

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**FRANÇOÁ SANTOS DAL PRÁ**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DA  
PROCEDÊNCIA DE SEMENTES**

**DOIS VIZINHOS**

**2023**

**FRANÇOÁ SANTOS DAL PRÁ**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DA  
PROCEDÊNCIA DE SEMENTES**

**Agronomic performance of soybean cultivars due to the  
seed origin**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos – UTFPR- DV, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas.

Orientador: Carlos André Bahry.

Coorientador: Jean Carlo Possenti.

**DOIS VIZINHOS**

**2023**



[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.



**Ministério da Educação**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Campus Dois Vizinhos**



---

FRANCOA SANTOS DAL PRA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DA PROCEDÊNCIA DE SEMENTES**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências Agrárias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Agroecossistemas.

Data de aprovação: 22 de Maio de 2023

Dr. Carlos Andre Bahry, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Daniel Debona, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Ivan Ricardo Carvalho, Doutorado - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijui)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/05/2023.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Carlos André Bahry, pela sabedoria e parceria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de grupo de pesquisa.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

Alto potencial produtivo na cultura da soja exige uma série de critérios técnicos, dentre eles, o uso de sementes de qualidade. Um dos grandes desafios desse setor consiste na produção de sementes em diversos ambientes para atender a demanda pela matéria prima. Mas, será que em áreas de menor fertilidade se consegue produzir matéria prima de qualidade? A partir dessa problemática, o objetivo do trabalho foi de avaliar a influência do ambiente de produção na qualidade fisiológica das sementes e em seu potencial produtivo a campo. O experimento foi realizado na UTFPR, Campus Dois Vizinhos, nas safras 2020/21 e 2021/22. Duas cultivares foram testadas, NS 6909 IPRO® e TMG 7062 IPRO®, e dois ambientes de produção, contrastantes para fertilidade do solo. As sementes colhidas em cada ambiente foram padronizadas para o tamanho 6,0mm e submetidas aos testes de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento e massa seca de plântula, e condutividade elétrica; sendo estes realizados após a colheita e beneficiamento e em pré semeadura da safra subsequente. Na safra 2021/22, os lotes de sementes testados foram semeados a campo, avaliando-se, ao final do ciclo das áreas de grãos, a altura de planta e de inserção do primeiro legume, número de legumes e de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade. O delineamento experimental utilizado em laboratório foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e, em campo, o delineamento foi o de blocos ao acaso, com três repetições. Sementes produzidas em ambientes favoráveis à cultura da soja apresentam melhor qualidade fisiológica que, também, é variável em função da cultivar. Sob condição de estresse severo, como déficit hídrico, associado às altas temperaturas ambientes, sementes geradas em condições não tão adequadas podem transferir o caráter de maior tolerância às plantas, conferindo maior produtividade relativa de grãos.

Palavras-chave: Vigor de sementes; produtividade de grãos; fertilidade do solo.

## ABSTRACT

High productive potential in the soybean crop requires a series of technical criteria, among them, the use of quality seeds. One of the major challenges in this sector is the production of seeds in different environments to meet the demand for raw material. But, is it possible to produce quality raw material in areas of lower fertility? Based on this problem, the aim of this work was to evaluate the influence of the production environment on the physiological quality of seeds and their productive potential in the field. The experiment was carried out at UTFPR, Campus Dois Vizinhos, in the 2020/21 and 2021/22 crop years. Two cultivars were tested, NS 6909 IPRO® and TMG 7062 IPRO®, and two production environments, contrasting for soil fertility. Seeds harvested in each environment were standardized to 6.0 mm in size and submitted to germination tests, accelerated aging, seedling length and dry mass, and electrical conductivity; these being carried out after harvesting and processing and in pre-sowing of the subsequent crop. In the 2021/22 crop year, the seed lots tested were sown in the field, evaluating, at the end of the cycle of grain areas, plant height and insertion of the first pod, number of pods and grains per plant, mass thousand grains and productivity. The experimental design used in the laboratory was completely randomized, with four replications, and in the field, the design was randomized blocks, with three replications. Seeds produced in environments favorable to soybean cultivation have better physiological quality, which also varies depending on the cultivar. Under conditions of severe stress, such as water deficit, associated with high ambient temperatures, seeds generated in less than adequate conditions can transfer the character of greater tolerance to the plants, conferring greater relative grain productivity.

Keywords: Seed vigor; grain productivity; soil fertility.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Gráfico 1 - Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C) e precipitação acumulada (mm) durante a safra 2020/21 .....</b>	<b>31</b>
<b>Gráfico 2 - Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C) e precipitação acumulada (mm) durante a safra 2021/22 .....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1. Resumo da Análise de Variância dos parâmetros de qualidade de sementes (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; CPA comprimento da parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; MSPA- massa seca da parte aérea; MSR- massa seca da raiz; MST- massa seca total; CPA- comprimento de parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função da origem das sementes.....27**

**Tabela 2. Dados médios dos parâmetros (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; CR- comprimento de raiz; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) de qualidade de sementes das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função da interação entre origem das sementes e cultivares. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade.....28**

**Tabela 3. Dados médios dos parâmetros (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; CPA comprimento da parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; MSPA- massa seca da parte aérea; MST- massa seca total; CPA- comprimento de parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) de qualidade de sementes das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função das cultivares .....30**

**Tabela 4. Dados médios dos parâmetros (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; MSPA- massa seca da parte aérea; MSR- massa seca da raiz; MST- massa seca total; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) de qualidade de sementes das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função da origem das sementes. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade .....31**

**Tabela 5. Resumo da Análise de Variância dos componentes de rendimento (AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® semeadas em área de maior fertilidade, a partir de sementes de diferentes origens .....33**

**Tabela 6. Dados médios dos componentes de rendimento AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas de 60 kg por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO®, semeadas em área de maior fertilidade, e de sua interação com a origem das sementes. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade .....34**



**Tabela 7. Resumo da Análise de Variância dos componentes de rendimento AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® semeadas em área de menor fertilidade, a partir de sementes de diferentes origens .....37**

**Tabela 8. Dados médios dos componentes de rendimento AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO®, semeadas em área de menor fertilidade, e de sua interação com a origem das sementes. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade .....38**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Altura da planta
B.O.D.	Biological Oxygen Demand
CFA	Clima subtropical úmido mesotérmico
Cm	Centímetros
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CPA1	Comprimento da Parte Aérea pós beneficiamento das sementes
CPA2	Comprimento da Parte Aérea pré-semeadura da soja
CR1	Comprimento da raiz pós beneficiamento das sementes
CR2	Comprimento da raiz pré-semeadura da soja
CT1	Comprimento total pós beneficiamento das sementes
CT2	Comprimento total pré-semeadura da soja
EA	Envelhecimento acelerado
EA1	Envelhecimento acelerado pós beneficiamento das sementes
EA2	Envelhecimento acelerado pré-semeadura da soja
EUR	eficiência do uso da radiação
FBN	Fixação biológica do nitrogênio
G1	Germinação pós beneficiamento das sementes
G2	Germinação após 2 meses de armazenamento
ha <sup>-1</sup>	Hectare
IAF	Índice de área foliar
IAPAR	Instituto Agrônomo do Paraná
IPL	Inserção do primeiro legume
IVE	Índice de velocidade de emergência
IVE1	Índice de Velocidade de Emergência pós beneficiamento das sementes
IVE2	Índice de Velocidade de Emergência pré-semeadura da soja
kg	Quilo
K <sub>2</sub> O	Óxido de potássio
spp	Espécies
MMG	massa de mil grãos
MSPA1	Massa seca da parte aérea pós beneficiamento das sementes
MSPA2	Massa seca da parte aérea pré-semeadura da soja
MSR1	Massa seca da raiz pós beneficiamento das sementes
MSR2	Massa seca da raiz pré-semeadura da soja
MST1	Massa seca total pós beneficiamento das sementes;
MST2	Massa seca total pré-semeadura da soja
NGL	Número de grãos por legume
NGP	Número de grãos por planta
NLP	Número de legumes por planta
PROD	Produtividade
RAS	Regras de Análises de Sementes
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
L	Litro
mL	Mililitro
mm	Milímetro
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
N	Nitrogênio
P	Fósforo
°	Graus
'	Minutos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Qualidade de sementes de soja.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Ambientes de produção de sementes de soja.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Memória transgeracional em sementes .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4 Parâmetros fisiológicos e morfológicos de plantas geradas a partir de sementes produzidas em ambientes contrastantes para fertilidade .....</b>	<b>21</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Localização e caracterização da área experimental.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Obtenção das sementes e testes realizados.....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.23</b>
<b>4.3 Condução do experimento a campo .....</b>	<b>24</b>
4.3.1 Componentes de rendimento .....	25
4.3.2 Massa de mil grãos (mmg) .....	25
4.3.3 Produtividade .....	25
4.3.4 Delineamento experimental.....	25
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1 Qualidade de sementes.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Componentes de rendimento e produtividade de grãos .....</b>	<b>31</b>
5.2.1 Produtividade de grãos em área de maior fertilidade.....	32
5.2.2 Produtividade de grãos em área de menor fertilidade.....	36
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal oleaginosa produzida e consumida mundialmente. A partir da década de 70, no Brasil, a produção passou a ter grande relevância para o agronegócio, com aumento das áreas cultivadas e pelo incremento da produtividade por meio de novas tecnologias (SEDIYAMA et al., 2009).

Atualmente, o país é o maior produtor do grão, com uma estimativa de produção, na safra 2022/23, de 153 milhões de toneladas, 15% superior à obtida na safra 2021/22 (CONAB, 2022).

A cultura é uma *commodity* global e muito afetada por fatores bióticos e abióticos (GOLDEWIJK et al., 2017) e, por isso, a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica é essencial para o sucesso da produção dessa cultura. Sementes com boa qualidade são o principal insumo para a agricultura (LOW, 2015), por serem responsáveis pelo estabelecimento do estande adequado para alcançar alta produtividade (MATEUS et al., 2016).

O vigor é um importante aspecto da qualidade fisiológica (CRUSCIOL et al., 2015), por ser responsável pela resiliência da semente (FOLEY et al., 2011). Sementes vigorosas têm melhor desempenho sob condições adversas para sua germinação e comparação às de menor vigor (LOW, 2015; MATEUS et al., 2016; CAMPOS et al., 2022).

Devido à grande importância socioeconômica da cultura, é necessário buscar melhorias para aprimorar a produção. No entanto, a expressão fenotípica é influenciada por alguns fatores e, por isso, o aumento de produtividade tem sido buscado pelo aprimoramento de tecnologias para manejo da cultura e por meio do desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas e produtivas, nos ambientes contrastantes de cultivo nas diversas regiões (BORGES, 2018).

