

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

**Bruna Scaravonatto**

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM LINHAÇA SUBMETIDA A DIFERENTES  
DENSIDADES DE SEMEADURA**

**Frederico Westphalen/RS, Brasil  
2023**

**Bruna Scaravonatto**

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM LINHAÇA SUBMETIDA A DIFERENTES  
DENSIDADES DE SEMEADURA**

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  
2023

**Bruna Scaravonatto**

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM LINHAÇA SUBMETIDA A DIFERENTES  
DENSIDADES DE SEMEADURA**

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 19 de julho de 2023:**



---

**Professor Dr. Volmir Sergio Marchioro**  
(Presidente/Orientador)



---

**Professor Dr. Claudir José Basso**  
(Membro da banca)



---

**Mestranda Tauana de Souza Mangini**  
(Membro da banca)

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico aos meus pais, que foram a fonte de inspiração e que me mostraram o amor pela agricultura, sempre ao meu lado me dando força e segurança nessa jornada.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por sempre proteger e iluminar meu caminho, aos meus pais, Arli Scaravonatto e Ivania Scaravonatto, a minha irmã Fernanda Scaravonatto e ao meu namorado Lucas Gaviraghi, pelo apoio e incentivo em todos os momentos, vocês foram muito importantes nessa jornada, minha base e força, mostrando que nunca estive sozinha.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro, pela amizade e todos os ensinamentos do início ao fim da graduação, pela paciência e confiança depositada em mim, não medindo esforços a ajudar e a aconselhar, um grande exemplo de inspiração profissional e pessoal.

Aos meus amigos Camila Dalla Nora, Gilvan de Oliveira Ochoa, Nitiele Silva de Azeredo, Mateus Morri, João Vitor Alberti, Mariana Cavallin, Iza Maria Silva, pelo companheirismo, motivação e amizade nessa trajetória.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas, por todos os momentos compartilhados, auxílio nas atividades desenvolvidas e confraternizações.

À Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen pela oportunidade e aos demais amigos que esta caminhada acadêmica me proporcionou, que de uma forma ou outra, contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Muito obrigada!

## RESUMO

### PRODUTIVIDADE DE GRÃOS EM LINHAÇA SUBMETIDA A DIFERENTES DENSIDADES DE SEMEADURA

AUTOR: Bruna Scaravonatto  
ORIENTADOR: Volmir Sergio Marchioro

A linhaça é uma planta anual que tem seus grãos destinados à produção de óleo, alimentação humana e animal, também utilizada como fibra. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade de grãos e seus componentes de produção em linhaça submetida a diferentes densidades de semeadura. O experimento foi conduzido na safra de 2021 na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* Frederico Westphalen/RS. O trabalho foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por 8 linhas de 2m de comprimento com espaçamento de 0,17m. Para o estudo foi utilizado a variedade dourada de linhaça em cinco densidades de semeadura (200, 400, 600, 800 e 1000 sementes aptas por m<sup>-2</sup>). Por ocasião da colheita foram obtidas as características altura de planta, número de cápsulas por planta, número de grãos por cápsula, massa de grãos por planta, número de plantas por metro quadrado, massa de mil grãos e produtividade de grãos. A análise de variância revelou diferença significativa pelo teste F ( $p < 0,01$ ) entre as diferentes densidades para todas as características estudadas, exceto para o número de grãos por cápsula. A produtividade de grãos foi superior na menor densidade de semeadura, quando comparada as demais densidades, assim como os seus principais componentes, número de cápsulas por planta, massa de grãos por planta e massa de mil grãos. A maior altura de planta também foi observada na menor densidade de semeadura que favoreceu o crescimento das plantas. Com o aumento da densidade de semeadura o número final de plantas por metro quadrado foi reduzindo em relação a densidade desejada, possivelmente em função da competição que causou a morte de plantas. Neste estudo, foram utilizadas densidades de semeadura muito elevadas, para se chegar na densidade ideal.

**Palavras-chave:** Linhaça, arranjo de plantas, componentes da produtividade.

## **ABSTRACT**

### **PRODUCTIVITY OF GRAIN IN LINSEED SUBMITTED TO DIFFERENT SEEDING DENSITIES**

**AUTHOR:** Bruna Scaravonatto  
**ADVISOR:** Volmir Sergio Marchioro

Flaxseed is an annual plant whose grains are used to produce oil, human and animal food, also used as fiber. This work aimed to evaluate the grain yield and its production components in linseed submitted to different sowing densities. The experiment was conducted in the 2021 harvest in the experimental area of the Federal University of Santa Maria Campus Frederico Westphalen/RS. The work was carried out in a randomized block experimental design with four replications. Each experimental unit consisted of 8 rows of 2m in length with a spacing of 0.17m. For the study, the golden flaxseed variety was used at five sowing densities (200, 400, 600, 800 and 1000 suitable seeds per m<sup>2</sup>). At the time of harvest, the characteristics of plant height, number of capsules per plant, number of grains per capsule, mass of grains per plant, number of plants per square meter, mass of one thousand grains and grain yield were obtained. The analysis of variance revealed a significant difference by the F test ( $p < 0.01$ ) between the different densities for all studied characteristics, except for the number of grains per capsule. Grain productivity was higher in the lowest sowing density, when compared to the other densities, as well as its main components, number of capsules per plant, grain mass per plant and thousand grain mass. The highest plant height was also observed at the lowest seeding density, which favored plant growth. With the increase in sowing density, the final number of plants per square meter was reduced in relation to the desired density, possibly due to the competition that caused the death of plants. In this study, very high sowing densities were used to arrive at the ideal density.

