

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN/RS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

Geovanna Nikole Pereira Ricardi

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA CULTIVADA COM SEMENTES DE
TAMANHOS DIFERENTES EM DENSIDADES DE SEMEADURA DISTINTAS**

**Frederico Westphalen/RS, Brasil
2022**

Geovanna Nikole Pereira Ricardi

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA CULTIVADA COM SEMENTES DE TAMANHOS DIFERENTES EM DENSIDADES DE SEMEADURA DISTINTAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Agrônoma.**

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro

Frederico Westphalen/RS, Brasil
2022

Geovanna Nikole Pereira Ricardi

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA CULTIVADA COM SEMENTES DE TAMANHOS DIFERENTES EM DENSIDADES DE SEMEADURA DISTINTAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Frederico Westphalen/RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Agrônoma.**

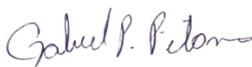
Aprovado em 24 de agosto de 2022:



Professor Dr. Volmir Sergio Marchioro
(Presidente/Orientador)



Professor Dr. Marcos Toebe
(Membro da banca)



Mestrando Gabriel Pereira Pitana
(Membro da banca)

DEDICATÓRIA

Desconheço exemplo maior de dedicação que os nossos pais, dedico aos meus o presente trabalho, pois através do exemplo de vida e persistência pude concluir essa etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, minha família, pois através da educação, dos valores e conselhos me tornei quem sou hoje. Em especial, agradeço meus pais e avós, pelo apoio, dedicação e compreensão prestados durante todas as etapas da trajetória acadêmica, sem vocês, o título de Engenheira Agrônoma não seria possível.

Ao meu orientador, Dr. Volmir Sergio Marchioro pela paciência, apoio e dedicação com meu trabalho, não medindo esforços para ajudar durante todo andamento da iniciação científica, e sempre que pôde, facilitou esse processo. Posso dizer que aprendi muito pelo exemplo durante esses cinco anos de convivência.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas (GPMP), Carine Meier e Luís Klein por toda ajuda na execução, correções e sugestões. Aos demais colegas pelo companheirismo, motivação e auxílio prestados nas avaliações e cumprimento deste trabalho, levarei comigo as histórias e os momentos de convivência.

Por fim, a todos que diretamente ou indiretamente apoiaram na concretização dessa etapa tão importante na minha vida.

Muito obrigada!

RESUMO

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM SOJA CULTIVADA COM SEMENTES DE TAMANHOS DIFERENTES EM DENSIDADES DE SEMEADURA DISTINTAS

AUTOR: Geovanna Nikole Pereira Ricardi

ORIENTADOR: Volmir Sergio Marchioro

O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a resposta de diferentes tamanhos de sementes de soja sob densidades de semeadura distintas. O experimento foi conduzido na safra de 2019 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen, pelo Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas. O trabalho foi conduzido no delineamento de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3 x 3, constituído de três densidades de semeadura e três tamanhos de semente, totalizando nove tratamentos. Cada unidade experimental foi composta de 4 linhas, com 3 metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m. Para este estudo foi utilizada a cultivar de soja BMX Zeus IPRO. As variáveis avaliadas após a colheita foram inserção do primeiro legume, diâmetro da haste, massa da planta, número de ramificações, número de legumes no terço inferior, número de legumes no terço médio, número de legumes no terço superior, número de legumes com 1 grão, 2 grãos, 3 grãos e 4 grãos, massa dos grãos de legumes com 1 grão, 2 grãos, 3 grãos e 4 grãos, massa total de grãos, índice de colheita, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Para o fator tamanho de semente, apenas as características número de legumes com 1 grão e massa dos grãos de legumes com 4 grãos apresentaram diferença significativa. Já para densidade de semeadura, todas as características, exceto para índice de colheita, ocorreu efeito significativo para as diferentes densidades de semeadura, sendo que a produtividade de grãos foi superior para as menores densidades devido ao melhor desempenho dos componentes da produtividade de grãos por planta.

Palavras-chave: *Glycine max*, componentes da produtividade, qualidade de sementes.

ABSTRACT

PRODUCTIVITY OF GRAIN IN SOYBEAN CULTIVATED WITH DIFFERENT SIZE SEEDS IN DIFFERENT SEEDING DENSITIES

AUTHOR: Geovanna Nikole Pereira Ricardi

ADVISOR: Volmir Sergio Marchioro

The present work aimed to evaluate the response of different seed sizes under different sowing densities. The experiment was conducted in the 2019 crop in the experimental area of the Universidade Federal Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, by the Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas. The work was carried out in a randomized block design, with three replications, in a 3 x 3 factorial scheme, consisting of three sowing densities and three seed sizes, totaling nine treatments. Each experimental unit consisted of 4 lines, 3 meters long, spaced at 0.45 m. For this study, the soybean cultivar BMX Zeus IPRO was used. The variables evaluated after harvest were insertion of the first vegetable, stem diameter, plant mass, number of branches, number of vegetables in the lower third, number of vegetables in the middle third, number of vegetables in the upper third, number of vegetables with 1 grain, 2 grains, 3 grains and 4 grains, mass of vegetable grains with 1 grain, 2 grains, 3 grains and 4 grains, total grain weight, harvest index, thousand grain weight and grain yield. For the seed size factor, only the characteristics number of legumes with 1 grain and mass of grains of legumes with 4 grains showed a significant difference. As for sowing density, all the characteristics, except for the harvest index, had a significant effect for the different sowing densities, and the grain yield was higher for the lower densities due to the better performance of the components of grain yield.

Keywords: *Glycine max*, yield components, seed quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis inserção do primeiro legume (IPL), diâmetro da haste (DH), massa da planta (MSP), número de ramificações (NR), número de legumes no terço inferior (NLI), número de legumes no terço médio (NLM), número de legumes no terço superior (NLS), número de legumes com 1 grão (NLG1), número de legumes com 2 grãos (NLG2), número de legumes com 3 grãos (NLG3) e número de legumes com 4 grãos (NLG4), massa dos grãos de legumes com 1 grão (MG1), massa dos grãos de legumes com 2 grãos (MG2), massa dos grãos de legumes com 3 grãos (MG3), massa dos grãos de legumes com 4 grãos (MG4), massa total de grãos (MTG), índice de colheita (IC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.....20

Tabela 2 - Médias das características inserção do primeiro legume (IPL), diâmetro da haste (DH), massa da planta (MSP), número de ramificações (NR), número de legumes no terço inferior (NLI), número de legumes no terço médio (NLM) e número de legumes no terço superior (NLS), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.....22

Tabela 3 - Médias das características número de legumes com 1 grão (NLG1), número de legumes com 2 grãos (NLG2), número de legumes com 3 grãos (NLG3) e número de legumes com 4 grãos (NLG4), massa dos grãos de legumes com 1 grão (MG1), massa dos grãos de legumes com 2 grãos (MG2), massa dos grãos de legumes com 3 grãos (MG3), massa dos grãos de legumes com 4 grãos (MG4), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.....24

Tabela 4 - Médias das características massa total de grãos (MTG), índice de colheita (IC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.25

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) obtidas em diferentes densidades com sementes de tamanhos distintos.....26
- Figura 2 - Precipitação e temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento de soja na safra 2019/2020.....27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLÓGICA	13
2.2. CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA.....	14
2.3. DENSIDADE DE SEMEADURA	14
2.4. TAMANHO DE SEMENTE	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÕES.....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

A produção de soja destaca-se entre uma das atividades econômicas mais importantes dentro do agronegócio, favorecendo a expansão da cultura nas demais regiões do mundo (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010). Esta leguminosa produtora de grãos ricos em proteína e óleo no cenário nacional, produziu cerca de 138,2 milhões de toneladas na safra 2020/2021. Por outro lado, em função das condições climáticas, principalmente na região sul do Brasil, a produção na safra 2021/2022 foi de 124,1 milhões de toneladas, ou seja, uma redução de 10,2%, considerando que a área ocupada com soja aumentou em 4,5% (CONAB, 2022).

