



LINHAÇA:

Perspectiva de Produção e Usos na
Alimentação Humana e Animal

João Pedro Velho
Alessandro Dal'Col Lúcio
(Organizadores)



LINHAÇA:

Perspectiva de Produção e Usos na
Alimentação Humana e Animal

João Pedro Velho
Alessandro Dal'Col Lúcio
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaió – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Gírlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Perspectiva de produção e usos na alimentação humana e animal

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: João Pedro Velho
Alessandro Dal'Col Lúcio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P467 Perspectiva de produção e usos na alimentação humana e animal / Organizadores João Pedro Velho, Alessandro Dal'Col Lúcio. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-205-7

DOI 10.22533/at.ed.057212106

1. Alimentação. 2. Linho. 3. Linhaça. 4. Saúde I. Velho, João Pedro (Organizador). II. Lúcio, Alessandro Dal'Col (Organizador). III. Título.

CDD 613.2

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é um alimento de origem vegetal rico em ácidos graxos do tipo ômega-3, com quantidades elevadas de fibras, proteínas e compostos fenólicos. A maior parte da produção de linhaça é destinada às indústrias de óleo, além de ser de uso alimentar humano e animal, medicinal, cosmético ou como fibra, principalmente em indústrias têxteis. Considerando as vantagens da utilização do grão de linhaça na alimentação humana, bem como na dieta dos animais domésticos de modo a aumentar a quantidade de alimentos ofertados para alimentação humana com propriedades biofuncionais relatadas nos artigos científicos, e a disponibilidade de recursos físicos no Brasil (áreas agricultáveis), pesquisadores das regiões Sul e Sudeste do Brasil constituíram o grupo de pesquisa denominado “Cadeia Produtiva da Linhaça” <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/592086> em 2020, com três linhas de pesquisa, objetivando estudar a cadeia produtiva da linhaça, estimular a produção e utilizá-la na alimentação humana e animal, de modo que a população humana (sociedade) possa usufruir dos benefícios nutricionais, além da geração de divisas. Este Grupo de Pesquisa é integrado por docentes vinculados à diversas instituições de ensino e pesquisa do Brasil, a saber: Universidade Federal de Santa Maria, Escola Estadual Técnica Celeste Gobbato, Universidade Estadual de Maringá, Universidade do Estado de Santa Catarina, Instituto Federal Farroupilha – Campus de São Vicente do Sul, Universidade Federal de Viçosa, Centro Universitário IDEAU, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Universidade Estadual de Ponta Grossa e Universidade Federal de Santa Catarina.

Durante o ano de 2020, foram realizadas reuniões periódicas por esse Grupo de Pesquisa, para tratar da possibilidade de promover um evento que congregasse especialistas no cultivo do linho e produção da linhaça, bem como na sua utilização na alimentação humana e animal.

Apoiado pelos Programas de Pós-Graduação em Agronomia, em Agronegócios, em Ciência e Tecnologia dos Alimentos e em Agronomia – Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Santa Maria, e pelas instituições de ensino/pesquisa/extensão Escola Estadual Técnica Celeste Gobbato, Conselho Regional de Desenvolvimento Rio da Várzea - COREDE Rio da Várzea, Universidade Estadual de Maringá, Instituto Federal Farroupilha – Campus de São Vicente do Sul, Universidade do Estado de Santa Catarina, Universidade Federal de Viçosa, Centro Universitário IDEAU – Campus de Getúlio Vargas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Universidade Estadual de Ponta Grossa e Universidade Federal de Santa Catarina, com financiamento pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS, foi realizado em março de 2021 o I Workshop Sobre a Cadeia Produtiva da Linhaça. Os objetivos do evento foram compreender e estimular o desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Linhaça no Brasil;

discutir os benefícios dos compostos bioativos presentes na linhaça e possibilitar a troca de informações técnico-científicas entre acadêmicos de ensino profissionalizante, de graduação e pós-graduação nas áreas das Ciências Agrárias, Ciências da Saúde e Ciências Sociais Aplicadas, para os profissionais, produtores e aqueles que estão envolvidos com a cadeia produtiva da linhaça.

Assim, os temas apresentados pelos pesquisadores convidados para o evento técnico-científico, juntamente com suas respectivas equipes de pesquisa, foram compilados e organizados para comporem esta obra, que tem o propósito de divulgar as informações nela contidas, contribuindo para o avanço no setor do agronegócio no qual o cultivo e produção da linhaça está inserida.

Alessandro Dal'Col Lúcio
Diego Nicolau Follmann
Tatiana Emanuelli
Volmir Sergio Marchioro
João Pedro Velho

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

HISTÓRICO, USOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA LINHAÇA

Alessandro Dal'Col Lúcio

Diego Nicolau Follmann

Tatiana Emanuelli

Volmir Sergio Marchioro

João Pedro Velho

DOI 10.22533/at.ed.0572121061

CAPÍTULO 2..... 10

EXPERIÊNCIAS COM O CULTIVO DE LINHAÇA EM SANTA CATARINA: ASPECTOS EDAFOCLIMÁTICOS E GENÉTICOS

Leosane Cristina Bosco

Carla Eloize Carducci

Ana Carolina da Costa Lara Fioreze

Letícia Salvi Kohn

Dislaine Becker

Ana Caroline Basniak Konkol

DOI 10.22533/at.ed.0572121062

CAPÍTULO 3..... 38

LINHAÇA: COMPOSIÇÃO, COMPOSTOS BIOATIVOS E EFEITOS FISIOLÓGICOS NA SAÚDE HUMANA

Regiane Lopes de Sales

Alexandre Vinco Pimenta

Neuza Maria Brunoro Costa

DOI 10.22533/at.ed.0572121063

CAPÍTULO 4..... 63

PROPRIEDADES FUNCIONAIS E FISIOLÓGICAS DA LINHAÇA

Rafaela de Carvalho Baptista

Roberto de Paula do Nascimento

Lívia Mateus Reguengo

Cibele Priscila Busch Furlan

Mário Roberto Maróstica Junior

DOI 10.22533/at.ed.0572121064

CAPÍTULO 5..... 95

UTILIZAÇÃO DA LINHAÇA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS: REFLEXOS NA QUALIDADE DO LEITE E NA REPRODUÇÃO

Geraldo Tadeu dos Santos

Karoline de Lima Guimarães Yamana

Rodolpho Martin do Prado

Fabio Seiji dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.0572121065

CAPÍTULO 6.....	122
EFEITO DA LINHAÇA SOBRE OS COMPOSTOS BIOATIVOS DO LEITE BOVINO	
Francilaine Eloise de Marchi	
Luciano Soares de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.0572121066	
SOBRE OS ORGANIZADORES	140

CAPÍTULO 2

EXPERIÊNCIAS COM O CULTIVO DE LINHAÇA EM SANTA CATARINA: ASPECTOS EDAFOCLIMÁTICOS E GENÉTICOS

Data de aceite: 18/05/2021

Data de submissão: 10/05/2021

Leosane Cristina Bosco

Universidade Federal de Santa Catarina,
Campus Curitibanos
Curitibanos – SC
<http://lattes.cnpq.br/8838269954454562>

Carla Eloize Carducci

Universidade Federal da Grande Dourados,
Faculdade de Ciências Agrárias
Dourados - MS
<http://lattes.cnpq.br/3585988593213083>

Ana Carolina da Costa Lara Fioreze

Universidade Federal de Santa Catarina,
Campus Curitibanos
Curitibanos – SC
<http://lattes.cnpq.br/8973009579326149>

Letícia Salvi Kohn

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Faculdade de Agronomia
Porto Alegre – RS
<http://lattes.cnpq.br/9542317650470638>

Dislaine Becker

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Dois Vizinhos
Dois Vizinhos – PR
<http://lattes.cnpq.br/8204128486204146>

Ana Caroline Basniak Konkol

Universidade Federal de Santa Catarina,
Campus Curitibanos
Curitibanos – SC
<http://lattes.cnpq.br/3605433897096090>

1 | INTRODUÇÃO

Desde 2014, desenvolvem-se pesquisas com linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos. Essas atividades buscam explorar novas alternativas para produção e diversificação da cultura em propriedades rurais de Santa Catarina (KOHN et al., 2016; CARDUCCI et al., 2017; STANCK et al., 2017; ORSI, 2019; BENEVIDES, 2019; BOSCO et al., 2020; KOHN et al., 2020; KONKOL et al., 2020). Segundo a FAO, no Brasil são cultivados 6.050 ha de linhaça com produção próxima de 6 mil toneladas (FAOSTAT, 2021), em 87 estabelecimentos agropecuários distribuídos em cinco estados da federação: RS, PR, MG, PE e AM (IBGE, 2017). Apesar desses números, a produção de linhaça em SC não figura nas estatísticas brasileiras, mesmo havendo estabelecimentos com cultivo de até 100 ha nos municípios de Campos Novos, Zortéa e Descanso. O objetivo deste capítulo será descrever as experiências e conhecimentos adquiridos com o cultivo de linhaça nos municípios catarinenses de Curitibanos, Campos Novos, Rio do Sul, Palmitos e Herval D'Oeste em conjunto com dados obtidos da literatura, dando enfoque para as áreas de agrometeorologia, física do solo e melhoramento genético.

