

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

Duana Cancian Garafini

**DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM COBERTURA NA VARIEDADE
DOURADA DE LINHAÇA**

**Frederico Westphalen/RS, Brasil
2023**

Duana Cancian Garafini

**DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM COBERTURA NA VARIEDADE
DOURADA DE LINHAÇA**

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

Duana Cancian Garafini

**DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM COBERTURA NA VARIEDADE
DOURADA DE LINHAÇA**

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 15 de dezembro de 2023:

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

**Professor Dr. Fernando Panno
(Membro da banca)**

**Mestranda Joana Arsego Trombetta
(Membro da banca)**

Frederico Westphalen/RS, Brasil
2023

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, os quais foram responsáveis para que eu pudesse concluir esta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo dom da vida e por sempre proteger e iluminar meu caminho, sendo minha maior força, companhia e esperança de dias melhores. Aos meus pais, Leandro Garaffini e Juliana Cancian, ao meu irmão Bruno Garafini, por serem meu maior apoio, vocês foram essenciais para que essa caminhada fosse possível, não soltaram a minha mão em nenhum momento. Aos meus avós, Elza, Dionizio, Sady e Terezinha, meus tios Dionilso e Clarice por todo o incentivo e por me ensinarem o valor da natureza e da agricultura.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Volmir Sergio Marchioro, por todos os ensinamentos, conversas, conselhos e por não medir esforços para me ajudar. Tenho grande admiração e levo para a vida o exemplo de profissional e de ser humano que és.

Em especial aos meus amigos Elizama Brizola e João Pedro Arruda, que desde o início da caminhada acadêmica estiveram ao meu lado, a amizade de vocês foi imprescindível para que eu pudesse passar por momentos de extrema dificuldade. Agradeço a amizade e apoio de vocês Mariana Cavallin, Tuani Garafini, Natalia Tasso, André Cavallin, Jaqueline Golombieski, Mamadou Diallo e a minha psicóloga Carina Dutra, com certeza sem vocês o percurso teria sido ainda mais difícil. Agradecimento especial ao Renato Junior, pelas contribuições e apoio na reta final desta trajetória.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Melhoramento de Plantas, por todas as experiências, aprendizados, conversas e confraternizações compartilhadas. Em especial àqueles que fizeram os dias se tornarem mais leves, José Luiz Finatto, Gesiel Chitolina, Luis Antônio Klein, Ricardo Piovesan, João Vitor Alberti, Lucas Allebrante e Ricardo Bastiani.

À Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen pela oportunidade e a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para meu crescimento pessoal e profissional.

Muito obrigada!

RESUMO

DOSES DE NITROGÊNIO APLICADAS EM COBERTURA NA VARIEDADE DOURADA DE LINHAÇA

AUTOR: Duana Cancian Garafini
ORIENTADOR: Volmir Sergio Marchioro

A linhaça é uma cultura que possui baixo custo de produção, e geralmente é cultivada de forma convencional, com reduzido uso de defensivos agrícolas e adubos minerais. o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de doses de nitrogênio aplicado em cobertura na produtividade de grãos e seus componentes para a variedade dourada de linhaça. O experimento foi conduzido na safra de 2020 no município de Frederico Westphalen-RS, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em experimento composto por seis doses de nitrogênio aplicado em cobertura (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹), na variedade dourada de linhaça. Cada unidade experimental foi composta por 8 linhas de 2 m de comprimento, com um espaçamento de 0,17 m. A adubação de base foi realizada conforme indicações para a cultura e as plantas daninhas foram controladas manualmente. Na maturação fisiológica 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, número de cápsulas por planta, número de grãos por cápsula e massa de grãos por planta. A partir da colheita das 4 linhas centrais foi obtida a massa seca total de plantas, a massa de mil grãos e a produtividade de grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de F ($p < 0,05$), as médias foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott, assumindo 5% de probabilidade de erro e na sequência os dados foram submetidos à análise de regressão polinomial e obtidas as correlações simples de Pearson entre as características avaliados. A análise de variância revelou diferença significativa para as características altura de planta, número de cápsulas por planta, massa de grãos por planta, massa total de plantas e produtividade de grãos. A massa de grãos por planta e a massa seca total de plantas responderam linearmente, enquanto a altura de planta e o número de cápsulas por planta apresentaram incremento até determinadas doses de nitrogênio. A maior produtividade de grãos, foi verificada na dose de nitrogênio de 95,73 kg ha⁻¹ para uma produtividade de grãos máxima de 1.311,39 kg ha⁻¹. A altura de planta, a massa seca total de plantas e a massa de mil grãos apresentaram correlações significativas e positivas com a produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Linum usitatissimum*, componentes da produtividade, regressão.