A planta, o ambiente de produção e o manejo estão ligados de forma direta na definição de produtividade de grãos da cultura da soja. Entre as práticas de manejo destacam-se a escolha da cultivar, a época de semeadura, o espaçamento e a densidade adequados, fatores que vão potencializar os componentes da produtividade de grãos da soja (MAUAD et al., 2010) e, conseqüentemente, a produtividade de grãos. Além disso, o arranjo espacial das plantas pode interferir em características produtivas de muitas culturas, visto que plantas sob condições de sombreamento, pelo aumento da densidade, podem destinar recursos para crescimento em estatura de planta (TAIZ; ZEIGER, 2009), em detrimento da produtividade de grãos.

De forma geral, a indicação de população ideal para a cultura da soja, gira em torno de 30 plantas por metro quadrado ou aproximadamente 300.000 plantas por hectare, sendo essa população variável em função da indicação do obtentor para cada cultivar (OLIVEIRA; ROSA, 2014).

Segundo Rodrigues, Teixeira e Costenaro (2016), a redução na densidade de semeadura abaixo da recomendação, para 20 plantas por metro quadrado, em espaçamento de 25 cm entre linhas, é suficiente para a produtividade de grãos na soja, independe da cultivar. No entanto, Vazquez, Carvalho e Borba (2008), dizem que adotar população de plantas abaixo da recomendação favorece o desenvolvimento de plantas daninhas, plantas de estatura mais baixa e com maior número de ramificações, reduzindo assim, a produtividade de grãos.

Economicamente, a época de semeadura é uma das práticas de maior importância no que diz respeito à obtenção de quantidade e qualidade na produtividade final de grãos tendo como consequência em muitos casos a redução de gastos na condução da lavoura (BORNHOFEN et al., 2015).

Peter et al. (2020), em experimento conduzido no sul do Rio Grande do Sul, em duas épocas de semeadura, sendo a primeira época na segunda quinzena de novembro e a segunda época na segunda quinzena de dezembro, verificaram que a germinação foi superior em sementes oriundas da segunda época de semeadura e que as sementes oriundas da primeira época de semeadura apresentaram tamanhos maiores. Ademais, de acordo com Do Carmo et al. (2018), existe a interferência nas características morfológicas e componentes da produtividade de grãos das plantas de soja conforme a época de cultivo e que o adiamento desta implica em menor produtividade de grãos.

A qualidade da semente tem influência no sucesso da implantação da cultura, visto que as sementes carregam o potencial genético da mesma, cujos efeitos irão expressar-se no decorrer do ciclo da cultura, podendo desencadear fatores determinantes na produtividade de grãos da cultura (GIOMO, 2003). Para Vinhal-Freitas (2011) existe efeito significativo no desempenho fisiológico superior em plântulas obtidas de sementes maiores, devido basicamente ao conteúdo dos tecidos de reserva disponíveis para o desenvolvimento da plântula associados ao seu desenvolvimento e vigor das sementes.

Apesar de diversos estudos na literatura abordarem diferentes densidades de semeadura com diferentes tamanhos de sementes em soja, poucos avaliaram a influência do tamanho de semente de soja aliado à diferentes densidades de semeadura. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de grãos da soja cultivada com sementes de diferentes tamanhos em diferentes densidades de semeadura.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLÓGICA

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] trata-se de uma planta herbácea da classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie *max*. Apresenta por característica caule híspido, com poucas ramificações, sua raiz, porém, apresenta a principal com várias ramificações (JUDD et al., 2009).

Cultura anual, o ciclo da soja geralmente varia de 70 a 200 dias conforme o local e época de semeadura, a maioria das cultivares adaptadas nas condições brasileiras apresentam ciclo em torno de 90 a 150 dias. A semente tem germinação epígea, a estatura de planta é variável, atingindo de 30 a 250 cm (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009). Possui hábito de crescimento ereto a curvado, com tipo de crescimento determinado, semideterminado ou indeterminado, hastes e legumes pubescentes de coloração acinzentada ou marrom, resistente à deiscência dos legumes, além de boa qualidade visual e fisiológica de sementes (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

Segundo a Embrapa Soja (2006), cultivares de soja podem ter diferentes ciclos, conforme as condições edafoclimáticas e manejo de cada região, sendo classificadas em grupos de maturação, sendo, em geral, precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, já quanto ao número de dias, este, pode variar em relação às várias regiões de adaptação, fazendo com que esses grupos se diferenciem entre si.

A germinação inicia com o contato da semente ao solo e condições favoráveis para o desenvolvimento, dá-se início ao processo a partir da emissão da radícula penetrando no solo e o lançamento dos cotilédones, por meio de sua germinação epígea. Os cotilédones entram em contato com a luz dando início a formação de pigmentos fotossintetizantes (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015).

A soja possui sistema radicular com raiz principal e secundária (SEDIYAMA et al., 1985). No solo, pode aproveitar ampla quantidade de água armazenada em maiores profundidades, por essa razão, é de suma importância o crescimento geotrópico da raiz para que a planta se desenvolva (MÜLLER, 1981).

Trata-se de uma planta de dia curto, ou seja, o florescimento é induzido quando há exposição de horas luz (fotoperíodo) menor ou igual ao fotoperíodo crítico máximo,

para isso é necessário que seja perceptível pela planta a variação do comprimento do dia (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

2.2. CULTURA DA SOJA E SUA IMPORTÂNCIA

A soja foi vista comercialmente importante na década de 1960, tendo em vista que já havia adentrado no Brasil pelo Rio Grande do Sul, devido à similaridade com a região de produção. Pela demanda crescente da soja no mercado, transformações ocorreram no cultivo desta *commoditie*, revolucionando as últimas três décadas através da adoção do plantio direto, correção e adubação do solo, cultivares adequadas às condições do país, dentre outros que possibilitaram o avanço do cultivo da soja no Brasil (GAZZONI, 2013).

Com a cultura vieram mudanças na agricultura, como a mecanização das lavouras, extensão da fronteira agrícola e a modernização no sistema de transporte, promovendo também incremento na produção da avicultura e suinocultura (SOLOGUREN, 2019).

No agronegócio brasileiro, a soja encontra-se como destaque dentre as commodities comercializadas no mercado futuro. Sendo esta umas das maiores cadeias agroindustriais, considerada oleaginosa em destaque na agricultura moderna, além de ter a maior fonte de óleo vegetal e proteína tanto para a alimentação humana, como animal (VAZ, 2020).

Segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Soja (APROSOJA, 2014), o uso da soja está distante de ser só pela matéria prima, tem destaque em larga escala no setor alimentício, presente em chocolates, massas e temperos, bem como, derivados de carne. É amplamente utilizada na alimentação humana, consistindo na forma de óleo, farelo, grão, alimentos processados, bem como na ração para aves, suínos e bovinos (COÊLHO, 2018).

