas pela sua germinação, seu vigor e sua longevidade.

Scheeren *et al.* (2010) destacam que sementes de baixo vigor podem provocar reduções no acúmulo de matéria seca e conseqüentemente afetar o rendimento, uma vez que há podem provocar reduções no estabelecimento do *stand* e na uniformidade. Deste modo, o uso de sementes com qualidade fisiológica elevada é essencial para obtenção de elevadas produtividades (CANTARELI *et al.*, 2015).

Testando a influência de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica, Schuch, Kolchinski e Finatto (2009) concluíram que as plantas oriundas de sementes de alta qualidade fisiológica apresentam maior altura, diâmetro de caule, número de vagens por plantas, número de grão, e assim fazendo com que o rendimento de grãos 25% seja superior quando comparado com as plantas obtidas de sementes de baixa qualidade. O autor ainda relata que os efeitos da qualidade fisiológica das sementes no rendimento de grãos em soja também foram observados por outros autores.

São vários os fatores que podem determinar a qualidade de semente. O efeito cultivar é descrito como um dos principais influenciadores para muitos autores. Para Krzyzanowski, Gilioli e Miranda (1993), a qualidade fisiológica das sementes de soja é controlada geneticamente e, portanto, inerente a cada genótipo. Nesse mesmo sentido, Pereira, Pereira e Fraga (2000) concluíram que a qualidade fisiológica e sanitária das sementes é influenciada pelas cultivares e pelas épocas de semeadura. Madella *et al.* (2019) também destaca que o ambiente de cultivo influencia na composição química das sementes.

Sabendo da ampla variedade genética que existe entre cada um dos materiais disponíveis, é possível que as novas cultivares de soja apresentem diferenças nas características de suas sementes. Experimentos de (CARVALHO *et al.*, 2012) demonstram que as sementes de soja convencional apresentaram potencial fisiológico superior em relação aquelas que pos-

suem a tecnologia transgênica Roundup Ready. Espera-se que possa ocorrer diferença quando comparados outros eventos transgênicos, como a Intacta RR2 PRO e Intacta 2 Xtend.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Implantação e condução do experimento

O experimento foi conduzido na safra agrícola 2021/2022 em uma propriedade no município de Candói – PR, coordenadas geográficas 25°43'35.94"S e 52°14'13.96"O, com altitude de 520 metros. A região pertence a macrorregião sojicola M1 e região edafoclimática 103 (KASTER; FARIAS, 2012), sendo o seu clima classificado como Cfb, temperado e com verão ameno, de acordo com a classificação de Köppen (ITC, 2008). O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho, com textura argilosa e relevo suavemente ondulado. A área foi cultivada sob o sistema plantio direto nos últimos anos, sendo que a cultura antecessora ao experimento foi o azevém, o qual foi dessecado para a implantação do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições e 18 tratamentos, representados pelas cultivares de soja descritas tabela 01. Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,45 metros entre si, resultando em 9,00 m² de área total. A distância entre parcelas foi de 0,90 metros, enquanto a distância entre blocos foi de 3 metros.

Tabela 1 – Descrição das 18 cultivares de soja: cultivar, obtentor, grupo de maturação (G.M.), tecnologia e população de plantas utilizada. UTFPR Campus Pato Branco, 2021

Cultivar	Obtentor	G.M.	Tecnologia	Pop. de plantas utilizada
Soytech 621 I2X	SoyTech	6.2	Intacta2 Xtend	240.000
Soytech 580 I2X	SoyTech	5.8	Intacta2 Xtend	260.000
BMX Torque I2X	Brasmax	5.7	Intacta2 Xtend	280.000
BMX Cromo TF IPRO	Brasmax	5.7	Intacta RR2 PRO	230.000
BMX Zeus IPRO	Brasmax	5.5	Intacta RR2 PRO	310.000
BMX Trovão I2X	Brasmax	5.1	Intacta2 Xtend	330.000
BMX Lótus IPRO	Brasmax	6.1	Intacta RR2 PRO	245.000
Neo 580 IPRO	Neogen	5.8	Intacta RR2 PRO	240.000
Neo 590 I2X	Neogen	5.9	Intacta2 Xtend	220.000
M 6110 I2X	Monsoy	6.1	Intacta2 Xtend	220.000
NS 5115 I2X	Nidera	5.1	Intacta2 Xtend	300.000
NS 6446 I2X	Nidera	6.4	Intacta2 Xtend	280.000
NS 5445 IPRO	Nidera	5.4	Intacta RR2 PRO	290.000
NS 6909 IPRO	Nidera	6.3	Intacta RR2 PRO	270.000
NS 6220 IPRO	Nidera	6.2	Intacta RR2 PRO	265.000
NS 5700 IPRO	Nidera	5.5	Intacta RR2 PRO	250.000
NS 5505 I2X	Nidera	5.5	Intacta2 Xtend	260.000
NS 5933 IPRO	Nidera	6.1	Intacta RR2 PRO	260.000

Fonte: Autoria própria (2022).

A semeadura foi realizada no dia 17 de outubro de 2021, sendo essa época recomendada para todas as cultivares. Inicialmente foi utilizada uma semeadora tratorizada para a marcação das linhas e distribuição do adubo, e posteriormente, se realizou a semeadura de forma manual. Aos 15 dias após emergência realizou-se o desbaste, ajustando-se a densidade populacional de acordo com recomendações do obtentor para cada cultivar na região edafoclimática 103. Para a adubação de base foi utilizado 290 kg ha⁻¹ do formulado NPK 02-28-20. A inocula-

ção foi realizada no momento da semeadura, com inoculante específico para cultura da soja à base de *Bradyrhizobium* spp. em meio turfoso.

Tabela 2 – Composição química do solo. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

pH (CaCl ₂)	M.O. (g dm ⁻³)	P (mg dm ⁻³)*	Complexo sortivo (cmol _(c) dm ⁻³)							V (%)
			K	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC pH 7,0	
5,39	43,11	3,98	0,56	4,67	2,07	0,00	4,41	7,30	11,71	62,4

*Fósforo extraído por Mehlich-1. SB: Soma de bases. V: Saturação de bases. CTC: Capacidade de troca de cátions.

Fonte: TecSolo - Guarapuava/PR.

3.1.1 Tratos culturais

O controle inicial de plantas daninhas e dessecação do azevém foi realizado 10 dias antes da semeadura, através de um pulverizador tratorizado, utilizando os ingredientes ativos glifosato e 2,4-D, nas dosagens de 2,0 L ha⁻¹ e 1,5 L ha⁻¹ de produto comercial, respectivamente. Posteriormente, se realizou através de um pulverizador costal, uma nova aplicação de herbicidas quando a maioria das cultivares estavam no estágio V4, desta vez utilizando os ingredientes ativos glifosato e haloxifope, nas dosagens 2,0 L ha⁻¹ e 290 mL ha⁻¹ de produto comercial, necessária devido à alta presença de plantas daninhas no local, principalmente de capim-amargoso (*Digitaria insularis*).

Para o manejo e controle dos insetos adotou-se o monitoramento constante do experimento através do pano de batida, realizando aplicações químicas sempre que a presença de pragas estava alta. Deste modo, realizou-se uma aplicação de inseticida organofosforado na dosagem de 1,0 kg ha⁻¹ de produto comercial, durante o estágio fenológico V5, para o controle da vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e demais pragas secundárias. Posteriormente, constatou-se nova incidência de pragas, sendo necessária novas aplicações de inseticidas, novamente com a aplicação de organofosforado na mesma dosagem anterior, aos 35 dias após a emergência da cultura. Por fim, uma última aplicação aos 60 dias após a emergência, dessa vez com os i.a. tiametoxam e lambda-cialotrina, na dosagem de 250 mL ha⁻¹ de produto comercial.

O manejo de doenças foi feito de forma preventiva, com quatro aplicações de fungicidas espaçadas a cada 15 dias. A primeira aplicação foi realizada aos 35 dias após a semeadura, momento onde algumas das cultivares mais precoces já se encontravam no início do estágio reprodutivo, utilizando dois produtos comerciais nas dosagens de 0,5 L ha⁻¹ e 2,5 kg ha⁻¹, sendo o primeiro composto pelos ingredientes ativos bixafem + proclorazoxolol + trifloxistrobina, e o segundo um fungicida protetor multi-sítio formado pelo ingrediente ativo mancozeb. Na segunda aplicação os mesmos produtos foram utilizados. Já na terceira e quarta aplicação, foram utilizados os i.a. picoxistrobina + ciproconazol, junto com clorotalonil, dosagens de 300 mL ha⁻¹ e 1 L ha⁻¹, respectivamente.

3.2 Caracteres avaliados

Inicialmente foi avaliado o tempo decorrido desde a emergência até o estágio de florescimento pleno, caracterizada pelo estágio fenológico R2 pela escala de Fehr e Caviness (1977), sendo caracterizado pela variável dias da emergência ao florescimento (DEF). Posteriormente, também foi mensurado o tempo decorrido desde o florescimento até o estágio R8 de desenvolvimento, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura, caracterizando a variável dias do florescimento a maturação fisiológica (DFM).

No momento em que as plantas se encontravam no estágio R8 pela escala de Fehr e Caviness (1977), foi avaliado o ciclo total da cultura (CICLO), ou seja, o tempo decorrido desde a emergência até a maturação fisiológica. Nesse mesmo momento, também foram mensuradas as variáveis altura final de planta (AP), que é a medida da base da planta até a inserção do racemo no ápice da haste principal, e altura de inserção da primeira vagem (AIPV), caracterizada pela medida da base da planta até a inserção da primeira vagem.

A colheita de cada parcela foi realizada manualmente quando as mesmas atingiram o estágio fenológico R8, sendo colhida toda a área central da parcela e descartando-se as bordaduras. Com os dados de produção por parcela, área de parcela e teor de umidade das sementes, foi estimado o rendimento de grãos (REND) em kg ha^{-1} , corrigido para 13% de umidade. A determinação do grau de umidade foi realizada através de um medidor de umidade de grãos.

Posteriormente foram realizadas as avaliações dos atributos físicos e fisiológicos das sementes obtidas de cada cultivar. Inicialmente foi determinado o peso de 1000 sementes (PMS), sendo os resultados expressos em gramas e ajustados para 13% de umidade (base úmida), conforme recomenda a Regra de Análise de Sementes de BRASIL (2009). O teste foi conduzido através de oito repetições de 100 sementes para cada parcela. O peso médio das amostras foi multiplicado por 10 e dividido pelo número de repetições, obtendo-se o resultado final para o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

O teste de germinação (GER) foi realizado com quatro repetições de 50 sementes em papel germitest para cada unidade experimental. Os rolos foram mantidos em um germinador regulado a 25°C durante o período das avaliações. As contagens de germinação foram realizadas aos cinco e nove dias após o início do teste, expressando os resultados em porcentagem de plântulas normais. O volume de água adicionado ao substrato (mL) equivale a 2,5 vezes o peso do mesmo. O teste foi conduzido utilizando-se dos princípios metodológicos recomendados pela Regra de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para a avaliação dos comprimentos de parte aérea (CPA) e radicular (CPR) das plântulas, inicialmente seguiu-se a mesma metodologia descrita no teste de germinação, com quatro repetições para cada unidade experimental. Foi traçada uma linha no terço superior do papel, onde foram distribuídas 25 sementes sobre o mesmo. Após isso, as sementes foram colocadas no germinador, permanecendo por oito dias. Após a germinação, foi realizada a separação da parte aérea e radicular das plântulas, sendo medida cada uma destas partes com o auxílio de

uma régua, sendo o resultado expresso em centímetros (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

Após terem seus comprimentos mensurados, a parte radicular e aérea das 25 plântulas de cada repetição foram pesadas separadas em uma balança de precisão, caracterizando as variáveis massa verde de parte aérea (MVA) e massa verde radicular (MVR). O resultado total para o peso obtido das respectivas partes das 25 plântulas foi expresso em gramas (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

Para a determinação da matéria seca de plântulas, a parte aérea e radicular de cada repetição foram colocados em sacos de papel kraft separados e levadas para a estufa na temperatura de 60° por 72 horas (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999). Após esse período, as plântulas foram pesadas em uma balança de precisão e o resultado expresso em gramas para as respectivas partes das 25 plântulas. Deste modo, foram obtidas as variáveis matéria seca de parte aérea (MSA) e matéria seca radicular (MSR).

