

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**PATRICK DA SILVA PEDROSO**

**POPULAÇÕES DE PLANTAS DE SOJA DE DUAS CULTIVARES EM ÁREAS  
TERRAS BAIXAS**

**Itaqui  
2024**

**PATRICK DA SILVA PEDROSO**

**POPULAÇÕES DE PLANTAS DE SOJA DE DUAS CULTIVARES EM ÁREAS  
TERRAS BAIXAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Daniel Ândrei Robe  
Fonseca

**Itaqui  
2024**

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

P314p Pedroso, Patrick da Silva  
POPULAÇÕES DE PLANTAS DE SOJA DE DUAS CULTIVARES EM ÁREAS  
DE TERRAS BAIXAS / Patrick da Silva Pedroso.  
44 p.

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

"Orientação: Daniel Andrei Robe Fonseca".

1. Densidade. 2. Rendimento de grãos. 3. Componentes de  
produtividade. I. Título.

**PATRICK DA SILVA PEDROSO**

**POPULAÇÕES DE PLANTAS DE SOJA DE DUAS CULTIVARES EM ÁREAS  
TERRAS BAIXAS**

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

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em: 12/07/2024

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca  
Orientador

Curso de Agronomia - Unipampa, Campus Itaqui

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thais Fernanda Stella de Freitas  
Curso de Agronomia - Unipampa, Campus Itaqui

---

Prof. Dr. Guilherme Ribeiro  
Curso de Agronomia - Unipampa, Campus Itaqui

Dedico o presente trabalho à minha mãe, Silvia Martins, por todo incentivo e amor, e ao meu avô, José Albornós, que, por vontade de Deus, hoje me acompanha dentro do peito.

## AGRADECIMENTOS

Através deste venho agradecer a Deus, por guiar meu caminho até o presente momento de minha vida, onde me proporciona muita força e esperança para seguir em frente.

Para minha mãe, Silvia Martins da Silva expresso neste simbólico gesto minha eterna gratidão, por todas palavras de incentivo, ensinamentos passados e todo orgulho que demonstra ter. És e sempre será fundamental na minha vida.

Agradeço ao prof. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca, pelas orientações passadas, pela oportunidade do convívio agregado à troca de conhecimento no decorrer da minha formação, pelos conselhos, e o tempo dedicado que agregou para meu aprendizado. Sou grato pelo futuro profissional que ajudaste a formar.

Aos meus familiares, Olga Sturza Martins, Marcia da Silva Albornós Goulart e José Carlos Goulart, por todo o suporte em todas as horas sem medir esforços, pelo carinho transmitido que foi de grande valia.

Ao meu irmão Miguel Martins por toda sua dedicação em me auxiliar nos momentos mais inoportunos.

Agradeço ao meu colega de grupo de pesquisa e amigo, Matheus Marchezan Bauer teu incentivo e companheirismo fizeram toda a diferença.

A minha colega Maria Lucia Carpes Berro, por todo o auxílio, ajuda e companheirismo neste trabalho, foi de extrema importância para conclusão do mesmo, muito obrigado.

Agradeço aos colegas de curso, Larissa Borges Rodrigues, Rafael Mozzaquatro Comin e Victor Krusser, vocês me deram auxílio em momentos cruciais do projeto, gratidão.

Por fim, minha gratidão ao colega Norival Machado M. Neto pelo auxílio na aquisição de insumos para o decorrer do trabalho.

“Por mais longe que um homem vá, jamais fugirá de si”.

Jayme Caetano Braun

## RESUMO

A lavoura de soja tem sua produtividade modificada por diversos fatores que influenciam em seu desenvolvimento, sendo esses de origem climáticos, fisiológicos e técnicos. Dentre eles, a população de plantas exerce forte influência sobre o comportamento das plantas e, além de refletir na produção de grãos, resulta em economia ou desperdício de recursos no momento da semeadura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes populações de plantas de soja nos componentes de produtividade e produtividade de grãos de soja, com dois GMRs distintos. Os GMRs foram de 7.1 referente a cultivar NS 6700 e o outro 5.7 referente a cultivar TMG 22X57 IPRO, em sistema de plantio no sulco camalhão, na área experimental da Unipampa na cidade de Itaqui/RS. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos foram compostos por cinco diferentes populações de plantas, sendo eles: T1 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> (5 plantas m<sup>-1</sup>); T2 200 mil plantas ha<sup>-1</sup> (10 plantas m<sup>-1</sup>); T3 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> (15 plantas m<sup>-1</sup>); T4 400 mil plantas ha<sup>-1</sup> (20 plantas m<sup>-1</sup>); T5 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> (25 plantas m<sup>-1</sup>). Foram analisadas as variáveis: número de hastes secundárias, altura da inserção da primeira vagem, número de nós da haste principal, número de nós total por planta, número de vagens nas hastes secundárias, número de vagens total por planta, número de grãos na hastes secundárias, número de grãos total por planta, peso de grãos nas hastes secundárias, peso de grãos total por planta, estatura final de planta e produtividade. Foi constatado que a produtividade não respondeu às populações, mas sim as cultivares, já os componentes de produtividade apresentaram resposta significativa para população e cultivar. Desta forma o aumento ou redução drástica das populações recomendadas nas cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, não se justificam como estratégia de manejo para maior produtividade de grãos de soja.

**Palavras-chave:** Densidade. Rendimento de grãos. Componentes de produtividade.

## ABSTRACT

The productivity of soybean crops is modified by various factors that influence their development, including climatic, physiological, and technical factors. Among these, the plant population exerts a strong influence on plant behavior and, in addition to reflecting on grain production, results in either the saving or wasting of resources at the time of sowing. The present study aimed to evaluate the effect of different soybean plant populations on productivity components and grain yield, with two distinct GMRs. The present study aimed to evaluate the effect of different soybean plant populations on productivity components and grain yield, with two distinct GMRs. The GMRs were 7.1 for the NS 6700 cultivar and 5.7 for the TMG 22X57 IPRO cultivar, using a ridge-furrow planting system in the experimental area of Unipampa in the city of Itaqui/RS. A completely randomized experimental design was adopted, with four replications and five treatments. The treatments consisted of five different plant populations: T1 with 100,000 plants ha<sup>-1</sup> (5 plants m<sup>-1</sup>); T2 with 200,000 plants ha<sup>-1</sup> (10 plants m<sup>-1</sup>); T3 with 300,000 plants ha<sup>-1</sup> (15 plants m<sup>-1</sup>); T4 with 400,000 plants ha<sup>-1</sup> (20 plants m<sup>-1</sup>); and T5 with 500,000 plants ha<sup>-1</sup> (25 plants m<sup>-1</sup>). The analyzed variables were: number of secondary stems, height of the first pod insertion, number of nodes on the main stem, total number of nodes per plant, number of pods on secondary stems, total number of pods per plant, number of grains on secondary stems, total number of grains per plant, grain weight on secondary stems, total grain weight per plant, final plant height, and productivity. It was found that productivity did not respond to plant populations but rather to cultivars, while productivity components showed a significant response to both population and cultivar. Therefore, drastically increasing or decreasing the recommended populations for the NS 6700 and TMG 22X57 IPRO cultivars is not justified as a management strategy for higher soybean grain yield.

**Key words:** Density. Grain yield. Productivity components.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de hastes secundárias de duas cultivares de soja, submetidas a cinco diferentes populações. ....	27
--	----

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Grupos de maturidade relativa (GMR), de acordo com a região do Brasil. Fonte: Adaptado de Alliprandini et al. (2009). ..... 19
- Figura 2 - Precipitação pluviométrica registrada no período de cultivo safra 22/23. .... 26
- Figura 3. Estatura final em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. Letras maiúsculas diferem entre as populações e letras minúsculas entre as cultivares (Tukey, 0,05%). ..... 28
- Figura 4 - Inserção da primeira vagem em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. .... 29
- Figura 5 - Número de nós na haste principal em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. Letras comparam as duas cultivares dentro da mesma população de plantas (Tukey,0,05%). ..... 30
- Figura 6 - Número de nós total, em plantas de soja na média das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. Letras maiúsculas diferem entre as populações de plantas (Tukey, 0,05%). ..... 32
- Figura 7 - Número de vagens nas hastes secundárias, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. .... 33
- Figura 8 - Número de vagens total, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. .... 34

Figura 9 - Número de grãos nas hastes secundárias, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. ....	35
Figura 10 - Número de grãos total, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. ....	36
Figura 11 - Peso de grãos nas hastes secundárias, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. ....	37
Figura 12 - Peso de grãos total, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. ....	38
Figura 13. Produtividade de grãos de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023. Letras maiúsculas diferem entre as populações e letras minúsculas entre as cultivares (Tukey, 0,05%). ....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS

cm - Centímetros

DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado

GMR - Grau de Maturação Relativa

ha - Hectare

kg - Quilogramas

mm - Milímetros

N - Nitrogênio

PIB - Produto Interno Bruto

R1 - Início da floração

RS - Rio Grande do Sul

VC - Estádio cotiledonar

EFP - Estatura final de planta

NHS - Número de hastes secundárias por planta

ISPV - Altura da inserção da primeira vagem

NNHP - Número de nó nas hastes secundárias por planta

NNT - Número de nós totais por planta

NVHS - Número de vagens nas hastes secundárias por planta

NVT - Número de vagens total por planta

NGHS - Número de grãos nas hastes secundárias por planta

NGT - Número de grãos total por planta

PGHS - Peso de grãos nas hastes secundárias por planta

PGT - Peso de grãos total por planta

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1. Objetivo Geral.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Objetivos Específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Importância socioeconômica da soja.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Fatores de produção e manejo da soja.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3. Densidades de plantas de soja.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Soja em terras baixas.....</b>	<b>22</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Área experimental.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2. Tratamentos e delineamento experimental.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3. Instalação do experimento a campo.....</b>	<b>24</b>
<b>3.4. Manejo fitossanitário.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5. Avaliações fisiológicas e de produtividade.....</b>	<b>25</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A nível mundial, a soja (*Glycine max* L.) representa o papel de principal oleaginosa consumida e produzida. Fato esse que se justifica pela importância do produto no consumo animal, através do farelo, e para o consumo humano, através do óleo. No Brasil, a partir dos anos 1970 a produção da soja passou a ter grande relevância para o agronegócio, verificada pelo aumento das áreas cultivadas e, principalmente, pela amplificação da produtividade, que é fruto da utilização de novas tecnologias (Silva et al., 2011).

A soja, é uma das principais culturas de importância econômica dentro do cenário agropecuário, utilizada tanto na alimentação humana como na animal, pelo fato de ser uma matéria prima muito versátil e produzida grandes quantidades. No Brasil, exerce papel fundamental na balança comercial, sendo a cultura predominante no setor do agronegócio e nas exportações agrícolas do país (Carvalho et al., 2023).

No Rio Grande do Sul cerca de 4 milhões de hectares aptos à agricultura são de áreas de terras baixas, nas quais predomina o cultivo do arroz irrigado no verão. A introdução da soja em rotação ao arroz nessas áreas tem aumentado gradativamente nos últimos anos. Inicialmente, a rotação de culturas visou, fundamentalmente, o controle de plantas daninhas e de outras pragas de importância econômica para o arroz. Porém, a elevação do preço da soja no mercado, resultando em atrativos retornos financeiros, quando produtividades satisfatórias são alcançadas, tem aumentado a inserção da oleaginosa no ambiente de terras baixas (Concenço et al., 2020).