Gazzoni (2018) afirma que graças as tecnologias desenvolvidas e associadas a cultura da soja houve a possibilidade de cultivo da mesma em climas temperados e frios, apesar de ser hospedeira de várias pragas, não se sujeita a estresses limitantes para produtividade como em climas tropicais.

2.3. DENSIDADE DE SEMEADURA

A semeadura da soja é feita em grande maioria por semeadura direta, onde as sementes são depositadas no solo, sem que haja revolvimento (UHRY, 2013). Deste

modo, deve-se considerar que alguns fatores tendem a interferir nos resultados obtidos, sendo um deles a densidade de semeadura (POSSEBON, 2011). Densidade de semeadura trata-se de uma expressão que determina a quantidade de sementes por hectare, expressa futuramente na densidade de plantas (BALBINOT JUNIOR, 2015). Uma das etapas mais significativas no ciclo de desenvolvimento das plantas é o processo de semeadura, este, deve ser exercido nas melhores condições para garantir altas taxas de uniformidade na distribuição das sementes e, conseqüentemente, o sucesso na implantação da lavoura (ALONÇO et al., 2018). Para isso, é necessário atentar-se ao aumento na densidade, pois acarreta na diminuição do espaçamento aceitável, além de reduzir o nível de precisão (FRANCETTO et al., 2013).

No que diz respeito a densidade de semeadura para soja, até a década de 1980 era comum se recomendar densidade de 400.000 plantas por hectare. Depois disso ocorreram várias mudanças no manejo da cultura, como uso de sementes de maior qualidade, novos herbicidas, tratamento de sementes, semeadoras modernas etc., fatos que permitiram a redução da densidade para em torno de 300.000 sementes por hectare (EMBRAPA SOJA, 2011).

A procura pela adequação na densidade de semeadura é uma prática de manejo interessante para a cultura da soja, onde busca-se incremento na produtividade e redução nos custos com sementes. O aumento na densidade de plantas além da faixa indicada pelos obtentores pode ser dispensável, visto que não confere ganhos significativos em produtividade, além disso, pode provocar acamamento de plantas. Por outro lado, reduzir drasticamente a quantidade de sementes por área também não é desejável, pois em ambientes pouco propícios ao crescimento e desenvolvimento, pode representar redução na produtividade devido ao reduzido estande de plantas (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

A menor altura de inserção dos primeiros legumes e surgimento de ramificações laterais, poderão ocasionar diminuição na produtividade de grãos, devido a maiores índices de perdas na colheita (MESQUITA; COSTA; QUEIROZ, 1980). Para evitar esses problemas, a densidade de semeadura deve ser aperfeiçoada visando máxima eficiência no sistema, por isso, identificar o número de plantas adequado numa competição intraespecífica com alto aproveitamento dos recursos naturais disponíveis é imprescindível, permitindo assim o crescimento e desenvolvimento adequado das plantas (SANTOS et al., 2018). Porém, para Caliskan et al. (2007), é necessário observar a interação entre a densidade e o espaçamento de plantas para cada condição de cultivo,

uma vez que não existe espaçamento e densidade ideal na soja para todas as cultivares e ambientes.

Modificações no arranjo de plantas em áreas de produção tem sido uma alternativa considerável aos produtores como meio para buscar incrementar a produtividade de grãos, causando o mínimo de impacto no ambiente (ROCHA et al., 2018). Assim, espaçamento e a densidade de plantas na fileira para soja podem variar, de acordo com a fertilidade do solo, a época de semeadura, e principalmente devido as características distintas de cada cultivar. Mas de modo geral, a população ideal é a que possibilita características adequadas para colheita mecânica e cobertura foliar rápida do solo, favorecendo o acúmulo de matéria seca na parte aérea, assim como, o sombreamento que limita a utilização da luz solar pelas plantas daninhas (SEDIYAMA; SILVA; BORÉM, 2015). O número de plantas por unidade de área tem função relevante no rendimento final da lavoura, a densidade e/ou estande inadequado é uma das causas da baixa produtividade no Brasil (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2000).

Tourino, Rezende e Salvador (2002) concluíram que a densidade de plantas afeta de forma significativa a massa de mil grãos e o número de legumes por planta, com a redução da densidade verificaram aumento da massa de mil grãos e no número de legumes por planta, assim como, a redução na altura de planta, menor índice de acamamento e maior taxa de sobrevivência.

2.4. TAMANHO DE SEMENTE

A classificação de sementes de soja por tamanho tem sido uma necessidade comercial, em que a padronização se dá por sementes grandes, médias e pequenas. Sementes com maior tamanho dão origem a plântulas mais vigorosas, devido a maior quantidade de reserva, todavia nas condições de campo ou em algumas circunstâncias, sementes de maior tamanho podem apresentar resultados inferiores, tanto por condições ambientais que não foram favoráveis, como por maior suscetibilidade a danos mecânicos (PESKE; VILELLA, 2003).

O tamanho de semente tem sido um atributo considerável no que diz respeito a qualidade de sementes, tanto pelo aspecto visual, mas principalmente para regulagem da semeadora (SANTOS et al., 2005). A demanda tecnológica da semeadora determina a classificação de sementes por tamanho, pois ao longo do tempo houve redução na densidade de semeadura, fato este, que não permite erros no momento de semear, o

estande de plantas deve ser tal qual, como já estabelecido antes da semeadura (CAMOZZATO et al., 2009).

O objetivo da classificação de sementes é proporcionar a instalação da lavoura na melhor forma possível, com uniformidade. E assim verificar se as diferenças no tamanho de sementes têm influência sobre o desenvolvimento da planta, gerando ou não alterações no rendimento e qualidade final do produto (CALDEIRA, 2017).

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a germinação das sementes pequenas é inferior se comparada as grandes, pois as de maior tamanho possuem mais reserva, consequentemente maior peso e são mais vigorosas, favorecendo sua emergência em altas profundidades. Ademais, existe a crença entre os produtores que, por conter mais reserva, darão origem a lavouras mais produtivas (CAMOZZATO, 2007). Entretanto, para Caldeira (2017), não existe influência pela densidade ou tamanho de sementes sob a capacidade de germinação, que o fator limitante é expresso pelo vigor. Ademais, o tamanho de sementes é uma característica genética expressa fenotipicamente, ou seja, própria de cada cultivar.

Conforme conclusão de Pádua et al. (2010) as sementes menores produzem plantas de soja com estatura e produtividade baixa, se comparadas com as médias. Já, as sementes maiores apresentaram maiores taxas de germinação e vigor. No entanto, Santos (2018), não encontrou diferença significativa em produtividade para os três tamanhos de semente, mas para componentes de (número de legumes e grãos por planta) a peneira de menor tamanho se sobressaiu às demais.

Para Ávila et al. (2008), sementes de menor tamanho tem sido escolha preferencial entre os produtores por aspectos econômicos, pois possibilita menor custo no tratamento de sementes, transporte e compra das mesmas. Por outro lado, Labbé (2003), afirma que existe receio por parte de alguns produtores em utilizar sementes de menor tamanho, pensando que estas apresentam menor desempenho quando submetidas as condições de campo, que consequentemente trarão resultados de menor produtividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra de 2019/2020 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen, localizada nas coordenadas 27°39'S, 53°42'O e com uma altitude de 490 metros. O clima da região é subtropical úmido, do tipo Cfa, mínimas entre -3 e 18°C e precipitação média anual de 1.900 e 2.200mm (ALVARES et al., 2014). Os dados climáticos referentes ao período experimental (Figura 1) foram obtidos na estação meteorológica automática 854 de Frederico Westphalen.