3.3 Análise estatística

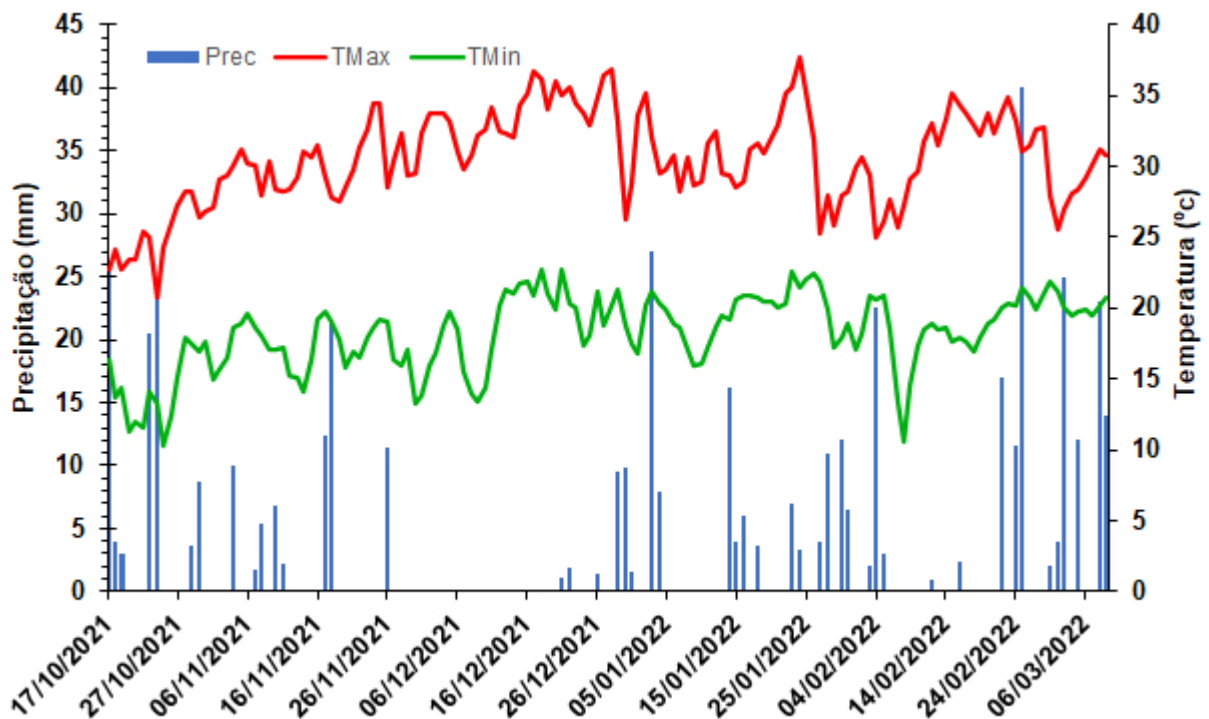
Os dados obtidos na coleta foram submetidos a análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro. Quando significativos, foram submetidos ao teste Scott-Knott para a comparação de médias, também com nível de 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas utilizando o *software* de análise estatística Genes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano agrícola 2021/2022 na região Sul do Brasil foi marcado pela ocorrência de grande escassez hídrica, em especial, na região de implantação do experimento, chegando a 24 dias sem chuvas. Para o período do experimento, de 17 de outubro de 2021 a 09 de março de 2022, a precipitação registrada foi de apenas 472 mm, valor considerado baixo para a cultura da soja, que de acordo com Carvalho *et al.* (2013) deve ser de no mínimo 450 mm, chegando a 800 mm em produções elevadas. Não foi possível a instalação de irrigação no local experimental para suprir a necessidade hídrica da cultura. Com isso, as condições climáticas desfavoráveis enfrentadas, prejudicaram o desenvolvimento e a condução do experimento, provavelmente tendo influência negativa nos caracteres avaliados.

Observou-se que o que ocorreu no experimento também se refletiu na produtividade das culturas de grãos, a qual ficou prejudicada na região Sul do Brasil. Segundo dados da CONAB (2022), a produtividade média das lavouras de soja no estado do Paraná diminuiu 38,87% em relação à safra 20/21, ficando em 2.161 kg ha⁻¹. Em algumas regiões do estado, a quebra foi ainda maior, onde segundo a SEAB (2022), muitos municípios não atingiram sequer 1.000 kg ha⁻¹.

Figura 1 – Dados climáticos do local durante o período de condução do experimento. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fonte: Autoria própria/SIMEPAR.

Os dados climáticos dispostos na figura 1, são relativos ao período experimental e coletados de forma manual (precipitação) e através das medições do SIMEPAR (temperatura). Pode-se observar a distribuição irregular de chuvas ao longo do ciclo de desenvolvimento da

cultura. O período de estiagem se iniciou cerca de 30 dias após a semeadura, sendo que seu ápice coincide com o período de maior demanda hídrica da soja (R1 a R5.5). A fase reprodutiva, principalmente no estágio de enchimento de grãos, consiste no período em que as plantas de soja apresentam maior demanda hídrica (MATZENAUER; BARNI; MALUF, 2003), podendo chegar a 7,5 mm/dia (CARVALHO *et al.*, 2013). De acordo com os mesmos autores, a menor disponibilidade de água ocasiona ainda redução da fotossíntese e do período de enchimento de grãos, afetando assim a produtividade. Ao final do experimento, quando a maioria das cultivares se aproximavam da maturação fisiológica, as chuvas ocorreram em quantidade significativa, atrasando a colheita e prejudicando a qualidade dos grãos.

Pode-se ainda verificar na figura 1 que durante o período de condução do experimento, as temperaturas máximas e mínimas se mostraram elevadas durante todo o ciclo da cultura, tendo como médias máximas de 30,2 °C e mínima 18,09 °C. Frequentemente foram registradas temperaturas que ultrapassavam os 35 °C. Esses valores são acima do recomendado para o desenvolvimento satistatório da soja, que segundo Zanon *et al.* (2018), situa-se entre 20 °C e 30 °C, considerada a faixa ideal de temperatura.

4.1 Características adaptativas

Na tabela 3, tem-se o resumo da análise de variância dos dados referentes as características adaptativas avaliadas. Podemos perceber que o efeito cultivar (tratamento) foi significativo em nível de 5% de probabilidade de erro para todas as características adaptativas avaliadas. Os coeficientes de variação (CV) foram baixos para todos os caracteres avaliados (1,88 a 5,01%), indicando boa precisão experimental.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância (ANOVA) com 5% de significância para as variáveis adaptativas de um experimento onde foram avaliados 18 genótipos modernos de soja, com três repetições, conduzido no delineamento blocos ao acaso. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

Causas de variação	GL	Quadrados médios				
		DEF	DFM	CICLO	AP	AIPV
Bloco	2	18,6667	0,9630	20,0556	0,0291	0,6007
Cultivares	17	122,2451**	102,5185**	75,0980**	285,9251**	27,0661**
Resíduo	34	3,6275	5,0806	5,8987	2,7161	0,5360
Média geral	—	42,61	86,48	129,11	60,47	14,60
CV (%)	—	4,47	2,61	1,88	2,73	5,01

**Significativo a nível de 1 % de probabilidade de erro. DEF (dias da emergência ao florescimento), DFM (dias do florescimento a maturação), CICLO (ciclo total), AP (altura final de planta) e AIPV (altura da inserção de primeira vagem).

Fonte: Aatoria própria (2022).

Abaixo, na tabela 4 estão as médias encontradas para cada caractere adaptativo mensurado para os 18 genótipos avaliados no experimento, junto com suas respectivas classificações de acordo com o teste de comparação de médias Scott-Knott.

Tabela 4 – Comparação de médias para as características adaptativas de 18 genótipos modernos de soja, representadas pelas variáveis: DEF (dias da emergência ao florescimento - dias), DFM (dias do florescimento a maturação - dias), CICLO (ciclo total - dias), AP (altura final de planta - cm) e AIPV (altura da inserção de primeira vagem - cm). UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

Cultivar	DEF	DFM	CICLO	AP	AIPV
Soytech 621 I2X	50 a	85 c	135 a	72,97 b	14,13 d
Soytech 580 I2X	47 b	81 d	129 c	75,70 a	18,63 b
BMX Torque I2X	41 c	90 b	131 b	56,30 e	12,13 e
BMX Cromo TF IPRO	39 c	89 b	128 c	53,57 f	13,77 d
BMX Zeus IPRO	32 d	96 a	128 c	64,60 c	12,40 e
BMX Trovão I2X	33 d	86 c	119 d	55,23 e	11,27 f
BMX Lótus IPRO	50 a	81 d	131 b	64,47 c	20,50 a
Neo 580 IPRO	46 b	80 d	126 c	61,40 d	15,77 c
Neo 590 I2X	51 a	75 e	126 c	71,83 b	15,23 c
M 6110 I2X	46 b	89 b	136 a	77,00 a	15,60 c
NS 5115 I2X	31 d	93 a	125 c	45,47 h	8,83 g
NS 6446 I2X	48 b	87 b	135 a	66,47 c	17,73 b
NS 5445 IPRO	39 c	89 b	128 c	51,07 f	15,50 c
NS 6909 IPRO	38 c	97 a	135 a	52,33 f	14,30 d
NS 6220 IPRO	46 b	85 c	130 b	52,87 f	13,93 d
NS 5700 IPRO	39 c	90 b	129 c	49,47 g	10,40 f
NS 5505 I2X	40 c	79 d	119 d	51,67 f	14,30 d
NS 5933 IPRO	47 b	85 c	133 b	66,07 c	18,40 b

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Autoria própria (2022).

4.1.1 Ciclo total (CICLO)

De acordo com os resultados obtidos, as cultivares BMX Trovão I2X e NS 5505 I2X foram as que apresentaram o menor ciclo, sendo de 119 dias para os dois genótipos, resultado já esperado, visto que o grau de maturação (G.M.) dessas cultivares as colocam como as mais precoces testadas, sendo de 5.1 e 5.5, respectivamente. O genótipo NS 5115 I2X que possui G.M. de 5.1, teve seu ciclo prolongado na região de estudo, sendo de 125 dias, deixando-a na segunda classificação em termos de precocidade, juntamente com outras cultivares de G.M. precoce, como Neo 580 IPRO (126 dias; G.M. 5.8), Neo 590 I2X (126 dias; G.M. 5.9), BMX Cromo TF IPRO (128 dias; G.M. 5.7), BMX Zeus IPRO (128 dias; G.M. 5.5), NS 5445 IPRO (128 dias; G.M. 5.4), Soytech 580 I2X (129 dias; G.M. 5.8) e NS 5700 IPRO (129 dias; G.M. 5.5), as quais possuem G.M. que variam de 5.4 a 5.9, não diferiram entre si.