ABSTRACT

DOSES OF NITROGEN APPLIED TO TOPPING IN THE GOLDEN VARIETY OF LINSEED

AUTHOR: Duana Cancian Garafini
ADVISOR: Volmir Sergio Marchioro

Flaxseed is a crop that has a low production cost, and is generally grown conventionally, with reduced use of pesticides and mineral fertilizers. The objective of this work was to study the effect of nitrogen doses applied in top dressing on grain productivity and its components for the golden linseed variety. The experiment was conducted in the 2020 harvest in the municipality of Frederico Westphalen-RS, in the experimental area of the Federal University of Santa Maria. The experimental design used was randomized blocks with four replications, in an experiment consisting of six doses of nitrogen applied in top dressing (0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹), in the golden linseed variety. Each experimental unit was composed of 8 lines of 2 m in length, with a spacing of 0.17 m. Base fertilization was carried out according to the schedule for culture and weeds were controlled manually. At physiological maturity, a random sampling of 12 plants was obtained in the 4 central rows of each experimental unit and from these the characteristics of plant height, number of capsules per plant, number of grains per capsule and grain mass per plant were obtained. From the harvest of the 4 central lines, the total dry mass of plants, the mass of one thousand grains and grain productivity were obtained. The data were subjected to analysis of variance and F test ($p < 0.05$), the means were grouped using the Scott and Knott test, assuming a 5% probability of error and then the data were subjected to polynomial regression analysis. and simple Pearson correlations were obtained between the characteristics evaluated. The analysis of variance revealed a significant difference for the characteristics of plant height, number of capsules per plant, grain mass per plant, total plant mass and grain yield. The grain mass per plant and the total dry mass of plants responded linearly, while the plant height and the number of capsules per plant showed an increase up to certain nitrogen doses. The highest grain productivity was observed at a nitrogen dose of 95.73 kg ha⁻¹ for a maximum grain productivity of 1,311.39 kg ha⁻¹. Plant height, total plant dry mass and thousand-grain mass showed significant and positive correlations with grain productivity.

Keywords: *Linum usitatissimum*, components of productivity, regression.

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), massa seca total de plantas (MST), 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), massa de grãos por planta (MGP), massa seca total de plantas (MST) 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), massa seca total de plantas (MST), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).....20
- 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), massa seca total de plantas (MST), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).....22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Regressão polinomial para as características altura de planta, número de cápsulas por planta, massa de grãos por planta, massa seca total de plantas e produtividade de grãos...21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA	13
2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA	14
2.3. ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA	15
2.4. COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.), pertence à família Linaceae e é o alimento de origem vegetal mais rico em ácidos graxos ômega 3, além de apresentar teores elevados de fibras, proteínas e compostos fenólicos (THOMPSON; CUNNANE, 2003). A maior parte da produção de linhaça tem como destino a indústria de óleo, além do seu uso na alimentação humana e animal, na indústria de cosméticos, na medicina e na indústria têxtil (ROSSETTO et al., 2012), mas o cultivo da linhaça não é expressivo quando comparado as demais culturas (LÚCIO et al., 2021).

No mundo a área cultivada de linhaça selecionada para produção de óleo chega a 2,6 milhões de hectares (KIRYLUK; KOSTECKA, 2020). A produção global de grãos de linhaça foi 3,33 milhões de toneladas em 2021 em uma área cultivada de 4,14 milhões de hectares e produtividade de grãos de 1.000 ha⁻¹ de média. No ano de 2021 o maior produtor de grãos de linhaça foi a Rússia, com produção de aproximadamente 1,3 milhão de toneladas, seguida pelo Cazaquistão, Canadá e China. Na América do Sul, a Argentina foi o maior produtor com aproximadamente 12,4 mil toneladas em 2021, seguida pelo Uruguai com 5,4 mil toneladas e Brasil 5,3 mil toneladas (FAOSTAT, 2023).

O Brasil apresentava em 1960, produtividade de grãos de 600 kg ha⁻¹ e em 2022 chegou à produtividade de grãos de 1.177 kg ha⁻¹. 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, 2021). A região apresenta características propícias para seu cultivo, pois a cultura necessita de temperaturas baixas no período de floração. O aumento em produtividade no país está associado a novas técnicas de manejo, com melhorias na fertilidade e práticas conservacionistas.

A linhaça é caracterizada como uma cultura que possui custo de produção baixo, e geralmente é 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).

Pensando em melhorias com fertilidade Grant et al. (2016), diz que o nitrogênio é um insumo com importância para a produção agrícola, sendo necessário para otimizar a produtividade de grãos e a qualidade da linhaça. Assim, com o aumento da produtividade de grãos, a cultura da linhaça pode se tornar uma importante opção de renda para os produtores, além da possibilidade de rotação de cultura com o trigo, que é o principal cultivo de inverno dos gaúchos, trazendo benefícios ao sistema produtivo além da diversificação de renda.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de doses de nitrogênio aplicado em cobertura na produtividade de grãos e seus componentes para a variedade dourada de linhaça.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLOGIA

As características morfológicas da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) podem ser descritas como uma planta herbácea, da divisão das dicotiledôneas, família Linaceae e gênero *Linum*. Sendo uma planta anual e ereta, podendo atingir altura de planta entre 40 a 80 cm, composta por um caule principal, emitindo vários ramos, nos quais encontram-se as folhas, flores e as cápsulas. Possui arquitetura com caules cilíndricos, longos e com ramificações, as folhas são lisas, delgadas e esparsas, alternas e sésseis (OOMAH; MAZZA, 2001).

Suas flores apresentam coloração variando de branca, rosa e azul, as nervuras são bem definidas com tonalidades mais escuras, são flores hermafroditas e pentâmeras, ou seja, possuem cinco sépalas, cinco pétalas e cinco anteras, sendo que o ovário apresenta cinco lóbulos e cada lóbulo pode produzir até duas sementes, dessa maneira as cápsulas podem conter até dez sementes dentro de seus septos. As cápsulas passam da coloração verde à marrom conforme ocorre a maturação do fruto, até se tornar seco e deiscente (SFALCIN et al., 2022).