**Keywords:** Linseed, arrangement of plants, components of productivity.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG). ..... 18

**Tabela 2** - Agrupamento de médias para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) 19

**Tabela 3** - Resumo da análise de regressão polinomial para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) ..... 21

**Tabela 4** - Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) ..... 23



## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Regressão polinomial para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) ..... 22

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                 | <b>11</b> |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>      | <b>13</b> |
| 2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA ..... | 13        |
| 2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA .....          | 13        |
| 2.3. DENSIDADE DE SEMEADURA .....          | 14        |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>         | <b>16</b> |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>     | <b>18</b> |
| <b>5. CONCLUSÕES.....</b>                  | <b>24</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>25</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A linhaça é a semente do linho (*Linum usitatissimum* L.) pertence à família Linaceae. O nome *Linum* originou-se da palavra celta *lin* ou “fio” e o nome *usitatissimum* do latim que significa o mais útil, referindo-se à versatilidade do uso de suas sementes e fibra (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2021). Tem sua produção destinada à produção de óleo, alimentação humana e animal, também utilizada na medicina, cosméticos e ainda como fibra. Entretanto o cultivo da linhaça não é expressivo quando comparado a outras culturas (LÚCIO et al., 2021).

Quanto à aptidão, existem variedades mais direcionadas para extração de óleo e a indústria têxtil. Para a indústria têxtil as variedades apresentam maior altura, sem ramificações basais enquanto para extração de óleo são utilizadas variedades mais baixas e com ramificações basais (FLOSS, 1988). Embora o cultivo de linho têxtil seja importante para a indústria em alguns países, a maior parte cultivada no mundo é destinada para a produção de óleo, cerca de 2,6 milhões de hectares, sendo 12 vezes mais que o fibroso (KIRYLUK; KOSTECKA, 2020).

No Brasil a produção média dos últimos dez anos foi de aproximadamente 7,5 mil toneladas, com uma produtividade média em torno de 920 kg ha<sup>-1</sup>. A produção de linhaça no Brasil está concentrada na região Sul, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, com quase 100% da produção nacional (IBGE, 2023), pois a cultura necessita de temperaturas baixas em sua floração as quais são atendidas pela região. A produtividade vem aumentando nos últimos anos devido a novas técnicas de manejo, visto que o progresso genético no período citado acima foi incipiente. O melhoramento genético e novas técnicas de manejo são lacunas a serem preenchidas para o aumento em produtividade no Brasil (LÚCIO et al., 2021).

A linhaça é caracterizada como uma cultura de baixo custo de produção, geralmente cultivada por pequenos agricultores de forma convencional, com reduzido uso de defensivos agrícolas e adubos minerais. No atual modelo de agricultura, a linhaça é uma importante alternativa aos produtores, possibilitando a rotação de cultura com cereais, leguminosas e outras oleaginosas (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2021). Há dois genótipos cultivados de linhaça, marrom e dourada, sua coloração é determinada pela quantia de pigmentos em seu revestimento externo, conforme os fatores genéticos e ambientais porém, são semelhantes em relação a sua composição química (BARROSO et al., 2014), diferenciando-se conforme sua região de cultivo, se destacando no sul do país, a dourada já que se desenvolve bem em regiões razoavelmente frias.

O bom estabelecimento da cultura é essencial quando se busca boas produtividades e grãos de qualidade. A linhaça sofre grandes interferências das condições edafoclimáticas e da

forma que é implantada, sendo amplamente influenciada pela densidade de semeadura, que reflete diretamente na interceptação e o aproveitamento da radiação solar, bem como em outros fatores, afetando diretamente os componentes de produtividade (TOMASSONI et al. 2013).

A definição da melhor densidade de semeadura para linhaça está associada também a possibilidade de acamamento, considerando às condições ambientais em que o cultivo está estabelecido. Segundo Casa et al. (1999) a planta de linhaça possui grande plasticidade e capacidade de se ajustar as diferentes densidades de semeadura, podendo compensar eventuais falhas que possam ocorrer no momento da semeadura. Mas a capacidade das plantas em compensar espaços vai depender da temperatura, da disponibilidade de água e da fertilidade do solo onde a cultura será implantada.

Como hipóteses se espera que em baixas densidades de semeadura a competição entre plantas por luz, água e nutrientes seja menor e conseqüentemente as plantas cresçam mais, sendo que o inverso deveria ocorrer em altas densidades e conseqüentemente se espera maiores produtividades de grãos por área em densidades medianas às estabelecidas.

Este trabalho teve como principal objetivo avaliar a produtividade de grãos e seus componentes de produção em linhaça submetida a diferentes densidades de semeadura

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) pertence à família Linaceae e ao grupo das oleaginosas, também conhecida como linho, é uma planta herbácea anual de outono/inverno. Seu ciclo de desenvolvimento varia entre 90 e 125 dias, compreendendo o período vegetativo de 45 a 60 dias, período de floração de 15 a 25 dias e o período de maturação de 30 a 40 dias, sendo influenciado diretamente pelas condições ambientais gerais. Pode atingir alturas que variam entre 40 e 91 cm, dependendo do genótipo (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2021). De acordo com FLOSS (1988), a linhaça destinada a indústria têxtil pode atingir alturas entre 70 a 120 cm.

Após a germinação, os cotilédones emergem, em seguida surge o primeiro par de folhas verdadeiras, depois um segundo par, um terceiro par e assim por diante. O caule cresce, num caule principal, podendo apresentar um, dois ou mais ramos na base da planta. O caule principal e os ramos crescem e surge um número variável de botões florais no topo de cada ramo. Antes da flor se abrir ocorre o processo de cleistogamia que nada mais é do que a autopolinização, seguida da autofecundação, com taxas de cruzamento de 0,3 a 2,0% em condições normais. A cor das pétalas varia de brancas, rosa pálido, azuis ou violeta, sendo mais frequente azul (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2021).