Os resultados dos estudos catarinenses,

demonstrados nesse capítulo, tem origem de experimentos implementados em sistema de cultivo mínimo do solo, com reduzido uso de insumos externos, com sementeira realizada na linha em densidade de 143 pl m⁻² ou espaçamentos de 2 cm entre plantas e 30-35 cm entre linhas.

O cultivo de *Linum usitatissimum* L. ocorre para duas finalidades: (i) para produção de sementes e óleo e é denominada *Linhaça* e (ii) para a produção de fibra sendo denominado *Linho*. Diante disso, destacamos que as experiências em SC foram obtidas com plantas de linhaça, porém na literatura pudemos obter informações sobre ambas.

2 | AGROMETEOROLOGIA DO CULTIVO DA LINHAÇA

2.1 Fenologia

Os principais estádios de desenvolvimento da linhaça são: sementeira, emergência, desenvolvimento foliar, aparecimento da ramificação basal, aparecimento do botão floral, início do florescimento, primeiras cápsulas visíveis e senescência (Figura 1).

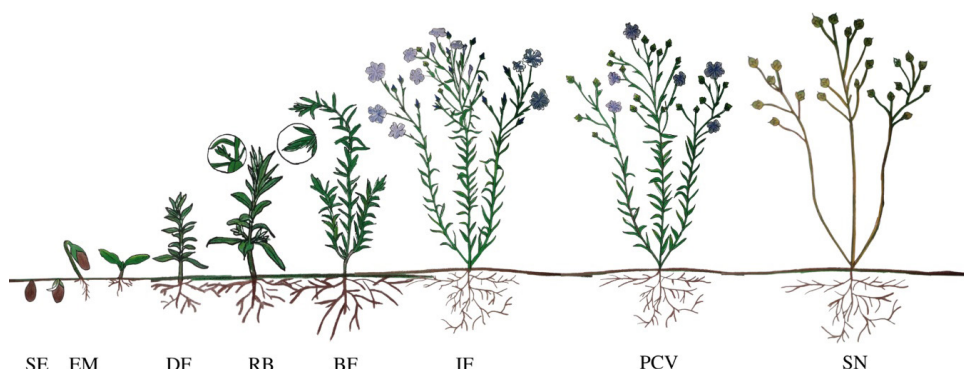


Figura 1 - Escala fenológica da linhaça adaptada de Smith e Froment (1998). Ilustração dos seguintes estádios: SE = sementeira; EM = emergência, DF = desenvolvimento foliar, RB = aparecimento das ramificações basais, BF = aparecimento do botão floral, IF = início do florescimento, PCV = primeiras cápsulas visíveis e SN = senescência.

2.1.1 Sementeira (SE)

A sementeira deve ser realizada com sementes com germinação e o vigor acima de 90% para obtenção de população de plantas que favoreçam o estabelecimento da cultura. A época de sementeira varia entre abril e agosto na região Sul, embora não exista zoneamento agrícola para a linhaça no Brasil. A densidade de sementeira pode variar conforme o método usado para distribuir as sementes no solo, sendo que na linha a densidade de sementeira, geralmente é menor que à lanço.

2.1.2 *Emergência (EM)*

A germinação da semente de linhaça é epígea, ou seja, o desenvolvimento do hipocótilo faz emergir os cotilédones para fora do solo. A emergência ocorre após a germinação, quando se observam as estruturas vegetativas acima do solo. A fase entre a semeadura e emergência foi, em média, de 9 dias nos cultivos realizados em SC entre 2014 e 2020.

2.1.3 *Desenvolvimento foliar (DF)*

Posterior à expansão completa dos cotilédones é possível observar as primeiras folhas visíveis. As folhas surgem e se expandem sempre em pares, e estão dispostas no caule em forma espiral (SMITH & FROMENT, 1998). O número final de folhas das plantas cultivadas em Curitiba foi, em média, de 101 folhas (STANCK et al., 2017), sendo que o filocrono, definido como o intervalo de tempo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas na haste principal, variou entre 4,8 e 6,9°C dia folha⁻¹.

2.1.4 *Ramificação basal (RB)*

O desenvolvimento dos ramos basais ocorrem em pares. O primeiro par é iniciado a partir da axila dos cotilédones, o segundo desenvolve-se em ângulo reto com os primeiros ramos, nas axilas das primeiras folhas verdadeiras, sendo que se observam menos ramos em condições de maior densidade de semeadura. Os ramos secundários produtivos variam entre 3 e 4, porém produzem menos quantidade de cápsulas do que a haste principal.

2.1.5 *Botão floral (BF)*

O primeiro botão floral aparece na haste principal, sendo que a formação das sépalas ocorre em um padrão helicoidal, possuindo formato de cúpula. Os botões possuem, em média, 14 mm de comprimento antes da antese (SCHEWE et al., 2011).

2.1.6 *Início do Florescimento (IF)*

Os botões iniciam a abertura floral pela manhã e as pétalas caem próximo ao meio-dia. Os aparatos florais (sépalas, pétalas e anteras) ocorrem sempre em unidades de cinco. A coloração das pétalas pode variar entre tons de azul, branco ou rosa claro (SMITH & FROMENT, 1998), sendo as cultivadas em SC de tonalidade azul. O início da floração ocorreu, em média, entre 63 e 129 dias após a semeadura, em Curitiba, sendo esta variação devido às diferentes datas de semeadura, ou seja, quanto mais precoce foi o plantio maior foi a fase SE-IF.

2.1.7 Primeiras cápsulas visíveis (PCV)

As primeiras cápsulas já estão se expandindo quando ainda é possível observar flores nas hastes. Assim, o estágio PCV ocorre simultaneamente ao florescimento.

2.1.8 Senescência (SE)

Após as cápsulas completarem a formação das sementes, sua cor muda gradualmente de verde para o amarelo e, então, para marrom na medida que senescem. Já as sementes, inicialmente brancas, tornam-se amarelas e depois marrom ou dourado – em função do genótipo. A senescência ou ponto de colheita pode ser definido quando, ao balançar a cápsula, é possível ouvir um som típico de “chocalho”. Posterior a senescência das estruturas reprodutivas, acontece gradualmente a do caule e das folhas.

2.2 Condicionantes agrometeorológicos da produtividade

A seguir serão apresentadas as principais características meteorológicas que condicionam a produtividade de linhaça, tais como temperatura do ar, vernalização, fotoperíodo, disponibilidade hídrica e eventos adversos.

2.2.1 Temperatura

A temperatura do ambiente em qualquer cultivo é o elemento primário da regulação do crescimento, desenvolvimento e, produtividade das plantas (MONTEIRO, 2009), sendo que o efeito da temperatura na produtividade de sementes, óleo ou fibra deve ser somado à ação do fotoperíodo, da vernalização e da disponibilidade hídrica.

A temperatura do solo é importante para a fase da sementeira até a emergência (SE-EM), sendo que temperaturas abaixo de 10°C aumentam consideravelmente a duração dessa fase, mas não interferem na porcentagem de germinação (O'CONNOR & GUSTA, 1994). Em Curitiba, a temperatura média diária do solo medida durante a fase SE-EM, em 2018, foi de 12,5°C e a duração dessa fase foi de 11 dias. Além disso, a temperatura do solo quando muito alta ou muito baixa pode reduzir o desenvolvimento radicular e a absorção de água e nutrientes do solo ao longo de todo o cultivo da linhaça.