O solo do local onde foi instalado o experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2006). Antes da semeadura foi realizada a distribuição do adubo com uso de semeadora de arrasto. A adubação foi calculada com base na análise de solo, seguindo a recomendação para a cultura da soja, para tal foram utilizados 280 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O formulado 5-20-20 (SBCS, 2016).

O trabalho foi conduzido no delineamento de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3 x 3, constituído de três densidades de semeadura, sendo 288.888 plantas por hectare ou 13 plantas por metro linear (13PPML), 400.000 plantas por hectare ou 18 plantas por metro linear (18PPML) e 511.111 plantas por hectare ou 23 plantas por metro linear (23PPML) e três tamanhos de semente, totalizando nove tratamentos. As sementes foram classificadas por tamanho através de peneiras, sendo utilizadas as de 3 mm, 6 mm e 9 mm, as quais chamamos de sementes pequenas, médias e grandes, respectivamente.

Cada unidade experimental foi composta por 4 linhas, com 3 metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m, sendo que a cultivar utilizada no estudo foi a BMX Zeus IPRO. O experimento foi implantado por meio do sistema de semeadura direta no dia 29 de novembro de 2019. A semeadura foi feita de forma manual para cada parcela, onde utilizou-se régua com as três medidas (13, 18 e 23 sementes por metro). O manejo fitossanitário para o controle de pragas e doenças foi realizado de forma preventiva e o controle de plantas daninhas foi realizado utilizando herbicida a base de glifosato.

No momento da colheita, foram avaliadas as seguintes características: inserção do primeiro legume (IPL, cm), diâmetro da haste (DH, mm), massa da planta (MSP, g), número de ramificações (NR, n°), número de legumes no terço inferior (NLI, n°), número de legumes no terço médio (NLM, n°), número de legumes no terço superior (NLS, n°), número de legumes com 1 grão (NLG1, n°), número de legumes com 2 grãos (NLG2, n°),

número de legumes com 3 grãos (NLG3, nº) e número de legumes com 4 grãos (NLG4, nº), massa dos grãos de legumes com 1 grão (MG1, g), massa dos grãos de legumes com 2 grãos (MG2, g), massa dos grãos de legumes com 3 grãos (MG3, g), massa dos grãos de legumes com 4 grãos (MG4, g), massa total de grãos (MTG, g), índice de colheita (IC, nº), massa de mil grãos (MMG, g) e produtividade por planta (PROD, g).

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste F ($p < 0,05$), considerando o modelo estatístico abaixo, considerando dados balanceados:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + T_j + DT_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$$

onde Y_{ijk} é o valor observado da combinação do i -ésimo nível do fator D (densidade de semeadura) com o j -ésimo nível do fator T (tamanho de semente) no k -ésimo bloco; μ é média geral do ensaio; D_i o efeito do i -ésimo nível do fator D considerado fixo; T_j o efeito do j -ésimo nível do fator T considerado fixo; DT_{ij} o efeito da interação do i -ésimo nível do fator D com o j -ésimo nível do fator T ; B_k o efeito do k -ésimo bloco, considerado aleatório e ε_{ij} o efeito do erro aleatório.

Para as características que apresentaram interação ou diferença significativa entre os tratamentos, prosseguiu-se com a análise de agrupamento de médias de Scott e Knott (1974). A manipulação dos dados, análise de variância e teste de Scott e Knott foram realizados no software R, versão 4.0.2 (R CORE TEAM, 2020), utilizando o pacote “Metan” (OLIVOTO; LÚCIO, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância mostram que não houve interação significativa entre tamanho de semente e densidade de semeadura, considerando 5% de probabilidade de erro (Tabela 1). Para o fator tamanho de semente, se observa que apenas as características NLG1 e MG4 apresentaram diferença significativa. Já para densidade de semeadura, para todas as características, exceto para IC, ocorreu efeito significativo para as diferentes densidades de semeadura. Os coeficientes de variação (CV) foram classificados segundo de Pimentel Gomes (2000), para a grande maioria das características, de baixo a médio, apenas duas características apresentaram CV alto e uma CV muito alto, mesmo assim pode se considerar uma boa precisão experimental.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis inserção do primeiro legume (IPL), diâmetro da haste (DH), massa da planta (MSP), número de ramificações (NR), número de legumes no terço inferior (NLI), número de legumes no terço médio (NLM), número de legumes no terço superior (NLS), número de legumes com 1 grão (NLG1), número de legumes com 2 grãos (NLG2), número de legumes com 3 grãos (NLG3) e número de legumes com 4 grãos (NLG4), massa dos grãos de legumes com 1 grão (MG1), massa dos grãos de legumes com 2 grãos (MG2), massa dos grãos de legumes com 3 grãos (MG3), massa dos grãos de legumes com 4 grãos (MG4), massa total de grãos (MTG), índice de colheita (IC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.

Características	Quadrados Médios das Fontes de Variação					CV (%)
	Bloco	Tamanho (T)	Densidade (D)	TxD	Resíduo	
IPL (cm)	0,32	0,26	22,27*	0,78	1,01	6,35
DH (mm)	0,48	0,40	7,91*	0,65	0,33	6,94
MSP (g)	38,32	24,48	751,91*	5,37	10,13	9,07
NR (n°)	0,37	0,02	7,17*	0,13	0,05	12,97
NLI (n°)	13,09	4,95	148,34*	0,84	5,64	18,44
NLM (n°)	41,90	3,47	275,46*	6,86	10,07	15,75
NLS (n°)	8,93	4,28	114,15*	3,01	9,47	18,01
NLG1 (n°)	1,57	2,17*	13,74*	1,02	0,40	21,04
NLG2 (n°)	22,58	4,38	84,77*	8,56	5,94	18,41
NLG3 (n°)	46,79	29,40	658,79*	4,35	20,32	14,53
NLG4 (n°)	1,75	0,37	3,88*	0,19	0,19	16,64
MG1 (g)	0,02	0,03	0,11*	0,01	0,01	36,32
MG2 (g)	1,23	0,33	3,66*	0,52	0,40	21,74
MG3 (g)	11,45	7,26	81,67*	1,05	4,92	19,34
MG4 (g)	0,55	0,20*	1,01*	0,05	0,05	16,72
MTG (g)	26,99	15,10	156,25*	2,23	7,59	17,22
IC (n°)	0,0002	0,0011	0,0003	0,0008	0,0008	6,22
MMG (g)	354,53	28,12	55,92*	36,23	58,26	6,46
PROD (kg ha ⁻¹)	141.428,00	39.171,00	510.821,50*	9.835,50	33.280,75	4,24
GL	2	2	2	4	16	

GL: graus de liberdade; CV (%): coeficiente de variação; *Valores significativos a 5% de probabilidade de erro.

Analisando a Tabela 2, através do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, se verifica que a inserção do primeiro legume (IPL) foi superior para 23PPML em relação as demais densidades, com média de 18 cm até a inserção do primeiro legume. Em contrapartida o diâmetro da haste (DH), a massa da planta (MSP), o número de ramificações (NR), o número de legumes no terço inferior (NLI), o número de legumes no terço médio (NLM) e o número de legumes no terço superior (NLS) foram superiores para 13PPML na comparação com as demais densidades. Para Balbinot Junior et al. (2015) o principal mecanismo de compensação da baixa quantidade de plantas por área é a alta produção de ramos e a formação de ramos maiores.