O fruto é uma cápsula globulosa dividida em cinco partes, sendo que cada parte pode produzir até duas sementes, totalizando no máximo dez sementes por fruto. As sementes são achatadas com formato ovoide ou oblongas elípticas, arredondadas na base e agudas no ápice medindo entre 3,3 e 5mm de comprimento, com cores que variam de dourada a marrom escuro (DIEDERICHSEN; RICHARDS, 2003). Mil sementes podem pesar entre 3,8 e 7g (FLOSS, 1988)

### 2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA

A linhaça é considerada uma cultura antiga com origem a cerca de 7.000 a.C., que tinha como principal função a obtenção do óleo da semente e da fibra do caule (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2021). De acordo com FLOSS (1988), vestígios da planta foram encontrados

em achados arqueológicos da Idade da Pedra, na Suíça. O primeiro linho cultivado no Sul da Ásia na região do Mediterrâneo pode ter se originado do linho selvagem (*Linum angustifolium* Huds), nativo da região, uma vez que é a única espécie que cruza facilmente com o linho comum. Na América do Norte, a extração comercial de linhaça para o óleo começou entorno do ano de 1805.

No Brasil, a linhaça foi introduzida no estado de São Paulo no período colonial em torno do ano de 1550, sendo no início do século XVIII os registros de tentativas de introdução no Rio Grande do Sul por Jesuítas (FLOSS, 1988). A produção no Brasil está concentrada na Região Sul e quase que na totalidade no estado do Rio Grande do Sul, maior produtor. No Rio Grande do Sul a produção foi de 5.354 toneladas em uma área de 4.993 hectares na safra 2021, com uma produtividade média de 1.072 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2023). Segundo Stanck, Becker e Bosco (2017), em função do Rio Grande do Sul ser caracterizado com clima temperado do tipo subtropical, com precipitações relativamente equilibradas ao longo do ano e temperaturas baixas no inverno, é favorecido em relação ao desenvolvimento da cultura.

Sendo que no Brasil, destaca-se o uso da linhaça para alimentação humana, atualmente as pesquisas estão relacionadas principalmente ao seu valor nutricional, sendo uma das principais fontes de ácidos graxos ômega 3, proteínas e carboidratos do reino vegetal (LÚCIO et al., 2021). Os grãos de linhaça podem apresentar entre 35 e 45% de teor de óleo, sendo assim a maior parte da produção de linhaça é destinada à indústria de óleo, farmacêutica, alimentícia e têxtil (SINGH et al., 2011).

A linhaça pode ser utilizada na produção de tintas, vernizes, couro sintético, agente de cura para superfícies de concreto, fabricação de pisos de linóleo, entre outros (PARIKH et al., 2019). As fibras têxteis oriundas da linhaça vêm perdendo espaço para outras fibras mais atraentes, como as do algodão, devido às técnicas utilizadas no processo de separação das fibras do caule (JHALA; HALL, 2010).

### 2.3. DENSIDADE DE SEMEADURA

De acordo com TOMASSONI et al., (2013), diversos fatores podem afetar o potencial de produção da linhaça, entre eles o processo de semeadura, que é influenciado diretamente pela época e o método utilizado, seja na linha ou á lanço, bem como a densidade de semeadura, que reflete no arranjo final das plantas. Além disso, características genéticas também são

fundamentais quando se busca altos rendimentos, porém são lacunas a serem preenchidas para o aumento em produtividade no Brasil (LÚCIO et al., 2021).

A densidade de semeadura ou densidade de plantio, pode ser definida como a quantidade de sementes por hectare, futuramente densidade de plantas por hectare (BALBINOT JUNIOR, 2015), podendo haver variações conforme o método utilizado para distribuir as sementes no solo, sendo que para linhaça, semeaduras realizadas na linha, apresentam densidades menores quando comparadas a semeaduras à lanço (BOSCO et al., 2021). Para a cultura da linhaça não são necessários equipamentos específicos, podem ser utilizados os disponíveis para cereais de inverno (CASA et al., 1999). Ainda, de acordo com Jacobsz e Van Der Merwe (2012), áreas utilizadas para trigo sevem bem para o cultivo da linhaça, respondendo melhor a solos profundos com elevados teores de matéria orgânica e pH entre 5 e 7.

A linhaça é pouco exigente quando ao manejo e tratos culturais (SOARES et al., 2009), neste sentido, a densidade e o espaçamento de semeadura podem influenciar a produtividade de grãos. O arranjo de planta é obtido a partir da variação do espaçamento entre as plantas na linha e da distância entre linha (PIRES et al., 2000; PROCÓPIO et al., 2013). A densidade de semeadura é fator determinante nesta prática, influenciando diretamente na distribuição das plantas na linha, interferindo na competição intraespecífica por recursos do solo, água, nutrientes, além da diminuição ou aumento da interceptação da luz, acarretando mudanças morfofisiológicas das plantas (ARGENTA; SILVA; SANGOL, 2001).

O ajuste da densidade de plantas é uma prática de manejo importante quando se busca altas produtividades, segundo Silva et al. (2006), é a prática que mais afeta o rendimento das culturas, porém se tratando de linhaça, os estudos são poucos. Segundo Gabiana (2005), a densidade de plantas por unidade de área está correlacionada com produto desejado, quando o objetivo é a produção de fibra na linhaça, deve se utilizar populações maiores, enquanto para produção de grãos e de óleo as populações devem ser menores. De acordo com Bassegio et al., (2012), no Brasil a densidade de semeadura utilizada na produção de fibras fica em torno de 120 plantas por m<sup>2</sup> e para a produção de grãos em torno de 90 plantas por m<sup>2</sup>.

O crescimento das plantas se deve ao aumento no tamanho e na massa, desde a germinação da semente até a senescência (PEIXOTO; PEIXOTO, 2004). A semeadura da linhaça em alta densidade suprime a formação ramos secundários na base e ramificações nas partes apicais, aumentando a estatura da planta em virtude da competição, tornando as fibras mais adequadas para o uso, uma vez que, a fibra utilizada na indústria têxtil compreende o comprimento da base do caule até os primeiros ramos secundários (MUIR; WESTCOTT, 2003). Enquanto para produção de sementes, densidades mais baixas e altos níveis de nitrogênio

favorecem o desenvolvimento de ramos na base da planta, resultando em um acréscimo em produtividade (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2021). Uma vez que o crescimento da planta está relacionado com tamanho e massa