A temperatura do ar tem maior influência nas fases vegetativa e reprodutiva dos cultivos. Por esta razão, são estabelecidos limites térmicos (*i.e.* temperaturas cardinais) para o melhor desenvolvimento das plantas. No caso da linhaça ou linho esses limites não são claramente definidos pela literatura, pois variam em função das cultivares. Observa-se que as cultivares com propósito de produção de fibra se adaptam melhor em climas temperados, enquanto para produção de sementes ocorre melhor adaptação em climas continentais (temperaturas mais amenas) (HELLER et al., 2015). As temperaturas ideais variam também em função da fase fenológica, por exemplo, a temperatura basal inferior (T_b) determinada para cultivares argentinas na fase vegetativa (EM-IF) foi 2,0°C (SORLINO,

1994) e para a fase reprodutiva (PCV-SN) foi 5,4°C (SORLINO, 2005). No entanto, trabalhos com cultivares europeias determinaram Tb de 4,8°C para a fase vegetativa das plantas (CASA et al., 1999) e, na China e Canadá a Tb de 5°C foi considerada para todo o ciclo (DU et al., 2017).

Em função da influência da temperatura e, em alguns casos do fotoperíodo, a duração do ciclo total e das fases vegetativa e reprodutiva varia entre épocas e locais de semeadura, sendo que as plantas cultivadas nos meses de temperaturas mais elevadas (*i.e.* verão) têm um desenvolvimento mais rápido e um ciclo total mais curto, em contraste com aquelas cultivadas em meses mais frios (*i.e.* inverno) (CASA et al., 1999).

No Sul do Brasil, verificou-se relação linear negativa entre temperatura do ar e a duração das fases de desenvolvimento, ou seja, a redução da temperatura do ar determina o aumento da duração das fases fenológicas bem como o aumento da temperatura determina a sua redução (BOSCO et al., 2020). Além disso, verificou-se que a fase EM-BF é mais sensível à temperatura do ar que a fase BF-SN. No caso das cultivares Aguará e Caburé, oriundas do Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA, o ciclo naquelas condições de clima temperado pampeano (Cw) é de 167 e 163 dias, respectivamente (MILISICH e GIECO, 2017). Nas condições edafoclimáticas dos experimentos realizados em SC, com clima subtropical (Cf) a duração do ciclo dessas cultivares variou de 149 a 198 dias, sendo mais curto em épocas de semeaduras tardias. Estudos de Casa et al. (1999), com experimentos na Itália, demonstraram duração do ciclo variando entre 115 e 123 dias nos quatro anos avaliados, e PAGEAU & LAJEUNESSE (2011) observaram ciclos entre 120 e 130 dias em experimentos realizados durante quatro anos no Canadá. No Iran, MIRZAIIE et al. (2020) caracterizaram ciclos (semeadura-colheita) que variaram entre 66 e 148 dias devido às diferentes épocas de cultivo. A duração do ciclo de cultivares (Aguará e Caburé) e variedades (dourada e marrom) de linhaça cultivadas em Curitiba, considerando seis anos de avaliação, variou entre 115 (semeadura em setembro) e 221 dias (semeadura em abril), sendo que, em média, a fase vegetativa teve duração de 93 dias e a fase reprodutiva de 78 dias.

Na literatura, a maioria dos estudos caracteriza a duração do ciclo da linhaça contabilizando o tempo em dias, e não se considera o tempo térmico. No entanto, do ponto de vista biológico, a contabilização do tempo térmico é mais realista. Diante disso, em 2016 a duração das fases de desenvolvimento de cultivares e variedades utilizadas em experimentos realizados em SC foram determinadas pela metodologia da soma térmica (BERGAMASCHI & BERGONCI, 2017), considerando Tb 2,0°C para a fase vegetativa e de 5,4°C para fase reprodutiva.

A soma térmica necessária para a fase vegetativa variou entre 481°C dia a 1.347°C dia e para a fase reprodutiva de 638°C dia a 1.718°C dia. Essa variação ocorreu em virtude das diferentes épocas, cultivares/variedades e locais de cultivo utilizadas nas avaliações (BOSCO et al., 2020). O maior acúmulo térmico na fase reprodutiva é

decorrente das temperaturas mais elevadas, principalmente durante a maturação. Nessa fase, está ocorrendo a biossíntese de óleo nas sementes e o acúmulo térmico torna-se mais relevante para as plantas. Estudos realizados por GORDEYEVA & SHESTAKOVA (2018), no Cazaquistão, demonstraram que a soma térmica ideal para formação da maior quantidade de óleo nas sementes foi de 350 a 400°C dia durante a maturação das sementes. Em Curitiba, a soma térmica acumulada nessa fase foi, em média, de 287°C dia acumulados durante 25 dias, no entanto, esses dados ainda não foram relacionados à produção de óleo nas sementes.

A amplitude térmica diária também pode influenciar o crescimento das plantas e a qualidade da fibra. A amplitude térmica de 10°C foi ideal para o aumento da biomassa, altura de planta, diâmetro de caule, comprimento e peso da haste e peso da fibra, enquanto a amplitude térmica de 5°C beneficiou o conteúdo de fibra e o peso das sementes (YANG et al., 2013). Recentemente, DU et al. (2017), também concluíram que a amplitude térmica interfere na qualidade das fibras das hastes da linhaça, sendo que a amplitude de 5°C aumentou o número de células da fibra em cada feixe, mas 15°C foi ideal para aumentar o tamanho celular da fibra. Em geral, essas características são determinadas pelo genótipo, porém, nesses trabalhos verificou-se que as condições térmicas também exercem forte influência, interagindo com o genótipo.

2.2.2 Vernalização

A vernalização é um tratamento de frio fornecido naturalmente ou artificialmente, no início do ciclo de espécies anuais de estação fria, de forma a reduzir a sua necessidade térmica para o início do florescimento e maturação (BERGAMASCHI & BERGONCI, 2017). Assim como para outras espécies, a linhaça pode ser classificada como de inverno ou de primavera, de acordo com as datas de semeadura e sua tolerância ao frio. De modo geral, as cultivares de primavera são comumente cultivadas na América do Sul e não respondem ou possuem baixa resposta ao tratamento de vernalização, porém existem poucos trabalhos sobre os reais efeitos da vernalização na linhaça.

A linhaça é uma espécie que não necessita de vernalização obrigatória para desencadear o florescimento. Contudo, estudos realizados na Argentina com cultivares locais (SORLINO, 1994), em Portugal com cultivares oriundas da Rússia (BRUTCH et al., 2008) e nos Estados Unidos com cultivares locais e do Canadá (DARAPUNENI et al., 2014); demonstraram que a vernalização das sementes, combinada com condições de fotoperíodo longo, encurtam a fase vegetativa e antecipam a floração.

Nos experimentos realizados em SC, procurou-se identificar se as horas de frio ocorridas a campo durante a fase vegetativa influenciariam a duração das fases de EM-BF, BF-IF e ciclo total. Foi verificado que, nas condições avaliadas o acúmulo de frio não teve influência no ciclo das plantas e na produtividade (BOSCO et al., 2020).

Provavelmente, a possível influência da vernalização ocorra somente na fase SE-EM e não nas fases posteriores. Além disso, as sementes utilizadas em todos os experimentos foram acondicionadas em geladeira com temperatura aproximada de 4°C, para suprir qualquer necessidade de frio das sementes e promover homogeneidade das condições fisiológicas.

2.2.3 Fotoperíodo

A variação do fotoperíodo é igual de ano para ano, variando apenas em função da latitude e do dia do ano. Essa variação fornece um “sinal” para as plantas quanto à necessidade de transição da fase vegetativa para reprodutiva. Para plantas anuais, a fase da semeadura à floração é classificada quanto à resposta ao fotoperíodo em fase pré-indutiva ou juvenil, indutiva e pós-indutiva. Para a linhaça, estudos mostram que essa espécie é responsiva ao fotoperíodo, sendo considerada uma planta de dia longo facultativa, uma vez que sob condições de fotoperíodo curto ocorre atraso do florescimento, mas não sua inibição. SUN et al. (2019) demonstraram que as cultivares de linhaça tiveram vários graus de sensibilidade ao fotoperíodo, e quando expostas a condições de dia longo antes do fotoperíodo crítico, o tempo até o florescimento tornou-se menor. SORLINO et al. (1994) estabeleceu o valor do fotoperíodo crítico para cultivares argentinas em torno de 12,2 h.

Em avaliações de linhaça e linho realizadas em diferentes países e latitudes, verificou-se que a sensibilidade fotoperiódica de linhaça é bastante variável em função de características ambientais como latitude e fotoperíodo do local de cultivo e de características intrínsecas à genética da planta (BRUTCH et al., 2020). Portanto, o grau de fotossensibilidade original da espécie pode ter sido alterado via a domesticação das plantas, e pelos programas de melhoramento genético ao longo dos anos nos diferentes locais de cultivo. Isso justifica a grande variabilidade das respostas da linhaça ao fotoperíodo relatados na literatura.