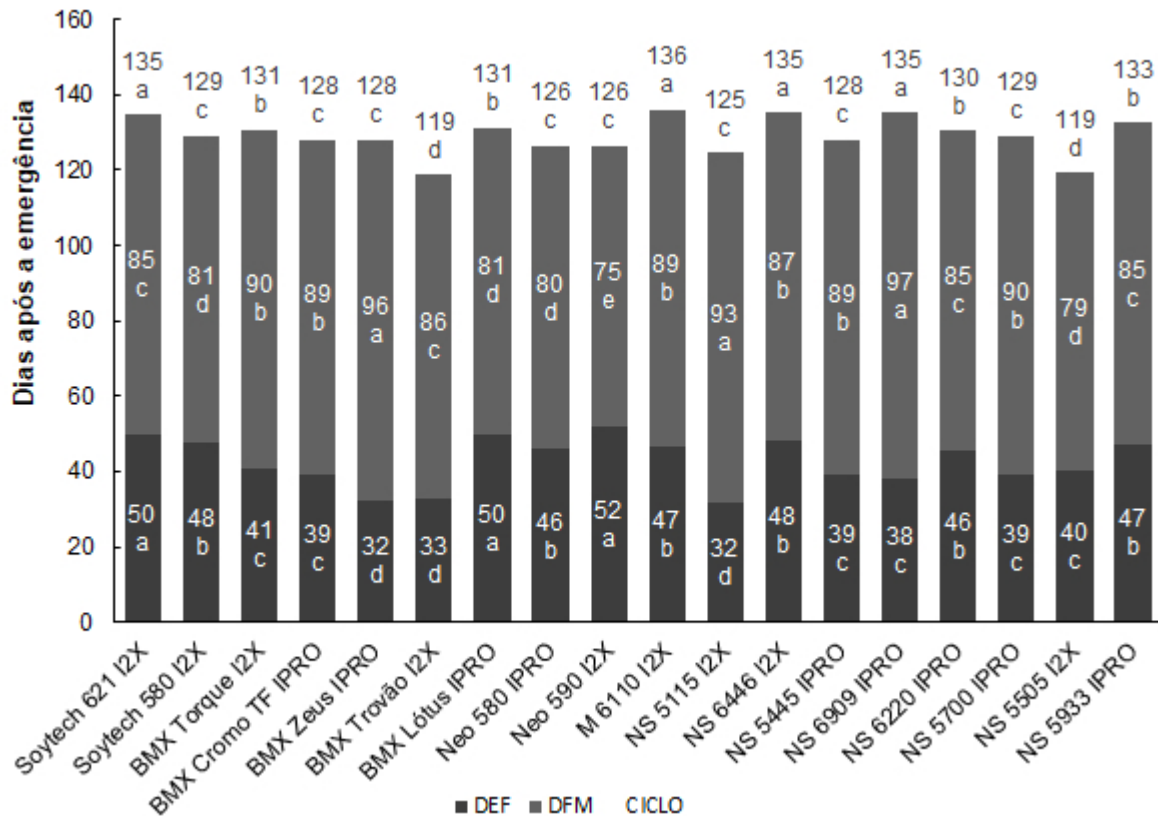
As cultivares citadas demonstram ser uma excelente opção para o produtor que deseja cultivares precoces na safra de verão, permitindo a antecipação de semeadura da segunda safra e ampliando a janela de plantio. Além do mais, por ficarem menos tempo no campo, essas cultivares podem ser manejadas com um menor número de aplicações químicas para o controle de possíveis doenças e pragas, resultando em um menor custo ao produtor. Entretanto, há de se destacar que em geral essas cultivares precoces são bastante exigentes em fertilidade e

nas condições edafoclimáticas, principalmente por possuírem pouco tempo para absorção e produção de grãos de qualidade (ZANON *et al.*, 2018).

Já as cultivares M 6110 I2X, NS 6909 IPRO, NS 6446 I2X e Soytech 621 I2X foram as mais tardias quando se refere ao ciclo total, apresentando 136 dias para a M 6110 I2X e 135 dias para as demais, não diferindo estatisticamente entre si. Os resultados obtidos vão de encontro com o esperado, pois essas cultivares são as que possuem os maiores G.M. testados, sendo de 6.1, 6.3, 6.4 e 6.2, respectivamente. Outras cultivares com G.M. acima de 6.0, como a NS 5933 IPRO, NS 6220 IPRO e BMX Lótus IPRO, aparecem em segundo lugar em termos de maior ciclo, com 133, 131 e 130 dias, juntamente com a cultivar BMX Torque I2X, a qual possui G.M. de 5.7 e apresentou ciclo de 131 dias, não diferindo destas pelo teste de Scott-Knott.

De modo geral, podemos dizer que o ciclo realizado por cada cultivar foi correspondente com o G.M. informado, havendo poucas diferenças, as quais podem ser explicadas pela adaptação dos genótipos as particularidades do local de cultivo. Ou seja, as cultivares com G.M. inferior a 5.5 foram as primeiras a ser colhidas, enquanto as cultivares com G.M. acima de 6.0 foram as que mais tempo permaneceram no campo. Em valores absolutos, houve a diferença de 17 dias entre as cultivares mais precoces e mais tardias.

Figura 2 – Comparação de médias para as variáveis DEF (dias da emergência ao florescimento), DFM (dias do florescimento a maturação) e CICLO (ciclo total - dias) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fonte: Autoria própria (2022).

4.1.2 Duração do período vegetativo e reprodutivo (DEF e DFM)

Para um melhor entendimento do desenvolvimento de cada genótipo no período do plantio até a maturação, além do ciclo total (CICLO), também foram avaliados os caracteres dias da emergência até o florescimento (DEF) e dias do florescimento até a maturação (DFM), visando mensurar a duração média dos períodos vegetativos e reprodutivos de cada cultivar.

Para a variável dias da emergência ao florescimento (DEF), as cultivares NS 5115 I2X, BMX Zeus IPRO, BMX Trovão I2X foram as que primeiro atingiram o florescimento, não diferindo entre si. Esses dados vão de encontro como esperado, visto são as duas cultivares mais precoces testadas: a NS 5115 I2X e a BMX Trovão I2X, que possuem G.M. de 5.1, junto com outra cultivar precoce, a BMX Zeus IPRO (G.M. 5.5). O florescimento aconteceu aos 33, 32 e 32, respectivamente. Cultivares mais precoces possuem período juvenil mais curto, fazendo com que entrem em período reprodutivo mais rápido que cultivares de ciclo mais longo. Contudo, pode-se notar que em geral grande parte das cultivares entraram em florescimento precocemente, fato que segundo Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007), pode acontecer quando ocorrem altas temperaturas e é agravado se ao mesmo tempo ocorrer insuficiência hídrica durante a fase de crescimento.

O florescimento mais tardio foi observado aos 52 dias para a cultivar Neo 590 I2X, não diferindo das cultivares BMX Lótus IPRO e Soytech 621 I2X, florescidas aos 50 dias após a emergência.

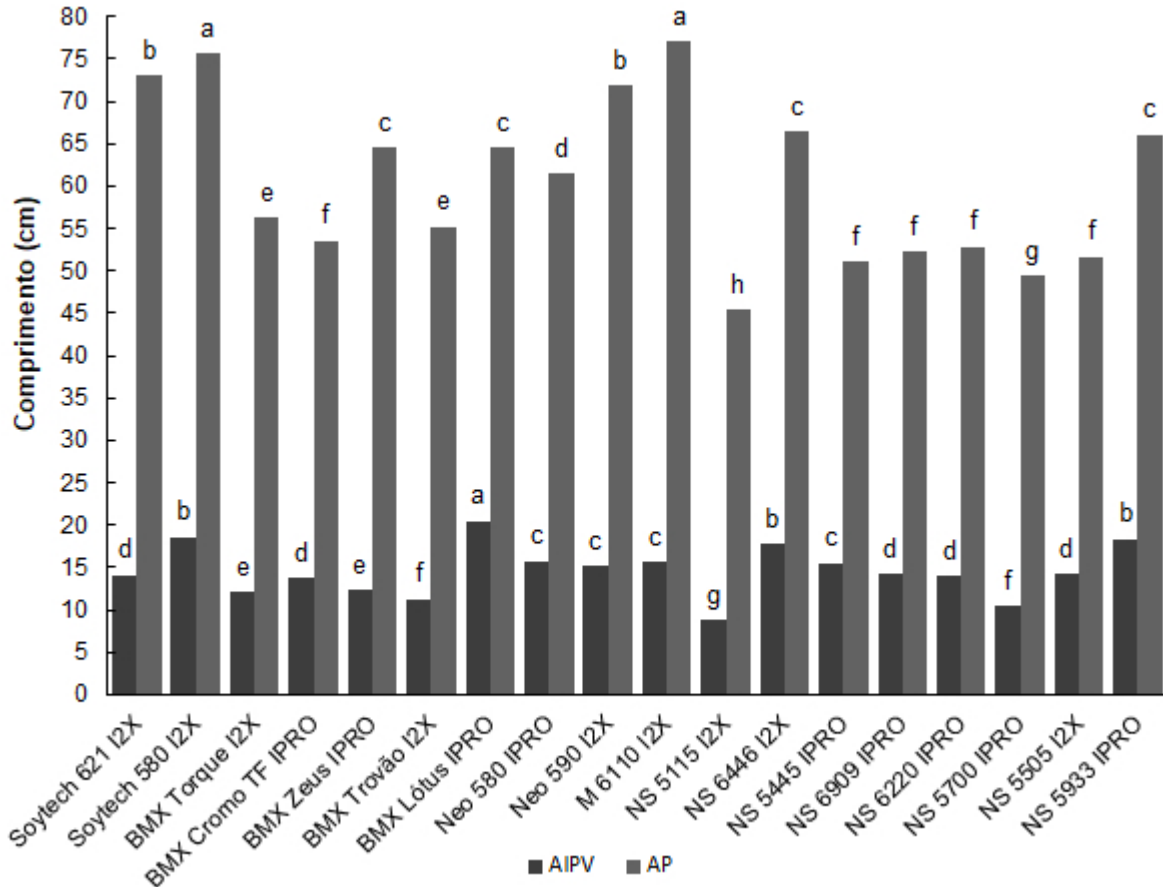
Em relação a variável dias do florescimento a maturação (DFM), as cultivares NS 6909 IPRO, BMX Zeus IPRO e NS 5115 I2X formam o grupo superior, estatisticamente diferente das demais, caracterizando-as como as cultivares com maior período reprodutivo, sendo de 97, 96 e 93 dias, respectivamente. Não se esperava que cultivares precoces como a BMX Zeus IPRO e NS 5115 I2X apresentassem grande período reprodutivo, pois são cultivares de baixo grau de maturação e que neste experimento apresentaram ciclo curto. As chuvas ocorridas já no final da maturação podem ter causado um retardamento na maturação das plantas, aumentando o seu ciclo e conseqüentemente a variável DFM, fato observado também por Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007), onde períodos chuvosos ou de alta umidade na fase de maturação pode levar a haste verde e retenção foliar.

O menor período reprodutivo ocorrido foi de 75 dias, observado na cultivar Neo 590 I2X, diferindo estatisticamente dos demais materiais testados. Como pode ser observado na figura 2, essa cultivar apresentou o maior período vegetativo e menor período reprodutivo.