A população de plantas dentro de uma lavoura é um dos pontos de grande importância para o melhor posicionamento de cultivares interligado com sua época de semeadura e GMR. Dentro da densidade de plantas escolhida haverá presença de competição por água, nutrientes, competição interespecífica e principalmente por luz, a velocidade com que as plantas irão fechar a entrelinha. Assim sendo relacionado com a incidência de plantas daninhas, insetos praga e a penetração de agrotóxicos no dossel (Balbinot et al., 2015).

Densidades de plantas muito acima do recomendado podem vir a causar acamamento na lavoura, o que pode proporcionar resultados negativos na produtividade, além de gerar maior gasto na aquisição de sementes para a implantação da área. Por outro lado populações muito abaixo favorece o desenvolvimento de plantas daninhas devido ao não fechamento do dossel das plantas, e para suprir isso a planta tende a expressar sua plasticidade ao máximo para ocupar os espaços e colocar muitas ramificações mantendo-se em um porte baixo, acarretando em perdas no momento da colheita (Vasquez; Carvalho; Borba, 2008).

Desta forma, o potencial produtivo das plantas de soja tem relação com algumas características morfofisiológicas, como comprimento e número de ramos por planta, que representam maior superfície de área foliar realizando mais fotossíntese, número de vagens e número de nós férteis (Mauad et al., 2010). Com isso, a alta plasticidade fenotípica da soja é capaz de constituir uma estratégia para a adoção de populações menos densas nas lavouras, diminuindo os custos com sementes, e conseqüentemente gerando maior lucro ao produtor (Moro et al., 2021).

O sistema de produção em áreas de terras baixas do Rio Grande do Sul (RS), o cultivo da soja ganha cada vez mais importância devido à possibilidade de aplicação de técnicas de manejo, principalmente no que diz respeito à drenagem do solo, e à disponibilidade de novas cultivares mais adaptadas a esse ambiente. Além disso, a inclusão da soja nas rotações de culturas com arroz irrigado é muito importante não só pelos benefícios associados à agregação de valor da cultura, mas também pelos efeitos positivos no controle de plantas daninhas, especialmente arroz vermelho e capim-arroz, que contribui como um dos principais limitantes à atividade orizícola na atualidade. Contudo, a produtividade de soja nestas regiões segue abaixo do potencial produtivo da cultura (Timm et al., 2017).

Para recomendar a população de soja em uma lavoura, é necessário considerar diversos fatores, entre eles a recomendação determinada pela empresa da cultivar, as características da área de produção, qual a época de plantio será utilizada e a fertilidade do solo. A recomendação varia entre diferentes regiões agrícolas, como o Agreste brasileiro, onde são sugeridas populações de plantas menores devido às temperaturas noturnas mais baixas e aos solos mais férteis, e os Tabuleiros costeiros, onde são recomendadas populações de plantas maiores para compensar a menor fertilidade que compromete o crescimento e desenvolvimento das plantas (Zuffo, 2023).

## **1.1. Objetivo Geral**

Avaliar o efeito de diferentes populações de plantas de soja nos componentes de produtividade e produtividade de grãos de soja, com dois GMRs distintos.

## **1.1. Objetivos Específicos**

Avaliar o desenvolvimento das plantas de soja submetidas a diferentes populações de plantas.

Estimar o rendimento de grãos de diferentes cultivares e populações de plantas, em áreas de terras baixas.

Avaliar o desenvolvimento de cultivares com GMRs distintos em áreas de terras baixas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância socioeconômica da soja**

Nos dias atuais a soja é um dos principais produtos na cadeia do agronegócio, pois vem sendo utilizada como principal produto na mão de produtores, cerealistas e corretores, podendo multiplicar os ganhos de quem consegue avaliar o amplo mercado que esse grão possui, contribuindo significativamente para aumento do PIB (produto interno bruto brasileiro) (IBGE, 2022). Desta forma, atualmente no cenário do agronegócio mundial, temos a soja como a principal oleaginosa produzida, com um peso expressivo na balança comercial. Seu crescimento está associado às novas práticas agrícolas, aos avanços científicos e à disponibilidade de novas tecnologias que auxiliam cada vez mais no desenvolvimento do setor produtivo (Carvalho et al., 2023).

Nos últimos anos o Rio Grande do Sul apresentou uma evolução na área utilizada para produção de soja, onde ocorreu uma grande expansão da cultura em áreas de arroz irrigado, de tal forma que essas áreas aumentaram em 205% de ocupação de 2011/2012 para de 2020/2021, com o aumento na área de 121.000 ha<sup>-1</sup> para 370.000 ha<sup>-1</sup>, e produtividades médias passando de 30,5 sacos ha<sup>-1</sup> para 52,3 sacos ha<sup>-1</sup> (IRGA, 2022). A soja desempenha um papel importante, também na alimentação humana, uma vez que é composta por 18% de óleo e cerca de 40% de proteínas de qualidade, e rica em aminoácidos essenciais, se faz presente em alimentos como óleo, farinha, fibras e resíduos (Cabral; Modesta, 1981; Tanwar; Goyal, 2021).

Segundo a Conab (2023), a safra da soja 2022/23 chegou a 154.617,4 mil toneladas, 1,5% superior à primeira estimativa realizada em outubro de 2022, e 10,9% superior ao recorde de produção alcançado na safra 2020/21. Esses resultados foram alcançados por meio das excelentes condições climáticas ocorridas na maioria das regiões produtoras, onde ocorreu uma exceção, sendo essa no Rio Grande do Sul, e à alta tecnologia empregada pelos produtores.

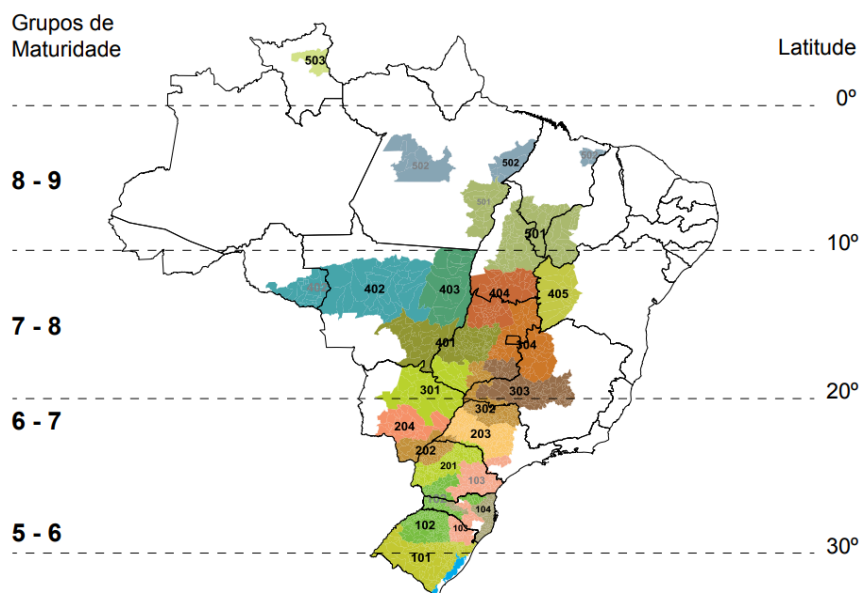
### **2.2. Fatores de produção e manejo da soja**

A mudança no regime das precipitações pluviais é um dos fatores de grande importância para a definição do comportamento climático da região, sendo assim o principal elemento para o crescimento e desenvolvimento dos cultivos agrícolas. A precipitação

apresenta variações com a ocorrência dos eventos “El Niño” e “La Niña” (Rizzi; Lopes; Maldonado, 2001). Desta forma, precipitações mal distribuídas no início da safra 2022/2023 acarretou em atrasos na semeadura, no estado do Rio Grande do Sul, juntamente com volumes abaixo do ideal, e as altas temperaturas registradas durante o desenvolvimento da lavoura. Fatores esses influenciados pelo fenômeno La Niña, que resultaram em queda expressiva do potencial produtivo da cultura, e produtividades bem abaixo das estimadas inicialmente (Conab, 2023).

A cultura da soja é responsiva ao fotoperíodo e cada cultivar possui um limite crítico, que acima do mesmo ocorre o atraso no florescimento das plantas em função do fotoperíodo, por ser uma planta de dias curtos. Por meio desta característica fisiológica, passou-se a adotar a utilização de cultivares que possuem um período juvenil longo, assim apresentando menor sensibilidade ao fotoperíodo, possibilitando sua utilização em latitudes maiores e diferentes épocas de plantio (Farias; Nepomuceno; Neumaier, 2007).

No Brasil a escolha da cultivar se baseia no grupo de maturidade relativa (GMR) da soja, que é seguido conforme a duração do ciclo da cultura e em sua região de cultivo (Alliprandini et al., 2009). Na figura 1 apresenta os GMR`s utilizados no Brasil em função da região de plantio.



**Figura 1.** Grupos de maturidade relativa (GMR), de acordo com a região do Brasil. Fonte: Adaptado de Alliprandini et al. (2009).

### 2.3. Densidades de plantas de soja

O arranjo de plantas, que é a denominação utilizada para a combinação do espaçamento entre linhas de semeadura e a densidade de plantas dentro de uma lavoura, é um dos pontos cruciais a ser pensado no planejamento das lavouras. É essencial que a disposição das plantas na lavoura seja organizada de forma que ocorra a captação de radiação solar pelas plantas, quando a população final de plantas resulta em uma densidade muito abaixo do ideal, resulta em subutilização da luz solar, aumento na incidência de plantas daninhas, e perdas de produtividade. Porém, quando a densidade final se encontra muito acima do ideal, resultará em perdas devido a competição intraespecífica, perdas de produtividade, pois as plantas passarão a aplicar mais energia em busca da redução de competição ao invés de aplicar no estabelecimento de área foliar adequada, e no enchimento de grãos. Da mesma forma favorece a ocorrência de doenças fúngicas, que se torna mais difícil de controlar em decorrência do fechamento das linhas pelo desenvolvimento das plantas, que aumenta as probabilidades de acamamento da cultura (Concenço et al., 2020).

Segundo Montserrat Salmerón (2016), na definição da densidade de plantas a ser utilizada na lavoura se estabelece o primeiro componente de produtividade, sendo o número de plantas por hectare. A partir disso existem variações na escolha da densidade, dependendo da cultivar escolhida com seu respectivo GMR, hábito de crescimento, e época de semeadura. Portanto, estudos de densidade de plantas precisam ser revistos frequentemente para as cultivares atuais e potencial produtivo das mesmas. Levando em consideração que as plantas de soja permitem alcançar produtividades similares em ampla população de plantas, devido sua característica fenotípica de plasticidade (Balest, 2021).

A escolha de altas densidades na semeadura da soja acarreta em um aumento nos custos com as sementes, além de favorecer o acamamento, e não apresentando vantagem financeira, agregado a uma resposta praticamente nula quando falado em produtividade com o aumento da densidade de plantas, já o uso de densidades abaixo do recomendado, pode favorecer o crescimento de plantas daninhas e acrescentar perdas no momento da colheita (Souza, 2010).