2.2.4 Disponibilidade hídrica

A quantidade de água necessária para o desenvolvimento da linhaça depende do clima, da época de cultivo e da duração do ciclo das plantas. A evapotranspiração de cultura (ETc) acumulada, em Curitiba, considerando coeficiente de cultura da linhaça 1,05 (ALLEN et al., 1998), foi de 511 mm e 405 mm para semeaduras realizadas em agosto de 2014 e em julho de 2015, respectivamente (CARDUCCI et al., 2017). Em semeadura realizada em abril de 2018, a ETc foi de 674 mm.

A distribuição da água ao longo do ciclo possui papel fundamental na produtividade da linhaça. As fases críticas quanto à necessidade de água são SE-EM e IF-SN. O déficit hídrico na fase inicial causa inibição do desenvolvimento das plantas, principalmente da parte radicular (GUO et al., 2012) comprometendo o estande inicial de plantas. Na fase reprodutiva, o déficit hídrico provoca abortamento e reduz o número de flores, o que limita

o número de cápsulas por planta e de sementes por cápsulas, comprometendo o potencial produtivo. Além disso, o excesso de água durante a maturação pode causar a formação de novas brotações, desuniformidade de maturação e redução de produtividade, conforme observado no ano de 2015 em Curitiba (KOHN et al., 2016).

2.2.5 Efeitos adversos

As cultivares apresentaram variações na produtividade devido à diversidade de recursos disponíveis para seu crescimento e desenvolvimento. GOREEVA et al. (2020) demonstraram que as condições meteorológicas de cada ano de cultivo tiveram uma influência de 91,5% na produtividade das sementes, enquanto as cultivares, apenas 3,0%. Portanto, condições de eventos extremos como granizo, geadas, excesso e déficit de chuva e velocidade do vento podem alterar significativamente a produtividade e a qualidade das sementes, do óleo e da fibra.

Características meteorológicas do ano de cultivo foram determinantes na produtividade de linhaça em SC, sendo que em condições de temperatura do ar e precipitação pluvial adequadas, as cultivares e variedades locais cultivadas tiveram produtividades de até 2,0 Mg ha⁻¹ ou 35 cápsulas por planta na haste principal. No entanto, em anos de cultivo com ocorrência de eventos meteorológicos adversos a produtividade foi reduzida. No ano de 2015, a primavera foi muito chuvosa em virtude da ocorrência do fenômeno El Niño forte (BOSCO et al., 2020). A precipitação total durante o ciclo da linhaça (agosto-novembro) foi de 940 mm, sendo que a normal climatológica para esse período, em Curitiba, é de 502 mm. O excesso de chuva favoreceu o aparecimento de doenças fúngicas, desencadeando desfolhamento precoce, e quando associada a vento forte, provocou acamamento das plantas. Além disso, identificou-se crescimento errático com aparecimento de novas brotações na fase reprodutiva, desuniformidade de formação e maturação das cápsulas e, conseqüente, redução de produtividade. A produtividade nesse ano, por exemplo, para a variedade de linhaça marrom foi de 0,37 Mg ha⁻¹ ou 12 cápsulas por planta na haste principal (Figura 2), ou seja, redução de 65% de produtividade em relação a média dos anos sem eventos adversos.

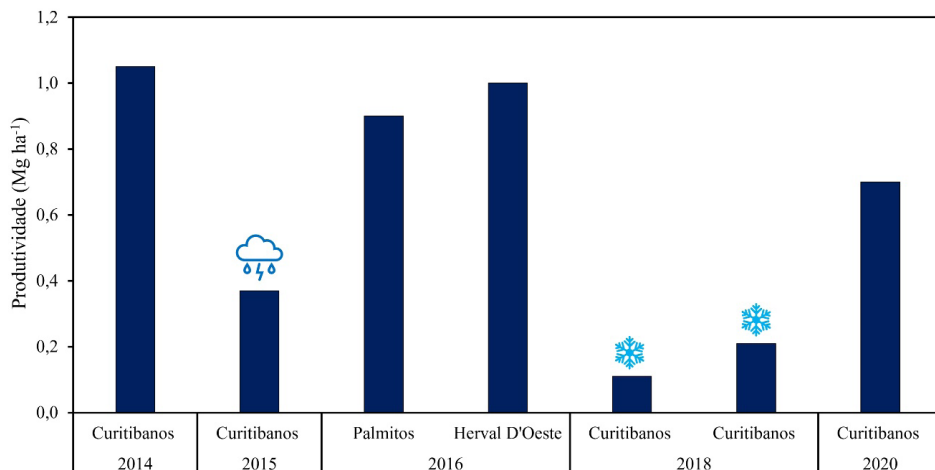


Figura 2 - Produtividade de uma variedade de linhaça marrom cultivada em três locais de Santa Catarina. A nuvem demonstra ocorrência de chuva excessiva em 2015 e o cristal as geadas ocorridas em 2018, ambos fenômenos meteorológicos ocorreram durante a fase reprodutiva, comprometendo a produtividade.

No ano de 2018 foram observados 16 eventos de geada durante o desenvolvimento da linhaça, sendo que na fase de formação das sementes ocorreram quatro geadas com temperaturas mínimas em cada evento de 2,6; -0,8; 0,5 e 1,8°C. Considerando que a temperatura basal inferior para a fase reprodutiva está entre 4,8 e 5,0°C, as temperaturas registradas foram nocivas à formação das cápsulas e sementes. A produtividade para a linhaça marrom nesse ano foi de 0,30 e 0,22 Mg ha⁻¹ para cultivos iniciados em abril e junho, respectivamente (Figura 2), ou seja, redução média de 75% de produtividade em relação à média dos anos sem eventos adversos.

3 | QUALIDADE ESTRUTURAL E DESEMPENHO DA LINHAÇA CULTIVADA EM CAMBISSOLO HÚMICO SOB SISTEMA CONSERVACIONISTA DE MANEJO

A relação solo-planta é uma abordagem bastante discutida em cultivos agrícolas, no entanto, quando se trata de culturas pouco conhecidas e com cultivos ainda incipientes, como é o caso da linhaça, dados sobre seu desempenho agrônomo em condições edáficas distintas são restritos, especialmente na literatura científica nacional.

O conhecimento sobre o desenvolvimento das plantas, especificamente as raízes, está vinculado às propriedades físico-hídricas, químicas e biológicas dos solos, a genética da planta e ao sistema de manejo empregado. Essa interação solo e raiz é a chave para o desenvolvimento da segunda revolução verde visando incremento em produtividade (LYNCH, 2007). Compreender até que ponto a estrutura do solo coordena o crescimento e arquitetura das raízes ou como as raízes se distribuem e estruturam o solo é um processo abstruso (KAESTNER et al., 2006). Nesse sentido, esforços foram despendidos com o

intuito de compreender a interação do solo com as raízes da linhaça na microrregião de Curitiba, mais precisamente em um CAMBISSOLO HÚMICO, representativo de SC (KOHN et al., 2016; CARDUCCI et al., 2017; KOHN et al., 2020).

Os Cambissolos são considerados solos jovens, rasos e com alto conteúdo de mineral primário facilmente intemperizável. Os classificados como húmicos ainda possuem a vantagem de conter alto teor de material orgânico (≥ 60 g kg^{-1} COT + conteúdo de argila do solum: Hz. A+B) devido sua pedogênese¹, porém apresentam estrutura incipiente (SANTOS et al., 2018). Portanto, quando esses solos, com limitações físicas, são inseridos no processo produtivo e são utilizadas práticas de conservação do solo, torna-se possível adequar o mesmo à cultura de interesse e esta, por sua vez, responde aprofundando e distribuindo espacialmente suas raízes de forma homogênea ao longo do perfil de solo. Assim, o maior volume de raízes pode atuar na estabilização de novos agregados² por meio do processo físico de emaranhamento de raízes, e químico com liberação de ácidos orgânicos e carboidratos cimentantes. Além de ativar os fungos que, com suas hifas, promovem o efeito similar e adjuvante às raízes (SALTON et al., 2008), auxiliando na busca por água em maior profundidade (SERAFIM et al., 2013) e possibilitando à cultura ser resiliente às alterações nos regimes de chuva, como evidenciado nos trabalhos de KOHN et al. (2016) e KOHN et al. (2020).