É importante ressaltar que ciclo e juvenilidade podem ser independentes, ou seja, existem cultivares com período juvenil curto de ciclo precoce e tardio e também aquelas de período juvenil longo de ciclo precoce e tardio (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). Este fato pode ser confirmado pelo experimento, onde não foi observado a relação de que as cultivares mais tardias em relação ao ciclo total tivessem também o florescimento mais tardiamente, ou vice-versa.

4.1.3 Altura de inserção da primeira vagem (AIPV)

Figura 3 – Comparação de médias para as variáveis altura de inserção da primeira vagem (AIPV, em cm) e altura final de planta (AP, em cm) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fonte: Autoria própria (2022).

Para esse caractere houve grande variação entre os genótipos avaliados, sendo agrupados em sete classes de acordo com o teste Scott-Knott. As médias podem ser observadas na tabela 4 e na figura 3.

A cultivar NS 5115 I2X se distingue por ter a menor altura de inserção de primeira vagem, sendo em média 8,83 cm. Em seguida, aparecem as cultivares NS 5700 IPRO e BMX Trovão I2X, com média de 10,40 e 11,27 cm, respectivamente. BMX Torque I2X com 12,13 cm e BMX Zeus IPRO com 12,40 cm vem em seguida. Devido à proximidade da primeira vagem do solo, essas cultivares podem não ter desempenho satisfatório em terrenos declivosos, visto que esse caractere está diretamente relacionado com a colheita mecanizada, de modo que vagens inseridas muito próximas ao chão dificultam tal processo, resultando em perdas de colheita. Para Sedyama, Silva e Borém (2015), a inserção da primeira vagem deve ser de 10 a 12 cm em solos de topografia plana e superior a 12 cm em solos declivosos.

Sabendo-se que muitas das áreas agrícolas da região estão situadas em locais com topografia acidentada de acordo com o levantamento realizado por Mineropar (2006), as cultivares com baixa inserção de vagem podem muitas vezes não apresentar resultados satisfatórios ao produtor devido ao motivo já citado. Neste sentido, as cultivares BMX Lótus IPRO, Soytech 580 I2X, NS 5933 IPRO e NS 6446 I2X podem ser mais apropriadas em relação a colheita mecanizada, pois são as que apresentaram a maior altura de inserção de primeira vagem. A BMX Lótus IPRO diferiu de todas as outras nesse quesito, tendo sua primeira vagem inserida em média 20,50 cm do solo. As cultivares Soytech 580 I2X, NS 5933 IPRO e NS 6446 I2X não diferiram entre si, ficando na segunda classificação em termos de maior AIPV, com médias de 18,63, 18,40 e 17,73 cm, respectivamente.

Nota-se que os menores valores de AIPV foram para aquelas cultivares que possuem ciclo precoce, enquanto as maiores AIPV foram observadas para as cultivares de ciclo longo. Sediyaama, Silva e Borém (2015) explicam que devido ao seu desenvolvimento acelerado, cultivares de ciclo muito precoce tendem a ter um menor desenvolvimento vegetativo, consequentemente se refletindo em menor estatura e enraizamento, baixo engalhamento e baixa inserção de primeira vagem, entre outros caracteres.

4.1.4 Altura final de planta (AP)

O caractere altura final de planta também apresentou grande amplitude nos dados para as cultivares avaliadas, sendo agrupadas em oito classes de acordo com o teste Scott-Knott. Os seus valores médios podem ser visualizados na tabela 4 e na figura 3.

A maior altura média de planta foi observada para as cultivares M 6110 I2X e Soytech 580 I2X, com 77,00 e 75,70 cm, respectivamente, sendo seguidas por Soytech 621 I2X com 72,97 cm e Neo 590 I2X com 71,83 cm. Em geral, as maiores alturas foram observadas para os materiais com maior ciclo e grau de maturação.

Normalmente, cultivares mais altas possuem um maior número de nós produtivos, resultando em maior rendimento. Além disso, é uma característica importante para a produção de soja, uma vez que plantas mais altas são mais competitivas por luz do que plantas daninhas (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). Entretanto, cultivares com crescimento muito elevado possuem uma maior susceptibilidade ao acamamento. Devido ao crescimento reduzido em decorrência da escassez hídrica, não foi observado o acamamento das plantas.

A cultivar NS 5115 I2X apresentou a menor altura entre todas, com 45,47 cm em média, enquanto a segunda menor altura foi observada para NS 5700 IPRO, com 49,47 cm. Nota-se que os dados obtidos se relacionam com o caractere AIPV (figura 3), onde essas cultivares demonstraram possuir os menores valores entre todos os genótipos avaliados. A menor altura e inserção de primeira vagem podem ser decorrentes da precocidade dos materiais, conforme explicado por Sediyaama, Silva e Borém (2015). Outros materiais precoces como NS 5445 IPRO (51,07 cm), NS 5505 I2X (51,67 cm) e BMX Trovão I2X (55,23 cm) também apresentaram porte

reduzido, enquanto a BMX Zeus IPRO apresentou um porte um pouco mais elevados que os materiais de precocidade similar, com 64,40 cm.

A altura das plantas é uma característica que se diferencia de acordo com a cultivar, pois cada genótipo tem sua estrutura e porte pré-definidos, podendo ser influenciado pelo ambiente (TORRES; SILVA; TEODORO, 2015).

É importante destacar que houve uma grande redução no desenvolvimento das plantas devido as condições climáticas adversas já citadas nesse trabalho, refletindo na diminuição de diversos caracteres adaptativos e reprodutivos. De um modo geral, todas as cultivares apresentaram crescimento abaixo do esperado. Apenas para efeito de comparação, em seu trabalho Cia (2021) encontrou 78,65 cm em média para a cultivar BMX Zeus IPRO, valor maior que os 64,60 cm observados nesse estudo.

4.2 Caracteres de rendimento

Na tabela 5 estão os resultados obtidos para a análise de variância (ANOVA) para os dois caracteres analisados: o rendimento de grãos (REND) e o peso de mil sementes (PMS). Os diferentes tratamentos (cultivares) apresentam diferenças significativas para as variáveis analisadas.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância (ANOVA) com 5% de significância para as variáveis de rendimento de um experimento onde foram avaliados 18 genótipos modernos de soja, com três repetições, conduzido no delineamento blocos ao acaso. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		REND	PMS
Bloco	2	56.481,3239	0,0013
Cultivares	17	577.138,6625 **	0,0060 **
Resíduo	34	92.041,3353	0,0002
Média geral	—	2.402,67	2,19
CV (%)	—	12,63	0,71

**Significativo a nível de 1 % de probabilidade de erro. REND (rendimento de grãos - kg ha⁻¹) e PMS (peso de mil sementes - g).

Fonte: Autoria própria (2022).

Na tabela 6, podem ser observados os valores de cada cultivar correspondente as variáveis rendimento de grãos (REND) e peso de mil sementes (PMS), junto do teste de comparação de médias. Esses são caracteres de grande importância, tendo em vista que se relacionam com o atributo que pode ser considerado o aspecto mais relevante de uma lavoura por parte dos produtores: a rentabilidade de grãos.

Tabela 6 – Comparação de médias para os caracteres de rendimento de 18 genótipos modernos de soja, representados pelas variáveis: REND (rendimento de grãos - kg ha⁻¹) e PMS (peso de mil sementes - g). UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

Cultivar	REND	PMS
Soytech 621 I2X	2.973,5 a	138,7 c
Soytech 580 I2X	2.556,0 a	172,8 a
BMX Torque I2X	2.414,7 b	168,7 a
BMX Cromo TF IPRO	2.194,8 b	156,9 b
BMX Zeus IPRO	2.364,3 b	145,1 c
BMX Trovão I2X	1.813,2 c	152,3 b
BMX Lótus IPRO	2.783,1 a	176,7 a
Neo 580 IPRO	2.803,3 a	180,3 a
Neo 590 I2X	2.380,0 b	152,8 b
M 6110 I2X	3.055,1 a	145,4 c
NS 5115 I2X	2.346,6 b	172,3 a
NS 6446 I2X	2.353,3 b	180,1 a
NS 5445 IPRO	2.124,4 b	139,8 c
NS 6909 IPRO	1.927,1 c	141,7 c
NS 6220 IPRO	2.414,6 b	139,6 c
NS 5700 IPRO	1.388,7 c	137,6 c
NS 5505 I2X	2.284,9 b	148,4 b
NS 5933 IPRO	3.070,6 a	179,9 a

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: A autoria própria (2022).

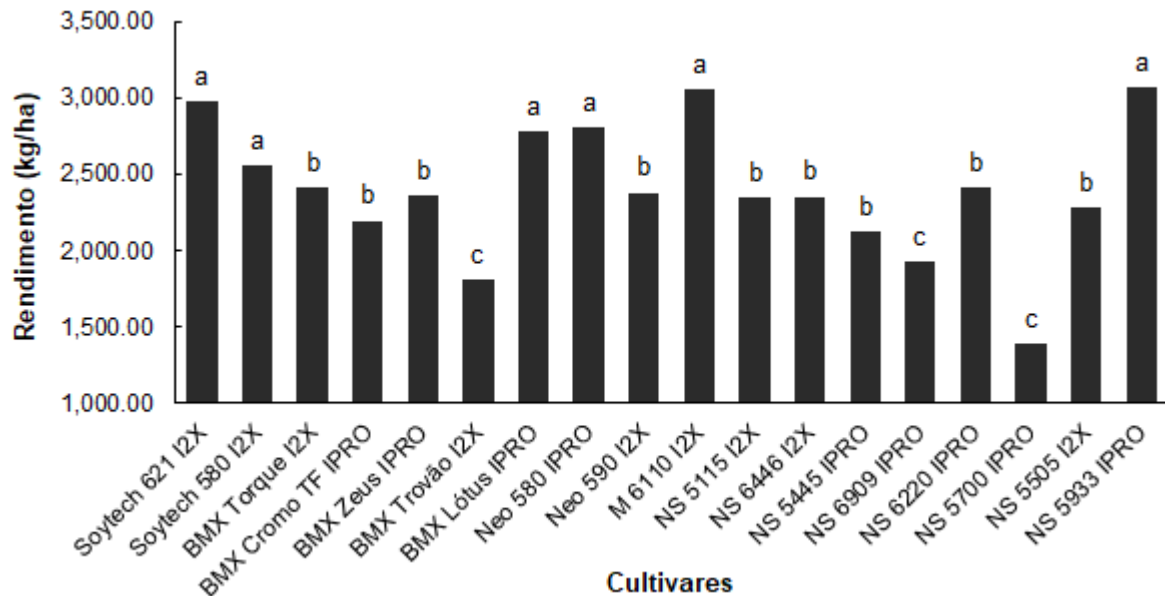
4.2.1 Rendimento de grãos (REND)

No quesito rendimento houve grande amplitude nos valores obtidos para as 18 cultivares avaliadas, variando de 3.070,57 a 1.388,70 kg ha⁻¹. As cultivares NS 5933 IPRO (3.070,57 kg ha⁻¹), M 6110 I2X (3.055,10 kg ha⁻¹), Soytech 621 I2X (2.973,47 kg ha⁻¹), Neo 580 IPRO (2.803,33 kg ha⁻¹), BMX Lótus IPRO (2.783,10 kg ha⁻¹) e Soytech 580 I2X (2.555,97 kg ha⁻¹) formam o grupo estatístico com as maiores médias de rendimento.