A definição da população na implantação da lavoura pode influenciar no crescimento das plantas, pois se relaciona na competição interespecífica e intraespecífica, podendo gerar modificações na morfologia das plantas devido a sua grande plasticidade fenotípica. A mesma plasticidade possibilita que seja possível compensar baixas populações, com o aumento da produção por planta, apresentando maior número de nós produtivos, ramificações e de vagens

por planta, para manter o potencial produtivo em populações mais baixas (Büchling et al., 2017).

#### **2.4. Soja em terras baixas**

O Rio Grande do Sul, é composto por cerca de 4 milhões de hectares de terras baixas, nais quais, têm como características marcantes sua topografia plana, solo pouco profundo, a presença de uma camada impeditiva situada entre 30 cm e 50 cm de profundidade e uma baixa capacidade de armazenamento de água. A região de terras baixas apresenta um clima que se caracteriza por verões com baixa umidade relativa, mesmo com a ocorrência de precipitações intensas que se concentram em períodos determinados. Assim, ocorre o estresse hídrico tanto por déficit quanto por excesso, afetando principalmente as culturas da soja e do milho (De Campos et al., 2021).

Segundo Vogel et al. (2021), é dito que diferentemente da cultura do arroz, a soja requer um ambiente de solos bem drenados. A utilização de camalhões é uma alternativa para a elevação do sistema radicular da planta de soja, se mostra um método eficaz e simples a fim de mitigar índices elevados de umidade no solo. Takahashi et al. (2006), reforça que a utilização deste manejo de solo proporciona um melhor desenvolvimento de raiz e de nodulação, desta forma, aumentando a capacidade de absorção natural de N, provinda a partir da fixação biológica de nitrogênio.

Os solos da região oeste do Rio Grande do Sul apresentam naturalmente uma densidade elevada, relação micro/macroporos alta, resultando em dificuldades no momento da drenagem, que torna as camadas subsuperficiais praticamente impermeáveis, tornando o manejo dificultoso. Essas condições apresentadas geralmente se tornam interessantes para o cultivo do arroz, facilitando a irrigação por inundação, desta forma, conseqüentemente resultando em um ambiente restrito para culturas de sequeiro (Pinto et al., 2017).

A fim de obter um cultivo de soja em ambientes mal drenados, é preciso, além dos manejos de solo, contar com cultivares adaptadas, ou parcialmente adaptadas a ambientes mal drenados (Batista, 2024). Entretanto é fundamental levar em consideração que por mais que exista uma diversa gama cultivares tolerantes a ambientes mal drenados, nenhuma é de fato resistente ao excesso hídrico, como citado por Goulart (2016).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área experimental

O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, no município de Itaqui/RS, onde foi disponibilizado uma área total de 720 m<sup>2</sup>, cuja localidade está situada a 57 m acima do nível do mar, 29°09'22.4" de latitude e 56°33'03.7" de longitude. No inverno, antecedendo a semeadura da soja, continha na área a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.), que foi semeado no dia 09 de julho de 2022, onde permaneceu até sua colheita, realizada no dia 28 de outubro de 2022.

O experimento foi dividido em duas etapas. Primeiramente realizou-se a instalação, condução e avaliações à campo, e posteriormente executadas avaliações de plantas em laboratório. A semeadura foi realizada com semeadora mecânica, e a quantidade de sementes foi ajustada conforme a maior população requerida no trabalho, e o ajuste de cada população foi feito de forma manual, com o manejo de desbaste. As parcelas consistiram de quatro fileiras de plantas com espaçamento de 50 cm entre elas, com seis metros de comprimento por parcela. Para estimativa de rendimento e componentes de rendimento foram utilizadas as duas fileiras centrais, com a eliminação das duas linhas externas, e dos seis metros da parcela utilizou-se os quatro metros centrais, assim compondo área útil de 4 m<sup>2</sup>.

#### 3.2. Tratamentos e delineamento experimental

Foram selecionadas duas cultivares de soja, sendo uma com um alto grau de maturação relativa (GMR) e outra com GMR baixo, sendo respectivamente a cultivar NS 6700 IPRO, que possui um ciclo indeterminado, GMR 7.1, resistente ao acamamento, lote utilizado apresentava 96% de germinação, e a TMG 22X57 I2X, com um ciclo indeterminado, GMR 5.7, resistente ao acamamento, o lote utilizado apresentava 95% de germinação.

Os tratamentos foram, duas cultivares semeadas no dia 19 de novembro de 2022, e cinco populações de plantas cada, sendo 100.000 mil plantas ha<sup>-1</sup>, 200.000 mil plantas ha<sup>-1</sup>, 300.000 mil plantas ha<sup>-1</sup>, 400.000 mil plantas ha<sup>-1</sup> e 500.000 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Cada tratamento teve quatro repetições. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), assim formando 10 combinações entre GMRs e populações, que foram geradas com 4 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais.

### 3.3. Instalação do experimento a campo

O preparo do solo foi realizado conforme o sistema convencional de cultivo, e adotado o método do sulco-camalhão, que se adequa a região de cultivo com duplo propósito pois utiliza-se tanto para irrigação quanto para drenagem das áreas de terras baixas. As sementes de soja foram recebidas com tratamento químico, provindo de suas sementeiras, em ambas as cultivares. Antecedendo a semeadura foi incorporado às sementes um inoculante líquido com a bactéria do gênero *Bradyrhizobium*, que é responsável por auxiliar as plantas de soja na fixação biológica de nitrogênio (N), de forma que a planta e a bactéria estabeleçam uma relação de simbiose.

A semeadura foi realizada no dia 19 de novembro de 2022, dentro do período recomendado para ambas as cultivares na região sojícola, conforme Brasil (2022). A adubação foi realizada conforme a recomendação da cultura em (CQFS - RS/SC, 2016). Após o estabelecimento das plantas, no estágio VC (estágio cotiledonar) caracterizado quando o primeiro e único par de folhas unifolioladas estão estendidas, de maneira que seus bordos não mais se tocam, efetuou-se o desbaste manual das parcelas, afins de ajustar cada uma conforme sua população que foi determinada através do sorteio realizado para cada cultivar no delineamento experimental.

### 3.4. Manejo fitossanitário

Para o controle das plantas daninhas, foi utilizado um herbicida sistêmico de pós emergência da soja, produto comercial no qual tem Glifosato - Sal de Potássio como princípio ativo, aplicado na dosagem de (3 L p.c. ha<sup>-1</sup>), ao total foram realizadas duas (2) aplicações do mesmo. No decorrer do desenvolvimento da cultura se fez necessário o uso de inseticida, sendo realizado três (3) aplicações, a primeira com um produto comercial a base de Zeta-cipermetrina, sendo esse de contato/ingestão, utilizado na dosagem de (200 mL p.c. ha<sup>-1</sup>) buscando a eliminação da praga denominada (*Diabrotica speciosa*) nome comum vaquinha. A segunda aplicação foi uma associação de dois produtos comerciais, respeitando o período de carência da primeira aplicação, esses foram inseticidas com os respectivos princípios ativos, Zeta-cipermetrina + Abamectina, com modo de ação por contato/ingestão, utilizado na dosagem de (250 mL p.c. ha<sup>-1</sup>), aplicação realizada para o controle de (*Tetranychus urticae*) nome comum ácaro rajado e (*Caliothrips brasiliensis*) nome comum Tripes, e a terceira aplicação foi apenas com o produto a base de Abamectina, para o controle de Tripes e Ácaros

rajados, na dosagem de (250 mL p.c. ha<sup>-1</sup>). Tendo em vista as altas temperaturas e baixa umidade registradas no ano de cultivo, não se fez necessário o uso de fungicida, que por falta de condições do ambiente não foi identificado sintomas nas plantas.

### **3.5. Avaliações fisiológicas e de produtividade**

O estágio que determina a entrada do reprodutivo para cultura, que é identificado quando houver uma flor aberta em qualquer nó da haste principal, denominado por R1 (primeiro estágio reprodutivo da soja), foi registrado para cultivar NS 6700 IPRO com GMR 7.1 no dia 21 de janeiro de 2023, e para TMG 22X57 I2X com GMR 5.7 no dia 06 de janeiro de 2023.

A colheita do experimento, realizada de forma manual, foi executada em dois momentos, sendo colheita de plantas para análises individuais e colheita da área útil da parcela. Para a primeira colheita foram coletadas 10 plantas de cada parcela e retiradas do solo juntamente com seus sistemas radiculares, e encaminhadas ao laboratório de sementes.

No laboratório foram realizadas as seguintes avaliações: estatura final de planta (EFP) com a utilização de uma fita métrica sobre a bancada, número de hastes secundárias (NHS) através da retirada manualmente de cada haste contida na planta, inserção da primeira vagem (ISPV) com uma fita métrica, número de nós da haste principal (NNHP) e número de nós total por planta (NNT) ambos realizando a contagem pelo avaliador, número de vagens nas hastes secundárias (NVHS) e número de vagens total por planta (NVT) através da coleta unitária das vagens das plantas, número de grãos nas hastes secundárias (NGHS) e número de grãos total por planta (NGT) realizado a partir da abertura manual das vagens e contagem de grãos em uma bandeja, peso de grãos nas hastes secundárias (PGHS) e peso de grãos total por planta (PGT) foi registrado através do uso de uma balança de precisão com os grão contados na variável anterior.

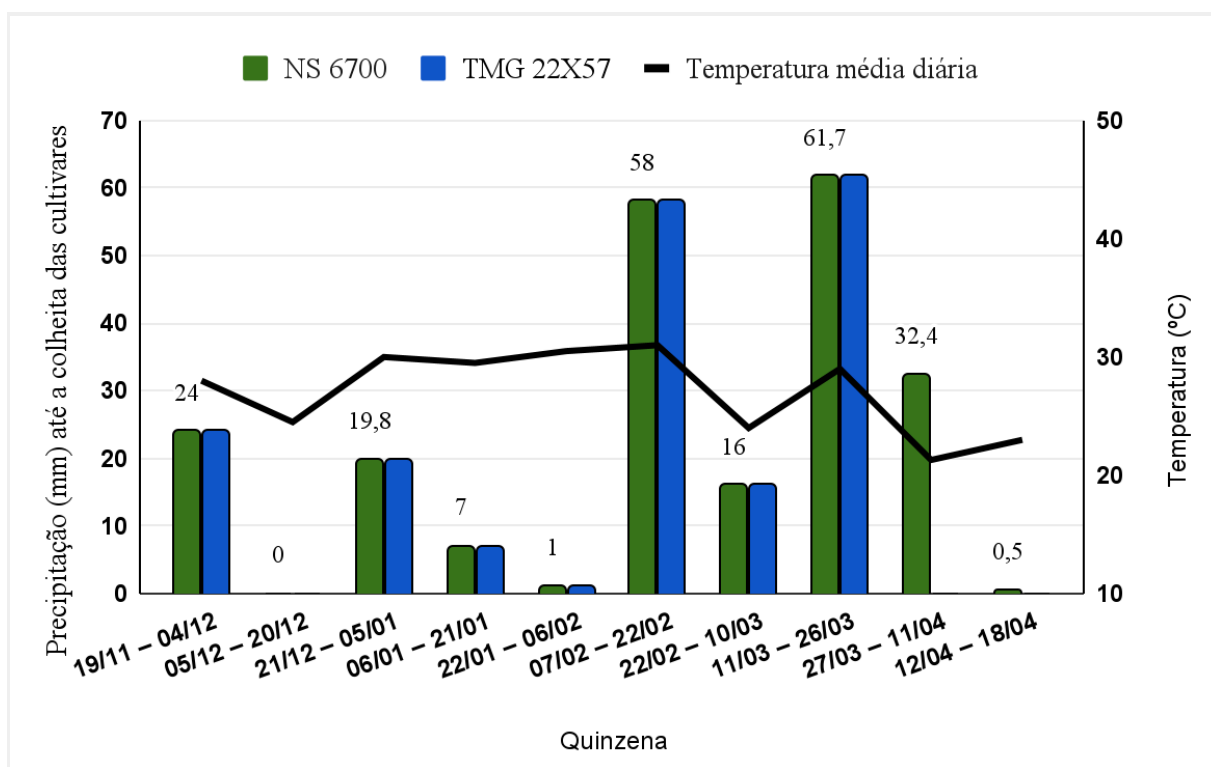
Já para estimativa de produtividade de grãos de soja foi colhido uma área útil de 4 m<sup>2</sup> do centro de cada parcela, descartando as bordaduras, e logo após os fardos compostos pelas plantas colhidas foram passados pelo processo de trilha para retirar os grãos de soja, e posteriormente fossem pesados no laboratório de sementes.