Nesse sentido, o solo ganha papel de destaque por ser o principal fornecedor de água e nutrientes, no entanto, por possuírem variações em sua pedogênese, apresentam diferenças quanto à dinâmica da água no solo, pois o conteúdo de argila, matéria orgânica, mineralogia e estrutura controlam o acesso e disponibilidade da água (COSTA et al., 2013; SERAFIM et al., 2013). De acordo com COSTA et al. (2013), o CAMBISSOLO HÚMICO sob mata nativa apresenta alto conteúdo de água na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP) devido ao alto conteúdo de matéria orgânica (≈ 55 g kg^{-1}) e argila (453, 5 g kg^{-1}), que são agentes retentores de água proporcionado pela significativa quantidade de cargas elétricas que interagem com as moléculas de água. Quando inseridos no processo produtivo, CARDUCCI et al. (2017) observaram valores semelhantes de CC e PMP em CAMBISSOLO HÚMICO argiloso (652 g kg^{-1}), com, aproximadamente, 40,25 g kg^{-1} de matéria orgânica cultivado com linhaça em manejo conservacionista por duas safras consecutivas (Tabela 1). O sistema de manejo utilizado manteve e, ou melhorou os atributos hídricos do Cambissolo.

1 Pedogênese: processo no qual determinado solo é formado, assim como seus atributos e sua evolução na paisagem.

2 Agregados: partículas primárias (silte, areia, argila) proveniente de minerais que se agrupam em unidades separáveis associados a componentes orgânicos.

		CC		PMP		CAD	
		Média	EP	Média	EP	Média	EP
	cm ³ cm ⁻³					
COSTA et al. (2013)	Hz A	0,52	0,03	0,39	0,03	0,13	0,01
	Hz Bi	0,55	0,04	0,37	0,04	0,19	0,01
		0,00-0,10 m					
	2014	0,58	0,06	0,4	0,02	0,18	0,05
CARDUCCI et al. (2017)	2015	0,44	0,03	0,37	0,02	0,07	0,01
			0,10-0,20 m				
	2014	0,47	0,04	0,37	0,02	0,10	0,02
	2015	0,48	0,04	0,42	0,03	0,06	0,01

EP: erro padrão da média; Hz: horizonte pedológico.

Tabela 1 - Atributos hídricos de CAMBISSOLO HÚMICO: capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP) e capacidade de água disponível (CAD).

Estes mesmos autores verificaram que apesar da oscilação de capacidade de água disponível (CAD) entre os horizontes do CAMBISSOLO HÚMICO, houve boa oferta hídrica com CAD de 0,10 a 0,19 cm³ cm⁻³ ou 10 a 19 mm de lâmina d'água. Entretanto, o armazenamento da água variou conforme a ocorrência das precipitações ao longo do ciclo da linhaça, e não devido às possíveis alterações estruturais decorridas do manejo utilizado. Assim, ao monitorar o conteúdo de água disponível em duas safras de linhaça (2014 e 2015), verificou-se o bom desempenho do solo em disponibilizar água, independente do genótipo de linhaça implantada, ficando nítida a dependência deste às condições climáticas (Figura 3).

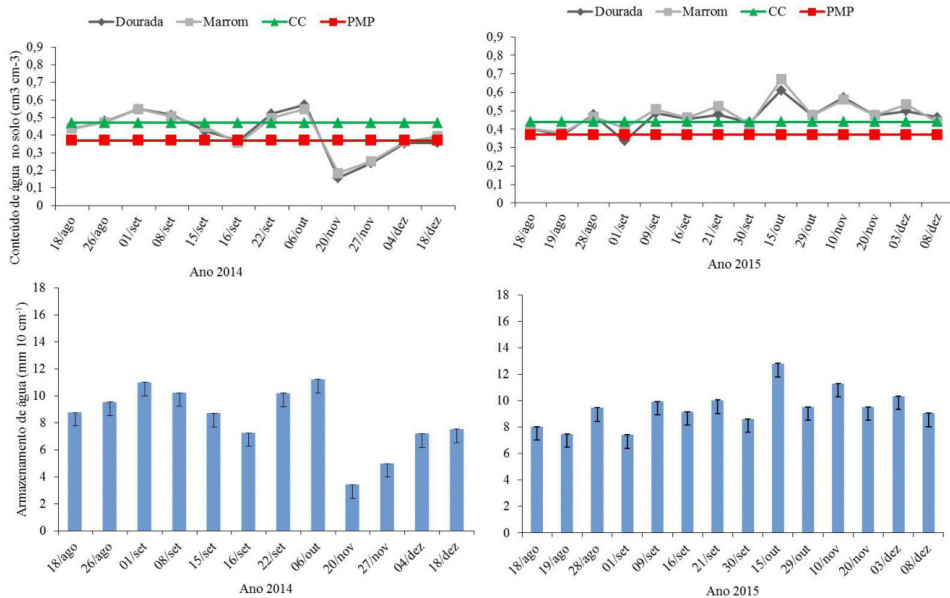


Figura 3 - Monitoramento do conteúdo de água e armazenamento na camada superficial (0-0,10 m) do CAMBISSOLO HÚMICO cultivado com duas variedades de linhaça: marrom e dourada, em duas safras: 2014 e 2015. Adaptado de CARDUCCI et al. (2017).

Vale ressaltar que os valores de CAD encontrados ($1,4 \text{ mm cm}^{-1}$) correspondem às exigências hídricas da cultura (400 a 750 mm) (STANCK et al., 2017; BOSCO et al., 2020), pois não foram registrados déficits hídricos significativos que pudessem causar prejuízos à produtividade da linhaça mesmo na fase de maior exigência hídrica, ou seja, florescimento e enchimento de cápsulas (CASA et al., 1999; COSMO et al., 2014). No entanto, nesses mesmos anos de monitoramento ocorreu o fenômeno El Niño, que elevou a frequência das precipitações e acabou reduzindo a produtividade da cultura pelo excesso de água no solo como mencionado anteriormente.

As raízes da linhaça apresentaram uma arquitetura de distribuição superficial ($< 0,30 \text{ m}$) e horizontalizada, ou seja, se restringem às primeiras camadas de solo (WHITELEY & DEXTER, 1972; CASA et al., 1999; KAR et al., 2007; HELLER et al., 2015). No entanto, podem apresentar alta plasticidade e adaptação às diversas condições edafoclimáticas, seja em cultivo consorciado ou solteiro (KLIMEK-KOPYRA et al., 2015) podendo chegar até 1 m de profundidade (CASA et al., 1999; KAR et al., 2007).

Essa capacidade de adaptação das raízes da linhaça está diretamente relacionada, além das condições edafoclimáticas e genéticas da planta, às técnicas de manejo do solo que podem melhorar o ambiente de desenvolvimento de suas raízes, como as utilizadas na agricultura de conservação (RAIJ, 2008). Como exemplo, têm-se os trabalhos desenvolvidos no Estado do Paraná, região de Cascavel, que buscaram identificar as melhorias químicas

do solo por meio do uso de diferentes fontes de fertilizantes e sua resposta na produção de linhaça (ROSSETTO et al., 2012; WERNER et al., 2012). Os autores verificaram que o cloreto de potássio na dose de 160 kg ha⁻¹ e de ureia na dose de 50 kg ha⁻¹ elevaram a produção da linhaça, devido à melhoria do ambiente radicular. Nesse sentido, WANG et al. (2017), ao avaliarem o desempenho da linhaça cultivar Longya 10 cultivada em solo argiloso com mulching plástico na província de Gansu, China, verificaram que a raiz principal ou pivotante se desenvolveu verticalmente até a profundidade de 0,30 m, onde ocorreu o maior conteúdo de água no solo devido à redução da evaporação promovida pela proteção plástica.

Em contrapartida, KOHN et al. (2016), ao analisarem as condições edafoclimáticas acerca do desempenho da linhaça em dois anos consecutivos (2014 e 2015), em CAMBISSOLO HÚMICO e clima Cfb, verificaram que mesmo o solo não apresentando impedimento físico e químico, as raízes permaneceram nas camadas mais superficiais (< 0,20 m) devido à alta oferta de água, ocasionada pelo fenômeno climático El Niño, que alterou o regime de chuvas da região (Figura 3), contribuindo diretamente com o aumento do conteúdo de água no solo durante todo o ciclo da cultura. Isso fez com que o comprimento das raízes fosse reduzido drasticamente, ao passo que o diâmetro das mesmas foi incrementado (Figura 4), afetando negativamente a aquisição de nutrientes (KLIMEK-KOPYRA et al., 2015; CASA et al., 1999). Vale ressaltar ainda, que o excesso de água no solo reduz a respiração radicular pela inibição das trocas gasosas fazendo com que estas desacelerem seu crescimento (BASSEGIO et al., 2012).