Para desenvolver cultivares de soja amplamente adaptadas às regiões de cultivo, a sensibilidade diferencial das linhagens frente aos ambientes são avaliadas (SILVA; DUARTE, 2006; PELÚZIO et al., 2008), sendo um desafio adicional aos melhoristas no que diz respeito ao posicionamento no mercado de novas cultivares, na medida em que impacta diretamente a recomendação assertiva (BORGES, 2018), especialmente por haver ambientes contrastantes no país, sendo primordial o

conhecimento de cada material, bem como o solo e condições climáticas da região onde serão depositadas as sementes.

Sementes de baixa qualidade podem comprometer o estande, acarretando a necessidade de ressemeadura em determinadas situações, o que aumenta o custo de produção, além de riscos inerentes ao comprometimento da produtividade, como troca de cultivar, época de semeadura, eficiência e fitotoxidez de herbicidas, perdas de fertilizantes, dentre outros (KRZYŻANOWSKI et al., 2018).

A origem das sementes pode afetar diretamente as suas qualidades. De acordo com as condições dos locais onde foram produzidas, estas podem apresentar um alto padrão de qualidade, ou não.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a influência do ambiente de produção na qualidade fisiológica das sementes geradas e em seu potencial produtivo, a campo, na safra seguinte.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar a influência dos ambientes de maior e menor fertilidade na qualidade das sementes geradas e submetidas ao armazenamento em condição ambiente;

Avaliar a capacidade das sementes produzidas, nos diferentes ambientes contrastantes, em gerar uma lavoura de grãos produtiva, na safra subsequente.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Qualidade de sementes de soja**

A semente da soja difere do grão por ser produzida com a finalidade de semeadura, exigindo condições especiais. O crescimento e desenvolvimento do embrião e da plântula dependem de compostos para o controle do metabolismo (ELIAS et al., 2012; TAIZ; ZEIGER, 2017).

No entanto, as sementes estão constantemente expostas aos fatores bióticos e abióticos do campo, que podem prejudicar sua qualidade, como a temperatura, umidade relativa do ar, escassez hídrica, deficiência nutricional, compactação do solo e ataque de pragas e patógenos (PESKE; BARROS; SCHUCH, 2012), além das condições inadequadas durante e após a colheita, beneficiamento e armazenamento.

Os atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos são responsáveis pelo desenvolvimento da semente e responsáveis por garantir níveis de produção elevados (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING 2018). O lote de sementes que apresenta limitações em, pelo menos, um desses atributos, pode afetar diretamente a produtividade da lavoura.

A semente de soja de alta qualidade precisa ter vigor superior a 75%, germinação superior a 80%, condições sanitárias e qualidade para implantação da cultura no campo (SEDIYAMA et al., 2013).

Os atributos genéticos estão relacionados com a pureza varietal, que permite que a semente expresse fatores agronômicos como o ciclo, produtividade, resistência a pragas e doenças, qualidades organolépticas e de semente (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING 2018).

Os atributos físicos correspondem à pureza física, ou seja, presença de outros materiais e/ou sementes que não a da espécie em questão, como materiais inertes, que podem disseminar inóculo de patógenos ou sementes de plantas daninhas, que geram riscos de competição interespecífica por recursos. Outros aspectos relacionados à qualidade física são umidade, teor de água, danos mecânicos, massa de mil sementes, aparência e peso volumétrico (LIMBERGER et al., 2015).

A qualidade física da semente é a que garante um bom desenvolvimento a campo, no que se refere à germinação e emergência de plântula, e



conseqüentemente, potencializa altos níveis de produtividade (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING 2018).

O atributo sanitário diz respeito às sementes sadias e livres de patógenos, os quais podem afetar negativamente a qualidade fisiológica destas, e conseqüentemente, a sanidade da lavoura de soja (SHUANB et al., 2006). As sementes servem como meio de disseminação de fitopatógenos como vírus, nematoides, bactérias e fungos, por serem transportadas para diferentes regiões e distribuídas na lavoura. Além disso, o atributo sanitário está relacionado à incidência de insetos que atacam as sementes, como percevejos (LIMBERGER et al., 2015).

Por fim, os atributos fisiológicos são responsáveis pelas funções vitais das sementes, como o metabolismo que expressa o potencial produtivo (SCHMITZ, 2021). Três principais aspectos são importantes na fisiologia da semente: a dormência, a germinação e o vigor. A dormência é uma estratégia que foi desenvolvida por algumas espécies para sobrevivência em períodos desfavoráveis para germinação.

A germinação é definida como “a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade de dar origem a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis” (PESKE et al., 2012, LIMBERGER et al., 2015). Peske et al. (2012) afirmam que o vigor de sementes é a somatória dos atributos da semente, os quais permitem ter como resultado um estande de plantas satisfatório sob condições de campo favoráveis e/ ou desfavoráveis.

As plantas de soja estão frequentemente sendo influenciadas por diversos fatores bióticos e abióticos, como condições do solo e nutrição, fertilidade, adubação foliar com micronutrientes, períodos de seca, excesso de chuvas, temperaturas extremas, umidade relativa variável, o que favorece o aparecimento de sementes com altos índices de deterioração (FRANÇA-NETO et al., 2007; MILANI et al., 2010; VEIGA et al., 2010; MATTIONI et al., 2012; ALVES et al., 2015).

A qualidade fisiológica das sementes de soja é fortemente influenciada pelo genótipo e, por isso, programas de melhoramento genético têm tentado desenvolver materiais com resistência (COSTA et al., 2001). No entanto, o atraso da colheita, após a maturidade fisiológica, pode causar reduções de germinação e vigor das sementes e, conseqüentemente, as sementes terão baixa qualidade (MINUZZI et al., 2010).

O uso de sementes de baixa qualidade fisiológica reduz a percentagem de germinação, aumenta o número de plântulas anormais e, conseqüentemente, há redução no vigor destas (TOLEDO et al., 2009). Em contrapartida, sementes com alta qualidade fisiológica conseguem se destacar mesmo sob condições ambientais desfavoráveis e estressantes (SCHEEREN et al., 2010).

O potencial fisiológico da semente está diretamente relacionado com o estabelecimento do estande, garantindo a população desejada por área, que é um dos principais componentes de produtividade da soja (MOHAMMADI et al., 2012).

Em relação à compactação, assoreamento do sulco de semeadura, profundidade de semeadura, baixas temperaturas, ataque de patógenos, estiagens após a semeadura e baixa fertilidade, França Neto e Krzyzanowski (2018) destacam estes como alguns exemplos de situações estressantes às sementes. Além disso, os autores afirmaram que sementes de alto vigor podem se sobressair nestas condições, sem reduzirem significativamente seu desempenho fisiológico.

Os atributos fisiológicos são avaliados por testes laboratoriais, que permitem a tomada de decisão a respeito da utilização ou não de lotes de sementes, bem como o desempenho deles. Assim, a qualidade das sementes garante um estande adequado e plantas vigorosas (FRANÇA-NETO, 2016). Por isso, o controle de qualidade é essencial dentro da cadeia produtiva de soja, visando o desenvolvimento da cultura e alta produtividade de grãos.

Para isso, a tecnologia de sementes conjuga conhecimentos técnicos e científicos para a produção e utilização de sementes de alta qualidade, sendo uma ferramenta necessárias para a agricultura (DOS SANTOS et al., 2014).

### **3.2. Ambientes de produção de sementes de soja**

O aumento da produção e da capacidade produtiva da soja se deve aos avanços científicos e às tecnologias, como a utilização de fertilizantes (SUZANA et al., 2012) e a produção de sementes de alta qualidade (PESKE et al., 2012). Aumentos sucessivos na produtividade da cultura requerem maior disponibilidade de nutrientes às plantas; por isso, a busca de fontes alternativas para o fornecimento de nutrientes e de solos férteis é de grande importância (STAUT, 2006).

A disponibilidade de nutrientes tem influência na formação do eixo embrionário e dos cotilédones, contribuindo positivamente para a qualidade

fisiológica (TEIXEIRA et al., 2005) e, por isso, para produzir sementes é primordial uma adubação adequada (DELOUCHE, 1981).

De acordo com Maeda; Mascarenhas (1984), as sementes de soja provenientes de plantas cultivadas em solos com fertilidade e manejo nutricional considerados adequados, possuem taxa de germinação maior e alto vigor, quando comparadas às de plantas cultivadas em solos que apresentam deficiências nutricionais, principalmente de micronutrientes.

Segundo Silva (2002), durante a semeadura, o condicionamento físico do solo ao redor das sementes é de extrema importância para um bom desenvolvimento inicial, garantindo um estande adequado. Dentre os fatores que são primordiais no ambiente do solo, a temperatura, umidade e aeração são essenciais para uma boa germinação (NABI et al., 2000).

Para que a semente germinada consiga se desenvolver para uma plântula, a resistência mecânica do solo à penetração é um fator importante e está diretamente relacionada pelo estado de compactação do solo ao redor da semente (MODOLO et al., 2008). Assim, uma boa cobertura e grau de compactação do solo sobre a semente irão depender do teor de água e profundidade de semeadura (SILVA, 2002).

Solos compactados podem apresentar redução do volume de poros, particularmente os macroporos, dificultando a infiltração de água e alterando sua estrutura. O crescimento e desenvolvimento de raízes das plantas são prejudicados pela compactação, pois há dificuldade em absorção de água e nutrientes do solo pela planta. Além disso, solos compactados têm alteração na quantidade de oxigênio, o que prejudica o desenvolvimento na rizosfera (BEULTER; CENTURION, 2004).

Cardoso et al. (2006) relataram redução do volume de raízes da soja em solos compactados. Os resultados obtidos pelos autores demonstraram que, com o aumento da resistência à penetração, há redução do volume do sistema radicular da planta.

Em trabalho realizado por Beulter & Centurion (2004), os autores destacaram que a compactação afeta diretamente a produtividade da soja, pois observaram que valores de resistência do solo à penetração superiores a 0,85 MPa já impactava em redução da produtividade da soja. Dalchiavon et al. (2011) obtiveram resultados

semelhantes, indicando a interferência da compactação do solo na produtividade da soja.

Assim, a produção de sementes exige um sistema otimizado e produtivo, com insumos de qualidade, e preferencialmente, com o uso de solos naturalmente férteis (PESKE et al., 2012).

Como as sementes de soja são sensíveis aos fatores ambientais, a região de cultivo pode determinar a qualidade fisiológica da semente, de acordo com as condições de umidade e temperatura durante a maturação das plantas (COSTA et al., 2003; 2005). Essas variações ambientais também proporcionam interações diferenciadas entre cultivares e ambientes de cultivo (LIMA et al., 2008; MARQUES et al., 2011; MEOTTI et al., 2012).