Densidades elevadas em áreas de alta fertilidade de solo e competição entre as plantas, tende a possuir plantas com maior estatura e possivelmente a ocorrência do acamamento da cultura. Trabalhos como realizados por Coelho et al. (2008) na cultura do trigo e Sangoi et al. (2002) na cultura da soja, mostram que o acamamento é prejudicial aos componentes produtivos, seja pelos efeitos da nutrição, umidade e densidade de plantio, podendo trazer problemas no momento da colheita e perdas de produtividade.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra de 2021 na Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen/RS nas coordenadas 27°23'26" S, 53°25'43" W, 461,3 m ao nível do mar. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS et al., 2006) e o clima como Cfa de acordo com Köppen, ou seja, subtropical úmido, com precipitação média anual de 2.100 mm (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi instalado no dia 27/05/2021, sendo composto por cinco densidades de semeadura (200, 400, 600, 800 e 1000 sementes aptas por m<sup>-2</sup>), na variedade dourada de linhaça. Essas densidades foram escolhidas baseados na Flax Council of Canada (2021), organização nacional que promove a linhaça no Canadá desde 1986 e recomenda densidade de semeadura de 400 a 800 sementes por m<sup>2</sup>. A semeadura foi realizada de forma manual e para garantir o número de plantas por m<sup>2</sup>, foi distribuído 20% a mais de sementes em cada unidade experimental, realizando o raleio logo após a emergência. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Sendo que cada unidade experimental foi composta por 8 linhas de 2m de comprimento, com um espaçamento de 0,17 m. As adubações de base e de cobertura foram realizadas considerando a análise de solo e exigência da cultura. Não foram realizados controle de pragas e insetos e as plantas daninhas foram controladas manualmente.

Na maturação fisiológica 160 dias após a semeadura, foi obtida uma amostragem aleatória de 12 plantas nas 4 linhas centrais de cada unidade experimental e a partir destas obtidas as características altura de planta (ALP, cm), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC) e massa de grãos por planta (MGP, g). Em duas amostras aleatórias de 1 m das 4 linhas centrais, foi contado o número de plantas e obtido o número de



plantas por metro quadrado (NPM). Na sequência foi realizado o corte próximo ao solo de todas as plantas das 4 linhas centrais e obtidas após a trilha manual, a massa de mil grãos (MMG, g) e a produtividade de grãos (PDG, kg ha<sup>-1</sup>), considerando as 12 plantas iniciais coletadas para a obtenção dos componentes de produção.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de F ( $p < 0,05$ ), através do modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$   $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$ , sendo  $\mu$  a média geral do ensaio,  $g_i$  o efeito do genótipo  $i$ ,  $b_j$  o efeito do bloco  $j$ ,  $\varepsilon_{ij}$  o erro aleatório. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974), assumindo 5% de probabilidade de erro. Em seguida os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial individual e obtidas as correlações simples de Pearson entre as características avaliadas.

Os procedimentos de análise dos dados para as características de interesse foram realizados com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2016).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 1) mostrou que existe diferença significativa pelo teste F ( $p < 0,01$ ) entre os tratamentos avaliados para todas as características estudadas, exceto para o número de grãos por cápsula. O número de grãos por cápsula é uma característica com menor variação, visto que a linhaça é uma planta com flores hermafroditas, pentâmeras e possui ovário com cinco lóbulos, sendo que cada lóbulo pode produzir até duas sementes, ou seja, uma cápsula pode produzir no máximo 10 sementes (FLOSS, 1988; SFALCIN et al., 2022). Stanck, Becker e Bosco (2017), também não verificaram variações importantes com relação ao número de grãos por cápsula em linhaça.

A confiabilidade dos dados obtidos é verificada pelos baixos coeficientes de variação obtidos no experimento para as diferentes características avaliadas, variando de 0,73% a 6,76%. Para Pimentel Gomes (2000), os coeficientes de variação são classificados como baixos ( $< 10\%$ ), médio (10 a 20%), alto (20 e 30%) e muito alto ( $> 30\%$ ). Segundo Campos (1984) o ideal que os coeficientes de variação fiquem entre 10 e 20% para ensaios agrícolas.

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

| Características | Blocos      | Quadrado médio       |            | Coeficiente de variação (%) |
|-----------------|-------------|----------------------|------------|-----------------------------|
|                 |             | Tratamentos          | Resíduo    |                             |
| ALP             | 0,3192      | 52,8830**            | 2,7267     | 2,46                        |
| NCP             | 0,9520      | 203,4433**           | 2,2133     | 6,29                        |
| NGC             | 0,0340      | 0,0393 <sup>ns</sup> | 0,1853     | 5,72                        |
| MGP             | 0,0050      | 0,2193**             | 0,0043     | 9,25                        |
| NPM             | 70,8525     | 346.220,9770**       | 18,3150    | 0,73                        |
| MMG             | 0,0072      | 0,1733**             | 0,0093     | 2,15                        |
| PDG             | 21.735,7267 | 670.091,6508**       | 6.848,1888 | 6,76                        |
| GL              | 3           | 4                    | 12         | GL total = 19               |

GL: graus de liberdade; \*\*significativo e <sup>ns</sup> não significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

Ao analisar a Tabela 2, se verifica que para a densidade de 200 sementes por m<sup>2</sup> as características altura de planta, número de cápsulas por planta, massa de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos foram significativamente superior em relação as demais densidades, para o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. A menor densidade proporcionou aumento na altura de planta (78,2 cm), no número de cápsulas por planta (35,4 cápsulas), na massa de grãos por planta (1,1 gramas) e na massa de

mil grãos (4,8 gramas), impactando diretamente na maior produtividade de grãos, que chegou a 1911,5 kg ha<sup>-1</sup>.

Rossi et al. (2014), testando diferentes densidades de semeadura, observaram maior número de cápsulas por plantas quando utilizadas populações de 100 plantas por m<sup>2</sup>, obtendo resultados de 36,17 cápsulas. No mesmo sentido, Gabiana (2005) obteve 24,3 cápsulas por planta em densidade de 238 plantas por m<sup>2</sup>. De maneira geral, altas densidades de plantas resultam em plantas com menor número de cápsulas. Segundo Zajac (2004), é comum observar maior número de cápsulas quando se utiliza menores densidades como forma de compensação.