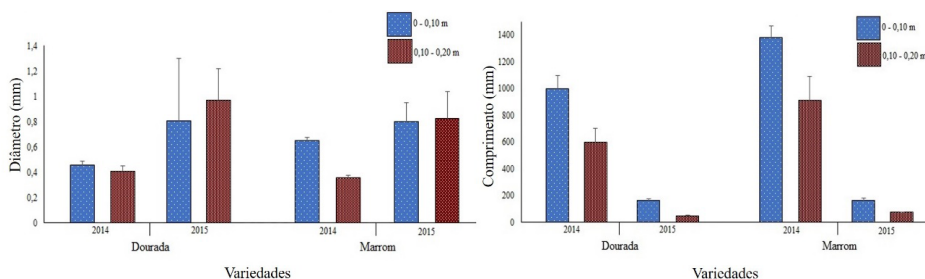


Figura 4 - Diâmetro e comprimento radicular de duas variedades de linhaça: marrom e dourada, cultivadas em CAMBISSOLO HÚMICO em Curitiba, SC, em dois anos consecutivos 2014 e 2015, sob sistema conservacionista de manejo do solo.

Em estudo mais recente, KOHN et al. (2020) avaliaram o desempenho radicular de duas cultivares marrons de linhaça da Argentina (Caburé e Aguará) e uma variedade dourada do Brasil. Os autores verificaram que a distribuição espacial do sistema radicular dessas cultivares foi semelhante quando submetidas ao mesmo sistema de manejo conservacionista (não revolvimento, baixo *input* agrícola - fertilizantes e capina manual)

em CAMBISSOLO HÚMICO Argiloso. Entretanto, as cultivares argentinas apresentaram melhor desempenho em comprimento atingindo profundidades superiores a 0,15 m e homogeneidade em sua distribuição horizontal (Figura 5).

Nessa mesma investigação citada acima, foi avaliada a interação entre as raízes e os agregados do solo, na busca de se identificar qual o limite de separação dos efeitos do desenvolvimento das raízes na estrutura do solo e formação de novos agregados e vice-versa. KOHN et al. (2020) observaram que nas camadas mais superficiais, onde ocorria a maior concentração de raízes, os agregados apresentaram superfícies mais rugosas e aspecto irregular, o que dificulta o encaixe preciso entre um agregado e outro. Esse fato contribuiu efetivamente com o incremento em poros de diversos diâmetros.

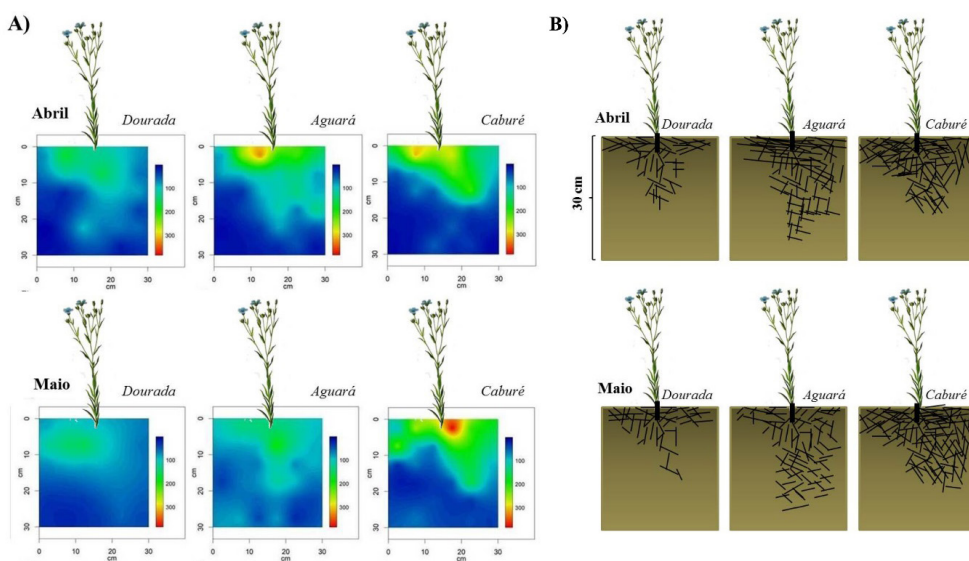


Figura 5 – A) Mapa de superfície do comprimento radicular (cm) de duas cultivares de linhaça: Aguará e Caburé e uma variedade dourada. Adaptado de KOHN et al. (2020). B) Representação científico-didática da distribuição radicular das plantas de linhaça.

O estudo comprovou, desta forma, que houve potencial de contribuição efetiva das raízes na formação dos agregados, bem como, quantificou o incremento em carbono orgânico estocado em agregados de menor diâmetro (4,76 - 1 mm). Esses fatores indicam que o sistema de manejo utilizado para a produção de linhaça, não somente contribuiu com a boa produtividade ($> 0,8 \text{ Mg ha}^{-1}$) (KOHN et al., 2016), mas também com benefícios ambientais pelo estoque de carbono no solo ($\approx 60 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), que pode atuar efetivamente com a redução de emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera (KOHN et al., 2020).

O conhecimento sobre a qualidade estrutural do solo obtido através do monitoramento hídrico do solo e da cultura possibilita o conhecimento acerca da ocorrência de prováveis déficits hídricos e, desta forma, é possível adequar o manejo do solo à

cultura implantada, tornando-o sustentável ambientalmente. Dessa forma, a exploração e estudo das raízes da linhaça foram fundamentais para melhor entendimento sobre o desenvolvimento dessas plantas, e sua influência na formação de agregados do solo em sistema de manejo conservacionista.

4 | MELHORAMENTO GENÉTICO DA LINHAÇA: DESEMPENHO E SELEÇÃO LINHAGENS PROMISSORAS NA MICRORREGIÃO DE CURITIBANOS

4.1 A espécie: sua origem e domesticação

O linho ou linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta anual de inverno, diploide ($2n=2x=30$ cromossomos) e autógama (ALLABY, 2005), e seu genoma conta com um total de 373 Mpb e 43.471 genes (WANG et al., 2012). O termo *linho* sugere o uso de suas fibras extraídas do caule da planta e o termo *linhaça* sugere o uso de suas sementes oleaginosas. A espécie pertence à família Linaceae e gênero *Linum*, que tem cerca de 230 espécies distribuídas por cinco secções: *Linum*, *Dasylinum*, *Linastrum*, *Cathartolium* e *Syllinum*, separadas pelo número de cromossomos, morfologia floral e compatibilidade interespecífica (GILL, 1987).

Acredita-se que a planta de linhaça tenha se originado ao sul da Europa, no Oriente Próximo ou na Ásia Central (HELBÆK, 1959). A domesticação ocorreu possivelmente há mais de 8.000 anos, em vários lugares simultaneamente, e não se sabe ao certo qual foi o uso que forneceu o ímpeto para sua domesticação, sendo que registros arqueológicos sugerem que a domesticação ocorreu para fibra e para óleo ao mesmo tempo (VAN ZEIST & BAKKER, 1975). Sendo assim, a linhaça cultivada apresenta indeiscência de cápsulas, resistência ao frio e maior teor de óleo e de fibra, com uma ampla gama de variedades locais adaptadas para os diferentes usos e condições ambientais.

4.2 Os primeiros passos do cultivo e do melhoramento genético no Brasil

No Brasil, a linhaça foi introduzida no ano de 1550 na Região Sul, e no início do século XVIII, os jesuítas iniciaram o cultivo da linhaça no Rio Grande do Sul (FLOSS, 1983), sendo São Borja o município pioneiro no cultivo da linhaça. No ano de 1930, a empresa conhecida como Lojas Renner S.A., impulsionou a cultura do linho para a indústria têxtil. Adicionalmente, a Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, participou da seleção das cultivares nacionais Farrroupilha, Viamão e Caxias (LEAL, 1967) e a introdução das cultivares Concorrente da Holanda e a Calchaqui M. da Argentina (FLOSS, 1983). Com o desenvolvimento de produtos têxteis sintéticos, o linho perdeu seu mercado, e somado ao aumento da área de trigo e cevada na região, fez com que a importância econômica da cultura fosse drasticamente reduzida (TOMASINI, 1980).