Devido à ampla diversidade climática das diferentes regiões de cultivo de soja no país, além das diversas cultivares com diferentes graus de sensibilidade aos fatores ambientais que são comercializadas, é necessário avaliar o potencial fisiológico de sementes produzidas em locais com diferentes condições edafoclimáticas (GOMES et al., 2012).

### **3.3 Memória transgeracional em sementes**

Sementes de soja de diferentes cultivares possuem variabilidade na composição química, assim como as sementes de cultivares produzidas sob campos de produção contrastantes, tendo reflexos no potencial fisiológico. Com isso, a composição química da semente pode influenciar a disponibilidade de compostos necessários para o embrião, afetando o processo germinativo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Obter sementes de alta qualidade é difícil na maioria das regiões produtoras do Brasil, mas existem locais de cultivo tradicionais que produzem sementes com ótimo potencial fisiológico, como o sul do Paraná e o Rio Grande do Sul.

Estudos mostram que a região sul do Paraná é capaz de produzir sementes com germinação e vigor melhores do que as regiões norte e oeste (COSTA, et al., 2003; COSTA et al., 2005a; TEÓFILO; DUTRA; DIAS, 2007) e essa variabilidade diz respeito às diferentes condições ambientais, tipos de solo e fertilidade e, por isso, a escolha dos campos de produção e um manejo adequado são essenciais para um produto adequado.

A interação planta-ambiente é o que conduz suas respostas fisiológicas e morfológicas sob variações ambientais, e a percepção e reação aos estresses promove alterações de fenótipo, que é chamada de plasticidade fenotípica (MATESANZ, GIANOLI, VALLADARES, 2010; VALLADARES et al., 2006).

Assim, as plantas são capazes de aclimatar-se perante alguma perturbação abiótica (BRUCE et al., 2007; LAMBERS et al., 2008), devido a sua plasticidade fenotípica (AUBIN-HORTH; RENN, 2009), que pode lhe dar a condição de ter respostas rápidas visando proteção.

A plasticidade fenotípica atrai grande atenção dos pesquisadores, devido à importância dessa característica, que não pertence somente aos indivíduos adaptados, mas, também, pela transmissão às próximas gerações (GENG; GAO; YANG, 2013).

Possíveis respostas das plantas à exposição futura a um mesmo estresse podem ser observadas, uma vez que, estas podem se tornar mais resistentes em função de uma aquisição de “memória”, denominada “*priming*” (CRISP et al., 2016; RAMÍREZ et al., 2015). Este fenômeno pode induzir respostas de memória que persistem por sucessivas gerações (CHINNUSAMY; ZHU, 2009) e envolve diversas alterações transcricionais, pós-transcricionais e/ou por mecanismos epigenéticos, e podem ocorrer em qualquer estágio fenológico da planta (RAMÍREZ et al., 2015).

Walter et al. (2011) relataram aumento da fotoproteção em *Arrhenatherum elatius* ao fazerem uma reincidência de déficit hídrico. Ye; Gressel. (2000) observaram, em *Conyza bonariensis*, previamente estressada com um herbicida específico, maior tolerância ao estresse oxidativo.

Sementes, após um período de estresse, podem ser capazes de guardar na memória este evento, e assim, responder ao estresse no estado de planta. Trabalhos mostram que sementes de *Cucumis melo* L., condicionadas em soluções osmóticas, tiveram a germinação acelerada e originaram plântulas com raiz e parte aérea maiores comparadas às sementes não condicionadas; em sementes de *Glycine max* (L.) Merr., o pré-tratamento com soluções polietilenoglicol (PEG) condicionaram um estabelecimento mais rápido das plântulas; em sementes de *Nicotiana tabacum* L. pré-tratadas com putrescina obtiveram maior tolerância à temperaturas baixas (XU et al., 2011); e, sementes de *Triticum aestivum* L. pré-tratadas com solução salina, apresentaram maior tolerância à salinidade durante todo o período de crescimento (IQBAL; ASHRAF, 2007).

Assim, para se produzir uma semente de soja de alta qualidade, é essencial um investimento em tecnologias de produção, principalmente quando ela ocorre em regiões tropicais. Além disso, a escolha de campos de produção com solos férteis, baixa compactação, condições ambientais favoráveis, época de semeadura apropriadas, manejo de pragas e doenças, adubação e um sistema de controle de qualidade eficaz devem estar associados nas etapas do sistema de produção, visando assegurar que a semente comercializada tenha elevada qualidade, conforme demandado pelo setor produtivo (FRANÇA NETO et al., 2010).

### **3.4 Parâmetros fisiológicos e morfológicos de plantas geradas a partir de sementes produzidas em ambientes contrastantes para fertilidade**

Para a produção de soja é importante que haja um aparato nutricional que garanta um bom desenvolvimento e alta produtividade, sendo necessários nutrientes e água durante o ciclo da cultura. Além disso, a fertilidade dos solos equilibrada, com disponibilidade de macro e micronutrientes suficientes para atender a demanda de altas produtividades, é indispensável (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

A capacidade produtiva do solo não depende apenas da fertilidade, mas também da comunidade microbiana (FRAGOSO; ROJAS; BROWN, 1999), principalmente para culturas dependentes de associações simbióticas, como a soja (ZIMMER et al., 2020).

A avaliação do ecossistema em que se produz a cultura é essencial, uma vez que o acúmulo de matéria seca, que é um dos responsáveis pela produtividade, depende da assimilação de nutrientes ao longo do ciclo da cultura, tendo aumento até a fase final de produção (GONÇALVES et al., 2012).

Além de fatores climáticos, como temperatura, umidade e fotoperíodo, a época de semeadura, cultivar, densidade de plantas e uniformidade do estande, podem afetar diretamente os resultados nos rendimentos das plantas de soja (GARCIA et al., 2007).

A qualidade das sementes tem influência no resultado, visto que, plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam maior índice de área foliar, produção de matéria seca, capacidade de tolerância às condições de cultivo e maior produtividade (SCHEEREN et al., 2010).

Testes para análise fisiológica das sementes são utilizados para estimar a capacidade do lote desenvolver suas funções vitais após a semeadura. Assim, as

informações sobre a germinação e o vigor permite a comparação entre os lotes de sementes e a probabilidade de sucesso em campo. Após a semeadura, avalia-se a manifestação do potencial identificado em laboratório e a eficiência dos métodos usados (MARCOS FILHO, 2011).

O teste de envelhecimento acelerado avalia o grau de tolerância das sementes à elevada umidade relativa e temperatura (acima de 40°C), e amostras de maior vigor tendem a ter germinação superior (MARCOS FILHO, 2011).

Já o teste de emergência de plântulas, conduzido na época correta de semeadura da cultura, indica a capacidade do lote em estabelecer-se no campo, e permite o cálculo da quantidade de sementes necessária para obtenção de estande desejável, considerando que sementes que têm maior vigor, possuem maior percentual de emergência (NAKAGAWA, 1994; BONETTI et al., 2018).

Testes de vigor das sementes são importantes para avaliar a capacidade de emergência das plantas, dando respostas de diversos ambientes e estabelecimento de lavouras uniformes a partir de diferentes genótipos (SMIDERLE et al., 2019). Assim, testes como o de condutividade elétrica permitem avaliar o vigor das sementes, pela avaliação indireta da integridade dos sistemas de membranas celulares (SMIDERLE et al. 2016).

Além dos testes em sementes, as diferentes densidades de plantas de soja influenciam a arquitetura das plantas e o número de vagens por planta, mas pouco varia a produtividade (PROCÓPIO et al. 2013, BALBINOT JUNIOR et al. 2015 a, b), graças à plasticidade fenotípica da cultura, que consegue alterar a sua morfologia e os componentes do rendimento (COX; CHERNEY 2011).

As variações morfofisiológicas da parte aérea das plantas de soja, em função da densidade populacional, são bem elucidadas na literatura, mas as alterações no crescimento e distribuição de raízes no solo, não (BALBINOT JUNIOR et al., 2018).

A plasticidade fenotípica de raízes, quanto ao ambiente de cultivo, tem grande importância, em razão do impacto que essa variável pode apresentar sobre a produção de soja (POSTMA et al., 2014).

A avaliação do sistema radicular das culturas pode facilitar o entendimento da interação solo-planta-atmosfera, ajudando na definição de práticas de manejo que visem aumentar a exploração do solo pelas raízes em busca de água e nutrientes (BORDIN et al. 2008, FAN et al. 2016), o que pode resultar em incrementos de produtividade (WHITE; KIRKEGAARD 2010).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Localização e caracterização da área experimental**

O experimento foi realizado na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, junto à Unidade de Ensino e Pesquisa de Culturas Anuais, na safra 2021/2022.

O local do ensaio apresenta altitude média de 509 metros, Latitude 25°44'03" e 25°46'05" Sul e Longitude entre 53°03'01" e 53°03'10" W. A classificação do solo é Latossolo Vermelho Distroférico típico (OLIVEIRA; SARTOR, 2012).

O clima é classificado como CFA – Clima subtropical úmido mesotérmico, sem estação seca definida. A temperatura média anual fica em torno de 20 a 22°C. O verão é quente e as geadas são pouco frequentes no inverno (IAPAR, 2009).

### **4.2 Obtenção das sementes e testes realizados**

Na safra 2020/21, sementes comerciais das cultivares de soja TMG 7062 INOX® IPRO® e NS 6909 IPRO® foram obtidas junto a uma empresa de sementes. Após, metade das sementes de cada material genético foi semeada em área de maior fertilidade e metade em área de menor fertilidade.

O ambiente de menor fertilidade apresentou, na camada de 0 – 10cm, 36,19 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica, 1,64 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo, 195,5 mg/dm<sup>3</sup> de potássio, 4,5 de pH, 4,69% de saturação de alumínio e 48,5% de saturação de bases. O ambiente de maior fertilidade, por sua vez, apresentou, na camada de 0 – 10cm, 26 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica, 21 mg dm<sup>-3</sup> de fósforo, 1.681,3 mg/dm<sup>3</sup> de potássio, 5,3 de pH, zero de alumínio e 59% de saturação de bases.

Na colheita, as sementes obtidas de cada cultivar, para cada área de produção, foram beneficiadas e padronizadas para o tamanho 6 mm, por meio da utilização de peneiras para classificação de grãos/sementes. As sementes que passaram pela peneira 7,0mm e ficaram retidas na peneira 6,0mm foram selecionadas para o ensaio.

Imediatamente após esse processo, parte das sementes de cada lote foi submetida a diferentes testes para avaliar sua qualidade fisiológica, a saber: germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca de plântula, que foram determinadas



conforme recomendações das Regas de Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) e adaptado de Nakagawa (1999).