A produtividade de grãos de 1911,5 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 2) obtida na menor densidade foi superior à média nacional de 1072 kg ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2021), isso pode estar associado as condições climáticas que favoreceram o crescimento e desenvolvimento da cultura. Balbinot Junior et al., (2015), colocam que a diminuição da densidade da cultura da soja submetidas a um ambiente favorável propiciaram uma maior produtividade de grãos quando comparado ao uso de densidades mais altas e condições ambientais que desfavorecem o alto adensamento de plantas, como por exemplo o excesso de chuvas e dias nublados.

**Tabela 2** - Agrupamento de médias para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

| Sementes m <sup>-2</sup> | ALP    | NCP    | NGC    | MGP    | NPM     | MMG    | PDG                 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------------------|
|                          | Cm     | número | número | gramas | número  | gramas | Kg ha <sup>-1</sup> |
| <b>200</b>               | 72,8 a | 35,4 a | 7,7 a  | 1,1 a  | 207,4 e | 4,8 a  | 1911,5 a            |
| <b>400</b>               | 67,9 b | 24,6 b | 7,6 a  | 0,8 b  | 401,9 d | 4,5 b  | 1294,9 b            |
| <b>600</b>               | 66,2 b | 22,0 c | 7,5 a  | 0,6 c  | 593,1 c | 4,5 b  | 994,3 c             |
| <b>800</b>               | 64,3 c | 18,8 d | 7,4 a  | 0,6 c  | 777,0 b | 4,3 c  | 965,9 c             |
| <b>1000</b>              | 63,8 c | 17,4 d | 7,5 a  | 0,5 c  | 950,0 a | 4,3 c  | 953,8 c             |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de agrupamento de médias de Scott e Knott, a 5% de probabilidade de erro.

A altura de planta é uma característica importante na colheita mecanizada, quando se objetiva reduzir perdas no campo e está diretamente relacionada com o acamamento. A densidade influencia no crescimento das plantas, em função da alteração na interceptação de luz solar, umidade no dossel, processos fotossintéticos e evaporação da água contida no solo. No entanto, como observado na Tabela 2, o uso de menores densidades proporcionou uma maior altura de planta o que comprova o efeito negativo do aumento populacional sobre altura de plantas, corroborando com trabalho realizado por Gabiana (2005), que obteve resultados de 52,3, 48,9 e 47,5 cm, para 238, 379 e 769 plantas por m<sup>2</sup>, respectivamente. Contrariando o que preconizam Muir e Westcott (2003), que a semeadura da linhaça em alta densidade suprime a

formação ramos secundários na base e ramificações nas partes apicais, aumentando a estatura da planta em virtude da competição, tornando as fibras mais adequadas para o uso, uma vez que, a fibra utilizada na indústria têxtil compreende o comprimento da base do caule até os primeiros ramos secundários.

Outro fator importante em relação à altura de plantas de linhaça, é que pela classificação de Kulpa e Danert (1962), plantas com comprimento produtivo próximo a 1/2 do total da planta, fração da haste com ramos e cápsulas são preferenciais quando o objetivo é a produção de grãos, quando este comprimento corresponde a aproximadamente 1/3 do total da planta, são chamadas de intermediárias, podendo ser usadas tanto para produção de grãos quanto de fibra (apud DIEDERICHSEN; FU, 2006).

A massa de grãos por planta também reduziu significativamente com o aumento da densidade de sementeira. Em estudo sobre densidade de sementeira com cultivares comerciais na Inglaterra, Leitch e Sahi (1999) encontraram massa de grãos por planta de 2,4 gramas para densidade de 100 plantas por m<sup>2</sup> e 1,2 gramas para densidade de 278 plantas por m<sup>2</sup>, sendo superior que o encontrando neste trabalho, que foi de 1,1 gramas para a menor densidade de 200 plantas por m<sup>2</sup> e de 0,5 gramas para densidade de 1000 plantas por m<sup>2</sup>.

A massa de mil grãos para linhaça, conforme Floss (1988) está entre 3,8 e 7,0 gramas. Os valores médios encontrados neste estudo permaneceram entre o intervalo descrito por Floss (1998), variando de 4,8 a 4,3 gramas. Foi verificado que à medida que se aumenta a densidade, os valores decresceram devido a competição entre plantas. Em trabalhos realizados por Stanck, Becker e Bosco (2017), com a variedade de linhaça dourada, foram encontrados em 2014 e 2015, valores médios de 4,08 e 5,93 gramas, respectivamente.

Na Tabela 3, está apresentada a análise de regressão polinomial e podemos verificar que só não houve diferença significativa a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, para a característica número de grãos por cápsula. Para as demais características, altura de planta, massa de grãos por planta, número de plantas por metro quadrado e produtividade de grãos se ajustaram ao modelo de regressão quadrática, enquanto o número de cápsulas por planta se ajustou ao modelo de regressão cúbica e a massa de mil grãos ao modelo de regressão linear.

Na análise da regressão polinomial para todas as características estudadas (Figura 1), se verificou a mesma tendência apresentada na comparação de médias da Tabela 2, ou seja, à medida que se aumentou a densidade de sementeira a altura de planta, o número de cápsulas por planta, a massa de grãos por planta, a massa de mil grãos e a produtividade de grãos foram diminuindo. Apenas número de plantas por m<sup>2</sup>, como já era esperado, aumentou com o aumento da densidade de sementeira. Pinto (2010), trabalhando com a cultura da soja, verificou que o

aumento da densidade é capaz de reduzir os componentes de produtividade de grãos devido à dificuldade das plantas em expressar seu potencial produtivo, pelo fato de competirem entre si.