A coleta das 10 plantas por parcela foi realizada um dia antes da colheita do rendimento das parcelas, da cultivar TMG 22X57 I2X que foi colhida no dia 27 de março de 2023 e a NS 6700 IPRO no dia 18 de abril de 2023.

Para análise dos dados utilizou-se o programa estatístico Sisvar, onde para variáveis qualitativas utilizou o teste de Tukey ( $p < 0,05\%$ ), e nas variáveis quantitativas com mais de dois níveis foram submetidas ao teste de Regressão ( $p < 0,05\%$ ).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação foi pouco relevante durante o ciclo da soja, com precipitações caracterizadas por poucas ocorrências, muito espaçadas entre si e altas quantidades concentradas em determinados momentos, desta forma para melhor condução e aproveitamento dos possíveis dados a serem obtidos referentes à produção de grãos de soja, se fez necessário a realização de alguns molhamentos através do sulco camalhão com intervalo de 5 a 6 dias entre cada entrada de água ou precipitação, durante o ciclo. O comportamento pluviométrico juntamente com a média da temperatura está exemplificado abaixo (figura 2).



**Figura 2.** Climograma de Itaqui - RS no período de cultivo para as duas cultivares, safra 22/23, (INMET, IRGA, 2023).

Com base nisso foi imprescindível o uso de água no sistema, para obter dados com a maior proximidade possível de uma condição próxima ao ideal, pois “A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo.” (Farias; Neumaier; Nepomuceno, 2021). Tendo em vista que a soma acumulada de precipitações durante o período de cultivo, conforme apresentado na figura acima, foi de 220,4 mm para cultivar NS 6700 IPRO e 187,5 mm para cultivar TMG 22X57 I2X, volumes pluviométricos bem abaixo da faixa ideal. Observa-se que a temperatura média se manteve

próxima aos 30°C, desta forma, conseqüentemente sua máxima variou entre os 39 a 40°C, baseado nesta informação pode-se afirmar que as cultivares foram expostas a um estresse térmico durante seu ciclo, pois segundo Talhaferro et al. (2020) a temperatura ideal para germinação, estabelecimento e desenvolvimento da cultura é entre 20 e 30°C, onde temperaturas superiores ou inferiores afetam significativamente nos parâmetros produtivos.

O número de hastes secundárias (NHS) expressou diferença significativa entre as cultivares, sendo que na população de 100 e 200 mil plantas por ha<sup>-1</sup> que foi referente aos maiores valores apresentados para a cultivar TMG 22X57 teve uma superioridade de 41% no NHS em relação a população de 100 mil plantas por ha<sup>-1</sup> que foi a melhor neste quesito para cultivar NS 6700. Enquanto na comparação apenas das populações dentro de cada cultivar, ambas apresentaram o mesmo comportamento, que associa menores densidades de plantas a maior emissão de hastes secundárias, desta forma, os tratamentos superiores nesta variável foram na densidade de 100 mil plantas por ha<sup>-1</sup> com valores de 5,47 e 7,75 NHS para as cultivares NS 6700 e TMG 22X57, respectivamente. Ou seja, demonstrando um comportamento que, com o aumento da população, diminui o número de hastes por planta (tabela 1).

**Tabela 1** - Número de hastes secundárias de duas cultivares de soja, submetidas a cinco diferentes populações.

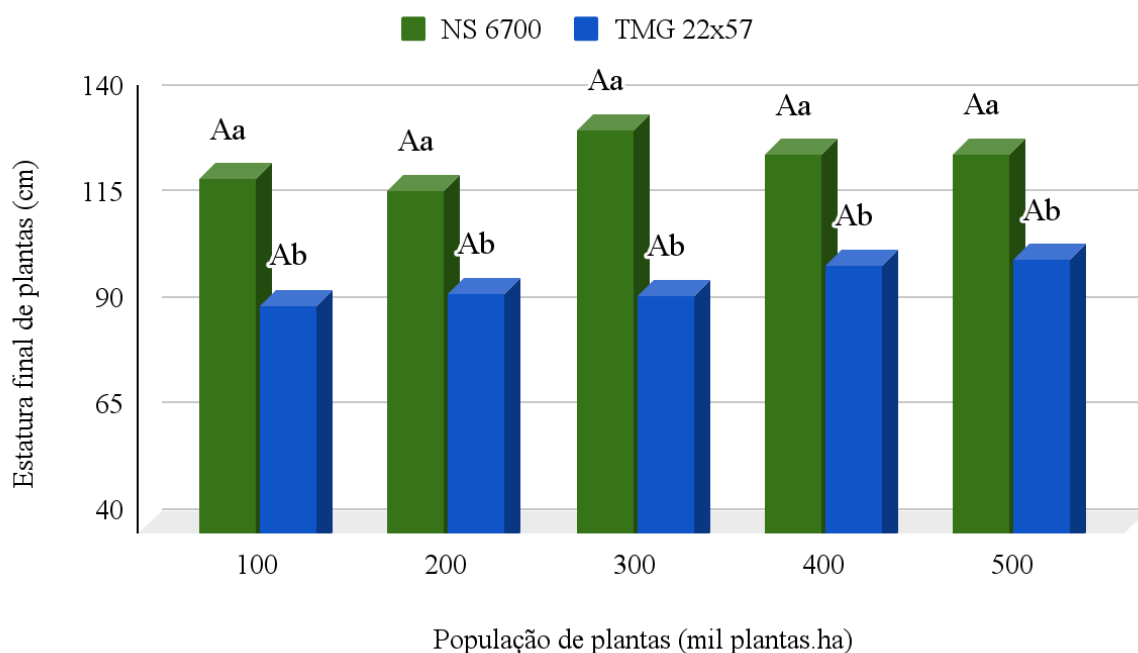
População plantas/ha <sup>-1</sup>	Cultivar	
	NS 6700	TMG 22X57
100.000	5,47 <b>Ba</b>	7,75 <b>Aa</b>
200.000	2,52 <b>Bb</b>	6,70 <b>Aa</b>
300.000	3,01 <b>Ab</b>	3,95 <b>Ab</b>
400.000	2,20 <b>Bb</b>	4,02 <b>Ab</b>
500.000	2,55 <b>Ab</b>	3,60 <b>Ab</b>
CV	25,3 %	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Da Silva (2020a), encontrou resultados semelhantes, onde ao submeter as plantas de soja a diferentes populações, observou que a densidade de 178 mil plantas ha<sup>-1</sup> apresentou

maior NHS, quando comparado às populações de 250, 273, 300 e 374 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Fonseca et al. (2015a; 2015b), constataram comportamento semelhante, onde há uma relação com a redução da população que variou de 120 a 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e o aumento de hastes secundárias, resposta essa que foi observada em diferentes cultivares utilizadas no trabalho, tais quais, apresentavam diferentes GMRs. Desta forma os resultados encontrados concretizam o alto potencial da cultura da soja a expressar sua plasticidade fenotípica, que varia conforme a genética de cada cultivar, mas em sua maioria seguem um mesmo comportamento em relação ao NHS e sua população de plantas dentro da lavoura.

Para a estatura de plantas (EFP) não ocorreu diferença estatística entre as populações. Por outro lado, foi significativo quando analisada a comparação entre as cultivares, a TMG 22X57 apresentou menor estatura final de planta em comparação a cultivar NS 6700 que foi superior com cerca de 28,76 cm na média das cinco populações (figura 3).



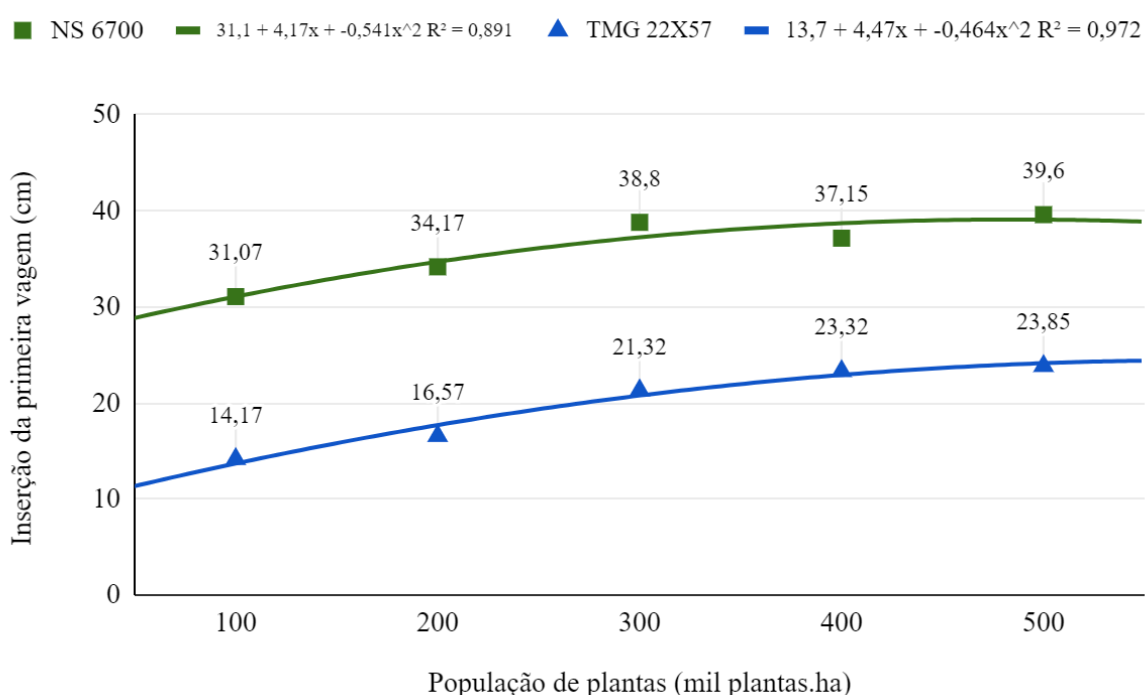
**Figura 3.** Estatura final em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Letras maiúsculas diferem entre as populações e letras minúsculas entre as cultivares (Tukey, 0,05%).