O uso da planta de linhaça para óleo foi fomentado pelo desenvolvimento das cultivares nacionais Taperaju e Nhu Porã, na Estação Experimental de São Borja. Há

registros também do uso das cultivares argentinas Oliveiros Timbu, Pergamino Puelche, Tezanos Pinto e Pergamino Mocoretá (LEAL, 1967). A entrada de derivados de petróleo e a descaracterização das cultivares utilizadas, ocorrida após uma mistura acidental de sementes, prejudicou a continuidade do melhoramento genético e do interesse pela cultura da linhaça (TOMASINI, 1983), reduzindo a área de 60.000 (década de 60) para menos de 5.000 hectares (década de 70) (FLOSS, 1983).

Com o objetivo de dar continuidade à avaliação e seleção de genótipos promissores, a Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa – CEP - Fecotrigo, em Cruz Alta (RS), implementou o resgate das cultivares nacionais e, em 1981, o Centro Nacional de Pesquisa do Trigo (EMBRAPA) em Passo Fundo (RS), realizou a introdução das cultivares Linott, Noralta e Dufferin, oriundas da *Morden Research Station*, Winipeg, Canadá. Além destas, foram introduzidos genótipos dos Estados Unidos, Argentina, Alemanha, Rússia e Uruguai (FLOSS, 1983).

Durante um longo período, cessaram os esforços e investimentos em pesquisas que almejassem a avaliação e o desenvolvimento de cultivares de linhaça, bem como a produção de sementes genética para o cultivo na Região Sul. Uma busca no Registro Nacional de Cultivares (BRASIL, 2021), indica que as sementes disponíveis para os produtores no Brasil são, em quase sua totalidade, de genética importada (Tabela 2). O aumento do cultivo da linhaça na Região Sul pode ser promovido pelas pesquisas nacionais com enfoque no melhoramento genético de cultivares nacionais, desenvolvidas e validadas sob as condições edafoclimáticas brasileiras. Na atualidade, programas de melhoramento genético vêm sendo conduzidos com este intuito, como o programa do grupo de pesquisa Genética e Melhoramento da Linhaça (GenLin) do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Curitiba (ORSI, 2019; BENEVIDES, 2019; KONKOL et al., 2020) e o programa do grupo de pesquisa da Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM, em Três de Maio no RS (DIAS et al., 2019).

Cultivar	Detentor	País de origem
Ariane	-	França
Astella	-	-
Belinka	-	Países Baixos
CDC Normandy	Giovelli & Cia Ltda.	Canadá
CDC Sorreal	Celena Alimentos S.A.	Canadá
Natasja	Feltrin Sementes Ltda.	Países Baixos
Regina	-	Países Baixos
ST Pioneira	Leomar Luis Tombini	Brasil
Viking	-	Países Baixos

Tabela 2 – Cultivares de linhaça registradas no Brasil.

Fonte: adaptado de BRASIL (2021).

Um breve relato da história do cultivo e do melhoramento genético da linhaça na Região Sul do Brasil pode ser visualizado na Figura 6.

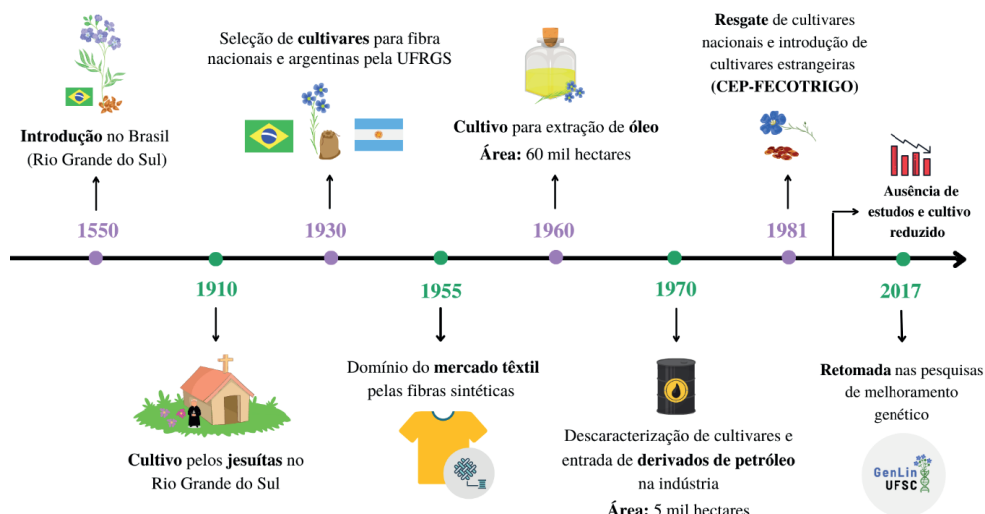


Figura 6 – Linha do tempo do cultivo e melhoramento genético da linhaça na Região Sul do Brasil.

As atividades do grupo GenLin da UFSC tiveram início com observações de lavouras comerciais no município de Zórtea em SC, realizada em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) de Campos Novos. Constatou-se que os poucos produtores de linhaça da região faziam uso de sementes de multiplicação de genótipos das quais desconhecem a origem genética, em especial as sementes de linhaça dourada, já que não existem cultivares comercializadas no Brasil. O uso dessas sementes implica em lavouras desuniformes, pois são desenvolvidas plantas com fenótipos variáveis para altura e arquitetura de planta, número de ramificações e potencial de produção de flores e cápsulas (Figura 7). A heterogeneidade entre as plantas aumenta a duração do ciclo, da sementeira até a maturação e colheita, reduz seu desempenho produtivo e atrasa a sementeira da cultura subsequente de verão. Com isso, a ausência de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, em especial à Microrregião de Curitibaanos, aliado à crescente demanda pela diversificação de cultivos e o crescimento de mercado para as oleaginosas alimentares, constituía motivação para os estudos e pesquisas genéticas com a linhaça.



Figura 7 - Diferentes fenótipos de plantas de linhaça encontrados em lavoura comercial de Zórtea, SC em 2017.

4.3 Variabilidade genética dos caracteres na linhaça

O melhoramento genético da linhaça ocorre para dois propósitos: (i) desenvolvimento de cultivares para produção de sementes e óleo e (ii) desenvolvimento de cultivares para a produção de fibra. Alguns esforços foram demandados para cultivares de duplo propósito, embora com pouco sucesso, pois a fibra de alta qualidade é colhida antes do amadurecimento das sementes (DEYHOLOS, 2006).

Os programas de melhoramento genético avaliam o desempenho dos genótipos e fazem uso da seleção direta e indireta de caracteres. A seleção indireta é baseada na estimativa da correlação (r) existente entre os caracteres, sugerindo ganho indireto na seleção. Adicionalmente, no caso da seleção simultânea, que é a seleção para dois caracteres ao mesmo tempo, a estimativa da correlação é também importante, pois o ganho deverá ser obtido para ambos os caracteres (CRUZ et al., 2012). No desenvolvimento de cultivares para produção de sementes são selecionadas plantas com menor altura, maior número de ramificações e sementes de maior tamanho, pois estas apresentam maior produtividade de sementes. Em cultivares para produção de fibra, a seleção baseia-se em plantas mais altas, com menor diâmetro do caule e sem ramificações (RODRIGUES, 1998; DIEDERICHSEN & FU, 2006).

4.3.1 Produtividade de sementes

A produtividade de sementes em linhaça relaciona-se com o número de cápsulas por planta, o número de sementes por cápsula, a massa de mil sementes e a produtividade por planta. A produtividade de sementes é um caráter quantitativo, que embora possa apresentar ampla variabilidade genética, é influenciado por condições edafoclimáticas e pelo sistema de manejo empregado, a exemplo da densidade populacional. Para o número

de cápsulas por planta, as linhagens GenLin mostraram variações de 10 a 110 cápsulas por planta (ORSI, 2019), sob a mesma densidade populacional. De maneira geral, altas densidades populacionais resultam em plantas com menor número de cápsulas.

O desempenho das linhagens GenLin para a produtividade por planta e por área variou entre 0,22 a 4,54 gramas por planta, e de 0,87 a 2,86 Mg ha⁻¹ de produtividade, para 74 linhagens (Dados do ano agrícola de 2018). Após seleção das linhagens superiores, no ano de 2019, a média de produtividade das linhagens foi de 2,85 Mg ha⁻¹, com linhagens produzindo 3,6 Mg ha⁻¹, valor bem acima da média de produtividade nacional (0,95 Mg ha⁻¹) e com melhor desempenho em relação às cultivares canadenses (1,7 Mg ha⁻¹) (FAOSTAT, 2021). O efeito dos anos agrícolas sobre o desempenho produtivo dos genótipos sugere atenção especial para a seleção de plantas superiores, pois a ampla variância ambiental tem efeito sobre o coeficiente de herdabilidade (h^2). A herdabilidade pode ser definida como a proporção da variância fenotípica que pode ser herdada, ou seja, aquela que reflete a variância genética, e varia de 0 a 1, em função do tipo de característica e da estrutura genética das plantas (ALLARD, 1971; CRUZ et al., 2012). Valores próximos a 1 indicam maiores possibilidades de ganhos com a seleção. KONKOL et al. (2020) estimaram valores de coeficientes de herdabilidade de 0,65 e 0,69 para produtividade de sementes por planta e produtividade por área. O desempenho produtivo dos genótipos deve ser estável, ou seja, mostrar superioridade em locais diferentes e nos anos de avaliação, sendo importante que os ensaios de avaliação sejam realizados em uma gama de ambientes.