**Tabela 3** - Resumo da análise de regressão polinomial para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

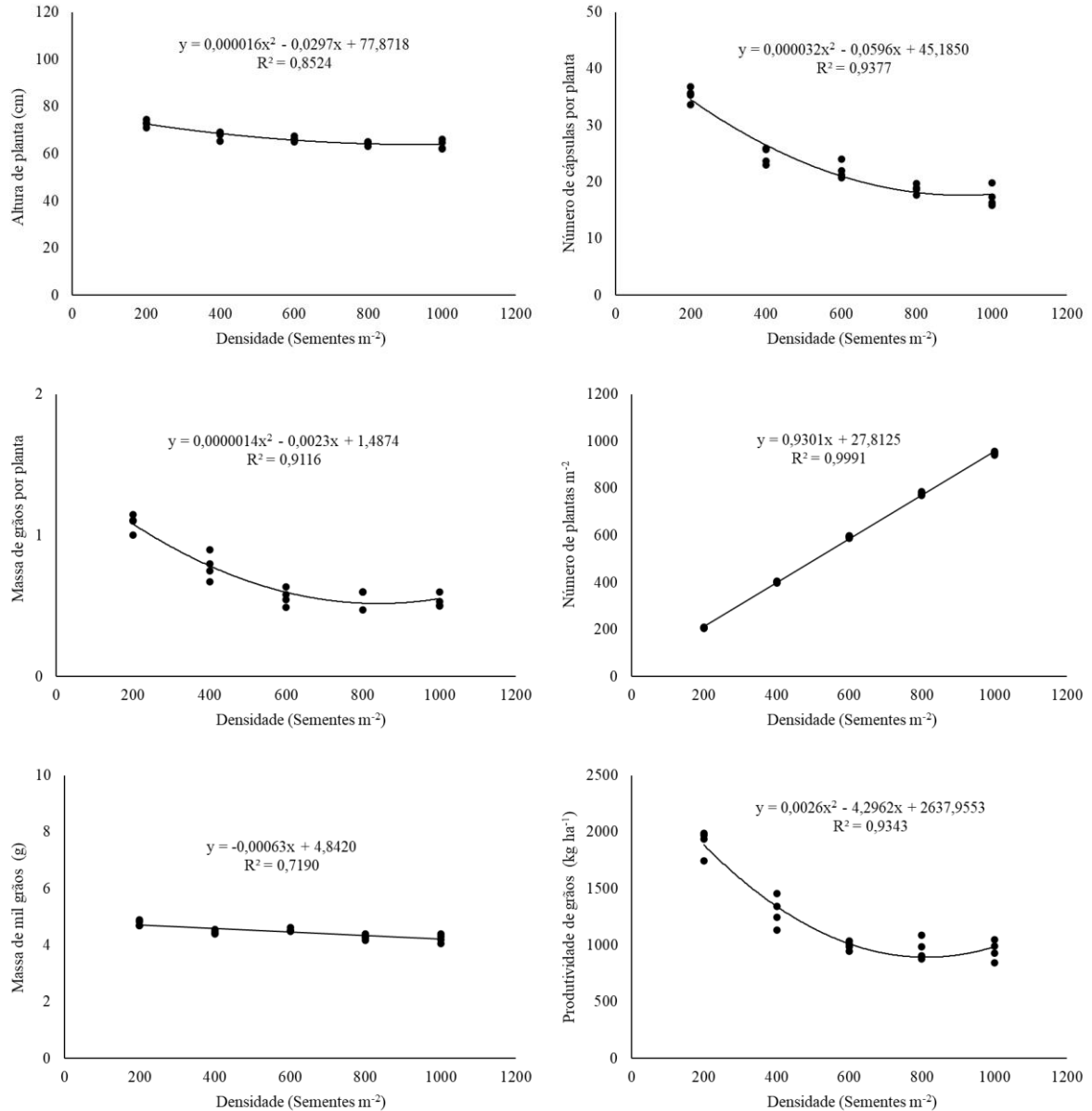
| características | Quadrado médio       |                      |                      |                           |           |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|-----------|
|                 | Regressão            | Linear               | Quadrática           | Cúbica                    | Resíduo   |
| ALP             | 70,015*              | 196,624*             | 22,126*              | 1,296 <sup>ns</sup>       | 2,198     |
| NCP             | 268,921*             | 696,390*             | 93,861*              | 16,512*                   | 2,277     |
| NGC             | 0,0493 <sup>ns</sup> | 0,0810 <sup>ns</sup> | 0,0579 <sup>ns</sup> | 0,0090 <sup>ns</sup>      | 0,146     |
| MGP             | 0,0046*              | 0,7023*              | 0,1502*              | 0,0040 <sup>ns</sup>      | 0,005     |
| NPM             | 461.627,9693*        | 1.384.137,6160*      | 722,8829*            | 23,4090 <sup>ns</sup>     | 27,021    |
| MMG             | 0,2090*              | 0,6003*              | 0,0146 <sup>ns</sup> | 0,0123 <sup>ns</sup>      | 0,124     |
| PDG             | 892.600,0637*        | 2.015.022,3210*      | 626.843,8400*        | 35.934,0302 <sup>ns</sup> | 9.371,991 |
| GL              | 3                    | 1                    | 1                    | 1                         | 16        |

GL: graus de liberdade; GL Total = 19, \*significativo e <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Para produtividade de grãos, característica que é o objetivo dos produtores de grãos, se verificou um coeficiente de determinação de 0,9343, ou seja, a redução na produtividade de grãos foi explicada em 93% pelo aumento na densidade de semeadura. Também foram observados coeficientes de determinação interessantes para número de cápsulas por planta (0,9377), massa de grãos por planta (0,9116) e massa de mil grãos (0,7190), componentes característicos da produtividade de grãos, ou seja, a maior parte da redução destes componentes foi explicada pelo aumento na densidade de semeadura. Estes componentes apresentaram ainda correção significativa positiva de 0,9799, 0,9885 e 0,8827, respectivamente, com a produtividade de grãos (Tabela 4).

