

Produtividade de grãos em soja cultivada com sementes de tamanhos diferentes em densidades de semeadura distintas

Grain productivity in soybeans cultivated with seeds of different sizes at different sowing densities

Geovanna Nikole Pereira Ricardi¹, Volmir Sergio Marchioro², Sidnei Teixeira Bairros³, Cleiton Antônio Busatto⁴, Duana Cancian Garafini⁵, Rodrigo Ferreira Bello⁶, Gesiel Chitolina⁷, Lucas Revers Allebrante⁸

RESUMO

O 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, em delineamento de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3 (densidade) x 3 (tamanho de semente), totalizando nove tratamentos. Foi utilizada a cultivar de soja BMX Zeus IPRO. As características avaliadas foram inserção do primeiro legume, diâmetro da haste, massa da planta, número de ramificações, número de legumes no terço inferior, médio e superior; número de legumes com 1, 2, 3 e 4 grãos; massa dos grãos de legumes com 1, 2, 3 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.

Palavras-chave: *Glycine max.* Componentes da produtividade. Qualidade de sementes. Legumes.

ABSTRACT

The aim of the work was to evaluate the response of different sizes of soybean seeds under different sowing densities. The experiment was conducted in the 2019 harvest, in a randomized block design, with three replications, in a 3 (density) x 3 (seed size) factorial scheme, totaling nine treatments. The BMX Zeus IPRO soybean cultivar was used. The characteristics evaluated were insertion of the first vegetable, stem diameter, plant mass, number of branches, number of vegetables in the lower, middle and upper third; number of vegetables with 1, 2, 3 and 4 grains; mass of vegetable grains with 1, 2, 3 and 4 grains; total grain mass, harvest index, thousand grain mass and grain productivity. For the seed size factor, only the characteristics number of vegetables with 1 grain and mass of vegetable grains with 4 grains showed a significant difference. As for sowing density, all characteristics, except for harvest index, had a significant effect for the different sowing densities, with grain productivity being higher for the lower densities due to the better performance of the grain productivity components.

Keywords: *Glycine max.* Components of productivity. Seed quality. Legumes.

¹ Engenheira Agrônoma
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: georicardi@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4247-6301>

² Doutor em Ciências (Fitomelhoramento)
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: volmir@marchioro.eng.br
<https://orcid.org/0000-0003-3873-9567>

³ Mestrando em Agronomia - Agricultura e Ambiente
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: sidnei.bairros@live.com
<https://orcid.org/0009-0006-7343-4565>

⁴ Mestrando em Agronomia - Agricultura e Ambiente
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: cleiton_busatto@yahoo.com.br
<https://orcid.org/0000-0002-0205-2096>

⁵ Mestranda em Agronomia - Agricultura e Ambiente
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: dgarafini@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-6443-799X>

⁶ Rodrigo Ferreira Bello
 Engenheiro Agrônomo
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: rodrigoferreirab@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8444-1177>

⁷ Gesiel Chitolina
 Engenheiro Agrônomo
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: gesielchitolina1@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6707-742X>

⁸ Lucas Revers Allebrante
 Engenheiro Agrônomo
 Instituição: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
 E-mail: lucasallebrante@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2803-9145>

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). 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 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). Vazquez, Carvalho e Borba (2008), dizem que adotar populações 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 de 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. 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. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra de 2019/2020 em Frederico Westphalen/RS. 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 foram obtidos na estação meteorológica automática 854 de Frederico Westphalen/RS.

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, 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^o), número de legumes no terço inferior (NLI, n^o), número de legumes no terço médio (NLM, n^o), número de legumes no terço superior (NLS, n^o), número de legumes com 1 grão (NLG1, n^o), número de legumes com 2 grãos (NLG2, n^o), número de legumes com 3 grãos (NLG3, n^o) e número de legumes com 4 grãos (NLG4, n^o), 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, n^o), massa de mil grãos (MMG, g) e produtividade (PROD, g).

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste F ($p < 0,05$), considerando o modelo estatístico abaixo, considerando dados balanceados: $Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + B_k + \varepsilon_{ijk}$, onde Y_{ijk} é o valor observado da combinação do i -ésimo nível do fator A (densidade de semeadura) com o j -ésimo nível do fator B (tamanho de semente) no k -ésimo bloco; μ é média geral do ensaio; A_i o efeito do i -ésimo nível do fator A considerado fixo; B_j o efeito do j -ésimo nível de do fator B considerado fixo; AB_{ij} o efeito da interação do i -ésimo nível do fator A com o j -ésimo nível do fator B; 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 Skott e Knott (1974). A manipulação dos dados, análise de variância e teste de Skott e Knott foram realizados no software R, versão 4.0.2 (R Core Team, 2020), utilizando o pacote "Metan" (OLIVOTO; LÚCIO, 2020).

3. 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 Wiggins (1939), populações

menores de soja resultam em plantas com maior potencial de ramificação, e eventualmente, podem compensar as falhas na linha.

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.

Densidade	Tamanho da semente			Média Geral
	Pequena	Média	Grande	
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
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
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
Número de ramificações (nº)				
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
Número de legumes no terço inferior (nº)				
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
Número de legumes no terço médio (nº)				
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
Número de legumes no terço superior (nº)				
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: 18 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.