Devido as condições climáticas já mencionadas, esses valores podem ser considerados satisfatórios. Segundo os dados oficiais da CONAB (2022) fornecidos no 9^a levantamento da safra 21/22 (Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos), a produtividade média para o estado do Paraná na presente safra foi de 2.161 kg ha⁻¹, frente aos 3.535 kg ha⁻¹ da safra 20/21. Tendo isso em vista, grande parte das cultivares avaliadas possuíram média produtiva maior que a estadual.

O grupo inferior é formado por NS 5700 IPRO (1.388,70 kg ha⁻¹), BMX Trovão I2X (1.813,23 kg ha⁻¹) e NS 6909 IPRO (1.927,07 kg ha⁻¹), representando as cultivares que possuíram o pior desempenho no experimento e ficando abaixo da média estadual. O restante das cultivares formam o grupo estatístico intermediário, com produtividades que variam de 2.194,83 a 2.414,67 kg ha⁻¹.

Figura 4 – Comparação de médias para a variável rendimento de grãos (REND, em kg ha⁻¹) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fonte: A autoria própria (2022).

Observa-se que nesse caso, a duração do ciclo total teve relação com a produtividade da cultivar. Houve a tendência que as cultivares mais produtivas fossem aquelas mais tardias. Entretanto, isso não significa que toda cultivar de ciclo tardio vai ser a mais produtiva. Alguns genótipos de ciclo longo como NS 6909 IPRO e NS 6446 I2X não apresentaram potencial produtivo satisfatório. Verifica-se também que em geral as cultivares com menor produção foram as primeiras as serem colhidas, ou seja, as mais precoces. Como comentam Sedyama, Silva e Borém (2015), cultivares de ciclo muito precoce geralmente são menos produtivas, devido ao menor período de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo no campo. Esse fato é agravado ainda mais quando aliado a condições edafoclimáticas adversas, neste caso, o forte déficit hídrico ocorrido durante o desenvolvimento das plantas. A produtividade da soja não é influenciada apenas por sua característica genética, mas também pela variação de condições ambientais, cuja irregularidade climática e a baixa fertilidade podem provocar produções reduzidas (Embrapa, 2004).

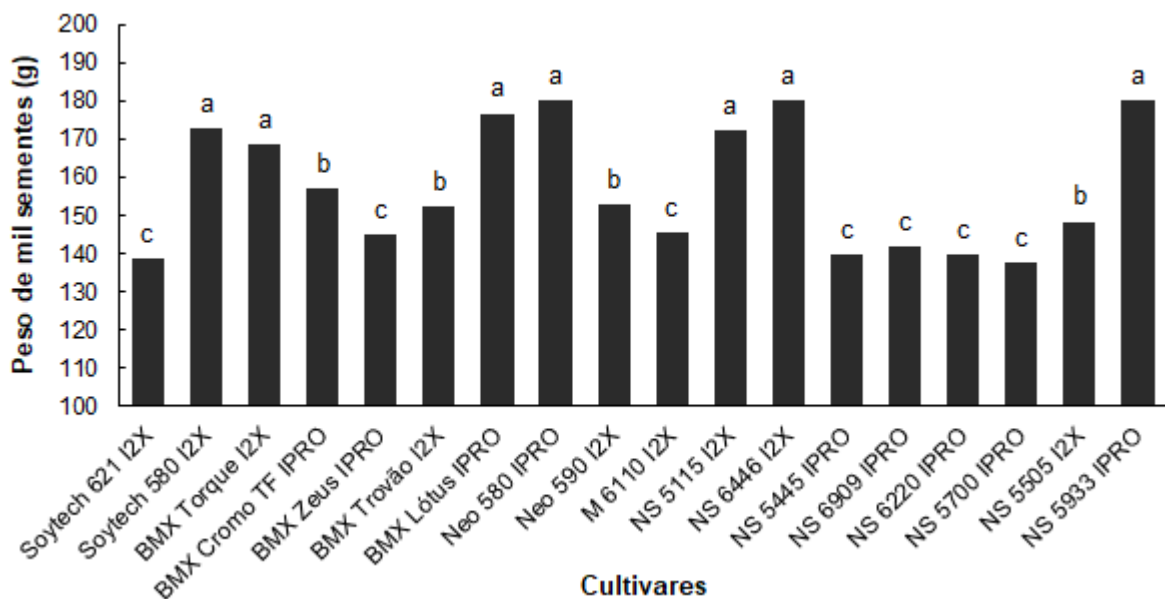
Entretanto, destaca-se que o rendimento final pode ser diferente quando as condições climáticas forem adequadas. Alguns materiais que possuem alto teto produtivo requerem condições climáticas quase que perfeitas, não entregando bons resultados quando essas condições não são atendidas. Isso pode ser percebido pela BMX Zeus IPRO, cultivar conhecida na região como uma das mais produtivas e que, neste caso, entregou apenas 2.364,30 kg ha⁻¹, valor muito abaixo do esperado. Seguindo essa mesma lógica, alguns materiais que aqui se destacam no topo em relação a produtividade, podem ter pouca resposta em uma possível mudança de condição. Possivelmente por serem mais rústicos e possuir maior estabilidade na maioria

dos ambientes e em condições climáticas e de manejo adversas, geralmente não apresentam teto produtivo tão elevado. Sendo assim, quando as condições climáticas necessárias são atendidas, a produtividade dessas cultivares podem ser muito maiores.

Outro fator que pode contribuir para a produtividade é a altura de plantas. Em geral, cultivares mais altas possuem um maior número de nós produtivos. No entanto, neste caso não foi encontrada uma relação em que os genótipos mais altos são os mais produtivos. A relação pode ser observada para M 6110 I2X, Soytech 580 I2X e Soytech 621 I2X, onde ambas apresentaram altura e produtividades superiores, entretanto a relação não se confirma para as demais. Entre as cultivares mais produtivas, NS 5933 IPRO, Neo 580 IPRO e BMX Lótus IPRO não fazem parte do grupo superior em relação à altura de planta. Apesar disso, a maior produtividade pode estar atreladas a outros fatores, como PMS mais elevado, observado para a maioria das cultivares que demonstraram ser as mais produtivas.

4.2.2 Peso de mil sementes (PMS)

Figura 5 – Comparação de médias para a variável peso de mil sementes (PMS, em g) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fonte: Autoria própria (2022).

Em relação ao peso de mil sementes (PMS), algumas cultivares apresentaram elevado peso da massa de mil sementes, resultados satisfatórios com toda a condição adversa enfrentada. Os valores de PMS observados para essas cultivares foram Neo 580 IPRO (180,27 g), NS 6446 I2X (180,13 g), NS 5933 IPRO (179,93 g), BMX Lótus IPRO (176,67 g), Soytech 580 I2X (172,77 g), NS 5115 I2X (172,33 g) e BMX Torque I2X (168,67), as quais não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de comparação de médias, formando o grupo superior. O peso de

mil sementes é um atributo determinado geneticamente, porém, fortemente influenciado pelo ambiente (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002a). Espera-se que quando testadas em ambientes favoráveis, essas cultivares apresentem PMS superiores aos encontrados, evidenciando o aprimoramento deste atributo nas cultivares modernas, muito em função de estar diretamente relacionado a produção de grãos, como comentado por Sedyama, Silva e Borém (2015).

Quanto aos menores valores de PMS, observa-se que algumas cultivares apresentaram valores relativamente baixos para esse atributo, variando entre 137,63 a 145,43 gramas na classe inferior. Apesar do peso de grão ser um atributo determinado geneticamente, não se esperava que os valores encontrados fossem tão baixos. Isso evidencia uma maior sensibilidade às condições climáticas durante a fase de enchimento de grão. De acordo com Heiffig *et al.* (2006), a menor disponibilidade de água para as plantas reduz as taxas fotossintéticas e o período de enchimento de grãos, levando a diminuição no acúmulo de fotoassimilados nos grãos, o que impacta negativamente em seu peso e na produtividade.

O rendimento de grãos é um atributo fortemente relacionado com o PMS, que é um dos vários componentes de produtividade. No entanto isso não é uma regra que se aplica em todos os casos, uma vez que as cultivares com elevado PMS nem sempre são as mais produtivas. Entre as cultivares que se destacaram com maior rendimento, a M 6110 I2X e Soytech 621 I2X apresentaram baixo peso de mil sementes, sendo de 145,43 e 138,70 g, respectivamente, valores que ocupam o grupo inferior na análise deste caractere. Em situações como essa, o grande volume de grãos produzidos por planta é fundamental para compensar o baixo PMS. Já as outras cultivares de maior rendimento, possuem o peso de mil sementes entre os mais altos avaliados. Em geral, aquelas cultivares que apresentaram elevado PMS se situaram entre as mais produtivas, enquanto o baixo PMS foi um fator característico para as de baixo rendimento.

Como comentado no item 4.2, cultivares com alto teto produtivo exigem excelentes condições para atingi-lo. Cultivares já conhecidas por seu elevado peso de mil grãos, como a BMX Zeus IPRO, que de acordo com a obtentora Brasmax (2022) possui em média 209 g para esse atributo, neste caso obteve valor bem abaixo do esperado: 145,13 g. Isso evidencia a sensibilidade desses materiais às condições climáticas, os quais podem apresentar grande amplitude nos caracteres de rendimento.

4.3 Qualidade fisiológica de semente

Na tabela 7 está o resumo da análise de variância para as variáveis relacionadas com a qualidade fisiológica de semente. Observa-se que houve interação significativa entre as diferentes cultivares e as variáveis analisadas, demonstrando que os parâmetros relacionados com a qualidade fisiológica das sementes são influenciados pelas cultivares. Isso corrobora com o pensamento de Krzyzanowski, Gilioli e Miranda (1993), ao afirmarem que a qualidade fisiológica das sementes de soja é controlada geneticamente e, portanto, inerente a cada genótipo. As médias de cada cultivar para os caracteres avaliados estão dispostas na tabela 8.

É importante ressaltar que sementes com boa qualidade fisiológica devem se sobressair em todos os caracteres avaliados, apresentando bom desempenho em atributos como germinação, comprimento, peso e etc., de modo que todos esses fatores levem ao bom desenvolvimento de plântula. Cultivares que se sobressaem em apenas uma das variáveis, podem apresentar péssimo desempenho em outras, deste modo, não tendo desempenho satisfatório em todos os atributos que medem sua qualidade fisiológica.

Tabela 7 – Resumo da análise de variância (ANOVA) com 5% de significância para as variáveis de qualidade fisiológica de semente de um experimento onde foram avaliados 18 genótipos modernos de soja, com três repetições, conduzido no delineamento blocos ao acaso. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022

Causas de variação	GL	Quadrados médios						
		GER	CPA	CPR	MVA	MVR	MSA	MSR
Bloco	2	2,9206	1,9554	0,6587	6,2473	0,7160	0,0115	0,0014
Cultivares	17	17,4777**	2,3510**	1,6434**	15,8042*	1,6829**	0,3936**	0,0043**
Resíduo	34	4,8666	0,6699	0,3475	6,2690	0,3954	0,0452	0,0009
Média geral	–	87,46	12,21	13,82	22,18	4,27	2,2687	0,1992
CV (%)	–	2,52	6,70	4,27	11,29	14,71	9,37	14,84

** e *: Significativo em nível de 1 e 5% de probabilidade de erro, respectivamente. GER (germinação - %), CPA (comprimento da parte aérea de plântula - cm), CPR (comprimento radicular de plântula - cm), MVA (massa verde de parte aérea de plântula - g), MVR (massa verde radicular de plântula - g), MSA (massa seca de parte aérea de plântula - g) e MSR (massa verde radicular de plântula - g).