Já no trabalho de Dörr et al. (2023), foi observado um comportamento distinto quando submetida a variável EFP em relação às populações de plantas, onde ocorreu uma resposta linear com o aumento da população e a maior EFP, quando a cada planta que se acrescentava

por m<sup>2</sup> correspondia a 6 mm em média, de acréscimo na estatura das plantas. Já no trabalho de Ferreira (2023) consistiu em uma cultivar de soja submetida a quatro populações de plantas sendo essas 168, 240, 300 e 340 mil plantas ha<sup>-1</sup>, e observou-se a mesma resposta encontrada no presente trabalho, onde não ocorreu diferença estatística entre as populações na variável EFP.

Quando analisada a altura de inserção da primeira vagem (ISPV), constata-se que conforme realizado o aumento da população de plantas maior será a sua altura, resposta essa que se aplica para ambas as cultivares avaliadas no presente trabalho, que com exceção do tratamento 4 na cultivar NS 6700, todos os demais responderam ao aumento da densidade de plantas de soja. desta forma os valores de 31,07 e 14,17 cm para ISPV, são referentes a população de 100 mil plantas por ha<sup>-1</sup> e apresentaram menor altura de ISPV, os valores citados correspondem as cultivares NS 6700 e TMG 22X57 respectivamente (figura 4).

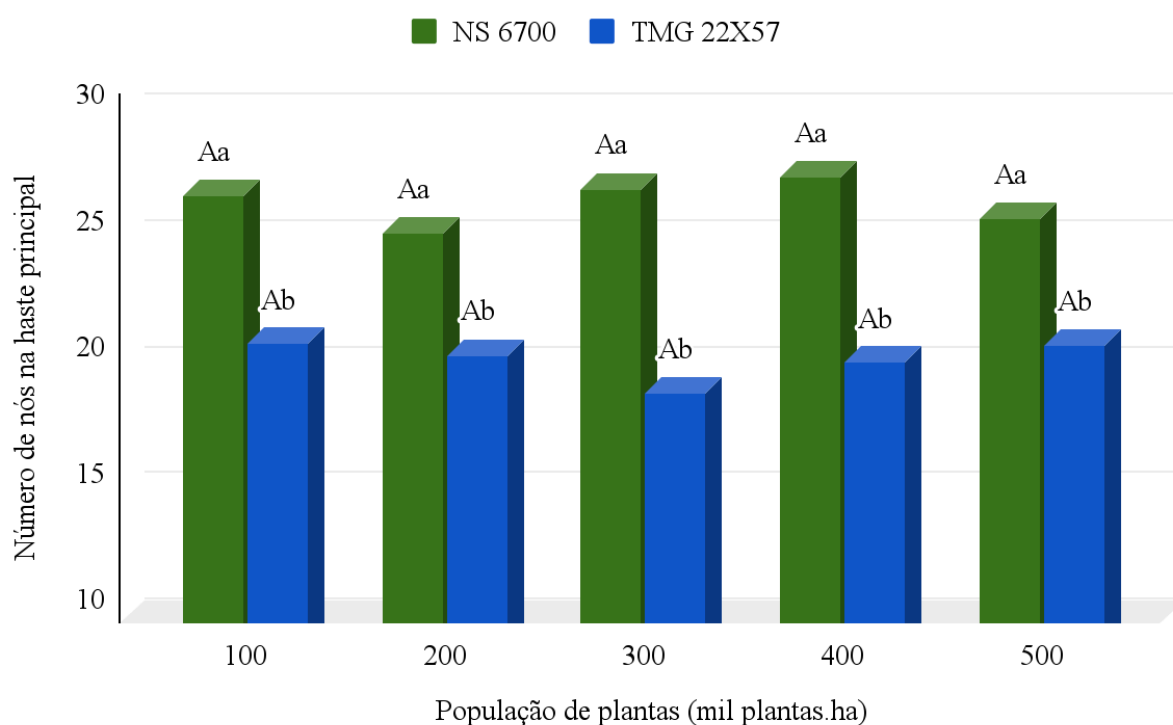


**Figura 4.** Inserção da primeira vagem em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Na pesquisa de Dörr et al. (2023), foi encontrado o mesmo comportamento existente no presente trabalho, onde suas populações variaram de 220 a 470 mil plantas ha<sup>-1</sup> e conforme sua densidade de plantas aumentava ocorria uma resposta linear no valor da ISPV com tendência de suba. Os mesmos alegam que essa resposta é resultante da competição intraespecífica, e a cada planta que acrescentada por m<sup>2</sup>, a ISPV aumentou 4 mm.

Harms, Araujo, Waureck (2024), foi possível notar resultados semelhantes tanto para cultivares quanto para populações, pois na comparação de duas cultivares sendo uma detentora do GMR 5.5 (cultivar 1), foi a que apresentou menor valor na ISPV, em comparação com a de GMR 5.8 (cultivar 2). Os valores médios variaram de 7,45 cm para cultivar 1 a 13,9 cm para segunda cultivar, esses valores foram apresentados na população de 200 mil plantas  $ha^{-1}$ , e na maior população utilizada que foi de 500 mil plantas  $ha^{-1}$  as cultivares apresentaram 9,55 cm para a primeira cultivar e 18,4 cm para segunda cultivar. Em relação às populações o comportamento para variável em questão foi o mesmo encontrado no presente trabalho de que quanto maior a população, maior será a ISPV.

A variável número de nós na haste principal (NNHP), apresentou diferença estatística apenas para a comparação entre as cultivares. Onde a NS 6700 foi superior a TMG 22X57 na quantidade de nós, que na média das populações apresentou em torno de 5 nós a mais na haste principal. Já quando comparado a variação no NNHP entre as populações os valores apresentados não obtiveram significância (figura 5).



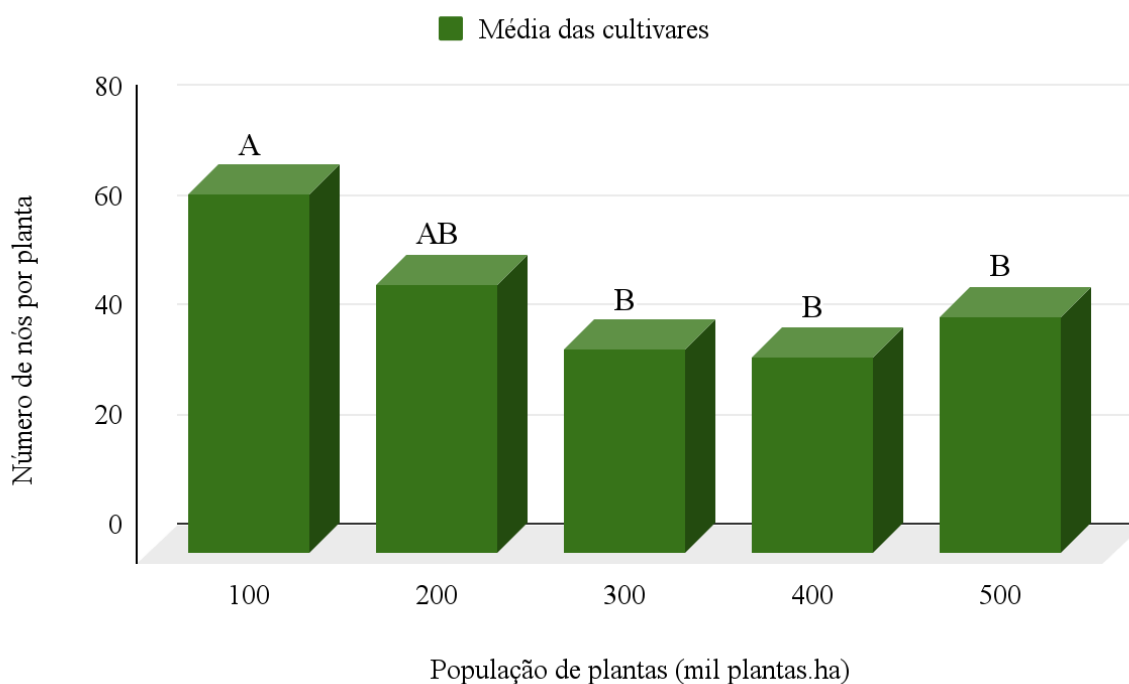
**Figura 5.** Número de nós na haste principal em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Letras maiúsculas diferem entre as populações e letras minúsculas entre as cultivares (Tukey, 0,05%).

Resultados semelhantes foram encontrados por Menezes (2018), onde o mesmo trabalhou com três cultivares GMR distintos, submetidas a cinco populações de plantas de soja, sendo elas 40, 80, 160, 240 e 320 mil plantas  $ha^{-1}$ , o comportamento das cultivares foi o mesmo apresentado no presente trabalho que, quanto menor o GMR menor o NNHP. Já em função das densidades de plantas, cada cultivar apresentou um comportamento sendo duas delas semelhantes a do presente trabalho, porém o mais expressivo foi observado na cultivar de maior GMR (7.8), apresentou um comportamento linear no aumento de nós conforme a o aumento da população.

Paraginski et al. (2022), diferentemente em sua pesquisa utilizando populações de 265, 285, 305, 325 e 345 mil plantas  $ha^{-1}$ , constatou que conforme sua densidade de plantas aumentava resultou em uma queda linear no quesito NNHP, resultado apresentado para as três cultivares utilizadas no trabalho, os mesmos alegam que possivelmente os resultados encontrados refletem o aumento da competição inter e intraespecífica pelos recursos do solo, como água e nutrientes, ocasionado em decorrência das altas densidades de semeadura, o que reduziu o número de ramificações onde se desenvolvem as gemas reprodutivas, reduzindo assim o número de vagens por planta. Comportamentos distintos do presente trabalho que não houve diferença estatística entre as populações.

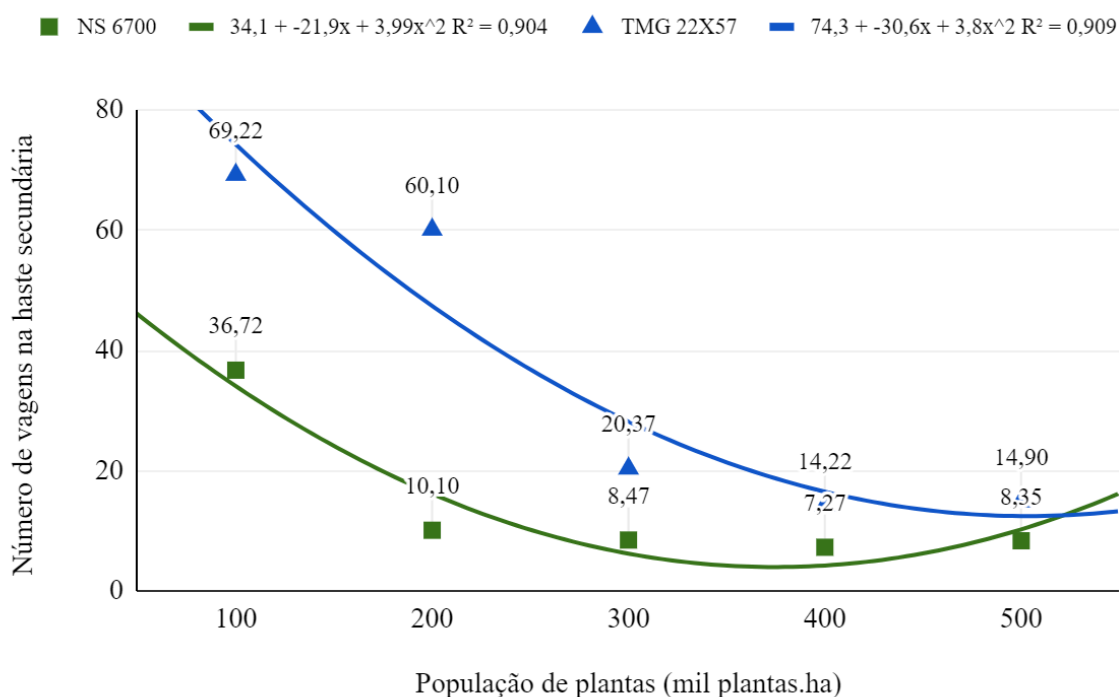
Quando observa-se o número de nós total por planta, não houve diferença estatística entre as cultivares, em decorrência deste resultado foi apresentado o valor médio entre as cultivares em função das densidades avaliadas. Entre as populações, houve variação significativa, onde quanto menor a densidade de plantas maior é o NNT, o que também se atribui ao fato de que o NNT nada mais é que a soma das variáveis NNHP e número de nós nas hastes secundárias. Desta forma quanto mais espaço a planta tiver, mais favorável se torna a emissão de hastes secundárias e consequentemente de nós. A população de 100 mil plantas  $ha^{-1}$ , apresentou o maior valor comparado às demais densidades, sendo essa em torno 65 nós por planta (figura 6).