Para Aguila, Aguila e Theisen (2011), uma das características morfológicas que pode interferir na colheita mecanizada é a altura de planta, podendo variar com população juntamente com o nível de competição entre as plantas. Além disso, para Mauad et al. (2010), isso acontece pelo fato de que com o aumento da densidade de semeadura, ocorre também uma maior competição intraespecífica por água, nutrientes e principalmente por luz, resultando no estiolamento das plantas. No entanto, é necessário destacar que mesmo na densidade de 13PPML a altura de inserção do primeiro legume foi adequada à colheita mecanizada, pois segundo Queiroz et al. (1981) deve ser de no mínimo 13 cm para reduzir perdas durante a colheita.

No que diz respeito ao diâmetro da haste, para a densidade de 13PPML mostrou-se mais expressiva, uma vez que, a densidade menor permitiu o desenvolvimento lateral das plantas, o mesmo não ocorreu para densidades maiores, pois segundo Balbinot Junior et al. (2015) com o aumento na densidade de plantas, existe alta alocação de fotoassimilados na formação das hastes, a fim de aumentar a altura das plantas para interceptação de luz.

Da mesma forma o número de ramificações foi superior na densidade de 13PPML, tal fato pode ser explicado pelo mecanismo de compensação das plantas, suprimindo a baixa densidade e, conseqüentemente, emitindo mais ramos laterais. Em altas densidades, Cruz et al. (2016), observaram redução na quantidade de legumes, justificando isso a maior altura de planta, sendo que as plantas maiores tendem a não ramificar tão facilmente, o mesmo fato foi constatado no trabalho realizado por Ferreira Junior et al. (2010).

Tabela 2 - Médias das características inserção do primeiro legume (IPL), diâmetro da haste (DH), massa da planta (MSP), número de ramificações (NR), número de legumes no terço inferior (NLI), número de legumes no terço médio (NLM) e número de legumes no terço superior (NLS), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.

	Tamanho da semente							
	Pequena		Média		Grande		Média Geral	
Densidade	Inserção do primeiro legume (cm)							
13PPML	14,67	Ab	14,15	Ab	14,01	Ac	14,28	c
18PPML	15,40	Ab	16,17	Aa	15,80	Ab	15,79	b
23PPML	16,83	Aa	17,43	Aa	18,00	Aa	17,42	a
Média Geral	15,63		15,92		15,94		15,83	
Densidade	Diâmetro da haste (mm)							
13PPML	9,59	Aa	9,13	Aa	9,18	Aa	9,30	a
18PPML	7,62	Ab	8,69	Aa	7,82	Ab	8,05	b
23PPML	6,99	Ab	7,65	Ab	7,77	Ab	7,47	b
Média Geral	8,07		8,49		8,26		8,27	
Densidade	Massa da planta (g)							
13PPML	43,66	Aa	45,62	Aa	46,73	Aa	45,34	a
18PPML	29,70	Ab	35,01	Ab	31,97	Ab	32,23	b
23PPML	26,25	Ab	27,77	Ac	29,23	Ab	27,75	c
Média Geral	33,20		36,13		35,98		35,10	
Densidade	Número de ramificações (n°)							
13PPML	2,60	Aa	2,70	Aa	2,87	Aa	2,72	a
18PPML	1,63	Ab	1,80	Ab	1,27	Bb	1,57	b
23PPML	1,00	Ac	0,90	Ac	1,00	Ab	0,97	c
Média Geral	1,74		1,80		1,71		1,75	
Densidade	Número de legumes no terço inferior (n°)							
13PPML	16,33	Aa	17,62	Aa	18,60	Aa	17,52	a
18PPML	10,10	Ab	11,27	Ab	11,90	Ab	11,09	b
23PPML	9,73	Ab	10,30	Ab	10,00	Ab	10,01	b
Média Geral	12,06		13,06		13,50		12,87	
Densidade	Número de legumes no terço médio (n°)							
13PPML	24,70	Aa	26,48	Aa	28,08	Aa	26,42	a
18PPML	18,63	Ab	18,90	Ab	16,53	Ab	18,02	b
23PPML	14,97	Ab	15,87	Ab	17,13	Ab	15,99	b
Média Geral	19,43		20,42		20,58		20,14	
Densidade	Número de legumes no terço superior (n°)							
13PPML	19,83	Aa	22,53	Aa	20,64	Aa	21,00	a
18PPML	15,73	Aa	16,67	Ab	15,17	Ab	15,86	b
23PPML	13,37	Aa	13,87	Ab	15,23	Ab	14,16	b
Média Geral	16,31		17,69		17,01		17,00	

13PPML: 13 plantas por metro linear, 18PPML: 18 plantas por metro linear e 23PPML: 23 plantas por metro linear. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, considerando 5% de probabilidade de erro.

De maneira geral, verificamos que o número de legumes com 1, 2, 3 e 4 grãos, assim como, a massa de grãos de legumes com 1, 2, 3 e 4 grãos foram maiores para a densidade de 13PPML se comparado com as densidades de 18PPML e 23PPML (Tabela 3). Este fato, pode ser explicado pela maior massa da planta, maior número de

ramificações e maior número de legumes por planta, em todos os terços para a densidade de 13PPML (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Tourino, Rezende e Salvador (2002), que verificaram maior número de legumes por planta, com a redução da densidade. Para Deretti et al. (2022) o número de legumes é um dos componentes mais vinculado à alta plasticidade da cultura da soja, pois com a redução da densidade de plantas, há aumento no número de legumes por planta.

Mauad et al. (2010), relataram que o aumento da densidade reduziu linearmente o número de legumes por planta, devido ao fato que o maior número de plantas por área, aumenta a competição entre plantas por luminosidade, reduzindo fotoassimilados e, conseqüentemente, o número de ramificações. De acordo com Pinto (2010), o aumento da densidade é capaz de reduzir os componentes da produtividade de grãos, como número de legumes por planta e o número de grãos por legume, devido à dificuldade de plantas poderem expressar todo seu potencial produtivo em função da competição. Resultados semelhantes, no aumento de legumes por planta com a redução na densidade foram obtidos por Peixoto (1998).

Na Tabela 3, podemos observar que somente para o número de legumes com 1 grão e para a massa dos grãos de legumes com 4 grãos, ocorreu diferença significativa pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, para os diferentes tamanhos de sementes (3 mm, 6 mm e 9 mm), possivelmente devido ao fato que essas características são de baixa ocorrência na soja, na média geral o número de legumes com 1 grão foi de 3,02 por planta e massa dos grãos de legumes com 4 grãos por planta foi de 1,33.

A massa total de grãos e massa de mil grãos foram significativamente maiores para a densidade de 13PPML quando comparado com as densidades de 18PPML e 23PPML (Tabela 4). Já para a produtividade de grãos, as densidades 13PPML e 18PPML permaneceram no mesmo grupo, deferindo estatisticamente pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro da densidade de 23PPML. A produtividade de grãos e dois dos principais componentes da produtividade, massa total de grãos e massa de mil grãos, foram favorecidas na semeadura em baixas densidades, fato que está de acordo com outras pesquisas realizadas.