Antes da flor da linhaça se abrir ocorre o processo de cleistogamia, ou seja, autopolinização e autofecundação, sendo definida como plantas autógamias, porém pode ocorrer taxas de polinização cruzada variando de 0,3 a 2,0% em condições normais. O ciclo total da cultura varia de 90 a 125 dias, compreendendo o período vegetativo de 45 a 60 dias, período de floração de 15 a 25 dias e um período de maturação de 30 a 40 dias, dependendo das condições ambientais (FLAX COUNCIL OF CANADA, 2021). As sementes são achatadas, ovaladas com o ápice pontiagudo, possuem de 3,0 a 6,4 mm de comprimento e 1,8 a 3,4 mm de largura, com textura firme (CARTER, 1996; SINGH et al., 2011). Segundo Floss (1988), o peso de mil sementes varia de 3,8 a 7,0 gramas. A coloração das sementes pode variar de dourada/amarela a marrom escuro (FREEMAN, 1995).

A planta de linhaça apresenta ainda uma raiz principal curta e ramificada, a qual pode chegar a 1,2 m de profundidade e seus ramos laterais podem atingir 30 cm aproximadamente. Se comparada com outras culturas pode-se dizer que a linhaça apresenta sistema de raízes relativamente limitado, pois desenvolvem-se de forma superficial no solo (SALEEM et al., 2020).

2.2. IMPORTÂNCIA DA CULTURA

A linhagem tem origem ainda incerta, mas as evidências são de que tenha ocorrido entre o Sul da Europa e Ásia Central, datada de aproximadamente 10.000 anos atrás, sendo uma das primeiras espécies cultivadas pelo homem (ALLABY et al., 2005). FU (2005), ressalta essa narrativa pela coleta de diversos germoplasmas da linhaça indicarem a provável origem na região do Oriente Médio. Mesmo com sua origem nessa região, a linhaça espalhou-se pelo restante do mundo, Allaby et al. (2005), citam através de estudos filogenéticos que a linhaça foi domesticada para obtenção de óleo e posteriormente para uso como fibra vegetal.

De acordo com FLAX COUNCIL OF CANADA (2021), a linhaça foi uma das primeiras culturas levadas para o Canadá, e acredita-se que a produção possa ter ocorrido nos anos de 1617, na cidade de Quebec. Em 1988 ocorreu os primeiros esforços de sua reprodução, data essa tida pelo Ramo de Fazendas Experimentais do Departamento de Agricultura do Canadá, cereais e a linhaça estavam entre as primeiras culturas produzidas no país.

No Brasil a linhaça já havia sido introduzida no estado de São Paulo, durante o período colonial, em torno do ano 1550. A primeira tentativa de estabelecimento da linhaça foi no início do século XVIII, pelos Jesuítas no estado do Rio Grande do Sul (FLOSS, 1988). Sendo o Rio Grande do Sul responsável por quase 100% da produção nacional, caracterizado como o estado maior produtor de linhaça do Brasil. Na safra de 2022 o estado do Rio Grande do Sul produziu 5.476 toneladas de grãos em uma área de 4.653 hectares, tendo uma produtividade média de 1.177 kg ha⁻¹, sendo o município de Capão do Cipó o maior produtor, seguido de Santa Bárbara do Sul e Catuípe (IBGE, 2023).

A região Sul do Brasil detém os números majoritários de cultivo, pois é a região mais adequada dentro do território nacional quanto às condições climáticas. A linhaça tem uma demanda hídrica entre 400 e 750 mm e necessidade de temperaturas baixas durante o crescimento e desenvolvimento, temperaturas altas atrasam o florescimento e ainda prejudicam a qualidade e o teor de óleo dos grãos (FLOSS, 1983).

A produção de linhaça no Brasil é destinada 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 ainda 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).

2.3. ADUBAÇÃO NITROGENADA DE COBERTURA

Segundo Soares (2009), o cultivo da linhaça é realizado na rotação de culturas, possibilitando a recuperação de solos em processo de degradação e evitando a erosão de solo, além de aproveitar a adubação residual das culturas de verão, como milho e soja.

Para ocorrer uma boa produtividade é de extrema importância o fornecimento de nutrientes, sendo eles os macronutrientes mais utilizados, nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O), quando em ausência no fornecimento necessário no solo, pode ocorrer perdas de produção (DISSANAYAKE et al., 2009).

O uso de nitrogênio é importante para otimizar a produtividade de grãos e a qualidade da linhaça, onde o nutriente influencia na fotossíntese, na quantidade de fotoassimilados produzidos pela planta, no teor de proteína e óleo da semente (GRANT et al., 2016; DORDAS et al., 2008). A adubação nitrogenada potencializa o crescimento de biomassa, aumenta o número de sementes por planta, em decorrência do aumento do número de cápsulas por planta e do número de sementes por planta. Apesar da linhaça ser menos exigente em nitrogênio que as demais culturas anuais, quando em déficit no solo, reflete reduzindo o número de ramos produtivos (DORDAS et al., 2010).