Com relação ao número de plantas por m<sup>2</sup>, na Tabela 2 se observa que o número final de plantas por m<sup>2</sup> foi de 207,4, 401,9, 593,1, 777,0 e 950,0, respectivamente para a densidades desejadas de 200, 400, 600, 800 e 1000 plantas por m<sup>2</sup>, ou seja, a densidade foi reduzindo em relação a desejada, possivelmente em função da competição que causou a morte de plantas. Fato que pode ser confirmado na Figura 1, que o número de plantas por m<sup>2</sup> apresentou respostalinear em relação ao aumento da densidade de semeadura, com coeficiente de determinação de 0,9991, resultado esperado em função das densidades de semeadura utilizadas, mas que influenciou negativamente na produtividade de grãos, já que a correlação do número de plantas por m<sup>2</sup> com a produtividade de grãos foi de -0,8774 (Tabela 4).

**Figura 1** - Regressão polinomial para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).



De acordo com a Flax Council of Canada (2021), altas densidades de semeadura contribuem para o estabelecimento rápido de um dossel competitivo com plantas daninhas, para uma maturação uniforme e para uma colheita rápida e, portanto, recomendam de 400 a 800 plantas por m<sup>2</sup>. Mas neste estudo, os resultados mostraram que foram utilizadas densidades de semeadura muito elevadas para se chegar na densidade ideal. Bassegio et al. (2012), comenta que a nível mundial a densidade de semeadura utilizada gira em torno de 250 a 400 plantas por m<sup>2</sup>, enquanto no Brasil se utiliza em torno de 90 plantas por m<sup>2</sup> para produção de grãos.

**Tabela 4** - Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), número de grãos por cápsula (NGC), massa de grãos por planta (MGP), número de plantas por metro quadrado (NPM), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

| <b>Características</b> | <b>NCP</b> | <b>NGC</b>           | <b>MGP</b>           | <b>NPM</b>            | <b>MMG</b>           | <b>PDG</b> |
|------------------------|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|------------|
| <b>ALP</b>             | 0,9977**   | 0,8725 <sup>ns</sup> | 0,9668**             | -0,9461*              | 0,9572**             | 0,9773**   |
| <b>NCP</b>             |            | 0,8589 <sup>ns</sup> | 0,9637**             | -0,9320*              | 0,9576**             | 0,9799**   |
| <b>NGC</b>             |            |                      | 0,8408 <sup>ns</sup> | -0,7329 <sup>ns</sup> | 0,7988 <sup>ns</sup> | 0,8812*    |
| <b>MGP</b>             |            |                      |                      | -0,9038*              | 0,8543 <sup>ns</sup> | 0,9885**   |
| <b>NPM</b>             |            |                      |                      |                       | -0,9332*             | -0,8774*   |
| <b>MMG</b>             |            |                      |                      |                       |                      | 0,8827*    |

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro, \*\*Significativo 1% de probabilidade de erro e <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste *t*.

Segundo Casa et al. (1999) a linhaça apresenta plasticidade para se ajustar a diferentes densidades de semeadura, compensando falhas de semeadura. Khan et al., 2020 comentam que altas densidade afeta negativamente a qualidade e a produtividade de grãos, dificultando ainda a colheita mecanizada. Segundo Zheng et al. (2017), a densidade elevada favorece o crescimento de plantas com caule mais fraco, tornando-se mais propensas ao acamamento pela ocorrência de ventos e chuvas fortes. Sultana (1981) confirma que a densidade de semeadura influencia nos níveis de acamamento.

## **5. CONCLUSÕES**

A produtividade de grãos foi superior na menor densidade de semeadura, quando comparada as demais densidades, assim como os seus principais componentes.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorol. Zeitschrift. 22, 711–728, 2013.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOL, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1075-1084, 2001

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCOPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C. **Densidade de plantas na cultura da soja**. Brasil: Embrapa Soja, 2015. 38p.

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.

BARROSO, A.K.M.; TORRES, A.G.; CASTELO-BRANCO, V.N.; FERREIRA, A.; FINOTELLI, P.V.; FREITAS, S.P.; ROCHA-LEÃO, M.H.M. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p.181-187, 2014.

BASSEGIO, D.; SANTOS, R. F.; NOGUEIRA, C. E. C.; CATTANÊO, A. J.; ROSSETTO, C. Manejo da irrigação na cultura da linhaça. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.1, n.3, p. 98-107, 2012.

BOSCO, L.C.; CARDUCCI, C.E.; FIOREZE, A.C.C.L.; KOHN, L.S.; BECKER, D.; KONKOL, A.C.B. Histórico, usos e importância econômica. In: VELHO, J.P.; DAL'COL LÚCIO, A. (Organ.). **Linhaça: Perspectiva de produção e usos na alimentação humana e animal**. 1. ed. Ponta Grossa: Atena, 2021. cap.2, p. 10-37.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.

CASA, R.; RUSSEL, G.; LO CASCIO, B.; ROSSINI, F. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. **European Journal of Agronomy**, v.11, n.3-4, p.267- 278. 1999.

COELHO, M. A. O.; SOUZA, M. A.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, A. C.; SEDIYAMA, C. S. Resposta da produtividade de grãos e outras características agrônômicas do trigo EMBRAPA-22 irrigado ao nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.22, n.3, p.555-561, 1998.

CRUZ, C.D. **Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen**. **Acta Scientiarum**, v.38, p.547-552, 2016.

DIEDERICHSEN, A.; FU, Y. Phenotypic and molecular (RAPD) differentiation of four infraspecific groups of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L. subsp. *usitatissimum*). **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.53, n.1, p.77-90, 2006.

DIEDERICHSEN, A.; RICHARDS, K.W. **Cultivated flax and the genus *Linum* L.: Taxonomy and germplasm conservation**. In: MUIR, A.; WESTSCOTT, N. (ed.). Flax: the Genus *Linum*. London: Taylor & Francis, 2003. p. 22-54.

FAOSTAT. **Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 05 julho 2021.

FLAX COUNCIL OF CANADA. **Growing flax: Production Management & Diagnostic Guide**. Canadá: Flax | Flax Council of Canada. 2021. Disponível em: <https://www.flaxcouncil.ca/agronomy/grower-manual>. Acesso em: 20 mar. 2023.