Seis meses após o armazenamento das sementes de cada lote, em condição ambiente de Dois Vizinhos/PR, junto ao Laboratório de Culturas Anuais, em pré-semeadura, procedeu-se à realização dos mesmos testes para avaliar, novamente, a qualidade das sementes.

### 4.3 Condução do experimento em campo

No dia 13 de outubro de 2021 (safra 21/22), os lotes das sementes produzidas na safra 20/21 (2 cultivares x 2 locais de produção de sementes) foram implantados nos dois locais utilizados para a produção de sementes (área de maior fertilidade e área de menor fertilidade), na safra anterior, visando, agora, avaliar o desempenho destas sementes na produtividade de uma lavoura para grãos.

Cerca de 15 dias antes da semeadura, foi realizada a dessecação da área com um pulverizador tratorizado, utilizando o herbicida glifosato ( $3 \text{ L ha}^{-1}$ ), sendo aveia branca a cultura antecessora.

A adubação de base constou de 330 e 250  $\text{kg ha}^{-1}$  do formulado NPK 02-20-20, na área de maior e de menor fertilidade, respectivamente, buscando gerar um contraste maior entre as áreas além de suas características físico-químicas.

Realizou-se o tratamento das sementes com produto comercial à base de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil, além da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium japonicum*, a fim de favorecer a fixação biológica de nitrogênio (FBN), ambos na dose de 2  $\text{mL Kg}^{-1}$  de sementes.

Para o controle de pragas na fase vegetativa, com base no monitoramento, foi utilizado inseticidas do grupo dos Piretróides, para o controle de vaquinha (*Diabrotica speciosa*) juntamente com o herbicida glifosato para controle de plantas daninhas.

Na fase reprodutiva os inseticidas que foram utilizados foram a base de Piretróide + Neonicotinóide para o controle de percevejos. Juntamente com a aplicação dos inseticidas foi realizado o controle preventivo de doenças usando produtos à base de Trifloxistrobina + Protioconazole e pirazol carboxamida + adjuvante.

#### 4.3.1 Componentes de rendimento

Foram selecionadas 5 plantas por parcela para avaliação dos componentes de rendimento, sendo avaliadas nestas as variáveis: altura da planta e altura de inserção da primeira vagem (cm), número de vagens, número de sementes por planta e número de sementes por vagem.

#### 4.3.3 Massa de mil grãos (MMG)

A avaliação foi realizada a partir de uma amostra de grãos de cada repetição dos tratamentos testados, contando-se oito repetições de 100 grãos. Na sequência o determinou-se o grau de umidade das sementes e em seguida as repetições foram pesadas.

#### 4.3.2 Produtividade

Quando cada material atingiu a maturação, realizou-se a colheita da área útil, composta por uma área de 2 metros com 3 linhas, espaçadas por 0,45m, totalizando uma área de 2,7 m<sup>2</sup>. Em seguida foi realizada a limpeza do material para a remoção de impurezas, pesagem, determinação de umidade e correção de umidade para 12%. Os valores obtidos com a pesagem foram extrapolados para sacos ha<sup>-1</sup>.

#### 4.3.4 Delineamento experimental e Análise estatística

O delineamento experimental adotado em laboratório foi o inteiramente casualizado. Em campo, adotou-se o delineamento de blocos ao acaso. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguida de comparação de médias por Scott Knott, a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Qualidade de sementes

A análise de variância indicou, para os testes de laboratório, interação entre os fatores (cultivares x origem das sementes) para as variáveis germinação pré-semeadura (G2), envelhecimento acelerado pré-semeadura (EA2), comprimento de raiz pós-colheita (CR1) e condutividade elétrica das sementes em pré-semeadura (CE2) (Tabela 1).

**Tabela 1. Resumo da Análise de Variância dos parâmetros de qualidade de sementes (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; CPA comprimento da parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; MSPA- massa seca da parte aérea; MSR- massa seca da raiz; MST- massa seca total; CPA- comprimento de parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função da origem das sementes.**

FV	GL	Quadrado médio				
		G1	G2	EA1	EA2	CPA1
Rep	4	8,42188	4,92188	28,04688	4,625	1,60177
Origem	1	144,45313**	290,70313**	131,32813*	405,0**	0,00812ns
Cultivares	1	172,57813**	106,95313**	172,57813*	5,0ns	18,27623*
O x C	1	0,07813ns	106,9531**	85,07813ns	405,0**	0,00601ns
Resíduo	12	12,33854	4,71354	25,88021	2,125	2,09175
CV (%)		4,07	2,60	7,43	2,83	11,96
FV	GL	Quadrado médio				
		CR1	CT1	MSPA1	MSR1	MST1
Rep	4	1,73138	6,28924	0,01428	0,00108	0,02282
Origem	1	13,21631**	12,56933ns	0,07081**	0,04536**	0,22951**
Cultivares	1	83,96267**	180,5848**	0,03281*	0,00185ns	0,05025**
O x C	1	6,30846*	5,92507ns	0,00008ns	0,00045ns	0,00017ns
Resíduo	12	1,23001	4,22549	0,00383	0,00075	0,00503
CV (%)		7,61	7,71	12,69	12,61	10,06
FV	GL	Quadrado médio				
		CPA2	CR2	CT2	MSPA2	MSR2
Rep	4	2,6528	2,38071	6,34042	0,00652	0,00305
Origem	1	1,15194ns	,08607ns	1,86776ns	0,00439ns	0,00392ns
Cultivares	1	52,77473**	83,80899**	269,59497**	0,00044ns	0,00872ns
O x C	1	,94619ns	6,78426ns	12,79768ns	0,01993ns	0,00319ns
Resíduo	12	1,37924	2,30028	6,07327	0,00944	0,00263
CV (%)		11,23	12,99	11,14	19,43	23,10
FV	GL	Quadrado médio				
		MST2	CE1	CE2		
Rep	4	0,01755	0,00111	0,00171		
Origem	1	0,0166ns	0,01726**	0,17988**		
Cultivares	1	0,00524ns	0,02363**	0,04073**		
O x C	1	0,03906ns	0,00007ns	0,0118*		
Resíduo	12	0,02161	0,00013	0,00184		
CV (%)		20,33	1,96	6,46		

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo Teste F. \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F. ns – não significativo. Fonte: autoria própria (2023).

Houve significância, para cada fator isolado, em relação às variáveis germinação (G1), envelhecimento acelerado (EA1), massa seca de parte aérea (MSPA1), massa seca de raiz (MSR1), massa seca total de plântula (MST1) e condutividade elétrica das sementes (CE1) (Tabela 1).

No fator cultivares, ocorreu significância para o comprimento de parte aérea (CP2), comprimento de raiz (CR2) e comprimento total (CT2). Não se observou interação ou significância isolada para cada fator para as variáveis massa seca de parte aérea (MSPA2), massa seca de raiz (MSR2) e massa seca total (MST2).

Esses resultados mostram que, de forma geral, houve resposta, combinada ou isolada para os fatores avaliados, para a maior parte dos testes, pós-colheita (1) bem como após o armazenamento ou pré-semeadura (2), indicando influência destes nos parâmetros fisiológicos das sementes.

Nos parâmetros de qualidade de sementes das cultivares, em função da interação entre os fatores, foi observado que, para a germinação pré-semeadura (G2), a cultivar 7062 apresentou maior valor em comparação a 6909 nas sementes provenientes da área de maior fertilidade.

**Tabela 2. Dados médios dos parâmetros (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; CR- comprimento de raiz; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) de qualidade de sementes das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função da interação entre origem das sementes e cultivares. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade.**

Origem	G2		EA2		CR1		CE2	
	6909	7062	6909	7062	6909	7062	6909	7062
AF	83 Ba*	92 Aa	52 Ba	60 Aa	13,9 Ba	16,9 Aa	0,55 Ab	0,59 Ab
BF	80 Ab	80 Ab	52 Aa	42 Bb	11,2 Bb	16,4 Aa	0,69 Ba	0,83 Aa

\*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autoria própria (2023).

Em relação às sementes oriundas da área de menor fertilidade, não foi constatada diferença para G2. Quando comparada a origem das sementes, para essa mesma variável, em ambas as cultivares, as sementes geradas na área de maior fertilidade apresentaram maior germinação (Tabela 2).

De maneira semelhante aos resultados encontrados no presente estudo, em pesquisa realizada por Mattioni et al. (2013), observou-se que, solos com maior teor de Ca e de CTC efetiva impactam positivamente na germinação de sementes de soja, e a saturação por alumínio age negativamente no vigor.

A porcentagem de germinação das sementes (G2) provenientes da área de menor fertilidade do solo ficaram no limite mínimo exigido por lei (IN MAPA 45/2013),

para comercialização de sementes (SEDIYAMA et al., 2013) e isso pode estar relacionado com a fertilidade dos solos usados para a semeadura, bem como com as condições ambientais da região.

Quanto ao vigor, evidenciado pelo EA 2, houve inversão de respostas entre as cultivares no comparativo isolado do fator origem das sementes. Para a 6909 não houve diferença de vigor em função da procedência. Para a 7062, as sementes originadas na área de maior fertilidade foram superiores (Tabela 2).

Isso indica uma possível característica genética, diante da resposta diferencial entre as cultivares. Nesse caso, para a 7062, esses resultados podem ter ocorrido em função desse material ser mais exigente quanto ao ambiente de produção de suas sementes.

Marin et al. (2015) observaram que a adubação fosfatada tem efeito positivo na produção de sementes com maior vigor, contribuindo para o aumento da concentração, nestas, de fósforo, zinco e ferro, principalmente. Assim, solos mais férteis tendem a gerar sementes mais bem nutridas e com maior vigor.

O crescimento radicular é influenciado pelo manejo do solo e, por isso, sua avaliação é importante para o desenvolvimento de práticas agrícolas que visam o incremento de produtividade (FANTE JUNIOR et al., 1994; PIVETTA et al., 2011).

Os resultados de comprimento radicular (CR1) diferiram em função da origem das sementes para a cultivar 6909, que obteve maior valor quando estas foram produzidas na área de maior fertilidade. Petter et al. (2014) também observaram maior crescimento radicular da soja quando cultivada em solo com maior concentração de K.

A cultivar 7062 não diferiu entre os locais de origem das sementes na variável CR1 (Tabela 2). Quando comparadas as cultivares, para cada local de origem das sementes, em ambos, a cultivar 7062 apresentou maior CR1. Por apresentar maior tamanho de raiz, pode ser que essa cultivar tenha menor sensibilidade quanto à fertilidade do solo na expressão dessa variável resposta, ao menos na fase inicial de sua expansão radicular. Em sementes em que esse crescimento inicial não é tão vigoroso, as variações de solo podem ser mais impactantes, como observado para a cultivar 6909.