Dessa maneira Rahimi, Zarei, e Arminian (2011), ressalta o aumento de produtividade e qualidade da semente de linhaça com a adubação nitrogenada, ademais é necessário que haja equilíbrio nas doses, pois Zhang et al. (2020), sugerem que o excesso de nitrogênio interfere na produção, reduzindo-a pela desregulação do balanço entre carbono e nitrogênio. Nesse sentido, deve-se levar em consideração as demandas que a cultura exige, para que o fornecimento do elemento nitrogenado seja equilibrado e satisfatório para bons resultados de qualidade e produtividade.

Leal (1967), verificou que a cultura necessita de 47 kg ha^{-1} de adubação nitrogenada para suprir a necessidade da cultura. A SBCS (2016), traz que para atender a demanda da cultura é necessário avaliar o teor de matéria orgânica do solo, quando menor ou igual a 2,5% deve-se utilizar 70 kg ha^{-1} de nitrogênio, de 2,6% e 5,0% usar 50 kg ha^{-1} de nitrogênio e maior que

5,0%, usar quantidades iguais ou menores que 30 kg ha^{-1} de nitrogênio. E para a expectativa de produtividade de grãos maior que 2,0 toneladas por hectare, acrescentar aos valores tabelados pelo teor de matéria orgânica no solo, a quantidade de 20 kg ha^{-1} de nitrogênio, por tonelada de grãos a serem produzidos. Sendo desses valores aplicados 10 a 20 kg ha^{-1} de nitrogênio na semeadura e o restante em cobertura.

2.4. COMPONENTES DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS

Mundstock e Thomas (2005) classificam os componentes de produtividade da soja como primário e secundário, onde os componentes primários interferem diretamente na produtividade de grãos, trazendo para a cultura da linhaça, pode ser destacado como componentes o número de plantas por unidade de área, o número de cápsulas por planta, número de grãos por planta, massa de grãos por planta, número de grãos por cápsula, massa de grãos por cápsula, massa de mil grãos, já os componentes secundários caracterizam a altura de planta, o ciclo vegetativo, ciclo reprodutivo dentre outros, estes últimos pode afetar indiretamente os componentes primários.

Stanck, Becker e Bosco (2017), caracterizam como o período determinante para os componentes de produtividade final de grãos da linhaça, o período entre o início do florescimento e a colheita, sendo influenciado negativamente por precipitações excessivas, baixa interceptação de radiação solar e altas temperaturas. Ressaltam ainda que o ano de cultivo influência o crescimento e a produtividade de grãos da linhaça.

Rahimi, Zarei, e Arminian (2011), ressaltam a relação entre a produtividade de grãos da linhaça e os componentes número de plantas por unidade de área, número de cápsulas por planta e massa de grãos por cápsulas. Além desses, pode ser destacado a altura de planta (NIE; SHI; ZHU, 1995), massa de mil grãos (VIJAYAKUMAR; RAO; MERSINKAL, 1976), e a produtividade final de grãos (BASU; BOSE, 1975), como componentes que interferem na produtividade de grãos. Rahimi, Zarei, e Arminian (2011), ainda denota que para alta produtividade de grãos e qualidade da linhaça a aplicação de fertilizantes nitrogenados é inerente, assim como Makino (2011), emprega a evolução na produtividade de grãos dos cereais ao uso de nitrogênio.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra de 2020 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 18/06/2020, sendo composto por seis doses de nitrogênio aplicado em cobertura (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹), na variedade dourada de linhaça. A semeadura foi realizada de forma manual e para garantir o número de plantas por m², 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 2 m de comprimento, com um espaçamento de 0,17 m. A adubação de base foi realizada 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 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). Na sequência foi realizado o corte próximo ao solo de todas as plantas das 4 linhas centrais e obtida a massa seca total de plantas (MST, kg ha⁻¹) e após a trilha a massa de mil grãos (MMG, g) e a produtividade de grãos (PDG, kg ha⁻¹), considerando as 12 plantas iniciais coletadas para a obtenção das outras características.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de F ($p < 0,05$), através do modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$, sendo μ a média geral do ensaio, g_i o efeito do genótipo i , b_j o efeito do bloco j , ε_{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) revelou a existência de diferença significativa pelo teste F ($p < 0,05$) para as características altura de planta, número de cápsulas por planta, massa de grãos por planta, massa total de plantas e produtividade de grãos. A confiabilidade nos dados obtidos e verificada pelos baixos a médios coeficientes de variação obtidos para as diferentes características, variando de 1,37% a 9,78%. Pimentel Gomes (1987, 2000), considera os coeficientes de variação menores que 10% satisfatórios e classifica-os como baixos (<10%), médio (10 a 20%), alto (20 e 30%) e muito alto (>30%).

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), massa seca total de plantas (MST), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

Características	Quadrado médio			Coeficiente de variação (%)
	Blocos	Tratamentos	Resíduo	
ALP	6,309	44,381*	1,138	1,67
NCP	0,602	5,496*	0,330	1,37
NGC	0,191	0,423 ^{ns}	0,432	7,42
MGP	0,002	0,109*	0,011	9,78
MST	156.926,956	739.043,500*	62.658,603	4,76
MMG	0,057	0,037 ^{ns}	0,022	2,18
PDG	415,350	73.672,553*	6.557,357	6,80
GL	3	5	15	GL total = 23

GL: graus de liberdade; *significativo e ^{ns}não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Ao analisar a Tabela 2, no teste de agrupamento de médias de Scott e Knott a 5% de probabilidade de erro, verificamos que a altura de planta e a massa de grãos por planta foram significativamente maiores nas doses a partir de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio. O número de cápsulas por planta teve um comportamento diferente, aumentou até a dose de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio e reduziu na maior dose. A massa seca total de plantas foi superior nas doses de 120 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Por outro lado, a produtividade de grãos não diferiu entre as diferentes doses de nitrogênio aplicado, mas em qualquer dose foi superior a testemunha.