FLOSS, E. L. **As Lavouras de inverno 2: cevada, tremoço, linho, lentilha**. Editora globo: Rio de Janeiro, 184p. 1988.

GABIANA, C. **The response of linseed (*Linum usitatissimum* L) to irrigation, nitrogen and plant population**. Dissertação (Master of Applied Science), Lincoln University. Jefferson City, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 10 mai. 2023.

JACOBSZ, M. J.; VAN DER MERWE, W. J. C. Production guidelines for flax (*Linum usitatissimum* L.). **Department of Agriculture, Forestry and fisheries**. Directorate: Plant Production, 33p, February 2012.

JHALA, A.J.; HALL, L.M. Flax (*Linum usitatissimum* L.): Current uses and future applications. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.4, p.4304-4312, 2010.

KHAN, A.; AHMAD, A.; ALI, W.; HUSSAIN, S.; AJAYO, B.S.; RAZA, M.A.; KAMRAN, M.; TE, X.; AL AMIN, N.; ALI, S.; IQBAL, N.; KHAN, I.; SATTAR, M.T.; ALI, A.; WU, Y.; YANG, W. Optimization of plant density and nitrogen regimes to mitigate lodging risk in wheat. **Agronomy Journal**, v.112, p.2535-2551, 2020.

KIRYLUK, A.; KOSTECKA, J. Pro-Environmental and Health-Promoting Grounds for Restitution of Flax (*Linum usitatissimum* L.) Cultivation. **Journal of Ecological Engineering**. v.21, n.7, p.99-107, 2020.

LEITCH, M. H.; SAHI, F. The effect of plant spacing on growth and development in linseed. **Association of Applied Biology**, v.138, n.5, p.529-534, 1999.

LÚCIO, A.D.; FOLLMANN, D.N.; EMANUELLI, T.; MARCHIORO, V.S. VELHO, J.P. Histórico, usos e importância econômica. In: VELHO, J.P.; DAL'COL LÚCIO, A. (Organ.). **Linhaça: Perspectiva de produção e usos na alimentação humana e animal**. 1. ed. Ponta Grossa: Atena, 2021. cap.1, p.1-9.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Registro Nacional de Cultivares (RNC)**. Disponível em: [https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php). Acesso em: 11 de agosto de 2023.

MUIR, A. D.; WESTCOTT, N. D. **Flax - The genus *Linum*. Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles**. Canada, 2003. 320p.

PARIKH, M.; MADDAFORD, T.G.; AUSTRIA, J.A.; ALIANI, M.; NETTICADAN, T.; PIERCE, G.N. Dietary flaxseed as a strategy for improving human health. **Nutrients**, v.11, p.1171, 2019.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. **Dinâmica do crescimento vegetal (princípios básicos)**. Universidade Federal de Bahia. Cruz das Almas: Agrufba, 2004. 20p.

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

PINTO, J. F. **Comportamento da plasticidade de plantas de soja frente a falhas e duplas dentro de uma população**. 2010. 43 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L.; MAEHLER, A.R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p.1541-1547, 2000.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Revista de Ciências Agrárias**, v.56, n.4, p.319-325, 2013.

ROSSI, E.; LINDINO, C. A.; SANTOS, R. F.; CREMONEZ, P. A.; NADALETI, W. C.; ANTONELLI, J. Densidade de plantio no crescimento de linhaça dourada. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, n.1, p.15-21, 2014.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; SILVA, P. R. F. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, v.61, n.2, p.101-110. 2002.

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

SFALCIN, I.C.; FACHINETTO, J.M.; CARVALHO, I.R.; SILVA, J.A.G. **Biologia reprodutiva da linhaça (*Linum Usitatissimum* L.)** In: CARVALHO, I.R.; SILVA, J.A.G.; COLET, C.F.; MAGNO, D.A.; BASSO, N.C.F.; PRADEBON, L.C. (Organ.). **Avanços tecnológicos da linhaça: sustentabilidade agrícola, qualidade nutracêutica e farmacológica**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV Ltda, 2022. p.137-145.

SILVA, P.R.F. SANGOI, L.; STRIEDER, M.L.; ARGENTA, G. **Importância do arranjo de plantas na definição da produtividade do milho**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da UFRGS: Evangraf, 2006. p.64.

SINGH, K.K.; MRIDULA, D.; REHAL, J.; BARNWAL, P. Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.51, p.210-222, 2011.

SOARES, L.L.; PACHECO, T.; BRITO, C.M. TROINA, A.A; BOAVENTURA, G.T.; SILVA, M.A.G. Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. **Revista Nutrição**, v.22, n.4, p. 483-491, 2009.

STANCK, L.T.; BECKER, D.; BOSCO, L.C. Crescimento e produtividade de linhaça. **Agrometeoros**, v.25, n.1, p. 249-256, 2017.

SULTANA, C. **Lin-Fibre**. **Techniques Agricoles**, v.22, n.3, p.1-16, 1981.

THOMPSON, L.U.; CUNNANE, S.C. **Flaxseed in human nutrition**. 2ed. Champaign: AOCS, 2003.

TOMASSONI, F.; SANTOS, R.F.; BASSEGIO, D.; SECCO, D.; SANTOS, F.S.; CREMONEZ, P.A. Diferentes densidades de plantio na cultura da linhaça dourada. **Acta Iguazu**, v.2, n.3, p.8-14, 2013.

ZAJAC, T. Analysis of linseed (*Linum usitatissimum* L.) plant branching as related to variability and interdependence of traits. **Acta Agrobotanica**, v.57, n.2, p.187-205, 2004.

ZHENG, M.; CHEN, J.; SHI, Y.; LI, Y.; YIN, Y.; YANG, D.; LUO, Y.; PANG, D.; XU, X.; LI, W.; NI, J.; WANG, Y.; WANG, Z.; LI, Y. Manipulation of lignin metabolism by plant densities and its relationship with lodging resistance in wheat. **Scientific Reports**, v.7, n.41805, p.1-12, 2017.