A condutividade elétrica das sementes em pré-semeadura (CE2) foi menor em ambas as cultivares cuja produção se deu na área de maior fertilidade. Para cada local de produção das sementes, não houve diferença entre os genótipos na

área de maior fertilidade. Na área de menor fertilidade, as sementes da cultivar 7062 apresentaram maior lixiviação de solutos para o meio (Tabela 2).

O teste de condutividade elétrica visa avaliar o vigor das sementes, a partir da integridade das membranas celulares por meio da quantificação de lixiviados perdidos (SMIDERLE et al. 2016). Quanto maior o valor de lixiviados perdidos para o exterior das células, maior o número de plântulas com baixo vigor (SMIDERLE et al., 2017). Estas constatações vêm de encontro com os resultados do presente estudo, em que, no ambiente de menor fertilidade, ambas as cultivares apresentaram maiores valores de lixiviados, fato possivelmente associado ao menor potencial de desenvolvimento de uma lavoura.

A semente exige condições climáticas favoráveis para a sua formação, como fertilidade do solo adequada, sanidade do campo de produção, com controle de pragas, patógenos e plantas daninhas, compatíveis com lavouras de alto desempenho, colheita, beneficiamento e armazenamento sob condições ideais de umidade e temperatura. Na falta de um destes fatores, a qualidade da semente pode ser afetada negativamente (VASCONCELOS et al., 2008; MARCONDES et al., 2010; MENEGHELLO; PESKE, 2013).

Para os parâmetros de qualidade de sementes das cultivares, considerando-se apenas esse fator, a 7062 teve germinação (G1) maior do que a 6909, assim como vigor, indicado pelo EA1, comprimento total (CT1 e CT2) e comprimento da parte aérea CPA2 (Tabela 3).

**Tabela 3. Dados médios dos parâmetros (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; CPA comprimento da parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; MSPA- massa seca da parte aérea; MST- massa seca total; CPA- comprimento de parte aérea; CR- comprimento de raiz; CT- comprimento total; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) de qualidade de sementes das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função das cultivares.**

Cultivar	G1	EA1	CPA1	CT1	MSPA1
6909	84 b*	66 b	11,1 a	23,7 b	0,528 a
7062	90 a	72 a	13,1 a	29,7 a	0,447 b
Cultivar	MST1	CPA2	CR2	CT2	CE1
6909	0,755 a	8,83 b	9,62 b	18,46 b	0,5375 b
7062	0,655 b	12,08 a	13,72 a	25,80 a	0,6062 a

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autoria própria (2023).

Esses resultados mostram melhor desempenho da cultivar 7062 em relação à 6909, diante dos resultados positivos na maior parte dos parâmetros de qualidade das sementes avaliados.

Ao comparar a qualidade de sementes das cultivares NA 5909 RG e NS 6909 IPRO, Carvalho et al. (2020) também observaram padrão de resposta semelhante aos observados neste trabalho. Esta informação vem de encontro com o histórico de produção de sementes relatado por multiplicadores de ambas as cultivares, em que a 6909 é mais exigente (dados não publicados).

Ao analisar o comprimento de plântulas em função do atraso na colheita, Mathias et al. (2017) observaram que a essa variável diminuiu no tratamento em que a colheita foi atrasada em 10 dias, associando o resultado à taxa de deterioração das sementes devido aos fatores climáticos.

No entanto, a cultivar 7062 apresentou menor MSPA1 e MST1 em comparação à cultivar 6909, além de maior CE1 (Tabela 3).

Independentemente da cultivar, a considerar o local de origem das sementes, foi possível constatar que, quando estas foram geradas em local com maior fertilidade do solo, a sua qualidade foi superior, considerando-se todas as variáveis repostas apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4. Dados médios dos parâmetros (G- germinação; EA- envelhecimento acelerado; MSPA- massa seca da parte aérea; MSR- massa seca da raiz; MST- massa seca total; CE- condutividade elétrica; épocas de avaliação: 1- maio; 2- julho) de qualidade de sementes das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® em função da origem das sementes. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade.**

Origem	G1	EA1	MSPA1	MSR1	MST1	CE1
AF	89 a*	71 a	0,547 a	0,265 a	0,812 a	0,5425 b
BF	84 b	66 b	0,428 b	0,170 b	0,598 b	0,6013 a

\*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autoria própria (2023).

A obtenção de sementes de alta qualidade é prioridade do processo de produção, e constitui um desafio para o setor sementeiro, sendo essencial a adoção de técnicas associadas a um programa de controle de qualidade (FRANÇA NETO et al., 2007).

Os resultados encontrados vêm ao encontro dos obtidos por Mondo et al. (2012), que observaram correlação positiva entre os níveis de fertilidade do solo e a qualidade fisiológica de sementes de soja, ao realizarem amostragens de solo em pontos georreferenciados de lavouras para análise da fertilidade do solo e qualidade de sementes, posteriormente.

Ao conduzir um trabalho para avaliar o efeito de doses de fósforo na qualidade fisiológica de sementes de soja, Marin et al. (2015) não constataram

diferenças em doses crescentes de fósforo na germinação, porém, observaram incremento em vigor. Ciliprandi et al. (2019) observaram redução do vigor e do índice de velocidade de emergência ao aumentar o nível de fósforo. Estes ensaios foram realizados em solos contrastantes para física e química, o que pode ter contribuído para esses resultados distintos.

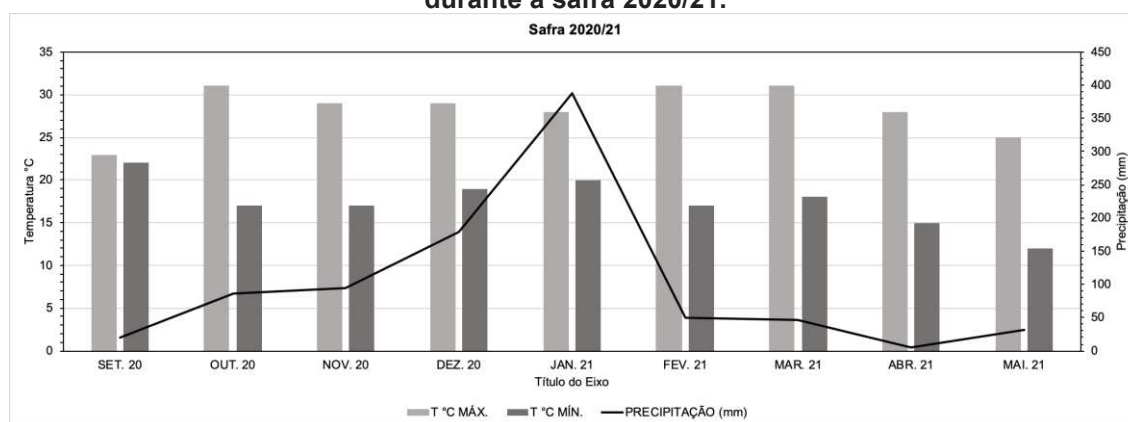
Assim, avaliar a qualidade de sementes, além da germinação e pureza, tem sido uma prática cada vez mais adotada pelo setor, visando entregar uma matéria prima de qualidade elevada, que irá conferir maior desempenho da lavoura de grãos (ANDREOLI et al., 2002; LACERDA, 2007; MENEGHELLO; PESKE, 2013).

## 5.2 Componentes de rendimento e produtividade de grãos

Nos Gráficos 1 e 2 estão apresentados os dados meteorológicos referentes às safras 2020/2021 e 2021/2022. As sementes que compuseram os lotes (duas cultivares e dois locais de produção) foram geradas na safra 20/21 e, a sua utilização para implantação do ensaio de grãos, também nas mesmas áreas, se deu na safra 21/22.

Observando o Gráfico 1, a safra 2020/21 proporcionou condições climáticas compatíveis às exigências da cultura da soja até o mês de janeiro, ocorrendo redução significativa da precipitação pluvial no mês de fevereiro. Neste mês, os componentes de rendimento já se encontravam praticamente definidos, exceto a massa de mil grãos, considerando que a semeadura se deu no mês de outubro.

**Gráfico 1 - Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C) e precipitação acumulada (mm) durante a safra 2020/21.**



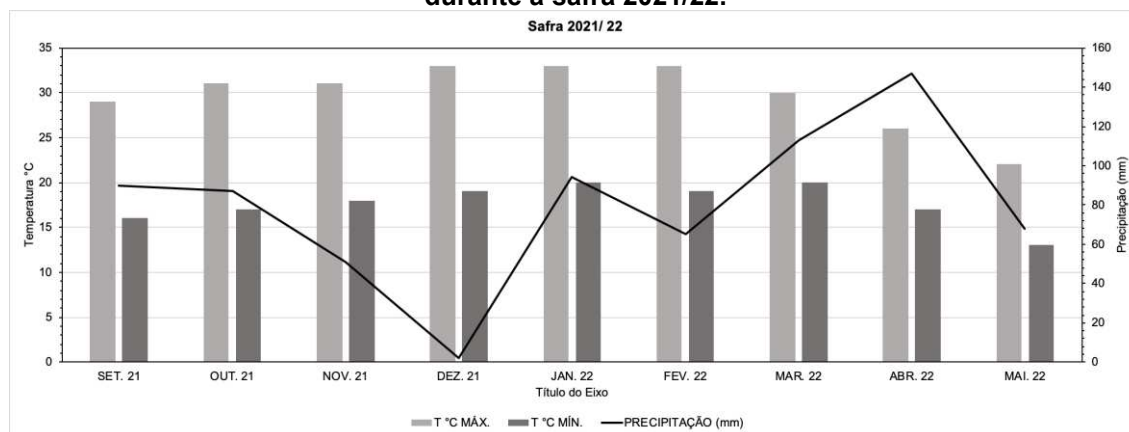
Fonte: adaptado de Inmet (2021).

Na safra 2021/22 houve redução significativa da precipitação desde o mês de dezembro (Gráfico 2), coincidindo com uma das fases de maior demanda hídrica da



cultura, o início da fase reprodutiva. Além do estresse hídrico, ocorreu aumento de temperatura para níveis críticos à soja. Esta cultura demanda de 450 a 800 mm de água durante seu ciclo para entregar maior produtividade de grãos, e temperaturas elevadas causam distúrbios na floração e reduzem a retenção de vagens, agravando com a ocorrência de déficit hídrico em concomitância (EMBRAPA, 2013).

**Gráfico 2 - Temperatura máxima (°C), Temperatura mínima (°C) e precipitação acumulada (mm) durante a safra 2021/22.**



Fonte: Adaptado de Inmet (2022).

### 5.2.1 Produtividade de grãos em área de maior fertilidade

A análise de variância, referente aos componentes de rendimento e à produtividade de grãos, em que os lotes de sementes foram semeados em área de maior fertilidade, estão apresentados na Tabela 5. À exceção da massa de mil grãos, as demais variáveis apresentaram interação entre os fatores (cultivares x origem das sementes). Houve significância dentro de cada fator para a massa de mil grãos.