Tabela 3 - Médias das características número de legumes com 1 grão (NLG1), número de legumes com 2 grãos (NLG2), número de legumes com 3 grãos (NLG3) e número de legumes com 4 grãos (NLG4), massa dos grãos de legumes com 1 grão (MG1), massa dos grãos de legumes com 2 grãos (MG2), massa dos grãos de legumes com 3 grãos (MG3), massa dos grãos de legumes com 4 grãos (MG4), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.

	Tamanho da Semente			
	Pequena	Média	Grande	Média Geral
Densidade	Número de legumes com 1 grão (n°)			
13PPML	3,39 Ba	4,31 Ba	5,62 Aa	4,44 a
18PPML	2,30 Ab	2,03 Ab	2,27 Ab	2,20 b
23PPML	2,07 Ab	2,40 Ab	2,77 Ab	2,41 b
Média Geral	2,58 B	2,92 B	3,55 A	3,02
Densidade	Número de legumes com 2 grãos (n°)			
13PPML	14,34 Aa	17,98 Aa	18,03 Aa	16,78 a
18PPML	12,27 Aa	11,93 Ab	10,37 Ab	11,52 b
23PPML	10,73 Aa	10,60 Ab	12,90 Ab	11,41 b
Média Geral	12,45	13,50	13,76	13,24
Densidade	Número de legumes com 3 grãos (n°)			
13PPML	38,40 Aa	43,08 Aa	40,65 Aa	40,71 a
18PPML	27,03 Ab	30,17 Ab	26,37 Ab	27,86 b
23PPML	22,47 Ab	25,47 Ab	25,57 Ab	24,50 b
Média Geral	29,30	32,90	30,86	31,02
Densidade	Número de Legumes com 4 grãos (n°)			
13PPML	2,81 Ba	3,59 Aa	3,57 Aa	3,33 a
18PPML	2,53 Aa	2,87 Aa	2,47 Ab	2,62 b
23PPML	2,00 Aa	2,10 Ab	1,93 Ab	2,01 c
Média Geral	2,45	2,85	2,66	2,65
Densidade	Massa dos grãos de legumes com 1 grão (g)			
13PPML	0,31 Ba	0,38 Ba	0,55 Aa	0,41 a
18PPML	0,20 Aa	0,19 Aa	0,24 Ab	0,21 b
23PPML	0,19 Aa	0,25 Aa	0,26 Ab	0,23 b
Média Geral	0,24	0,27	0,35	0,29
Densidade	Massa dos grãos de legumes com 2 grãos (g)			
13PPML	2,95 Aa	3,93 Aa	4,00 Aa	3,63 a
18PPML	2,73 Aa	2,76 Ab	2,38 Ab	2,62 b
23PPML	2,35 Aa	2,23 Ab	2,74 Ab	2,44 b
Média Geral	2,68	2,98	3,04	2,90
Densidade	Massa dos grãos de legumes com 3 grãos (g)			
13PPML	14,13 Aa	15,44 Aa	15,03 Aa	14,87 a
18PPML	8,98 Ab	12,06 Ab	10,14 Ab	10,40 b
23PPML	8,62 Ab	9,62 Ab	9,17 Ab	9,14 b
Média Geral	10,58	12,37	11,45	11,47
Densidade	Massa dos grãos de legumes com 4 grãos (g)			
13PPML	1,37 Ba	1,85 Aa	1,81 Aa	1,68 a
18PPML	1,15 Aa	1,49 Aa	1,25 Ab	1,30 b
23PPML	0,97 Aa	1,01 Ab	1,03 Ab	1,00 c
Média Geral	1,16 B	1,45 A	1,36 A	1,33

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, considerando 5% de probabilidade de erro.

Moore (1991), observou que a massa de grãos aumentou quando o espaçamento entre as plantas foi maior e quando se diminui a população de plantas por área. Tourino, Rezende, Salvador (2002), também obtiveram maior massa de mil grãos para semeaduras em menores densidades. Contudo, para Lima et al., (2009) a massa de mil sementes é um dos componentes da produção que menos varia em função das alterações ambientais, uma vez que a planta dificilmente em condições adversas irá gerar legumes formação inadequada, mas preferencialmente formará poucas sementes nos legumes fixadas, pois seu objetivo é perpetuar a espécie.

Tabela 4 - Médias das características massa total de grãos (MTG), índice de colheita (IC), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD), avaliadas na cultivar BMX Zeus IPRO, sob três tamanhos de semente e três densidades de semeadura.

	Tamanho da Semente							
	Pequena		Média		Grande		Média Geral	
Densidade	Massa total de grãos (g)							
13PPML	18,76	Aa	21,97	Aa	21,38	Aa	20,70	a
18PPML	12,98	Ab	16,50	Ab	14,02	Ab	14,50	b
23PPML	12,13	Ab	13,12	Ab	13,11	Ab	12,78	b
Média Geral	14,62		17,20		16,17		16,00	
Densidade	Índice de colheita (n°)							
13PPML	0,46	Aa	0,47	Aa	0,45	Aa	0,46	a
18PPML	0,43	Aa	0,47	Aa	0,47	Aa	0,46	a
23PPML	0,47	Aa	0,48	Aa	0,44	Aa	0,47	a
Média Geral	0,45		0,47		0,45		0,46	
Densidade	Massa de mil grãos (g)							
13PPML	125,19	Aa	122,97	Aa	124,34	Aa	124,17	a
18PPML	118,30	Ab	120,15	Aa	119,61	Aa	119,35	b
23PPML	112,22	Ab	115,62	Aa	112,31	Ab	113,38	c
Média Geral	118,57		119,58		118,76		118,97	
Densidade	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)							
13PPML	4445,19	Aa	4582,89	Aa	4507,15	Aa	4511,74	a
18PPML	4272,63	Aa	4501,00	Aa	4316,30	Aa	4363,31	a
23PPML	4044,56	Aa	4058,54	Ab	4033,15	Ab	4045,42	b
Média Geral	4254,12		4380,81		4285,53		4306,82	

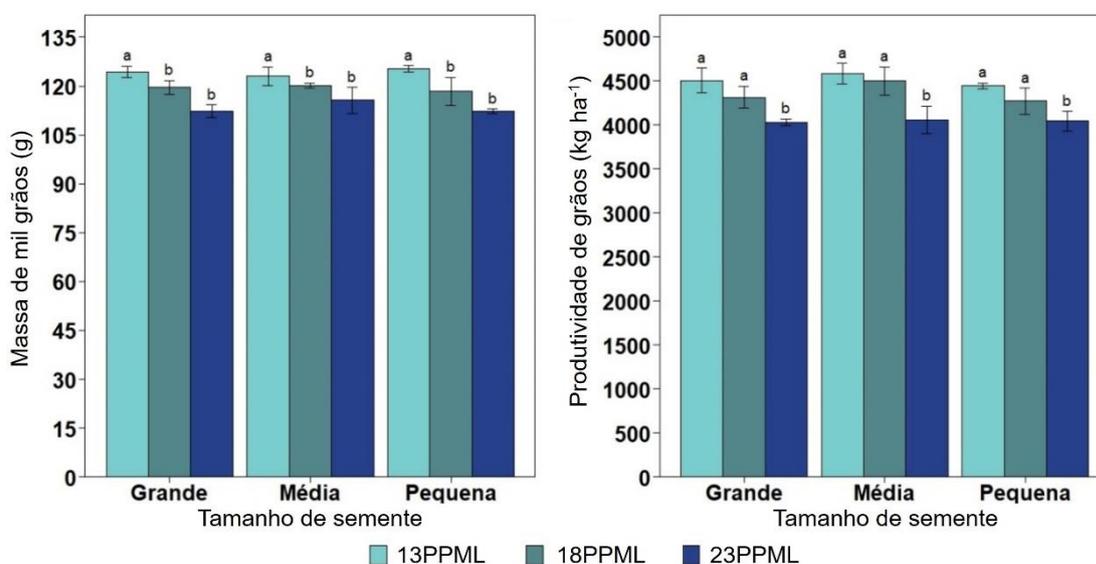
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, considerando 5% de probabilidade de erro.