Fonte: Autoria própria (2022).

Na tabela 8, estão os valores para os caracteres de qualidade fisiológica de semente.

4.3.1 Germinação (GER)

Nos testes de laboratório a porcentagem de germinação de sementes corresponde à proporção do número de sementes que produziu plântulas classificadas como normais (BRASIL, 2009). França Neto *et al.* (2016) destacam que altas taxas de germinação levam à emergência adequada de sementes no campo e com maior capacidade de estabelecimento mesmo em condições adversas, fazendo com que a redução de *stand* seja mínima. Outro fator a se considerar é que cultivares com menores taxas de germinação requerem uma maior quantidade de sementes durante a semeadura para que se obtenha o *stand* desejado.

Conforme visto na tabela 7 e na figura 6, a média geral para germinação foi relativamente alta (87,46%), com baixo coeficiente de variação (2,52%). Todas as cultivares apresentaram germinação acima de 80%, valor mínimo exigido para a comercialização de sementes de soja no Brasil, regulamentado pela Instrução Normativa Nº 45, de 17 de setembro de 2013 (MAPA, 2013).

Entre as 18 cultivares avaliadas, seis formam o grupo superior, não diferindo entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, sendo elas: Neo 580 IPRO (92,83%), Neo 590 I2X (91,17%), NS 5505 I2X (90,33%), M 6110 I2X (90,17%), NS 5700 IPRO (89,17%) e NS

Tabela 8 – Comparação de médias para qualidade fisiológica de semente de 18 genótipos modernos de soja. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022

Cultivar	GER	CPA	CPR	MVA	MVR	MSA	MSR
Soytech 621 I2X	86,5 b	12,2 b	13,4 b	19,64 b	4,38 b	1,7605 c	0,1751 b
Soytech 580 I2X	85,7 b	11,3 c	13,9 a	18,08 b	3,42 b	2,7832 a	0,1964 a
BMX Torque I2X	87,3 b	11,5 c	13,3 b	23,77 a	3,59 b	2,8922 a	0,1771 b
BMX Cromo TF IPRO	85,6 b	12,6 b	13,4 b	22,86 a	4,20 b	2,0828 c	0,1900 b
BMX Zeus IPRO	86,0 b	12,1 b	14,1 a	22,40 a	4,47 b	2,0200 c	0,1988 a
BMX Trovão I2X	84,0 b	12,5 b	14,0 a	23,97 a	4,70 b	2,0710 c	0,2652 a
BMX Lótus IPRO	85,7 b	12,1 b	13,9 a	22,78 a	4,08 b	2,7063 a	0,1383 c
Neo 580 IPRO	92,8 a	12,6 b	14,5 a	25,27 a	5,88 a	2,9102 a	0,2372 a
Neo 590 I2X	91,2 a	13,9 a	15,0 a	22,82 a	5,29 a	2,1900 c	0,2155 a
M 6110 I2X	90,2 a	12,2 b	13,9 a	20,08 b	4,00 b	2,0026 c	0,2237 a
NS 5115 I2X	84,5 b	12,2 b	14,2 a	23,03 a	3,42 b	2,4262 b	0,1249 c
NS 6446 I2X	87,3 b	11,3 c	13,1 b	21,84 a	4,31 b	2,3331 c	0,2469 a
NS 5445 IPRO	85,8 b	12,5 b	13,8 a	22,75 a	3,72 b	2,1689 c	0,2030 a
NS 6909 IPRO	88,3 a	10,6 c	11,8 c	20,74 b	3,99 b	1,9840 c	0,2126 a
NS 6220 IPRO	86,5 b	11,1 c	13,2 b	16,80 b	3,13 b	1,8266 c	0,1430 c
NS 5700 IPRO	89,2 a	13,1 a	14,0 a	24,38 a	4,59 b	1,9576 c	0,2189 a
NS 5505 I2X	90,3 a	14,0 a	15,0 a	23,07 a	5,63 a	2,1686 c	0,2334 a
NS 5933 IPRO	87,3 b	12,1 b	14,3 a	24,92 a	4,15 b	2,5531 b	0,1854 b

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. GER (germinação - %), CPA (comprimento da parte aérea de plântula - cm), CPR (comprimento radicular de plântula - cm), MVA (massa verde de parte aérea de plântula - g), MVR (massa verde radicular de plântula - g), MSA (massa seca de parte aérea de plântula - g) e MSR (massa verde radicular de plântula - g).

Fonte: Autoria própria (2022).

6909 IPRO (88,33%). O restante das cultivares formam o outro grupo estatístico, não diferindo entre si.

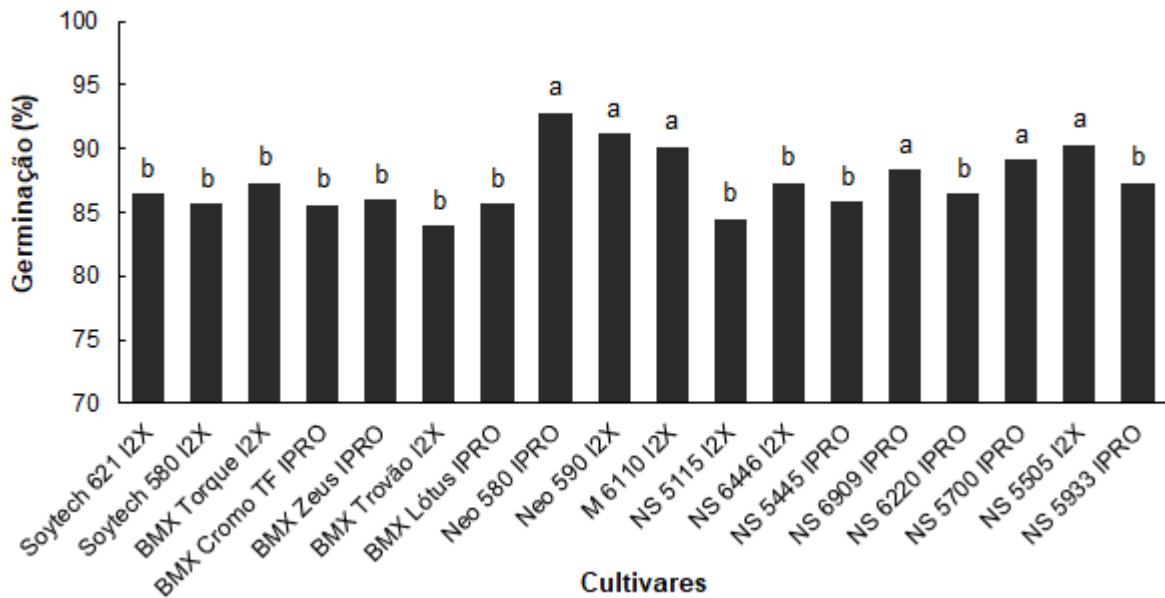
Como comentador por Krzyzanowski, Gilioli e Miranda (1993), a germinação de uma semente é um atributo pré-definido geneticamente pela cultivar, o qual também é influenciado por diversos fatores como o clima, época de semeadura e ambiente de cultivo, conforme ressaltam os autores Madella *et al.* (2019) e Pereira, Pereira e Fraga (2000). Nesse caso, os resultados encontrados para esse caractere podem ter sido influenciados além do efeito cultivar, pelas condições climáticas adversas. A falta de chuva no período de enchimento da semente e o excesso de chuvas e temperaturas elevadas na maturação, podem ter comprometido a qualidade fisiológica, levando a redução nas taxas de germinação.

4.3.2 Comprimento de plântula (CPA e CPR)

Os testes de comprimento de parte aérea de plântulas (CPA) e de comprimento de raiz de plântulas (CPR) são mais uma forma de avaliar o vigor das sementes, uma vez que sementes vigorosas originam plântulas com elevadas taxas de crescimento e capacidade de transformação (DAN *et al.*, 1987).

Sementes de alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação, maiores

Figura 6 – Comparação de médias para a variável germinação (GER, em %) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



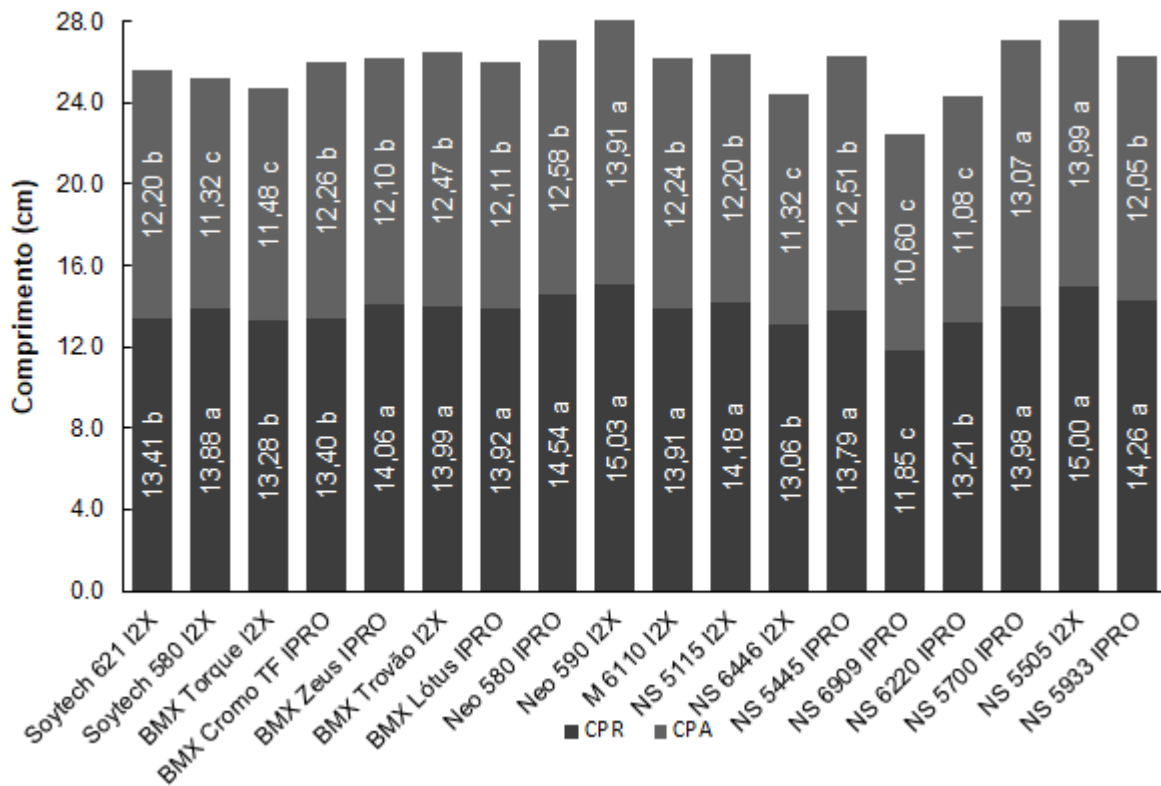
Fonte: Autoria própria (2022).

taxas de crescimento e produzindo plântulas com maior tamanho inicial (SCHUCH *et al.*, 1999). Vanzolini e Carvalho (2002), analisando sementes de soja, verificaram que as sementes mais vigorosas produziram maior comprimento da raiz primária e comprimento total das plântulas.