**Tabela 5. Resumo da Análise de Variância dos componentes de rendimento (AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas de 60kg por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® semeadas em área de maior fertilidade, a partir de sementes de diferentes origens.**

FV	GL	Quadrado médio			
		AP	IPL	NLP	NGP
Rep	4	5,36058	0,46167	3,46167	6,65172
Origem	1	112,44336**	5,0 ns	902,27222**	4157,76672**
Cultivares	1	2673,69965**	12,8ns	1554,67222**	8773,8605**
O x C	1	85,05521**	55,55556**	426,27222**	1383,89339**
Resíduo	12	3,85836	5,37722	7,16833	35,09631
CV (%)		3,0	10,37	7,97	7,47
FV	GL	Quadrado médio			
		NGL	MMG	PROD	

Rep	4	0,01173	2,10875	0,27875
Origem	1	0,0199ns	226,27335*	45,67692**
Cultivares	1	0,00779ns	420,93904**	27,62033**
O x C	1	0,12928**	18,04304ns	35,77573**
Resíduo	12	0,0084	24,74167	1,42918
CV (%)		3,87	3,43	6,64

**\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo Teste F; \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F; ns – não significativo. Fonte: autoria própria (2023).**

A altura de planta é uma característica para determinação da cultivar a ser introduzida em determinada região, e pode variar conforme a época de semeadura, espaçamento adotado, umidade e temperatura de solo e ar, fertilidade, dentre outros (CARTTER; HARTWIG,1962). Ao avaliar o efeito de níveis de fósforo na base, Cavalli et. al. (2016) observaram que a produtividade e altura de plantas aumentaram linearmente.

Pode-se observar que as plantas da cultivar 7062 tiveram alturas maiores em relação à cultivar 6909, tanto na condição de maior como de menor fertilidade. Na comparação entre locais de origem das sementes para a mesma cultivar, a 6909 não apresentou diferença de porte. Já, a cultivar 7062 teve redução no ambiente de menor fertilidade para este fator (Tabela 6).

**Tabela 6. Dados médios dos componentes de rendimento AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas de 60kg por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO®, semeadas em área de maior fertilidade, e de sua interação com a origem das sementes. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade.**

Origem	AP		IPL		NLP	
	6909	7062	6909	7062	6909	7062
AF	54,6 Ba	81,8 Aa	22,0 Aa	23,7 Aa	22,7 Bb	31,1 Ab
BF	53,9 Ba	72,9 Ab	24,3 Aa	19,4 Bb	26,9 Ba	53,7 Aa

Origem	NGP		NGL		PROD	
	6909	7062	6909	7062	6909	7062
AF	52,3 Bb*	77,5 Ab	2,3 Ba	2,5 Aa	19,7 Aa	19,3 Aa
BF	64,5 Ba	123,0 Aa	2,4 Aa	2,3 Ab	14,0 Bb	19,0 Aa

Cultivar	MMG		Origem	MMG	
	6909	7062		AF	BF
6909	149,4 a*		AF	148,2 a	
7062	140,3 b		BF	141,5 b	

**\*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para a interação. Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si, na significância para os fatores isolados, na MMG. Fonte: autoria própria (2023).**

A inserção do primeiro legume (IPL) não diferiu entre as cultivares, quando as sementes foram provenientes da área de maior fertilidade. Nos lotes provenientes da

área de menor fertilidade, a cultivar 7062 teve menor IPL, o que pode ser uma característica positiva, a considerar maior altura de planta.

Julio et al. (2016) observaram que a menor inserção de primeiro legume entregou maior massa de mil grãos, maior altura de planta e maior produtividade, analisando diferentes formas de adubação potássica.

Na análise para cada cultivar, entre locais de origem das sementes, houve resposta semelhante à AP, para ambas as cultivares avaliadas (Tabela 6).

O número de legumes e de grãos por planta (NLP e NGP, respectivamente) foi menor, para ambas as cultivares, nos tratamentos em que as sementes foram originadas na área de maior fertilidade.

Marin et al. (2015) e Ciliprandi et al. (2019) não observaram diferença para estes componentes de rendimento em função das doses crescentes de fósforo na linha de semeadura. Já Pereira et al. (2016), verificaram que, a aplicação de 150 kg ha<sup>-1</sup> de potássio contribuiu para o número de vagens por planta.

Tais contrastes em função de adubação e fertilidade do solo são factíveis, diante da variabilidade de solos presentes no Brasil em que se explora a cultura da soja. No presente estudo, tal resultado pode ter ocorrido pelo fato de que houve déficit hídrico prolongado, associado às altas temperaturas, o que provoca alterações significativas no metabolismo e fisiologia da soja. A cultivar 7062 apresentou maior valor para esses componentes em comparação à 6909 (Tabela 6).

O número de grão por legume (NGL) diferiu entre as cultivares nos tratamentos em que as sementes foram geradas em área de maior fertilidade. Na de menor fertilidade, não houve diferença entre as cultivares. Da mesma forma, no comparativo da cultivar 6909, entre origens das sementes utilizadas para implantação da área para grãos (safra subsequente). Dados semelhantes foram encontrados por Cavalli et al. (2016), avaliando o efeito de níveis de fósforo na base no número de grãos por vagem.

Na cultivar 7062, as sementes originadas em área de maior fertilidade condicionaram maior NGL (Tabela 6). Analisando níveis de N em solos contrastantes, Zuffo et al. (2022) observaram que o ambiente de média fertilidade apresentou maior altura da planta, altura da primeira vagem e número de grãos por vagem.

A massa de mil grãos (MMG) foi superior na cultivar 6909 em comparação à 7062. Na relação entre locais de origem das sementes para implantação da área de

grãos da safra 21/22, independentemente da cultivar, a MMG foi maior quando as sementes foram originadas na área de maior fertilidade. Dados que vão de encontro ao que foi observado por Zuffo et al. (2022), encontrando maior MMG, além do maior número de vagens por planta, produtividade e concentração de proteína nos grãos em ambiente de alta fertilidade.

A produtividade de grãos, para a cultivar 6909, foi maior quando se utilizou sementes que foram geradas em área de maior fertilidade, algo não observado para a 7062. No comparativo entre cultivares, em função da origem das sementes, estas, quando provenientes de área de maior fertilidade e implantadas em área de mesmo padrão, para grãos, não promoveram alteração na produtividade entre as cultivares testadas. No caso das sementes originadas em área de menor fertilidade, a cultivar 7062 obteve maior rendimento de grãos.

O estado do Paraná apresentou, na safra 2021/22, uma queda de, aproximadamente, 40% na sua produção, fechando com uma média de 2.164 Kg ha<sup>-1</sup> de grãos, contra 3.547 na safra anterior (DERAL, 2022). A produtividade no ensaio também foi extremamente baixa, refletindo a realidade da safra que teve produtividades extremamente baixas, interferindo diretamente nos componentes de rendimento.

Nesse sentido, pode haver respostas diferenciais entre genótipos em função do local de produção das sementes que serão utilizadas para implantação de uma lavoura de grãos, mesmo em área de maior fertilidade. No presente trabalho, há um indicativo que a cultivar 7062 é menos sensível que a 6909 quanto à qualidade das sementes produzidas em diferentes ambientes, podendo ser uma informação importante para tomada de decisão quanto aos locais para tal multiplicação.

Outra hipótese que pode ser levantada é a que sementes geradas em um ambiente menos favorável possam ter transferido, através de memória transgeracional, características de rusticidade para sua progênie, fazendo com que esta não apresentasse diferença entre os tratamentos. Fipke et al. (2022) observaram que plantas de *Eragrostis plana* apresentaram capacidade de adaptação de memória transgeracional para estresses abióticos, diminuindo sua sensibilidade ao herbicida quizalofop, sendo essa característica mais evidente em tratamentos estimulados com estresse hídrico.

Zilliani et. al. (2019) também observaram ação da memória transgeracional em somaclones de cana-de-açúcar que foram submetidos a déficit hídrico,

apresentando mecanismos regulatórios internos a partir dessa exposição, como preparo para enfrentar um evento de estresse no futuro. Dados semelhantes aos encontrados por Marcos et. al. (2018), avaliando plantas de cana-de-açúcar sob ciclos recorrentes de déficit hídrico.

Apesar de alguns dos componentes de rendimento terem sido maiores nos tratamentos em que as sementes foram originadas em área de menor fertilidade, a massa de mil grãos apresentou resposta inversa e, pelos dados de produtividade observados, foi o componente principal que contribuiu com tal resultado de rendimento de grãos.

### 5.2.2 Produtividade de grãos em área de menor fertilidade

A análise de variância, referente aos componentes de rendimento e a produtividade de grãos, em que os lotes de sementes foram semeados em área de menor fertilidade, estão apresentados na Tabela 7. À exceção da massa de mil grãos, que não teve significância, as demais variáveis apresentaram interação entre os fatores (cultivares x origem das sementes).

**Tabela 7. Resumo da Análise de Variância dos componentes de rendimento AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO® semeadas em área de menor fertilidade, a partir de sementes de diferentes origens.**

FV	GL	Quadrado médio			
		AP	IPL	NLP	NGP
Rep	4	4,58675	3,84	11,982	92,00175
Origem	1	324,818**	7,2ns	296,45**	2093,058**
Cultivares	1	900,482**	33,8**	522,242**	2913,698**
O x C	1	183,618**	25,088**	31,25*	425,042**
Resíduo	12	7,85142	1,92933	6,304	41,37975
CV (%)		6,28	7,76	13,00	13,70
FV	GL	Quadrado médio			
		NGL	MMG	PROD	
Rep	4	0,0105	12,76625	3,31175	
Origem	1	0,018ns	0,1125ns	396,9405**	
Cultivares	1	0,032ns	21,4245ns	57,4605**	
O x C	1	0,128**	99,9045ns	10,8045*	
Resíduo	12	0,00683	31,52092	1,45642	
CV (%)		3,40	4,03	8,88	

**\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo Teste F; \*Significativo a 5% de probabilidade, pelo Teste F; ns – não significativo. Fonte: autoria própria (2023).**

A partir de uma análise geral, a cultivar 6909 apresentou desempenho inferior a cultivar 7062, para a maior parte dos componentes de rendimento avaliados, bem como para a produtividade de grãos, quando comparadas apenas no fator origem

das sementes utilizadas para instalação do ensaio de grãos, com poucas exceções (Tabela 8).