A maior incidência de ramificações laterais e menor altura de inserção dos legumes, poderá resultar em menores produtividades de grãos devido a maiores índices de perdas na colheita (MESQUITA; COSTA; QUEIROZ, 1980). 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 uma redução na quantidade de legumes, justificando isso a uma 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).

De maneira geral, verificamos que para o número de legumes com 1, 2, 3 e 4 grãos, assim como, para a massa de grãos de legumes com 1, 2, 3 e 4 grãos foi maior 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 densidade de 13PPML (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Tourino, Rezende e Salvador (2002), que verificaram um 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, aumenta o 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.

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.

Densidade	Tamanho da Semente			Média Geral
	Pequena	Média	Grande	
Número de legumes com 1 grão (nº)				
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
Número de legumes com 2 grãos (nº)				
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
Número de legumes com 3 grãos (nº)				
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
Número de Legumes com 4 grãos (nº)				
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
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
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
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.

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. Para 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 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.

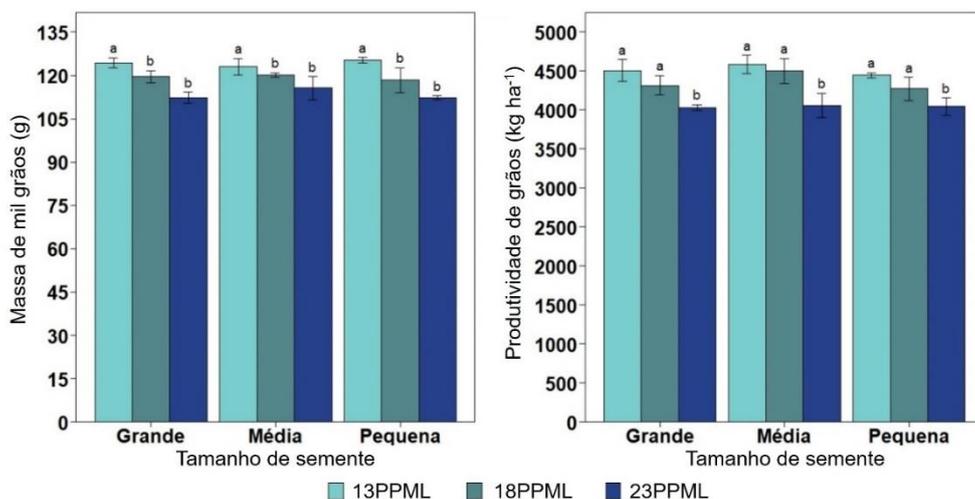
	Tamanho da Semente			Média Geral
	Pequena	Média	Grande	
Densidade	Massa total de grãos (g)			
13PPML	18,76 Aa	21,97 Aa	21,38 Aa	20,70 a
18PPML	12,98 Ab	16,50 Ab	14,02 Ab	14,50 b
23PPML	12,13 Ab	13,12 Ab	13,11 Ab	12,78 b
Média Geral	14,62	17,20	16,17	16,00
Densidade	Índice de colheita (n°)			
13PPML	0,46 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.

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.

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).



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.

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

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.

De acordo com a Figura 2, os dados climáticos referentes ao período desse experimento uma 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.

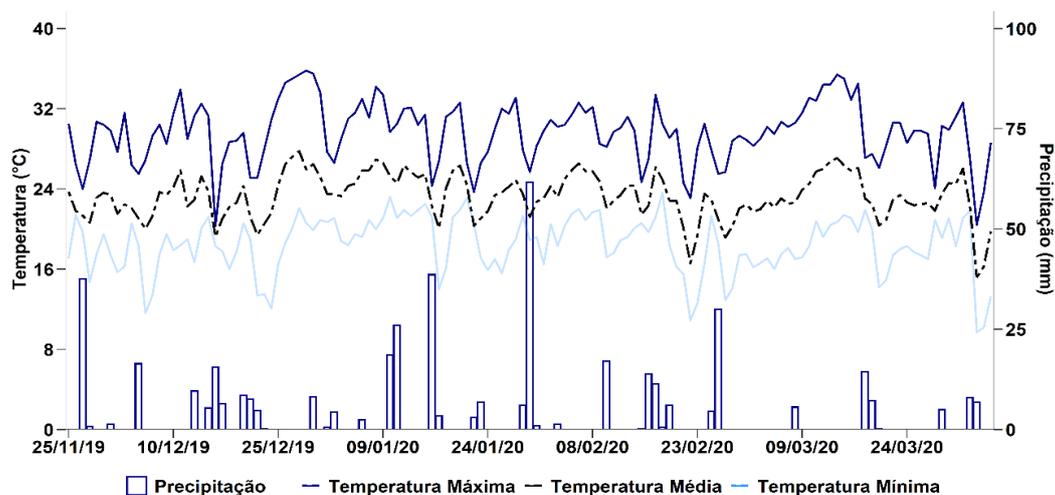


Figura 2. Precipitação e temperatura máxima, mínima e média durante a condução do experimento de soja na safra 2019/2020.

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.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

REFERÊNCIAS

- 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
- 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.
- 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 agrônomo 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.
- 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.

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.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; QUEIROZ, E.F. **Influência dos mecanismos das colhedoras e do manejo da lavoura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) sobre as perdas na colheita e a qualidade das sementes**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 9. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1980. p.261-273.

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

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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 agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1071-1077, 2002.

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.

WIGGINS, R.G. The influence of space and arrangement on the production of soybean plant. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.31. p.314-321, 1939.