Neste sentido, as cultivares NS 5505 I2X, Neo 590 I2X e NS 5700 IPRO se sobressaíram em relação as demais no caractere CPA, com 13,99, 13,91 e 13,07 centímetros, respectivamente. Os menores valores para o CPA foram observados nas cultivares BMX Torque I2X (11,48 cm), Soytech 580 I2X (11,32 cm), NS 6446 I2X (11,32 cm), NS 6220 IPRO (11,08 cm) e NS 6909 IPRO (10,60 cm), demonstrando as menores taxas de crescimento inicial de parte aérea entre todos os materiais avaliados.

Quando analisamos o CPR, a cultivar Neo 590 I2X foi a que obteve maior valor médio, 15,03 cm, contudo, não difere de outras 11 cultivares. O menor comprimento radicular foi observado para a cultivar NS 6909 IPRO, a qual apresentou 11,85 cm e diferiu estatisticamente das demais. Há de se ressaltar que essa mesma cultivar também apresentou o menor CPA, como já mencionado anteriormente e, portanto, apresenta o menor comprimento total de plântula, indicando um desenvolvimento mais lento que as demais cultivares. Por outro lado, as cultivares Neo 590 I2X e NS 5505 I2X apresentaram os maiores valores absolutos tanto para CPA como para CPR, originando plântulas com rápido desenvolvimento e que possivelmente, possuem maior qualidade fisiológica em relação a esses caracteres.

Figura 7 – Comparação de médias para a variável comprimento de parte aérea de plântula (CPA, em cm) e comprimento de radicular de plântula (CPR, em cm) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5 de probabilidade de erro. UTFPR, *Campus Pato Branco*, 2022



Fonte: Autoria própria (2022).

4.3.3 Massa verde e seca de plântula (MVA, MVR, MSA e MSR)

Para Nakagawa (1999), o teste de massa verde de plântulas também é classificado como um teste de vigor, onde as amostras de sementes que originam plântulas com maior massa de matéria verde, em um mesmo período de tempo, são consideradas mais vigorosas.

Analisando a massa verde da parte aérea das plântulas, podemos observar que 13 cultivares formam o grupo superior e não diferem entre si, com valores que variam de 25,27 a 21,84 gramas, revelando pouca variação entre grande parte das cultivares para esse caractere. O restante das cultivares formam o grupo inferior, de 20,74 a 16,80 gramas.

Já a massa verde radicular é maior para as cultivares Neo 580 IPRO (5,88 g), NS 5505 I2X (6,63 g) e Neo 590 I2X (5,29 g). O restante das cultivares não diferem entre si, variando de 4,70 a 3,13 gramas, formando o grupo inferior de acordo com o teste de comparação de médias.

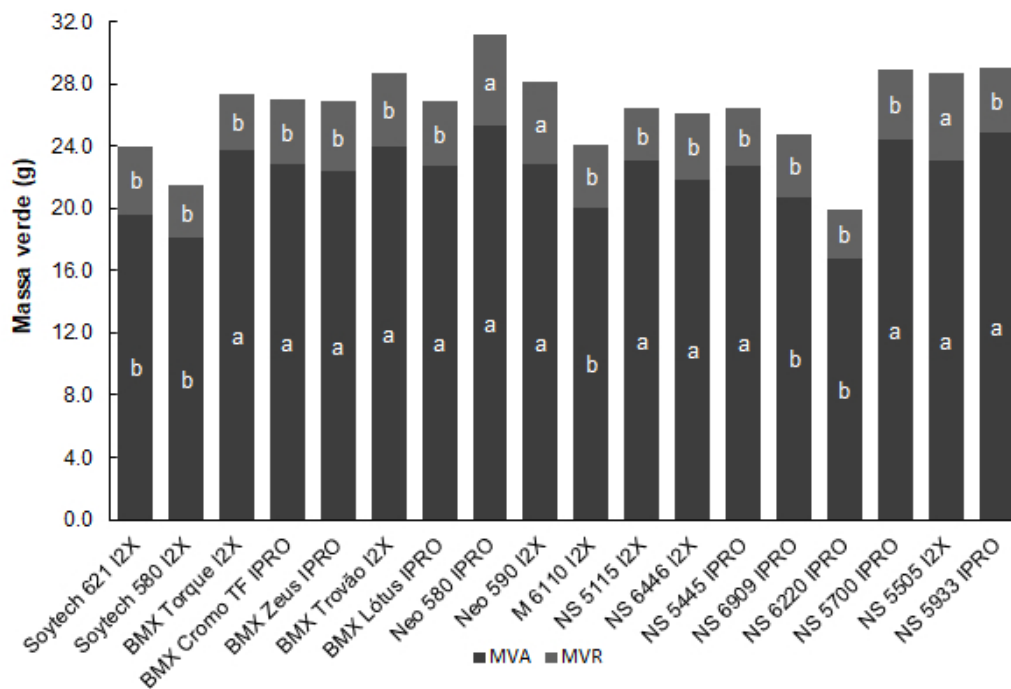
O teste de matéria seca de plântulas segue a mesma lógica dos testes de comprimento e massa verde de plântulas, conforme descrito por Nakagawa (1999). É uma maneira de avaliar o crescimento da plântula, onde se consegue determinar, com certa precisão, a transferência

de matéria seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (KRZYZANOWSKI; VIEIRA; FRANÇA NETO, 1999).

A cultivar Neo 580 IPRO foi a que obteve maior peso de matéria seca para a parte aérea, com 2,9102 g, não diferindo das cultivares BMX Torque I2X (2,8922 g), Soytech 580 I2X (2,7832 g) e BMX Lótus IPRO (2,7063 g). Essas foram seguidas pelas cultivares NS 5933 IPRO e NS 5115 I2X, com 2,5531 e 2,4262 gramas, respectivamente. O restante das cultivares formam o grupo inferior de acordo com o teste de comparação de médias, variando de 2,3331 a 1,7605 gramas.

Em relação a massa seca radicular de plântulas, 11 cultivares foram o grupo superior, variando de 0,2652 a 0,1964 gramas, como pode ser observado na tabela 8. Os menores pesos foram observados para as cultivares NS 5115 I2X (0,1249 g), BMX Lótus IPRO (0,1383 g) e NS 6220 IPRO (0,1430 g), representando as que possuem o menor desempenho para essa variável.

Figura 8 – Comparação de médias para as variáveis massa verde de parte aérea de plântula (MVA, em g) e massa verde de radicular de plântula (MVR, em g) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5 de probabilidade de erro. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fonte: Autoria própria (2022).

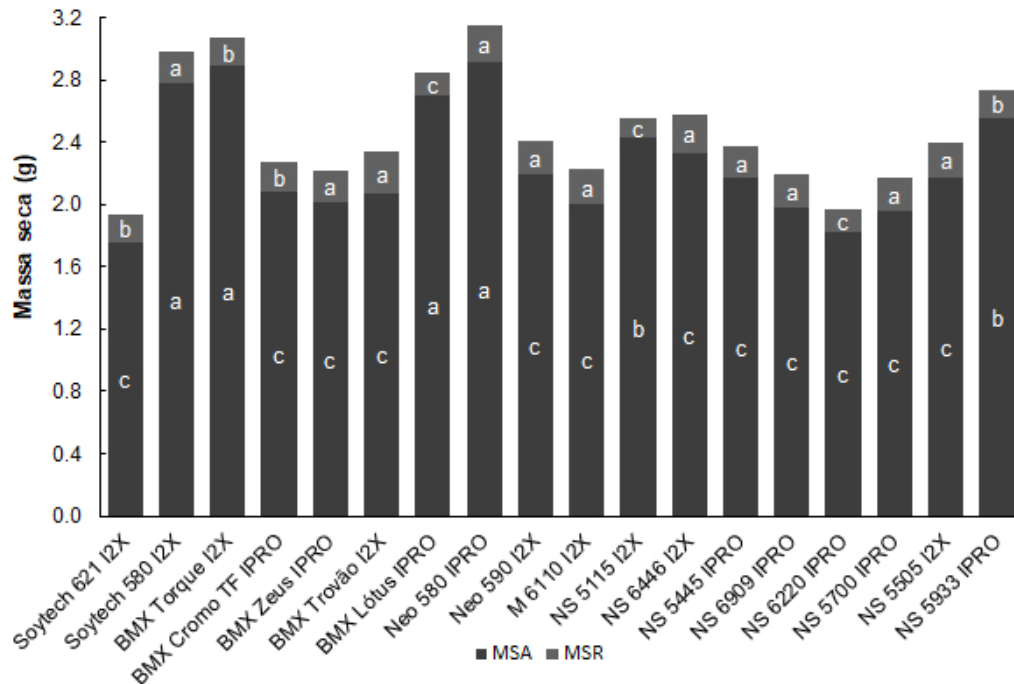
O maior peso de massa seca radicular observado nas plântulas pode estar relacionado à sua capacidade de desenvolver um sistema radicular maior e mais vigoroso, refletindo em uma maior eficácia na captura de água e nutrientes pela plântula, dando maior competitividade para as mesmas. Com a determinação da massa seca da plântula é possível avaliar o seu

crescimento e, com certa precisão, determinar a transferência de massa seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999).

Ainda de acordo com Krzyzanowski, Vieira e França Neto (1999), a transferência de matéria seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originam plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria, levando a maior taxa de crescimento e sobrevivência. Sendo assim, as cultivares que se sobressaíram nas avaliações de matéria seca de parte aérea e radicular possivelmente vão produzir no campo plântulas com melhor desempenho.

Na figura 8 podem ser visualizados os valores obtidos para MVA e MVR, enquanto na figura abaixo se encontram os valores para MSA e MSR.

Figura 9 – Comparação de médias para as variáveis massa seca de parte aérea de plântula (MSA, em g) e massa seca de radicular de plântula (MSR, em cm) em 18 cultivares modernas de soja. Médias seguidas pelas mesmas letras na horizontal não diferem entre cultivares pelo teste de Scott-knott a 5 de probabilidade de erro. UTFPR, Campus Pato Branco, 2022



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONCLUSÃO

Com o presente trabalho foi possível avaliar o desempenho agrônômico e a qualidade fisiológica das sementes de 18 cultivares modernas de soja. De posse dos resultados demonstrados nesse trabalho, podemos perceber que grande parte dos genótipos avaliados apresentaram bom desempenho na região de implantação, demonstrado pelos altos valores obtidos para atributos de interesse agrônômico, como a produtividade, peso de mil sementes, altura de plantas, germinação, etc.

Deste modo, os materiais se demonstram como opções muito interessantes para o plantio na região onde foi realizado o estudo, município de Candói – PR (região edafoclimática 103), sendo materiais que sobre tudo, se sobressaíram em rendimento de grãos, ficando acima da média estadual para a mesma safra e, portanto, tendo boa aptidão para a região nessa época de semeadura.