**Tabela 8. Dados médios dos componentes de rendimento AP- altura de planta; IPL- altura de inserção do primeiro legume; NLP- número de legumes por planta; NGP- número de grãos por planta; NGL- número de grãos por legume; MMG- massa de mil grãos; PROD- produtividade em sacas por hectare) das cultivares NS 6909 IPRO® e TMG 7062 INOX® IPRO®, semeadas em área de menor fertilidade, e de sua interação com a origem das sementes. AF- maior fertilidade; BF- menor fertilidade.**

Origem	AP		IPL		NLP	
	6909	7062	6909	7062	6909	7062
AF	36,9 Ba*	44,3 Ab	17,1 Aa	17,5 Ab	11,6 Bb	19,3 Ab
BF	38,9 Ba	58,4 Aa	16,1 Ba	20,9 Aa	16,8 Ba	29,5 Aa

Origem	NGP		NGL		PROD	
	6909	7062	6909	7062	6909	7062
AF	29,3 Bb	44,2 Ab	2,5 Aa	2,3 Bb	8,2 Bb	10,1 Ab
BF	40,5 Ba	73,9 Aa	2,4 Aa	2,5 Aa	15,6 Ba	20,5 Aa

**\*Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: autoria própria (2023).**

O desempenho dos tratamentos implantados com sementes originadas em área de menor fertilidade, apresentaram melhor desempenho para a maior parte dos componentes de rendimento, bem como par a produtividade de grãos, em ambas as cultivares (Tabela 8).

Nesse ensaio específico, observou-se que, o rendimento de grãos foi baixo. As condições meteorológicas registradas durante a condução do experimento foram críticas, especialmente quanto ao déficit hídrico, somado ao aumento de temperatura ambiente, especialmente a partir do mês de dezembro que, praticamente não registrou chuva (Gráfico 2).

Nesse momento, a cultura se encontrava nos estádios fenológicos de floração e frutificação, os quais possuem maior demanda hídrica.

A produtividade de grãos foi influenciada pela procedência dos lotes de sementes utilizados, sendo que área com menor fertilidade gerou sementes que conferiram uma lavoura de grãos mais produtiva (Tabela 8).

Esse resultado sugere que há efeitos transgeracionais nas sementes sendo transmitidas para as plantas da geração subsequente, que, sob uma condição adversa, possuem a capacidade de minimizar parcialmente os efeitos; nesse caso, déficit hídrico e, novamente, exposição à área de menor fertilidade. No caso das sementes produzidas na área de maior fertilidade, quando a próxima geração de plantas for submetida à uma condição estressante, estas podem sofrer mais e, por

consequência, gerar uma lavoura de grãos menos produtiva, como observado no presente estudo.

Os parâmetros de produção da planta, responsáveis pela indicação de produtividade, são diretamente influenciados pelos fatores de manejo adotados, além do clima (GARCIA, 1992). As características agrônômicas das diferentes cultivares são inerentes à constituição dos genótipos, mas cabe ao produtor interferir na produção, visando maior rendimento, por meio de práticas culturais, como a época ideal de semeadura de determinada cultivar, escolha da área, adubação, espaçamento, dentre outros (CRUZ et al., 2010).

Em campos de produção de sementes, pesquisas acerca de adubação e nutrição das plantas, bem como da fertilidade do solo são escassos, ao passo que, a fertilização é feita a partir de resultados obtidos para a produtividade de grãos. Assim, estudos voltados para estas áreas são essenciais e a correta utilização de fertilizantes é um dos mais importantes fatores para a produção de sementes de soja de alta qualidade fisiológica (GOLO et al., 2009; MÜLLER, 2016).

Pesquisar sobre memória transgeracional em sementes de soja, mediante condições estressantes nos campos de produção, é fundamental para a geração de mais dados, para corroborar, ou não, com o que se constatou no presente estudo.

## 6 CONCLUSÃO

A cultivar 7062 performou melhor que a cultivar 6909 no quesito qualidade de sementes, em ambos os locais de produção.

Sementes produzidas em área de maior fertilidade apresentam, de forma geral, maior qualidade fisiológica, após a colheita, bem como em pré-semeadura, depois de submetidas a alguns meses de armazenamento em condição ambiente.

Sob uma condição de estresse severo, como o déficit hídrico, associado às altas temperaturas, a produtividade de grãos é muito prejudicada, tanto em áreas de maior como de menor fertilidade.

No entanto, sementes geradas em condições não adequadas, podem gerar plantas mais tolerantes à exposição de novos fatores estressantes, como o déficit hídrico e fertilidade do solo, sugerindo a existência de memória transgeracional.



## REFERÊNCIAS

- ALVES, C. Z. *et al.* Production and physiological quality of soybean seeds in orthic quartzarenic neosoil of the Cerrado region. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 127–134, out. 2015.
- AUBIN-HORTH, N.; RENN, S. C. P. Genomic reaction norms: using integrative biology to understand molecular mechanisms of phenotypic plasticity. **Molecular Ecology**, [S.L.], v. 18, p. 3763-3780, set. 2009.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, 1215-1226, jun. 2015a.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Espaçamento reduzido e plantio cruzado associados a diferentes densidades de plantas em soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 4, 2977-2986, out. 2015b.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Crescimento e distribuição de raízes de soja em diferentes densidades de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 12-22, 7 mai. 2018.
- BEULTER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.581-588, jun. 2004.
- BONETTI, R. A. T. **O presente estudo teve por objetivo comparar os testes de envelhecimento acelerado e emergência de plântulas, na seleção de sementes de soja para semeadura.** 2018. Disponível em: <https://maissoja.com.br/testes-de-envelhecimento-acelerado-e-emergencia-de-plantulas-na-selecao-de-sementes-de-soja-para-semeadura/>. Acesso em: 16 fev. 2023.
- BORGES, E. A. S. **Implicações da interação genótipos x ambientes na recomendação de cultivares de soja nas regiões sojícolas do Brasil.** 2018. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.
- BORDIN, I. *et al.* Matéria seca, carbono e nitrogênio de raízes de soja e milho em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 43, n. 12, p.1785-1792, dez. 2008.
- BOTTEGA, E. L. *et al.* Cokrigagem na estimativa dos teores de Ca e Mg em um Latossolo Vermelho distroférico. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 42, n. 4, p. 821-828, dez. 2011.
- BRUCE, T. J. A. *et al.* Stressful “memories” of plants: evidence and possible mechanisms. **Plant Science**, [S.L.], v. 173, p. 603-608, set. 2007.

CAMPOS, L. V. *et al.* Radiographic Imaging as a Quality Index Proxy for *Brachiaria brizantha* Seeds. **Plants**, [S.L.], v. 11, n. 8, p. 1014, 8 abr. 2022.

CARDOSO, E. G. *et al.* Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.493-501, mar. 2006.

CARVALHO, F. P. *et al.* DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA COM DISTINTOS NÍVEIS DE VIGOR E CENÁRIOS DE SEMEADURA. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 2, p. 132-148, 2020.

CAVALLI, C. *et al.* Adubação fosfatada e nutrição foliar na cultura da soja em solo com fertilidade em construção. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 25, n. 1, p. 93-104, 2016.

CILIPRANDI, A. P. Adubação fosfatada na qualidade de sementes e no desempenho agrônômico da soja. 2019. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CHINNUSAMY, V.; ZHU, J. K. Epigenetic regulation of stress responses in plants. **Current Opinion Plant Biology**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 133-139, jan. 2009.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção nacional de grãos é estimada em 312,2 milhões de toneladas na safra 2022/23**. [Brasília]. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4847-producao-nacional-de-graos-e-estimada-em-312-2-milhoes-de-toneladas-na-safra-2022-23>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

COSTA, N. P. da *et al.* Efeito da colheita mecânica da soja sobre características físicas, fisiológicas e químicas das sementes produzidas em três estados do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.1, p.14-145, 2001.

COSTA, N. P. da. *et al.* Perfil dos aspectos físicos, fisiológicos e químicos de sementes de soja produzidas em seis regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 1-6, dez. 2005.

COSTA, N. P. da. *et al.* Validação do zoneamento ecológico do Estado do Paraná para produção de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 37-44, jun. 2005.

COSTA, N. P. da *et al.* Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 128-132, jul. 2003.

COX, W. J.; CHERNEY, J. H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. **Agronomy Journal**, [S. L.], v. 103, p. 123-128, jan. 2011.

CRISP, P. A. C. *et al.* Reconsidering plant memory: Intersections between stress recovery, RNA turnover and epigenetics. **Science Advantage**, [S. L.], v. 2, n. 2, fev. 2016.

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Improving soil fertility and crop yield in a tropical region with palisadegrass cover crops. **Agronomy Journal**, v.107, n. 6, p. 2271–2280, nov. 2015.

CRUZ, T. V. da. *et al.* Componentes de produção de soja em diferentes épocas de semeadura, no oeste da Bahia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 709-716, out. 2010.

DALCHIAVON, F. C. *et al.* Produtividade da soja e resistência mecânica à penetração do solo sob sistema plantio direto no cerrado brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 8-19, jan./mar. 2011.

DELOUCHE, J. C. Metodologia de pesquisa em sementes: III. Vigor, envigoreamento e desempenho no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L], v. 3, n. 2, p. 57-64, 1981.

DERAL, Departamento de Economia Rural. **Relatório PSS Mensal: Cultura por Núcleo Regional**. 2022. Disponível em: <[https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2023-03/pss\\_2122\\_03-27\\_mar.pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-03/pss_2122_03-27_mar.pdf) > Acesso em: 12 março 2023.

DOS SANTOS, E. L. *et al.* Níveis de disponibilidade hídrica sobre componentes de produção e rendimento de cultivares de soja. **Global Science and Technology**, v. 7, n. 3, p.1-11, ago. 2014.

ELIAS, S. G. *et al.* **Seed testing: principles & practices**. 1. ed. Michigan: Michigan State University, 2012.

EMBRAPA, Soja. Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil 2014. Londrina: **Embrapa Soja/Sistemas de Produção**, 2013.

FAN, J. *et al.* Root distribution by depth for temperate agricultural crops. **Field Crops Research**, [S.L], v.189, p. 68-74, mar. 2016.

FANTE JÚNIOR, L. *et al.* Distribuição do sistema radicular do milho em terra roxa estruturada latossólica: I. Comparação de metodologias. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, p.513 518, dez. 1994.

FIPKE, M. V. *et al.* Transgenerational memory of drought stress and low rates of glyphosate reduce the sensitivity of *Eragrostis plana* to the herbicide. **Advances in Weed Science**, v. 40, 2022.

FRAGOSO, C. ROJAS, P.; BROWN, G. The role of soil macrofauna in the paradigm of tropical soil fertility: some research imperatives. *In*: SIQUEIRA, J. O.; *et al.* **Interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: UFLA/DCS, 1999.