**Figura 6.** Número de nós total, em plantas de soja na média das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Letras maiúsculas diferem entre as populações de plantas (Tukey, 0,05%).

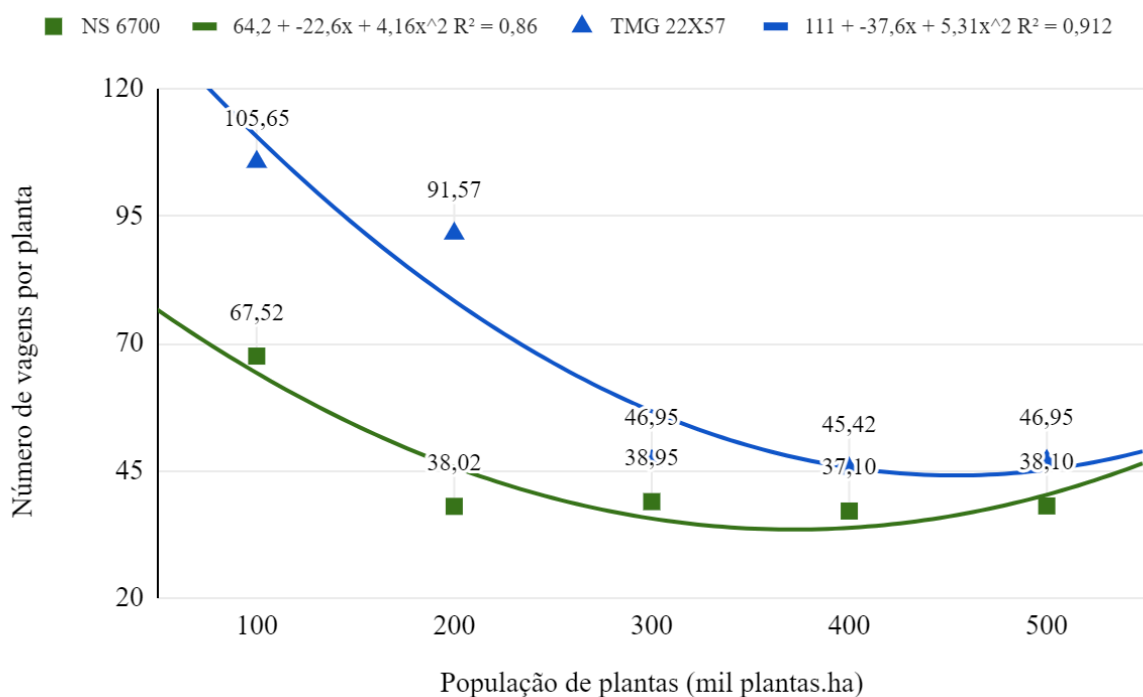
A variável número de vagens nas hastes secundárias (NVHS), foi significativamente responsiva a variação de densidade de plantas. Pois mostra que quanto maior a população menor será o NVHS, ao mesmo tempo que quando comparadas às cultivares a TMG 22X57 foi superior a NS 6700 com uma diferença de 32 vagens na população de 100 mil plantas  $ha^{-1}$  e 50 vagens na população de 200 mil plantas  $ha^{-1}$ , sendo essas as que apresentaram maior NVHS (figura 7).



**Figura 7.** Número de vagens nas hastes secundárias, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Resultado semelhante foi encontrado no trabalho de Da Silva (2020), que utilizou populações como citado anteriormente, sendo que para o NVHS quanto mais baixas as densidades maior foi o resultado em vagens, o autor atribui esse comportamento a característica da cultivar utilizada, pois desta forma o espaçamento entre plantas proporcionado por baixas densidades favorece com que a cultivar expresse seu potencial genético. O mesmo comportamento foi encontrado no trabalho de Bagateli et al. (2020), avaliaram o NVHS entre populações que variaram de 150 a 450 mil plantas  $ha^{-1}$  para duas cultivares, sendo que ambas conforme ocorria o aumento da população resultava na redução do NVHS, consequência da maior competição intraespecífica.

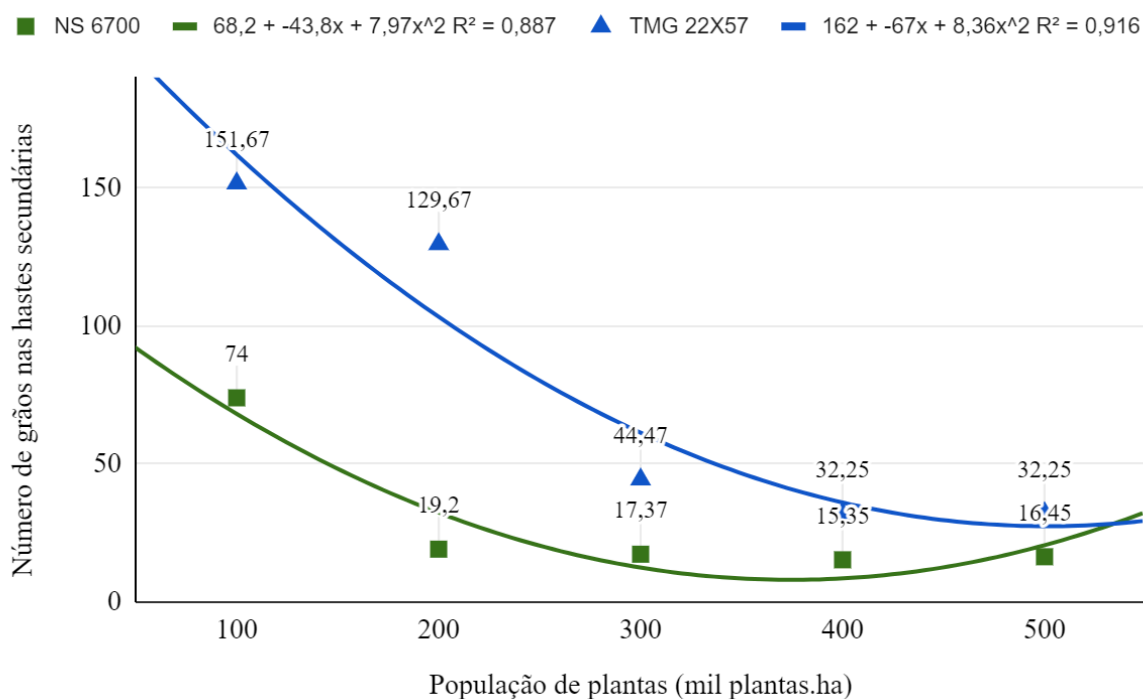
Quando analisada a variável número de vagens total por planta (NVT), obteve-se a mesma resposta da variável NVHS, pois quanto menor a população de plantas maior foi o NVT. Na população de 100 mil plantas  $ha^{-1}$  apresentou o melhor desempenho para ambas as cultivares, ocorreu uma diferença de 39 vagens por plantas da cultivar TMG 22X57 em relação a NS 6700 (figura 7).



**Figura 8.** Número de vagens total, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Na pesquisa de Harms, Araujo, Waureck (2024), o comportamento apresentado no trabalho foi expressado apenas em uma das duas cultivares utilizada pelos mesmos, onde com o aumento da população ocorre a redução do NVT, estes resultados foram significativos até a população 425 mil plantas  $ha^{-1}$ , sendo que as populações no trabalho variaram de 200 a 500 mil plantas  $ha^{-1}$ . Paim (2023), realizou a mesma avaliação porém com apenas duas populações onde a menor que era correspondente a 217.500 plantas  $ha^{-1}$  apresentou um maior NVT e a maior com 243.250 plantas  $ha^{-1}$  apresentou menor NVT. Assim atribuindo um caráter negativo na relação de altas densidades de plantas e NVT, fator que corrobora com os dados apresentados anteriormente.

O número de grãos nas hastes secundárias (NGHS) apresentou diferença estatística entre as cultivares, onde a TMG 22X57 se mostrou superior em comparação a NS6700 com 49 grãos a mais quando comparado a média das populações. Quando analisada a variação na população de plantas, observa-se que quanto menor a densidade de plantas maior é o NGHS. Dentre as densidade avaliadas a de 100 mil plantas  $ha^{-1}$  foi superior em relação às demais, com valores de 74 e 151,67 grãos nas hastes secundárias, nas cultivares NS 6700 e TMG 22X57, respectivamente, resultando uma diferença de 77 grãos (figura 9).

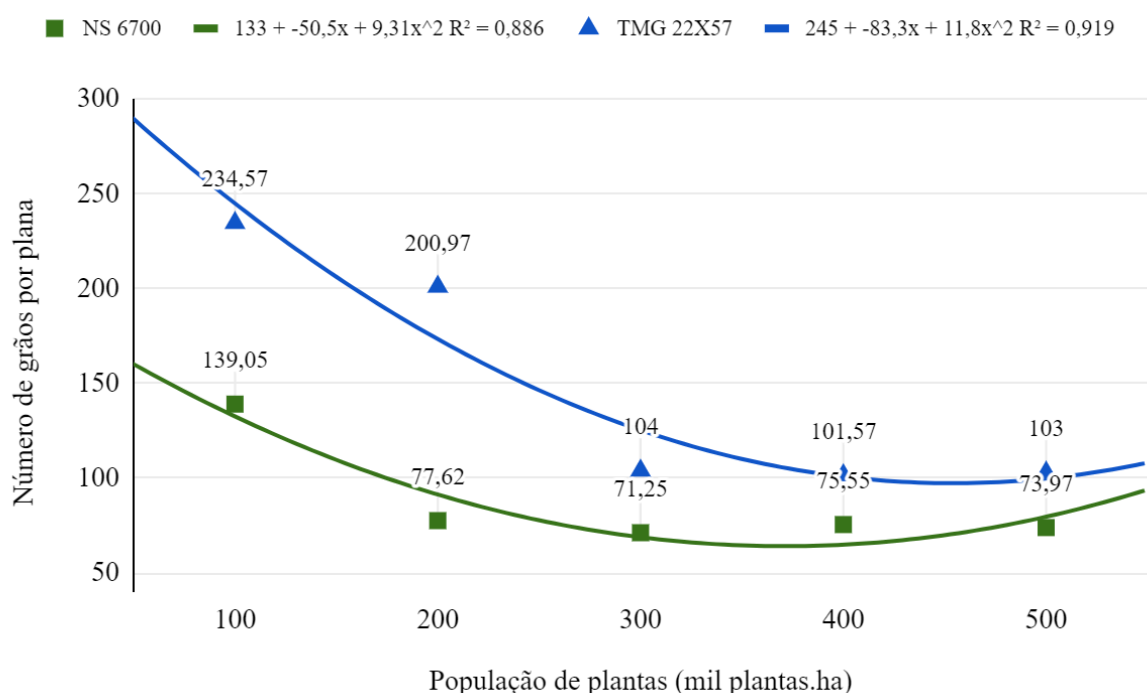


**Figura 9.** Número de grãos nas hastes secundárias, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Fonseca et al. (2015a), constataram resultados semelhantes, seus tratamentos já citados anteriormente na variável NHS, mostraram que quanto maior a população menor foi NGHS com resultados significativos de redução, até a densidade de 480 mil plantas  $ha^{-1}$ . Resultados semelhantes foram encontrados por Menezes (2018), que foi citado na variável NNHP, o mesmo também realizou a análise do NGHS, onde encontrou um comportamento semelhante para as três cultivares utilizadas em seu trabalho, de que quanto maior a densidade de plantas menor foi a formação de grãos nas hastes secundárias. O autor explica que pelo maior número de hastes nas plantas em menores populações, maior emissão no número de legumes e posteriormente grãos, afirmação que se assemelha com os dados apresentados no presente trabalho.