A altura de planta é uma importante característica para a colheita mecanizada, mas plantas altas podem acamar e contribuir com as perdas na colheita, reduzindo a produtividade de grãos. O nitrogênio tem influência no crescimento em altura das plantas de linhaça, pois como observado na Tabela 2, conforme se aumentou a dose de nitrogênio a altura planta também aumentou, sendo que as maiores alturas foram observadas nas doses de 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, corroborando com os resultados encontrados por Rauch, Santos e Hengel (2022), que observaram maior altura de planta em doses de nitrogênio acima de 120 kg ha⁻¹.

O fertilizante nitrogenado tem influência direta no aumento da divisão celular e na fotossíntese realizada pelas plantas (LAWLOR, 2002). Através do aumento das reações fotoquímicas, aumenta a produção de energia, assimilação de carboidratos e aminoácidos que são essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Constatações que podem explicar o incremento na massa de grãos por planta com o aumento das doses de nitrogênio (Tabela 2).

Para a característica número de cápsulas por planta as doses de 90 e 120 kg ha⁻¹ apresentaram as maiores médias (Tabela 2), mas na dose de 150 kg ha⁻¹ o número de cápsulas reduziu. Diferentemente dos dados obtidos Rauch et al. (2022), que verificaram o maior número de cápsulas por planta na dose de 150 kg ha⁻¹. Segundo Kariuki et al. (2014), o uso de nitrogênio melhora o desenvolvimento vegetativo, aumentando a área foliar e conseqüentemente o acúmulo de biomassa, a qual se transforma em massa seca, assim como verificado neste estudo, em que doses maiores de nitrogênio produziram maiores médias de massa seca total (Tabela 2)

Tabela 2 - Agrupamento de médias para as características altura de planta (ALP), número de cápsulas por planta (NCP), massa de grãos por planta (MGP), massa seca total de plantas (MST) e produtividade de grãos (PDG).

Doses de nitrogênio	ALP cm	NCP número	MGP gramas	MST Kg ha ⁻¹	PDG Kg ha ⁻¹
0	57,6 c	7,6 b	0,8 c	4.689,0 c	938,6 b
30	63,0 b	8,0 b	1,0 b	5.078,6 b	1.157,5 a
60	64,4 b	8,3 b	1,0 b	5.001,1 b	1.271,6 a
90	65,8 a	10,3 a	1,1 a	5.293,0 b	1.274,5 a
120	66,9 a	10,3 a	1,2 a	5.603,2 a	1.308,4 a
150	65,4 a	8,8 b	1,3 a	5.875,6 a	1.192,4 a

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 produtividade de grãos apresentou diferença significativa apenas entre as doses de nitrogênio e a testemunha, Woodhead e Neilson (1976), Rossini e Casa (2003) e Hocking et al. (1997), verificaram aumento no crescimento vegetativo a partir de aplicações do fertilizante nitrogenado, mas não ocorreu aumento significativo na produtividade de grãos. Para Wood (1997) a linhaça apresenta enraizamento superficial, necessitando da presença de água na camada superficial do solo de 0 a 10 cm. No mesmo ano Hocking et al. (1997), também observou enraizamento superficial da linhaça e em decorrência do déficit hídrico, ocorreu morte de plantas. Fato que pode estar relacionado com as precipitações acumuladas de 149,0 mm em julho, 75,6 mm em agosto, 43,4 mm em setembro e 29,2 mm em outubro no local de condução do experimento.

Com relação a análise de regressão polinomial, apresentada na Tabela 3, verificamos que não houve diferença significativa a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, para a característica número de grãos por cápsula e massa de mil grãos. Para as demais características, o número de cápsulas por planta se ajustou ao modelo de regressão cúbica, a altura de planta e a produtividade de grãos se ajustaram ao modelo de regressão quadrática e a massa de grãos por planta e a massa seca total de plantas se ajustaram ao modelo de regressão linear.

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), massa seca total de plantas (MST), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