Diante das variáveis analisadas, também foi possível determinar o comportamento e as particularidades sobre as características adaptativas, de rendimento e sobre a qualidade fisiológica da semente de cada uma das cultivares.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, C. H. **Zonas homogêneas de manejo por meio de variáveis edafoclimáticas e de produtividade**. 2017. Tese (Mestrado em Agronomia) — UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153199/augusto_ch_me_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 13 nov. 2021.
- BALBINOT JR., A. A. *et al.* **Semeadura cruzada na cultura da soja**. Circular técnica 98. Londrina: Embrapa, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/967206/1/CT98.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- BAYER. **Bayer lança Intacta 2 Xtend®, nova geração de soja que irá revolucionar o potencial produtivo do Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-lanca-intacta-2-xtend-nova-geracao-soja-que-ira-revolucionar-potencial-produtivo-brasil>. Acesso em: 12 nov. 2021.
- BOGGIO, W. **Progresso genético em caracteres agrônômicos de soja**. 2017. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14120/2/PB_COAGR_2017_2_11.pdf. Acesso em: 11 nov. 2021.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em: 29 nov. 2021.
- Brasmax. **Cultivares região Sul: BMX Zeus IPRO**. 2022. Disponível em: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=2501>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- CANTARELI, L. D. *et al.* Variabilidade de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Acta Agronômica**, v. 64, n. 3, p. 234–238, 2015. ISSN 2323-0118, 0120-2812. Disponível em: http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/45511. Acesso em: 13 nov. 2021.
- CARLESO, A. **Características morfofisiológicas de folhas de soja e sua relação com o desempenho agrônômico da cultura**. 2018. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/10660/1/DV_COAGR_2018_1_10.pdf. Acesso em: 12 nov. 2021.
- CARVALHO, I. R. *et al.* Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n. 17, p. 969–985, 2013. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/DEMANDA%20HIDRICA.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.
- CARVALHO, T. C. d. *et al.* Comparação da qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e de sua derivada transgênica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 164–170, 2012. ISSN 0101-3122. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222012000100020&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 nov. 2021.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. d. C. e. Redução da altura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5-triidobenzóico. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 981–984, 2006. ISSN 0103-8478. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000300041&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 nov. 2021.

CIA, V. O. **Época de semeadura da soja e sua relação com a produtividade e qualidade da semente**. 2021. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Acesso em: 12 jul. 2022.

COLUSSI, J. *et al.* O agronegócio da soja: Uma análise da rentabilidade do cultivo da soja no Brasil. **Revista Espacios**, v. 37, n. 16, p. 23, 2016. ISSN 0798-1015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n16/16371623.html>. Acesso em: 13 nov. 2021.

CONAB. **Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos**. Companhia Nacional de Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 16 jul. 2022.

CONAB, C. N. d. A. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 12. ed. Brasília: CONAB, 2022. v. 9. (Safra 2021/22: 12ª Levantamento, v. 9). Disponível em: conab.gov.br/info-agro/safras/graos. Acesso em: 01 dez. 2022.

CORTEVA. **Sistema Enlist®**. 2021. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/tecnologias/sistema-enlist.html>. Acesso em: 12 nov. 2021.

DALLÓ, S. C. **Desempenho agrônomo de genótipos de soja e identificação de locais para a condução de ensaios multi-ambiente na Região Sul do Brasil**. 2018. Tese (Mestrado em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3347/1/PB_PPGAG_M_Dall%c3%b3%2c%20Samuel%20Cristian_2018..pdf. Acesso em: 13 nov. 2021.

DAN, E. L. *et al.* Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 9, n. 3, p. 45–55, 1987.

DUARTE, T. **Desempenho agrônomo de cultivares de soja no município de Pato Branco-PR**. 2018. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13834/1/PB_COAGR_2018_2_31.pdf. Acesso em: 13 out. 2021.

Embrapa. **Tecnologias de produção de soja - Região Central do Brasil**. Londrina: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004. (Sistemas de Produção, 4). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54358/1/Sistemas-de-Producao-4.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

EMBRAPA. **Soja precoce e milho segunda safra compõem único sistema, alerta consultor**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37617211/soja-precoce-e-milho-segunda-safra-compoem-unico-sistema-alerta-consultor>. Acesso em: 12 nov. 2021.

EMBRAPA SOJA. **Soja em números (safra 2020/21)**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 11 nov. 2021.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. 48. ed. Embrapa, 2007. (Circular Técnica). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/470308>.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. Disponível em: <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1076&context=specialreports>. Acesso em: 29 nov. 2021.

FERNANDES, V. K. *et al.* Caracterização fisiológica e evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. In: **Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**. Guarapuava/PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021. p. 6. Disponível em: <https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2021/paper/view/7721>. Acesso em: 11 nov. 2021.

FRANÇA NETO, J. d. B. *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina/PR: Embrapa Soja, 2016. (Documentos, 380). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>.

FREITAS, M. d. C. M. d. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 7, n. 12, p. 1–12, 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>. Acesso em: 29 out. 2021.

HEIFFIG, L. S. *et al.* Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 285–295, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/dmm8YMQwtMp5FgdkpzbNQtb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jun. 2022.

ITC. **Clima - Estado do Paraná**. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências, 2008. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mapa_climas_a3.pdf. Acesso em: 13 nov. 2021.

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade Induced Changes in Flower and Pod Number and Flower and Fruit Abscission in Soybean. **Agronomy Journal**, v. 85, n. 2, p. 221–225, 1993. ISSN 0002-1962, 1435-0645. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/agronj1993.00021962008500020011x>. Acesso em: 13 nov. 2021.

KASTER, M.; FARIAS, J. R. B. **Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja - Terceira Aproximação**. Documentos, 330. Londrina: Embrapa soja, 2012. 69 p. ISSN 2176-2937. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54939/1/Doc-330-OL1.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. d. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. 136. ed. Embrapa, 2018. (Circular Técnica). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177391/1/CT136-online.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.

KRZYZANOWSKI, F. C.; GILIOLI, J. L.; MIRANDA, L. C. Produção de sementes nos cerrados. In: **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Arantes, Nelson Eustáquio, 1993. p. 465–522. Acesso em: 13 nov. 2021.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. d. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. 218 p.

LEMOS, L. B. *et al.* Desempenho agrônômico e produtivo de cultivares de soja em diferentes safras. **Científica**, v. 39, n. 1, p. 44–51, 2011. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/279>. Acesso em: 13 nov. 2021.

- LIMA, D. d.; FILHO, P. M. d. S.; OLIVEIRA, A. B. d. A inserção da soja Roundup Ready™ no Registro Nacional de Cultivares. In: **Sessão de Economia, Comercialização e Transferência de Tecnologias**. Goiânia/GO: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178964/1/A-insercao-da-soja-RR-p.92-94.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- LIMA, D. d. *et al.* Adoção das plataformas genéticas de soja por agricultores do Paraná, safra 2019/2020. **EMBRAPA: Circular Técnica**, v. 170, jun. 2021. ISSN 2176-2864. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132744/1/Circ-Tec-170.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- MADELLA, L. A. *et al.* Efeito de locais de cultivo sobre a composição química e potencial fisiológico de sementes de soja. In: **Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR**. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. p. 6. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24584>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- MAPA. **Instrução Normativa número 45, de 17 de setembro de 2013**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-45-de-17-de-setembro-de-2013-31057073>. Acesso em: 02 jul. 2022.
- MATZENAUER, R.; BARNI, N. A.; MALUF, J. R. T. Estimativa do consumo relativo de água para a cultura da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 33, n. 6, p. 1013–1019, 2003. ISSN 0103-8478. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782003000600004&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 jun. 2022.
- MAUAD, M. *et al.* Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175–181, 2009. ISSN 1984-2538. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/75/649>. Acesso em: 13 nov. 2021.
- Mineropar. **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná - Escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.00**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/atlas_geomorforlogico_parana_2006.pdf.
- MIRANDA, D. M. *et al.* A cultura da soja transgênica no Brasil. **Pesquisa & Educação a Distância**, v. 0, n. 6, 2015. Disponível em: <http://www.revista.universo.edu.br/index.php?journal=2013EAD1&page=article&op=view&path%5B%5D=3579&path%5B%5D=2229>. Acesso em: 12 nov. 2021.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Krzyzanowski, Francisco Carlos; Vieira, Roberval Daiton & França Neto, José de Barros, 1999. p. 1–24. Acesso em: 02 jul. 2022.
- NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 269–274, 2002. ISSN 0100-204X. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000300006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 12 nov. 2021.
- NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Expressão do potencial de rendimento de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 275–279, 2002. ISSN 1678-3921. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/p9FpWrVtxBmFLXJHXbCtGMz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 nov. 2021.
- PANDEY, J. P.; TORRIE, J. H. Path Coefficient Analysis of Seed Yield Components in Soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). **Crop Science**, v. 13, n. 5, p. 505–507, 1973. ISSN 0011-183X,

1435-0653. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1973.0011183X001300050004x>. Acesso em: 13 nov. 2021.

PEIXOTO, C. P. *et al.* Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 89–96, 2000. ISSN 0103-9016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162000000100015&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 nov. 2021.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 1653–1662, 2000. ISSN 1678-3921. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/6z7yq377PcbHz7gRg75WfMj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 nov. 2021.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília/DF: Agriplan, 1977.

PÔNZIO, J. B. *et al.* Influência da correção do número de sementes visando ao estabelecimento do estande e de outras características agrônômicas da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 89–95, 1998. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287941459_Influencia_da_correcao_do_numero_de_sementes_visando_ao_estabelecimento_do_estande_e_de_outras_caracteristicas_agronomicas_da_soja. Acesso em: 13 nov. 2021.

RICHTER, G. L. *et al.* Estimativa da área de folhas de cultivares antigas e modernas de soja por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 73, n. 4, p. 416–425, 2014. ISSN 1678-4499, 0006-8705. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052014000400010&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 11 nov. 2021.

RIVAS, M. B. **Soja: Qualidade de Vida e Saúde com Prazer e Sabor**. 1. ed. [S.l.]: Age Editora, 2006. Acesso em: 11 nov. 2021.

RODRIGUES, O. *et al.* Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 431–437, 2001. ISSN 1678-3921. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/jfDtZBDKPDZShNzMNrLPPRx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 30 out. 2021.

SCHEEREN, B. R. *et al.* Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 35–41, 2010. ISSN 0101-3122. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222010000300004&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 nov. 2021.

SCHUCH, L. *et al.* Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 1, p. 229–234, 1999. ISSN 01013122. Disponível em: <http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1004-rbs/v21n01/11063-crescimento-emlaboratorio-de-plantulas-de-aveiapreta-avena-strigosa-schreb-em-funcao-do-vigor->html. Acesso em: 13 nov. 2021.

SCHUCH, L. O. B.; KOLCHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 144–149, 2009. ISSN 0101-3122. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222009000100016&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 13 nov. 2021.

SEAB. **Estimativa de safra: Área e produção - Safra 21/22 (jun)**. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB: Departamento de Economia Rural - Deral. Divisão

de Estatísticas Básicas - DEB., 2022. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-06/pss_2122_2022_06_27.pdf. Acesso em: 16 jul. 2022.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: Do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2015. ISBN 978-85-7269-519-0.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Borém, Aluizio, 1999. p. 478–533.

TORRES, F. E.; SILVA, E. C. d.; TEODORO, P. E. Desempenho de genótipos de soja nas condições edafoclimáticas do ecótono Cerrado-Pantanal. **Interações (Campo Grande)**, 2015. ISSN 1984-042X. Disponível em: <https://interacoesucdb.emnuvens.com.br/interacoes/article/view/128>. Acesso em: 28 jun. 2022.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N. M. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, 2002. ISSN 01013122. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222002000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 02 jul. 2022.

VASCONCELOS, E. S. d. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de cultivares e linhagens de soja no Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 2, p. 307–312, 2009. ISSN 1807-8621. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/tLGvRrbV9fBf3TL7JhfgYBD/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 30 out. 2021.

ZANON, A. J. *et al.* **Ecofisiologia da soja visando altas produtividades**. 1. ed. Santa Maria: [s.n.], 2018. ISBN 978-85-548-5614-4.

ZHANG, B. *et al.* Simulating yield potential by irrigation and yield gap of rainfed soybean using APEX model in a humid region. **Agricultural Water Management**, v. 177, p. 440–453, 2016. ISSN 03783774. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378377416303237>. Acesso em: 13 nov. 2021.