Podemos observar na Figura 1, mais claramente o comportamento das características massa de mil grãos e produtividade de grãos, sendo a massa de grãos superior para a menor densidade em comparação com as densidades maiores. A produtividade de grãos foi maior para as densidades menores se comparado com a maior densidade. Este fato pode ser explicado porque historicamente a densidade de semeadura vem sendo reduzida no Brasil, na década de 1980 do século passado era comum de recomendar densidade em torno de 400.000 plantas por hectare e com as mudanças no

manejo em geral e com o uso de sementes de qualidade, a densidade recomendada passou a girar em torno de 300.000 sementes por hectare (EMBRAPA SOJA, 2011).

A produtividade de grãos significativamente maior para as densidades menores, pode estar associada com a safra 2019/2020 que teve boas condições climáticas, como boa distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura conforme apresentado na Figura 1, principalmente nos estádios mais críticos da cultura, favorecendo o desenvolvimento da cultura e consequente as menores densidades de semeadura. Justamente atendendo ao que dizem Balbinot Junior et al., (2015), que a redução da densidade pode não ser interessante em ambientes não propícios ao crescimento e desenvolvimento da cultura, consequentemente reduzindo a produtividade de grãos, como as condições foram favoráveis as menores densidades sobressaíram.

Figura 1 - Massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) obtidas em diferentes densidades com sementes de tamanhos distintos.



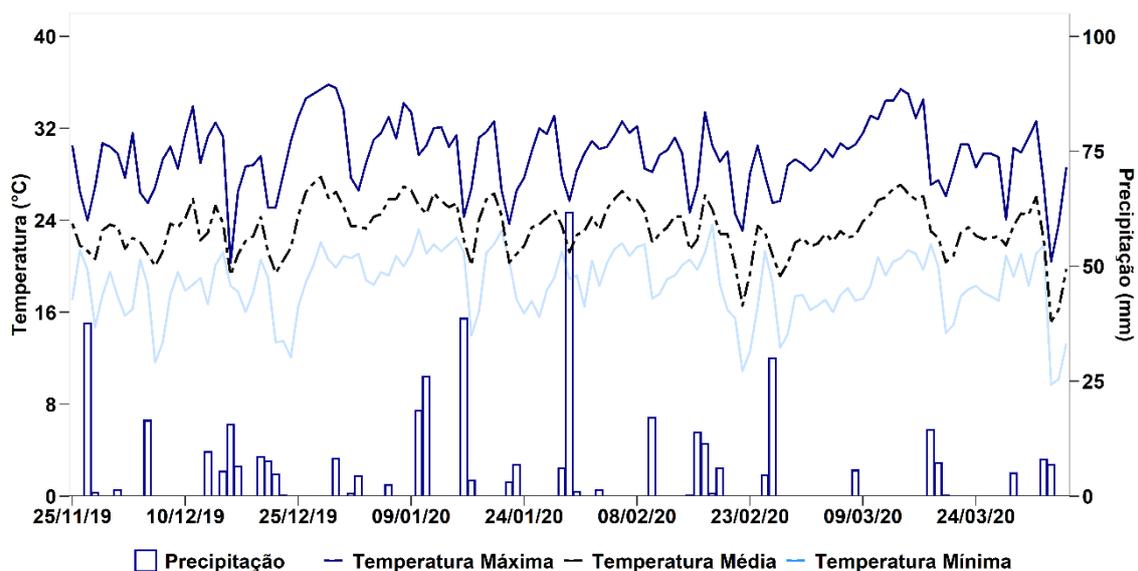
Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas para cada tamanho de semente não diferem entre si segundo teste de agrupamento de médias de Scott-Knott, considerando 5% de probabilidade de erro.

De acordo com a Figura 2, os dados climáticos referentes ao período desse experimento com pluviosidade abaixo do que historicamente ocorre nos meses de dezembro de 2019 e fevereiro de 2020. Mas no geral, na safra 2019/2020 ocorreram chuvas abundantes durante boa parte da primavera e da metade de novembro em diante, as chuvas foram mais escassas (IRGA, 2020), mas que não prejudicaram sobremaneira a cultura. Farias, Nepomuceno e Neumaier (2007), determinaram o requerimento hídrico da cultura durante todo seu ciclo de desenvolvimento, apesar disso, pode variar com base

nas condições climáticas, o manejo e a duração do ciclo da cultura, sendo, de modo geral, entre 450 e 800mm por ciclo.

Segundo Thomas e Costa (2010), a demanda por água aumenta de forma progressiva junto com o desenvolvimento da cultura da soja, chegando ao máximo no florescimento até o início do desenvolvimento de legumes, mantendo-se alta até a maturação. Farias et al. (2001), determina que a cultura da soja tem dois períodos críticos no que diz respeito à falta de água, sendo na fase inicial de estabelecimento da cultura (semeadura à emergência) e no enchimento dos grãos.

Figura 2 - Precipitação e temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento de soja na safra 2019/2020.



6. CONCLUSÕES

Os diferentes tamanhos de sementes não influenciaram a produtividade de grãos e seus componentes para a cultivar BMX Zeus IPRO.

Com relação a densidade de semeadura, a produtividade de grãos foi superior para as menores densidades devido ao melhor desempenho dos componentes da produtividade de grãos para a cultivar BMX Zeus IPRO.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILA, L. S. H.; AGUILA, J.S.; THEISEN, G. **Perdas na Colheita na Cultura da Soja**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 12p. Comunicado Técnico 271.

ALONÇO, P.A.; ALONÇO, A.S. MOREIRA, A.B.; CARPES, D.P.; PIRES, A.L. Distribuição longitudinal de sementes de soja com diferentes tratamentos fitossanitários e densidades de semeadura. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.26, n.1, p.58-67, 2018.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728. 2014

APROSOJA - Associação dos produtores de soja. **A história da soja**. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja>. Acesso em: 10 jul. 2022.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; ALBRECHT, L.P.; TONIN, T.A.; STÜLP, M. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v.65, n.6, p.567-691, 2008.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. **Densidade de plantas na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 36p. Documentos 364.

BORNHOFEN, E.; BENIN, G.; GALVAN, D.; FLORES, M.F. Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.1, p.46-55, 2015.

CALDEIRA, T.I.R. **Rendimento e qualidade de grãos de soja em função da classificação de semente**. 2017. 32f. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Agrícola e Ambiental), Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, 2017.

CALISKAN, S.; ARSLAN, M.; UREMIS, I.; CALISKAN, M.E. The effects of row spacing on yield and yield components of full season and double-cropped soybean. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.31, p.147-154. 2007.

CAMOZZATO, V.A. **Desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Sementes), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

CAMOZZATO, V.A.; PESKE, S.T.; POSSENTI, J.C.; MENDES, A.S. Desempenho de cultivares de soja em função do tamanho das sementes. **Revista brasileira de sementes**, v.31, n.1, p.288-292, 2009.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 5ed. Campinas: Funep, 2012. 590p.