FRANÇA-NETO, J. B. Características fisiológicas da semente: germinação, vigor, viabilidade, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio e dano

por percevejo tetrázio. *In*: LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2014/15**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWKI, F. C. O vigor e o desempenho das sementes. **Anuário ABRASEM**. 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/-digital/bitstream/item/194696/1/p-32-a-36-Anuario-Abrasem-2018-Final.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2023.

FRANÇA NETO, J. *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**: Série Sementes. Embrapa Soja, Londrina: Embrapa Soja, 2007.

GARCIA, A. Manejo da cultura da soja para alta produtividade. *In*: CÂMARA, G. M. S.; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E. A. M. SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA. 1992, Piracicaba. **Anais [...]** Piracicaba: FEALQ, 1992.

GARCIA, A. *et al.* **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Embrapa Soja, Londrina: Embrapa Soja, 2007.

GENG, Y.; GAO, L.; YANG, J. Epigenetic flexibility underlying phenotypic plasticity. **Progress in Botany**, v. 74, p. 153-163, jan. 2013.

GOLDEWIJK, K. K. *et al.* New anthropogenic land use estimates for the Holocene: HYDE 3.2. **Earth System Science**, [S.L.], v. 9, n. 2, 927–953, dez. 2017.

GOLO, A. L. *et al.* Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n.1, p. 40-49, 2009.

GOMES, G. D. R. *et al.* Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes ambientes de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 2593-2604, dez. 2012.

GONÇALVES, J. M. *et al.* **Produção de matéria seca e produtividade em soja**. 2012. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/63ra/conpeex/mestrado/trabalhos-mestrado/mestrado-janine-mesquita.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2023.

IQBAL, M.; ASHRAF, M. Salt tolerance and regulation of gas exchange and hormonal homeostasis by auxin-priming in wheat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 48, n. 9, p. 1210-1219, set. 2013.

JÚLIO, O. L. L. *et al.* Formas de adubação potássica e produtividade da cultura da soja. **Agrarian**, v. 9, n. 32, p. 149-155, 2016.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades: série sementes**. 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/457138>. Acesso em: 15 fev. 2023.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A alta qualidade da semente de soja**: fator importante para a produção da cultura. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

LIMA, W. F. *et al.* Interação genótipo-ambiente de soja convencional e transgênica resistente ao glifosato, no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 6, p. 729-736, 2008.

LIMBERGER, L. M. *et al.* **Qualidade fisiológica de sementes de soja no município de Santa Rosa- RS**. 2015. Disponível em: [https://wp.ufpel.edu.br/gem/files/2017/10/capitulo\\_09\\_-\\_p\\_189\\_214.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/gem/files/2017/10/capitulo_09_-_p_189_214.pdf). Acesso em: 15 fev. 2023.

LOW, S. Signal grass (*Brachiaria decumbens*) toxicity in grazing ruminants. **Agriculture**, [S.L], v. 5, n. 4, 971–990, set. 2015.

MAEDA, J. A.; MASCARENHAS, H. A. A. Qualidade da semente de soja produzida em solo. Deuner et al., Manejo nutricional na cultura da soja de cerrado virgem, cerrado recuperado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L], v. 11, n. 19, p. 1359-1364, 1984.

MARCOS, F. C. C. *et al.* Drought tolerance of sugarcane propagules is improved when origin material faces water deficit. **PLoS One**, v. 13, n. 12, p. e0206716, 2018.

MARCOS FILHO, J. Testes de VIGOR: dimensão e perspectivas. **Revista Seed News**, n.1, 2011.

MARIN, R. da S. F. *et al.* Efeito da adubação fosfatada na produção de sementes de soja. **Revista Ceres**, v. 62, p. 265-274, 2015.

MARQUES, M. C. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 59-69, fev. 2011.

MATEUS, G. P. *et al.* Sidedress nitrogen application rates to sorghum intercropped with tropical perennial grasses. **Agronomy Journal**, [S.L], v.108, 433–447, 2016.

MATHIAS, V. *et al.* Implicações da época de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Agro@ambiente on-line**, v. 11, n. 3, p. 223-231, 2017.

MATTIONI, F. *et al.* Vigor de sementes e desempenho agrônômico de plantas de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, [S.L], v. 34, n. 1, p. 108-116, jul. 2012.

MATTIONI, N. M. *et al.* Fertilidade do solo na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 656-661, 2013.

MATESANZ, S.; GIANOLI, E.; VALLADARES, F. Global change and the evolution of phenotypic plasticity in plants. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [S.L], v. 1206, p. 35-55, set. 2010.

MEOTTI, G. V. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 14-21, jan. 2012.

MILANI, G. L. *et al.* Aplicação foliar de molibdênio durante a maturação de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 810-816, ago. 2010.

MINUZZI, A. *et al.* Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja colhidas em dois locais do Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L], v.32, n.1, p.176-185, 2010.

MODOLO, A. J. *et al.* Efeito da compactação do solo sobre a emergência de plântulas de soja em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1259-1265, ago. 2008.

MOHAMMADI, H. *et al.* Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. **International Journal of Plant Production**, [S.L], v. 5, n. 1, p. 65-70, out. 2012.

MONDO, V. H. V. *et al.* Spatial variability of soil fertility and its relationship with seed physiological potential in a soybean production area. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 193- 201, 2012.

MÜLLER, D. H. **Qualidade de sementes de soja em função da variabilidade do solo**. 2016. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

NABI, G. *et al.* Germination and emergence of irrigate cotton in Pakistan in relation to sowing depth and physical properties of the seedbed. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 59, n. 2, p. 33-44, 2000.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: **ABRATES**, v. 1, p. 1-24, 1999.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no crescimento de plântulas. *In*: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 164.

OLIVEIRA, I. C. B.; SARTOR, L. R. Análise de P e K no solo do município de dois vizinhos – PR. **II Congresso de Ciência e Tecnologia Da UTFPR-Câmpus Dois Vizinhos**. 2012.

PELÚZIO, J. M. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em quatro épocas de semeadura no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 1, p. 34-40, 2008.

PESKE, S. T. *et al.* Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. *In*: PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. **Produção de sementes**. 3 ed. Pelotas: Universitária/UFPel, 2012. p.32-46.

- PETTER, F. A. *et al.* Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de doses e épocas de aplicação de potássio. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 89-99, 2014.
- PIVETTA, L. A. *et al.* Crescimento e atividade de raízes de soja em função do sistema de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 11, p. 1547-1554, nov. 2011.
- POSTMA, J. A. *et al.* Dynamic root growth and architecture responses to limiting nutrient availability: linking physiological models and experimentation. **Biotechnology Advances**, [S.L.], v.32, p. 53-65, 2014.
- PROCÓPIO S. O. *et al.* Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, [S.L.], v.56, p. 319- 325. 2013.
- RAMÍREZ, D. A. *et al.* Improving potato drought tolerance through the induction of long-term water stress memory. **Plant Science**, [S.L.], v. 238, p. 26-32, 2015.
- SCHEEREN, B. R. *et al.* Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Revista brasileira de sementes*, [S.L.], v.32, n.3, 2010.
- SCHMITZ, L. M. H. **Radiação ultravioleta, desinfecção, desempenho fisiológico e indução de resistência em sementes de soja**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós- Graduação em Agroecossistemas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022.
- SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Mecenas: Londrina, 314, 2009.
- SEDIYAMA, T. *et al.* Importância econômica da semente. *In*: SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas Ltda, 2013. Cap. 1. p. 11.
- SEDIYAMA, T. *et al.* Melhoramento da Soja. *In*: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2015. p. 553- 604.
- SA, T. M.; ISRAEL, D. W. Energy status and functioning of phosphorus-deficient soybean nodules. **Plant Physiology**, Raleigh, v. 97, p. 928-935, 1994.
- SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. de. **Soja: molibdênio e cobalto**. Londrina: Embrapa Soja, 2010.
- SHUANB, S. R. P. *et al.* Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Acta Scientiarum**, v. 28, n. 4, p. 553- 561, 2006.
- SMIDERLE, O. J. *et al.* **Este estudo foi realizado com objetivo de avaliar o vigor de sementes de sete genótipos de soja produzidas em três ambientes de**

**cultivo no cerrado em Roraima.** 2019. Disponível em: <https://maissoja.com.br/condutividade-eletrica-para-determinar-vigor-em-sementes-de-genotipos-de-soja-obtidas-em-tres-ambientes-no-cerrado-de-roraima/>. Acesso em: 18 fev. 2023.

SMIDERLE, O. J. *et al.* Physiological quality of cowpea seeds for different periods of storage. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L], v.48, p. 817-823, 2017a.

SMIDERLE, O. J. *et al.* Variability among BRS 8381 soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) yield components under different liming rates and sowing densities on a savanna in Roraima Brazil. **Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales**, [S.L], n.1, p.49- 55, 2016.

SILVA, R. P. **Efeito de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais em profundidades de sementeira nas características agrônômicas do milho (*Zea Mays* L.)**. 2002. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós- Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SILVA, W. C. J.; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 23-30, 2006.

SUZANA, C. S. *et al.* Influência da adubação foliar sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas. **Enciclopédia Biosfera**, [S.L], v. 8, n. 15, p. 2385-2392, 2012.

STAUT, L. A. Adubação foliar com macro e micronutrientes na cultura da soja. **Fertbio**, 2016. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/574758/1/32016.pdf> . Acesso em: 19 fev. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, I. R. *et al.* Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, [S.L], vol. 64, n. 1, p. 83-88, 2006.

TOLEDO, M. Z. *et al.* Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L], v.39, p.124-133, 2009.

VEIGA, A. D. *et al.* Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 953-960, 2010.

VALLADARES, F. *et al.* Quantitative estimations of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. **Journal of Ecology**, [S.L], v. 94, p. 1103-1116, 2006.



ZIMMER, G. *et al.* **Produção de matéria seca em cultivares de soja tolerante e suscetível à deficiência de fósforo.** 2020. Disponível em: [https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2020/CA\\_04305.pdf](https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2020/CA_04305.pdf). Acesso em: 18 fev. 2023.

ZUFFO, A. M. *et al.* Características agronômicas de cultivares de soja com aplicação tardia de nitrogênio em suplementação à inoculação de *Bradyrhizobium* spp. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 46, 2022.

WALTER, J. *et al.* Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses. **Environmental Experimental Botany**, [S.L], v. 71, p. 34-40, 2011.

WHITE, R.G.; KIRKEGAARD, J. A. The distribution and abundance of wheat roots in a dense, structured subsoil – implications for water uptake. **Plant, Cell and Environment**, [S.L], v. 33, p.133-148, 2010.

YE, B.; GRESSEL, J. Transient, oxidant-induced antioxidant transcript and enzyme levels correlate with greater oxidantresistance in paraquat-resistant *Conyza bonariensis*. **Planta**, [S.L], v. 211, n.1, p.50-61, 2000.