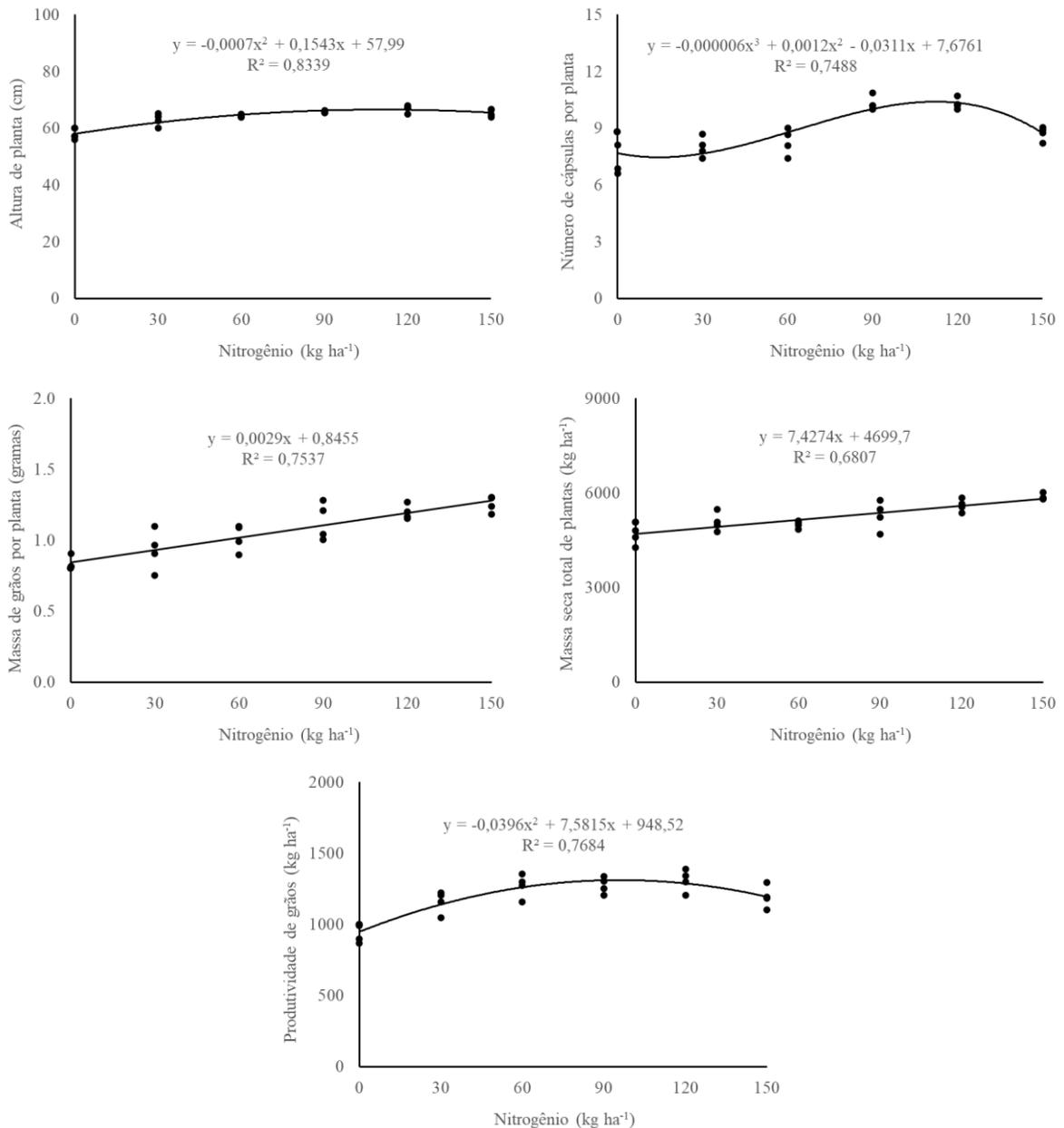
Características	Quadrado médio					
	Regressão	Linear	Quadrática	Cúbica	4º Grau	Resíduo
ALP	221,810*	624,612*	236,343*	3,785 ^{ns}	22,500 ^{ns}	7,636
NCP	25,926*	49,224*	23,258*	30,258*	0,966 ^{ns}	1,750
NGC	0,461 ^{ns}	0,386 ^{ns}	0,488 ^{ns}	0,968 ^{ns}	0,006 ^{ns}	1,834
MGP	0,543*	2,126*	0,030 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,036
MST	3.660.318,74*	13.902.274,58*	177.385,38 ^{ns}	106.312,50 ^{ns}	455.302,50 ^{ns}	304.328,14
MMG	0,184 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,652 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,051 ^{ns}	0,075
PDG	364.832,88*	679.768,34*	758.537,06*	3.601,03 ^{ns}	17.425,08 ^{ns}	21.712,90
GL	3	1	1	1	1	19

GL: graus de liberdade; GL Total = 19, *significativo e ^{ns}não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Na análise da Figura 1, se verifica que a massa de grãos por planta e a massa seca total de plantas aumentaram de forma linear à medida que se incrementou a dose de nitrogênio em cobertura, embora esse aumento e explicado em apenas 75% e 68%, respectivamente, pelo incremento nas doses de nitrogênio. Essa resposta pode estar associada as baixas precipitações ocorridas durante o ciclo da cultura. Este achado é consistente com os resultados obtidos por Kariuki et al. (2014), que identificaram um aumento da biomassa da cultura com o aumento da dose de nitrogênio. Este fenômeno é atribuído ao aumento da área fotossintética, promovendo uma maior assimilação fotossintética.

Plantas mais altas muitas vezes não é interessante, Dybing e Grady (1994) afirmam que com o aumento no crescimento vegetativo aumenta o acamamento e conseqüentemente pode reduzir a produtividade de grãos. Na Figura 1, se observa que a altura de planta aumentou com o aumento da dose nitrogênio até certo ponto, reduzindo na sequência, sendo que a maior altura de planta (63,49 cm) foi verificada com a dose de 110,21 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Rauch et al. (2022), também verificaram redução na altura de planta em doses de nitrogênio superiores a 120 kg ha⁻¹.

Figura 1 - Regressão polinomial para as características altura de planta, número de cápsulas por planta, massa de grãos por planta, massa seca total de plantas e produtividade de grãos.