COÊLHO, J.D. Produção de grãos: feijão, milho e soja. **Caderno Setorial ETENE**, n.51 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos - Safra 2021/22 10º Levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2022.

CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.3, n.1, p.1-6, 2016.

DERETTI, A.F.H.; SANGOI, L.; JUNIOR, M.C M.; GULARTE, P.S.; CASTAGNETI, V.; LEOLATO, L.S.; KUNESKI H.F.; SCHERER R.L.; BERKENBROCK J.; DUARTE L.; NUNES M.S. 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.

DO CARMO, E.L.; BRAZ, G.B.P.; SIMON, G.A.; SILVA, A.G.; ROCHA, A.G.C. Desempenho agrônômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.17, n.1, p.61-69, 2018.

EMBRAPA SOJA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja: Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 262p. Sistemas de Produção 15.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná 2006**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 217p. Sistemas de Produção 8.

FARIAS, J.R.B.; ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R.; EVANGELISTA, B.A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIR, N.; NEPOMUCENO, A.L. Caracterização de Risco de Déficit Hídrico nas Regiões Produtoras de Soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, p.415-421, 2001.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8p. Circular Técnica 48.

FERREIRA JUNIOR, J.A.; ESPINDOLA, S.M.C.G.; GONÇALVES, D.A.R.; LOPES E.W. Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba - MG. **FAZU em Revista**, n.7, p.13-21, 2010.

FRANCETTO, T.R.; MACHADO, O.D.C.; ALONÇO, A.S.; FRANCK, C.J.; CARPES, D.P. **Variáveis complementares para avaliação da distribuição longitudinal de sementes**. In: XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Fortaleza: Fábrica de Negócios, 2013. 5p.

GAZZONI, D.L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v.70, n.3, p.16-18, 2018.

GAZZONI, D.L. **A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 51p. Documentos 344.

GIOMO, G.S. **Beneficiamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) e efeitos na qualidade**. 2003. 95f. Tese (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

IRGA - INSTITUTO RIOGRANDESE DO ARROZ. **Condições meteorológicas e seus impactos sobre as lavouras de arroz irrigado e soja em rotação.** Boletim de resultados da lavoura - Safra 2019/2020. 2020. Disponível em: <https://irga.rs.gov.br>. Acesso em: 30 jul. 2022.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F.; DONOGHUE, M.J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2009. 632p.

LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. 47p. Documentos 319.

LIMA, E.V.; CRUSCIL, A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.69-80, 2009.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; NETO, A.I.A.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

MOORE, S.H. Uniformity of planting spacing effect on soybean population parameters. **Crop Science**, v.31, n.4, p.1049-1051, 1991.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. 1ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.65-104, 1981.

OLIVEIRA, A.C.B.; ROSA, A.P.S.A. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2014/2015 e 2015/2016.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 124p. Documentos 382.

OLIVOTO, T.; LÚCIO, A. D. metan: na R package for multi-environment trial analysis. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 11, n. 6, p. 783-789, 2020.

PÁDUA, G.P.; ZITO, R.K.; ARANTES, N.E.; FRANÇA NETO, J.B. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.9-16, 2010.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantio** 1998. 151f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. **Plantio, espaçamento, densidade, quantidade de sementes.** EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27362/1/Plantio-espacamento.pdf>. Acesso em: 12 de jul. 2022. 2000.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A. Beneficiamento de Sementes. In PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos.** 1ed. Pelotas: Editora UFPel, 2003. p.321-364.

LABBÉ, B.L.M. Armazenamento de Sementes. In PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 1ed. Pelotas: Editora UFPel, 2003. p.366-414.

PETER, M.; MEDEIROS, L.B.; SILVA, F.L.; ROLIM, J.M.; PETER, M.; POLLNOW, H.; AUMONDE, T.Z.; PEDÓ, T. Qualidade e tamanho de sementes de soja em função de diferentes épocas de semeadura e densidades de cultivo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 65563-65573, 2020.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.

PINTO J.F. **Comportamento da plasticidade de plantas de soja frente a falhas e duplas dentro de uma população**. 2010. 43f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.

POSSEBON, S.B. **Desempenho de uma semeadora-adubadora e métodos de aplicação de inseticidas no sulco em plantio direto**. 2011. 114f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Ciência Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 2011.

QUEIROZ, E.F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E.; PEREIRA, L.A.G.; BIANCHETTI, A.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J.B.; YAMASHITA, J. **Recomendações técnicas para a colheita mecânica**. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Ed.). A soja no Brasil. Campinas: ITAL, 1981. p.701-10.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Avaliado in: <<https://www.R-project.org>> (Acessado em dezembro de 2021). 2020.

ROCHA, B.G.R.; AMARO, H.T.R.; PORTO, E.M.V.; GONÇALVES, C.C.; DAVID, A.M.S.S.; LOPES, E.B. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.2, p.376-384, 2018.

RODRIGUES, O.; TEIXEIRA, M.C.C.; COSTENARO, E.R. **Maximização da produção de soja: espaçamento reduzido**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 7p. Comunicado Técnico 358.

SANTOS, A.J.F. **Influência do tamanho da semente no desenvolvimento vegetativo e produtividade em soja**. 2018. 27f. Monografia (Monografia de Graduação), Faculdade Evangélica de Goianésia, Universidade Estadual Paulista, Goianésia, 2018.

SANTOS, G.X.L.; FINOTO, E.L.; CORDEIRO JUNIOR, P.S. DONÁ, S.; CORREIA, A.N.; SOARES, M.M.B.; BÁRBARO-TRONELLI, I.M.; FINOTO, E.L. **Efeito da densidade de plantas nas características agrônômicas de dois genótipos de soja no noroeste paulista**, In: a 37ª Reunião de Pesquisa de Soja, Londrina: Embrapa Soja. 2018. p.32-34.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SANTOS, P.M.; REIS, M.S.; SEDYAMA, T.; ARAÚJO, E.F.; CECON, P.R.; SANTOS, M.R.. Efeito da classificação por tamanho da semente de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.27, n.3, p.395-402, 2005.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**. Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja: I parte**. Viçosa: Editora UFV, 1985. 96p.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Editora UFV, 2015. 333p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; BARROS, H.B. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009. 314p.

SBCS - SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. 376p.

SOLOGUREN, L. A história antes e depois da soja. **AgroANALYSIS**, v.39, n.9, p.44-47, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009. 848p.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Desenvolvimento da planta de soja e o potencial de rendimento de grãos. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Ed.) **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010, p.13-33, 248p.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1071-1077, 2002.

UHRY, D. **Avaliação e critério para a utilização de semeadora com sistema de taxa variável de sementes na cultura da soja**. 2013. 141f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Ciência Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 2013.

VAZ, P.P. **Comercialização da Commodity Soja e o Mercado Futuro**. 2020. 40f. Monografia (Curso de Graduação em Ciências Econômicas). Pontifícia Universidade Católica de Goiás. 2013.

VAZQUEZ, G.H.; CARVALHO, N.M.; BORBA, M.M.Z. Effects of plant population reductions on yield and seed physiological quality of soybeans. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.1-11, 2008.

VINHAL-FREITAS, I.C.; JUNIOR, J.E.G.N.; SEGUNDO, J.P.; VILARINHO, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Agropecuária Técnica**, v.32, n.1, p.108-114, 2011.