Para variável número de grãos total por planta (NGT), houve diferença estatística entre as cultivares e populações. Sendo que a TMG 22X57 foi superior a NS 6700 apresentando 95 grãos a mais na população de 100 mil plantas  $ha^{-1}$  e 123 grãos na população de 200 mil plantas  $ha^{-1}$ , sendo essas as densidades em que ambas as cultivares produziram maior número de grãos por planta. Desta forma obteve-se uma relação onde com a redução da população de

plantas maior foi NGT, até a população de 300 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  para TMG 22X57, e 200 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  para NS 6700 (figura 10).

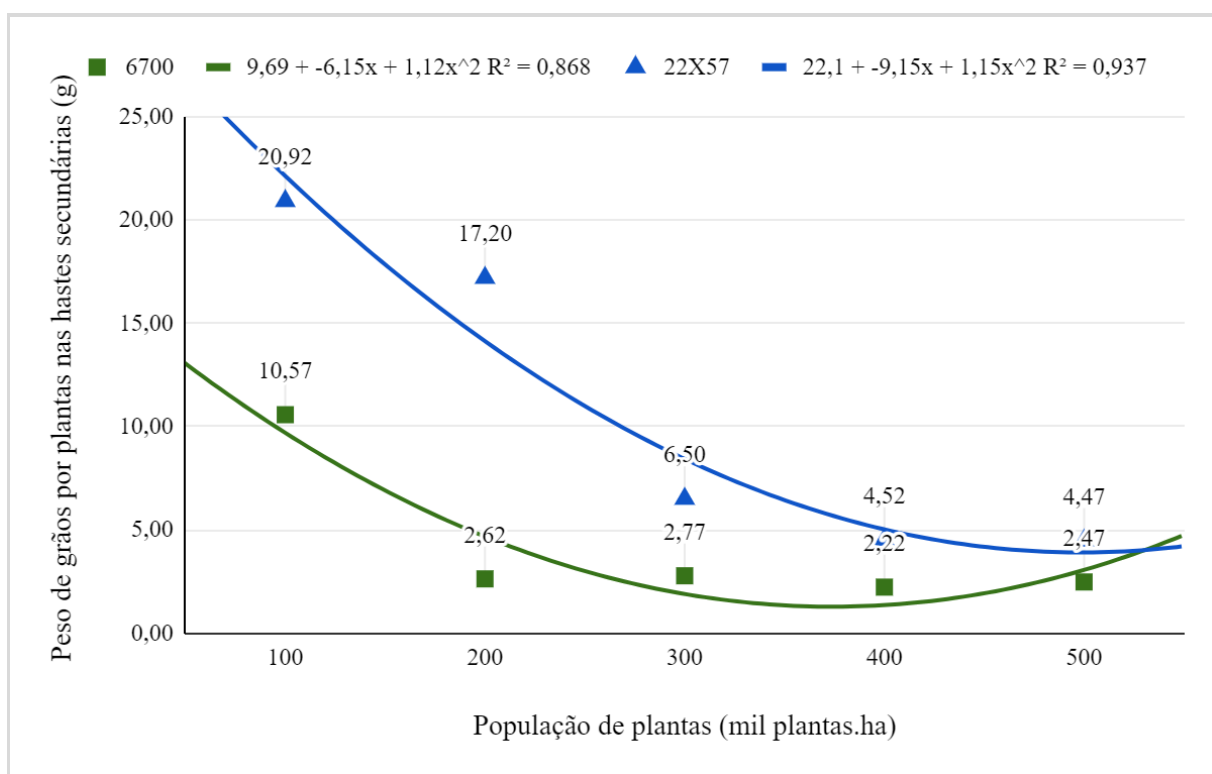


**Figura 10.** Número de grãos total, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Notou-se o mesmo comportamento na pesquisa de Bertolino et al. (2022) utilizando a cultivar DESAFIO RR 8473RSF, onde os mesmos obtiveram o maior número de grãos por planta na população de 300 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  que correspondia a menor densidade de plantas utilizada no trabalho, e o menor valor de NGT foi encontrado na maior população sendo essa a de 480 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Bagateli et al. (2020) corrobora com as respostas apresentadas acima, pois utilizou densidades de 150, 250, 350 e 450 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  para avaliação do NGT e conforme ocorria o aumento da população observou-se a queda no NGT. Desta forma a população de 150 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  correspondeu ao maior valor encontrado para NGT.

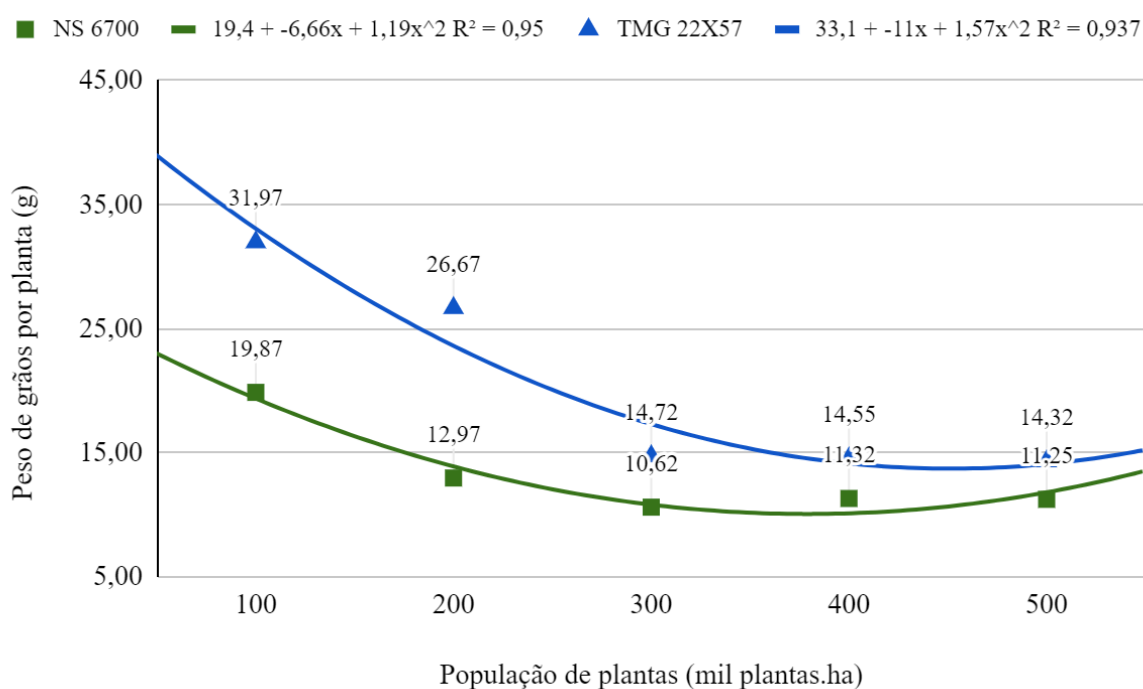
Quando analisa-se os resultados de peso de grãos nas hastes secundárias (PGHS), o presente trabalho apresenta que os mesmos foram significativos para cultivar e população. Desta forma, foi possível constatar que a população de 100 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  foi superior às demais, e quando comparado a média de cada cultivar dentro dessas duas densidades, a cultivar TMG 22X57 apresentou superioridade a NS 6700. A partir dessas respostas, constatou-se que conforme aumenta a densidade de plantas menor será o PGHS resultado

significativo até a população de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> para cultivar TMG 22X57 e 200 mil plantas ha<sup>-1</sup> para NS 6700 (figura 11).



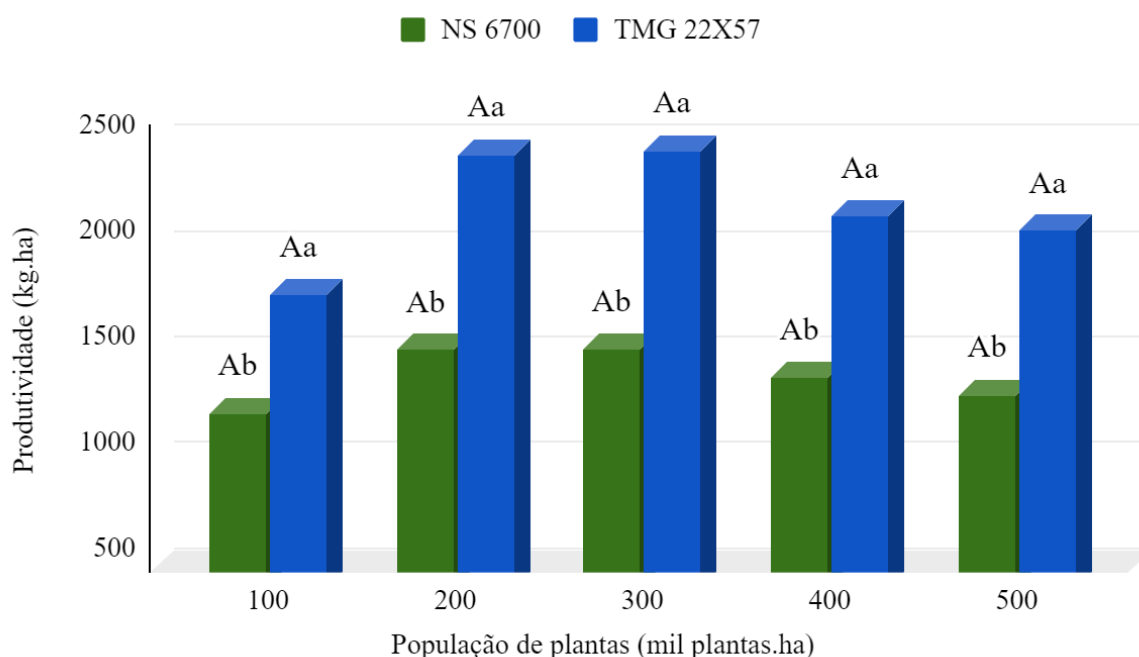
**Figura 11.** Peso de grãos nas hastes secundárias, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

O peso de grãos total por planta (PGT) apresentou diferença estatística até a população de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, mostrando a mesma tendência da variável PGHS onde a partir do aumento da população de plantas ocorre a redução no peso de grãos total por planta, comportamento que se reflete para ambas as cultivares, e ao avaliar os valores dentro de cada cultivar observa-se que a TMG 22X57 apresentou maior peso de grãos por planta, quando comparada a NS 6700, superioridade esta que fica em torno de 12,1 g na comparação da densidade de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, que corresponde como a população que permitiu para as duas cultivares produzir o maior valor na variável PGT (figura 12).