Com relação ao número de cápsulas por planta (Figura 1) se verifica um comportamento diferente, se ajustando a uma regressão cúbica, sendo que o maior número de cápsulas por planta (10,86) foi verificado na dose de 118,79 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Contrariando resultados obtidos por Rauch et al. (2022), onde obtiveram o maior número de cápsulas por planta na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Considerando a produtividade de grãos, característica importante e preconizada pelos agricultores, se observa aumento à medida que as doses de nitrogênio são incrementadas e no final a produtividade de grãos reduz. Pela equação se verificou que a dose de nitrogênio ideal

foi de 95,73 kg ha⁻¹ para uma produtividade de grãos máxima de 1.311,39 kg ha⁻¹. Zhang et al. (2020), sugerem que a produtividade de grãos pode ser menor devido a desregulação do balanço de carbono e nitrogênio quando do uso de doses elevadas de nitrogênio.

Nas correlações de Pearson (Tabela 4) se identifica uma correção significativa positiva de 0,9006 da altura de planta com a massa de grãos por planta e uma correção significativa positiva de 0,9585 com a produtividade de grãos. Cassol et al. (2022), verificaram correlação positiva de 0,87 da altura de planta com a produtividade de grãos. O aumento na produtividade de grãos é o objetivo principal do melhoramento de plantas, mas segundo Dybing e Grady (1994), plantas mais altas podem levar ao acamamento, reduzindo assim a produtividade 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), massa seca total de plantas (MST), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG).

Características	NCP	NGC	MGP	MST	MMG	PDG
ALP	0,7843 ^{ns}	-0,1001 ^{ns}	0,9006*	0,7925 ^{ns}	0,6945 ^{ns}	0,9585**
NCP		-0,0678 ^{ns}	0,7468 ^{ns}	0,5937 ^{ns}	0,5614 ^{ns}	0,7455 ^{ns}
NGC			-0,1789 ^{ns}	-0,3528 ^{ns}	0,2889 ^{ns}	0,0941 ^{ns}
MGP				0,9572**	0,3346 ^{ns}	0,7623 ^{ns}
MST					0,1320 ^{ns}	0,5939*
MMG						0,8518*

*Significativo a 5%, **Significativo e ^{ns}Não significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste *t*.

Observamos também uma correlação significativa e positiva da massa de grãos por planta com a massa seca total, o que já era esperada pelo fato que plantas com mais massa de grãos automaticamente vão produzir uma massa seca total maior. Outras duas correlações importantes foram observadas, correlação positiva e significativa da massa seca total com produtividade de grãos, embora de baixa magnitude (0,5939) e correlação de 0,8518 da massa de mil grãos com produtividade de grãos, Cassol et al. (2022) enfatizam a correlação positiva da massa de mil grãos com a produtividade de grãos.

5. CONCLUSÕES

A massa de grãos por planta e a massa seca total de plantas responderam linearmente, enquanto a altura de planta e o número de cápsulas por planta apresentaram incremento até determinadas doses de nitrogênio.

A maior produtividade de grãos, foi verificada na dose de nitrogênio de 95,73 kg ha⁻¹ para uma produtividade de grãos máxima de 1.311,39 kg ha⁻¹.

A altura de planta, a massa seca total de plantas e a massa de mil grãos apresentaram correlações significativas e positivas com a produtividade de grãos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLABY, R.G.; PETERSON, G.W.; MERRIWETHER, D.A.; FU, Y. Evidence of domestication history of flax (*Linum usitatissimum* L.) from genetic diversity of the sad2 locus. **Theoretical and Applied Genetics**, v.112, n.1, p.58-65, 2005.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G.; Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- BASU, N.C.; BOSE, S. Preliminary studies on some botanical, anatomical and agronomical aspects of flax (*Linum Usitatissimum* L.). **Scientific Culture**, v.41, n.7, p.323-325, 1975.
- CARTER, J.F. Sensory evaluation of flaxseed of different varieties. **Proceedings Flax Institute**, v.56, n.1, p.201-203, 1996.
- CASSOL, J.C.; PERIPOLLI, M.; SGARBOSSA, J.; FOLLMANN, D.N.; NARDINO, M.; LÚCIO, A.D. **Relações lineares e não lineares em linho oleaginoso**. 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.193-222.
- CRUZ, C.D. Genes Software - extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, v.38, p.547-552, 2016.
- DISSANAYAKE, N.P.J.; SUMMERSCALES, J.; GROVE, S.M.; SINGH, M.M. Energy use in the production of flax fiber for the reinforcement of composites. **Journal of Natural Fibers**, v.6, n.4, p.331-346, 2009.
- DORDAS, C.A. Variation of physiological determinants of yield in linseed in response to nitrogen fertilization. **Industrial Crops and Products**, v.31, n.3, p.455-465, 2010.
- DORDAS, C.A.; LITHOURGIDIS, A.S.; MATSI, T.; BARBAYIANNIS, N. Application of liquid cattle manure and inorganic fertilizers affect dry matter, nitrogen accumulation, and partitioning in maize. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.80, p.283-296, 2008.
- DYBING, C.D.; GRADY, K. Relationships between vegetative growth rate and flower production in flax. **Crop Science**. v.34, p.483-489, 1994.
- FAOSTAT. **Crops**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 17 de set. de 2023.
- 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 ago. de 2023.
- FLOSS, E.L. Linho: cultivo e utilização. 3.ed. Passo Fundo: UPF; 1983. 39p.
- FLOSS, E.L., Linho. Livro: **As lavouras de Inverno 2**. Editora globo: Rio de Janeiro, 184p. 1988.

FREEMAN, T.P. Structure of flax seed. In: CUNNANE, S.C.; THOMPSON, L.U. (Eds.). **Flaxseed in human nutrition**. Champaign: AOCS Press, 1995. p.11-21.

FU, Y. Geographic Patterns of RAPD Variation in Cultivated Flax. **Crop Science**, v.45, p.1084-1091. 2005.

GRANT, C.A.; McLAREN, D.; IRVINE, R.B.; DUGUID, S.D. Nitrogen source and placement effects on stand density, pasmo severity, seed yield, and quality of no-till flax. **Canadian Journal of Plant Science**, v.96, n.1, p.34-47, 2016.

HOCKING, P.J.; KIRKEGAARD, J.A.; FIBSON, J.F. KOETZ, E.A. Comparison of canola, Indian mustard and Linola in two contrasting environments. I. Effects of nitrogen fertilizer on dry matter production, seed yield and seed quality. **Field Crops Research**, v.49, p107-125, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 17 de set. de 2023.

KARIUKI, L.W.; MASINDE, P.W.; ONYANGO, A.N.; GITHIRI, S.M.; OGILA, K. The growth and seed yield of five linseed (*Linum usitatissimum* L.) varieties as influenced by nitrogen application. **Journal of animal and Plant Sciences**. v.22, n.2, p.3493-3509, 2014.

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.

LAWLOR, D.W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.370, p.773-787, 2002.

LEAL, J.C. **Plantas da lavoura Sul Rio-grandense**. Porto Alegre: UFRGS, 1967. 274p.

LORO, M.V.; CARVALHO, I.R.; HUTH, C.; SILVA, J.A.G.; PORT, E.D.; PRADEBON, L.C. Agronomic performance of linseed as a function of plant arrangement. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.12, n.1, P.29-39, 2022.

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. (Org.). **Linhaça: Perspectiva de produção e usos na alimentação humana e animal**. 1. ed. Ponta Grossa: Atena, 2021. cap.1, p.1-9.

MAKINO, A. Photosynthesis, grain yield, and nitrogen utilization in rice and wheat. **Plant Physiology**, v.155, p.125-129, 2011.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura, Universidade Federal do Rio grande do Sul. 2005, 31p.

NASANYA, R.O.; AIYELARI, O.P.; AMOS, O.; OIKEH, S.O. Growth and yield response of maize (*Zea mays* L.) to diferente rates of nitrogen and phosphorus fertilizers in Southern Nigeria. **World Journal of Agricultural Sciences**, v.5, n.4, p.400-407, 2009.

NIE, Z.X.C.; SHI, F.T.; ZHU, C. Path analysis of characters correlated with seed yield in flax (*Linum usitatissimum* L.). **CAB Abstract**, 951609642, 1995.

OOMAH, B.D.; MAZZA, G. **Productos de linaza para la prevención de enfermedades**. In: MAZZA, G. (coord). Alimentos funcionales: aspectos bioquímicos y de procesado. Zaragoza: Acribia, 2000. p.93-140.

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.

RAHIMI, M. M.; ZAREI, M. A.; ARMINIAN, A. Selection criteria of flax (*Linum usitatissimum* L.) for seed yield, yield components and biochemical compositions under various planting dates and nitrogen. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, p.3167-3175, 2011.

RAUCH, F.K.; SANTOS, M.F.F.; HENGEL, M.M. **Impacto na produção de linhaça e qualidade do óleo em diferentes manejos de nitrogênio**. Trabalho de Iniciação Científica (Curso Técnico em Agropecuária) Escola Estadual Técnica Celeste Gobbato – Palmeiras das Missões, 2022. 36p.

ROSSETTO, C.; SANTOS, R. F.; SOUZA, S. N. M.; DIAS, P. P. KLAUS, O. Diferentes doses de Potássio na cultura da linhaça (*Linum usitatissimum* L.). *Acta Iguazu*, v.1, n.3, p.98-105, 2012.

ROSSINI, F.; CASA, R. Influence of sowing and harvest time on fibre flax (*Linum usitatissimum* L.) in the Mediterranean environment. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.189, p.191-196.2003.

SALEEM, H.; TRABZON, L.; KILIC, A.; ZAIDI, S.J. Recent advances in nanofibrous membranes: Production and applications in water treatment and desalination. **Desalination**, v.478, p.114178, 2020

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.

SBCS - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina** / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. – [s. l.]: Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016

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.

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, n.3, p.210-222, 2011.

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

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

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

VIJAYAKUMAR. S.; RAO, M.J.V.; MERSINKAL, S.W. Study of variability and character association analysis of linseed (*Linum usitatissimum* L.). **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, v.9, n.2, p.236-245, 1976.

WOOD, I.M. **Fibre crops - new opportunities for Australian agriculture**. Brisbane: Department of Primary Industries Queensland, 1997). 750p

WOODHEAD, M.; NEILSON, B.E. The fertilizer requirement of linseed for oilseed production. **Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand**, v.6, p.53-55, 1976.

ZHANG, Q.; GAO, Y.; YAN, B.; CUI, Z.; WU, B.; YANG, K.; MA, J. Perspective on oil flax yield and dry biomass with reduced nitrogen supply. **Oil Crop Science**, v.5, n.2, p.42-46, 2020.