**Figura 12.** Peso de grãos total, em plantas de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Observou-se que não ocorreu significância estatística entre as populações, na variável produtividade. Já na comparação entre as cultivares obteve-se uma superioridade da TMG 22X57 em todas as populações, comparado a NS 6700 na produtividade de grãos de soja (figura 13).



**Figura 13.** Produtividade de grãos de soja das cultivares NS 6700 e TMG 22X57 IPRO, em função da população de plantas em terras baixas, Itaqui - RS, safra 2022/2023.

Letras maiúsculas diferem entre as populações e letras minúsculas entre as cultivares (Tukey, 0,05%).

Resultado este encontrado nos trabalhos de Balbinot Junior et al. (2018), onde os mesmos alegam que a cultura da soja possui alta plasticidade fenotípica, o que a possibilita uma adaptação às diferentes populações utilizadas, desta forma, não afetando drasticamente a produção de grãos de soja. No trabalho de Fonseca et al. (2015a) foi constatado uma redução na produtividade nas populações de 480 e 600 mil plantas ha<sup>-1</sup> onde os autores acreditam que a redução no rendimento de grãos de soja nas populações mais altas seja proveniente do maior número de plantas por m<sup>2</sup>, fator que aumenta a competição das plantas por luz, água e nutrientes.

Enquanto entre as cultivares utilizadas no trabalho também foi constatada diferença onde os mesmos apresentam que houve diferença na produtividade de grãos de soja entre as cultivares, considerando a média das populações. Outro ponto a ser observado é na questão econômica, pois uma vez que a redução na população não afeta significativamente na produtividade de grãos, a redução da densidade de semeadura se torna uma opção para reduzir os custos de produção conforme apresentado no trabalho de Deretti et al. (2022).

## 5. CONCLUSÃO

A cultivar TMG 22X57 I2X foi superior a NS 6700 IPRO nas variáveis estatura final de planta, número de hastes secundárias, altura da inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, peso de grãos por planta e produtividade, ressaltando a importância da escolha correta das cultivares para região de cultivo.

A variação na população de plantas causa diferenças significativas nos componentes de produtividade e comportamento das plantas. Populações menores ocasionam plantas com melhor desempenho produtivo individualmente, em razão da ocorrência de menor competição intraespecífica de plantas e maior expressão da plasticidade fenotípica, já altas densidades reduzem a produção individual das plantas, consequência da maior competição por espaço e nutrientes.

A produtividade não apresentou diferença estatística entre as densidades, porém é vital considerar questões como necessidades de manejos na lavoura em função da população escolhida, tais como aplicações de inseticidas, fungicidas e herbicidas, bem como o gasto com insumos e aquisição de sementes.

## REFERÊNCIAS

- ALLIPRANDINI, L. F. *et al.* Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop Science**, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.
- BAGATELI, J. R. *et al.* Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38686-38718, 2020.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Agrupamento de plantas de soja na linha de semeadura. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2018. 13p.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Densidade de plantas na cultura da soja. Londrina: EMBRAPA, 2015. 38p. (Documentos, 364).
- BALEST, D. S. **Densidade de plantas agrônômica ótima de soja para altas produtividades em ambiente subtropical**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2021. 37p.
- BATISTA, A. A. M. *et al.* Evolution of soybean cultivation in lowlands: an overview from the producers' point of view. In: Seven Editora. **Seven Editora**. [S.l.]: Seven Editora, 2024. p. 28-49. Disponível em: <http://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/4042>. Acesso em: 28 abr. 2024.
- BERGAMASCHI, H. *et al.* Florescimento precoce da soja na safra 1977/78. **IPAGRO Informa**, Porto Alegre, n. 21, p. 71-75, out. 1978.
- BERTOLINO, K. M. *et al.* Rendimento da soja em função da densidade de semeadura. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 20, n. 1, p. 01-08, 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 261/2022, de 04 de julho de 2022. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05 jul. 2022a. Seção 1, p. 129-148. (RS).
- BÜCHLING, C. *et al.* Uso da plasticidade morfológica como estratégia para a redução da população de plantas em cultivares de soja. **Revista Agrarian**, v. 10, n. 35, p. 22-30, 2017.
- CABRAL, L. C.; MODESTA, R. C. D. A soja na alimentação humana. Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, Embrapa, 1981. 59 p.
- CARVALHO, S. N. *et al.* Revisão: A importância da soja para o agronegócio brasileiro. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; SILVA, A. L. V.; VIEIRA NETO, G. F. (org.). **Fitotecnia, sistemas agrícolas ambientais e solo**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2023. cap. 3, p. 52-60.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da safra de grãos. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 21 abr. 2024.

CONCENÇO, G. et al. Manejo da soja em terras baixas para alta produtividade. Pelotas: EMBRAPA, 2020. 9 p. (Circular Técnica, 207).

CQFS - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 476 p.

DE CAMPOS, A. S. *et al.* Utilização da tecnologia sulco-camalhão na produção de soja e milho em Terras Baixas do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 32p. **Documento 506**. 2021.

DERETTI, A. F. H. *et al.* Resposta de cultivares de soja à redução na densidade de plantas no planalto norte catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 2, p. 123-136, 2022.

DÖRR, C. S. *et al.* Densidade de plantas e desempenho produtivo da soja. **Revista de Gestão e Secretariado**, [S. l.], v. 14, n. 10, p. 18821-18831, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i10.3083. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/3083>. Acesso em: 15 jun. 2024.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Ecofisiologia da soja. Circular Técnica, Embrapa Soja (INFOTECA-E), 2007. 9 p.

FERREIRA, A. S. *et al.* Plant spatial arrangement affects grain production from branches and stem of soybean cultivars. **Bragantia**, v. 77, p. 567-576, 2018.

FERREIRA, M. *et al.* Análise de produtividade da cultivar Brasmax Ataque I2X sob diferentes populações. Orientador: Prof. Dr. Emerson Trogello. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, Morrinhos, 2023.

FONSECA, D. A. R. *et al.* Contribuição de ramos secundários nos componentes de rendimento de soja de terras baixas sob irrigação por aspersão. In: EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Resultados de Pesquisa de Soja na Embrapa Clima Temperado – 2014**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. p. 75.

FONSECA, D. A. R. *et al.* Morfologia de cultivares de soja em diferentes populações de plantas. In: EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Resultados de Pesquisa de Soja na Embrapa Clima Temperado – 2013**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. p. 57.

GARCIA, R. A.; PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Produção de soja em diferentes arranjos espaciais de plantas no Paraná e em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017. 42 p.

GOULART, R. Z. Manejo de solo de várzea para cultivo de soja, milho e forrageiras hibernais na fronteira oeste gaúcha. 2016. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

HARMS, K. L.; DE ARAUJO, T. G.; WAURECK, A. Influência da densidade de semeadura nas características agrônômicas e produtividade de cultivares de soja (Agronomia).

**Repositório Institucional**, v. 2, n. 2, 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisas: Censo Agropecuário.

Disponível em:

<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=CA&z=t&o=11>. Acesso em: 04 abr. 2024.

MAUAD, M. *et al.* Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 35, p. 175-181, 2010.

MENEZES, H. M. *et al.* Componentes de rendimento e produtividade em função da densidade populacional de cultivares de soja em terras baixas. Orientador: Prof. Dr. Daniel Ândrei Robe Fonseca. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, Itaqui, 2018.

MORO, F. da S. *et al.* Produtividade de grãos em soja e seus componentes sob diferentes densidades de plantio. **Revista Tecnolog**, v. 25, n. 2, p. 314-319, 2021. DOI: 10.17058/tecnolog.v25i2.16216.

PAIM, J. V. P. Atributos biofísicos e população de plantas de soja na validação de zonas homogêneas em área de produção de grãos. 2023. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

PARAGINSKI, J. A. *et al.* Componentes de produtividade de cultivares de soja sob densidades de semeadura. **Revista Ceres**, v. 69, p. 416-424, 2022.

PINTO, L. F. S.; MIGUEL, P.; PAULETTO, E. A. Solos de várzeas e terras baixas. In: EMYGDIO, Beatriz M.; ROSA, Ana P. S. A. de; OLIVEIRA, Ana C. B. (org.). **Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. p. 23-42.

RIZZI, R.; LOPES, P. M.; MALDONADO, F. F. Influência dos fenômenos “El niño” e “La nina” no rendimento da cultura de soja no RS. São José dos Campos: INPE, 2001.

SALMERON, M. *et al.* Yield response to planting date among soybean maturity groups for irrigated production in the US Midsouth. **Crop Science**, v. 56, p. 747-759, Jan. 2016.

Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/291555976>. DOI: 10.2135/cropsci2015.07.0466.

SILVA, A. C.; LIMA, E. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 5., 2011.

SILVA, L. S. *et al.* Desempenho produtivo da soja em função da população e distribuição de plantas na fileira. Orientador: Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, Itaqui, 2020.

SIPPEL DÖRR, C. *et al.* Densidade de plantas e desempenho produtivo da soja. **GeSec: Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 10, 2023.

Soja em áreas de arroz cresceu 205% em 10 anos. IRGA: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2021. Disponível em:  
[https://irga.rs.gov.br/soja-em-areas-de-arroz-cresceu205emdezanos#:~:text=A%20cultura%20da%20soja%20em,do%20Sul%20\(945.971%20ha\)](https://irga.rs.gov.br/soja-em-areas-de-arroz-cresceu205emdezanos#:~:text=A%20cultura%20da%20soja%20em,do%20Sul%20(945.971%20ha)). Acesso em: 27 abr. 2024.

SOUZA, C. A. *et al.* Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. **Planta Daninha**, v. 28, p. 887-896, 2010.

TAKAHASHI, T.; HOSOKAWA, H.; MATSUZAKI, M. N<sub>2</sub> fixation of nodules and N absorption by soybean roots associated with ridge tillage on poorly drained upland fields converted from rice paddy fields. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 52, n. 3, p. 291-299, 2006.

TALHAFERRO, J. *et al.* Comportamento inicial de cultivares de soja em diferentes temperaturas. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 6., 2020. Anais... [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em:  
<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/67548>. Acesso em: 02 mai. 2024.

TANWAR, B.; GOYAL, A. Oilseeds: health attributes and food applications. Springer, 2021.

VASQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 1-11, 2008.

VOGEL, E.; MARTINELLI, G.; ARTUZO, F. D. Environmental and economic performance of paddy field-based crop-livestock systems in Southern Brazil. **Agricultural Systems**, v. 190, p. 103109, 2021.

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

ZUFFO, A. M. *et al.* Recomendações técnicas para o cultivo da soja em diferentes regiões. Circular Técnica, n. 94, Embrapa, 2023.