4.3.2 *Duração do ciclo*

Na seleção de cultivares de linhaça é relevante considerar a duração do ciclo da cultura, pois esta definirá as possibilidades de datas de sementeiras dentro das janelas de cultivo para a linhaça. No Estado de SC, a sementeira da linhaça ocorre entre os meses de maio a junho, sendo ideal que a colheita não se prolongue até o final de novembro, para a sementeira das culturas de verão. Adicionalmente, busca-se a uniformidade da maturação das cápsulas, pois a colheita em lavouras desuniformes pode prejudicar o desempenho das máquinas e reduzir a qualidade das sementes. Nos ensaios de avaliação em Curitiba, com sementeira em meados de junho, em dois anos consecutivos, as linhagens apresentaram ciclo de 133 a 157 dias (ORSI, 2019; BENEVIDES, 2019), da sementeira (SE) até a senescência das cápsulas (SN) (Figura 1).

O tempo de maturação das cultivares de linhaça pode variar amplamente em função dos genótipos e dos ambientes de cultivo. A influência do ambiente é elevada, e se reflete em baixos coeficientes de herdabilidade, como verificado ORSI (2019) e BENEVIDES (2019). Baixos valores de herdabilidade podem indicar que as variações fenotípicas entre os genótipos são mais influenciadas pelo ambiente do que pela diferença entre os genótipos, e tal fato prejudica a seleção de genótipos superiores.

A uniformidade e a precocidade na maturação são consideradas na seleção de genótipos superiores de linhaça. Contudo, observa-se que genótipos precoces apresentam menor potencial produtivo, o que compromete a seleção simultânea para maturação e produtividade de sementes (ORSI, 2019).

4.3.3 *Altura de planta e comprimento técnico*

A altura de planta é considerada uma característica importante na linhaça considerando a colheita mecanizada, com o objetivo de obter eficiência das máquinas e reduzir a perda no campo. Adicionalmente, a altura de plantas em linhaça está relacionada à resistência ao acamamento. Na Microrregião de Curitibaanos, em condições de ventos fortes, plantas com maior altura, no início do florescimento ou já na fase de maturação, são mais propensas ao acamamento, o que prejudica o desempenho produtivo da lavoura (Figura 8).

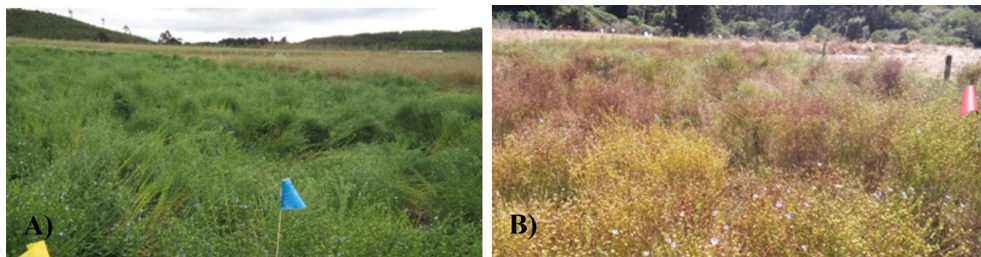


Figura 8 - Acamamento de plantas em ensaios de campo de linhaça dourada, em Curitibaanos, SC, no ano de 2018 nas fases de florescimento (A) e maturação (B).

A variabilidade genética para a característica altura de planta em linhaça é ampla. Genótipos em ensaios de campo em Curitibaanos apresentaram variações de 78 a 114 cm. Estudo realizado com 1.177 acessos de linhaça, mostrou que no quesito genótipos para produção de semente, as alturas variaram entre 24 e 90 cm, e genótipos para produção de fibra as alturas variaram de 42 a 106 cm (DIEDERICHSEN & ULRICH, 2009). Fatores relativos ao manejo da cultura como a densidade populacional (GABIANA, 2005) e a dose de nitrogênio também influenciam a altura de planta de linhaça (GRANT et al. 1999).

O comprimento técnico (CT) é a medida do comprimento entre o colo da planta da linhaça até a região de inserção dos primeiros ramos com cápsulas (Figura 9). Cultivares para produção de fibra, devem possuir longas fibras que possam ser obtidas das partes sem ramos secundários e sem cápsulas. Ensaios de campo em SC com genótipos de linhaça dourada mostraram variações de 56,2 a 84,1 cm para o comprimento técnico. Os ganhos genéticos obtidos com a seleção para altura de planta e comprimento técnico podem ser elevados, em virtude dos altos valores de herdabilidade que foram apresentados pelos genótipos em SC (h^2 altura de planta = 0,76, h^2 comprimento técnico = 0,73) e apresentam

correlação positiva. A altura de plantas também apresentou correlação negativa com dias para maturação das cápsulas e com a produção de sementes, verificado em ensaios de campo conduzidos em três anos em SC.

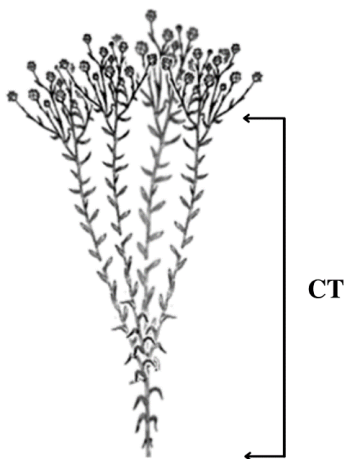


Figura 9 – Comprimento técnico (CT) de planta de linhaça.

4.3.4 Cor da semente

A cor da semente de linhaça é ponto importante a ser considerado nos programas de melhoramento genético, podendo variar de marrom a dourada. A maior parte das cultivares apresentam semente marrom, contudo, existe valorização dos grãos dourados para consumo humano, muito embora estudos afirmam que não existem diferenças nutricionais entre ambas (BARROSO et al., 2014). A cor marrom e dourada é governada por três genes, e a cor dourada se expressa na presença de qualquer um dos *locus* em recessividade (MITTAPALLI & ROWLAND, 2003). Alguns trabalhos sugerem que a cor marrom está relacionada ao alto teor de ácido alfa-linolênico (ALA) e a cor dourada estaria presente em sementes com baixo teor de ALA (BJELKOVÁ et al. 2012). O conhecimento da herança da cor da semente de linhaça é importante, pois a ampliação da variabilidade genética pode ser obtida com as hibridações entre genótipos de cor de semente diferente, sendo fácil a recuperação da cor desejada para a cultivar.

4.3.5 Resistência a patógenos

A resistência genética a patógenos é o pilar do manejo integrado de pragas e doenças, visando um cultivo ambientalmente correto e economicamente viável. Nesse sentido, atenção especial tem sido dada à resistência à ferrugem do linho (*Melampsora lini*), à murcha de fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. lini (Bolley) Snyder e Hansen), à doença de pasmo (*Septoria linicola* (Speg.) Garassini) e ao oídio (*Oidium lini*), doenças

de importância econômica da cultura da linhaça. As cultivares canadenses apresentam resistência moderada a todas as doenças citadas (HALL et al., 2016). Em ensaios de campo com genótipos de linhaça dourada em Curitiba foi observada a murcha de *Fusarium* em poucas plântulas, em início do desenvolvimento. Contudo, não houve nenhum impacto no desempenho dos genótipos. Ensaios futuros com linhagens superiores nacionais devem ser realizados com objetivo específico de avaliar a resistência às doenças em linhaça.

4.4 Princípios e métodos de melhoramento genético

Nos programas de melhoramento genético da linhaça o desenvolvimento de cultivares ocorre através de métodos convencionais que utilizam a variabilidade genética natural, e métodos que primeiramente criam ou ampliam a variabilidade genética através de cruzamentos manuais ou mutações, para posteriormente realizar a seleção. Em todos os métodos, ao final, a homocigose é restaurada e as cultivares são consideradas linhas puras (ALLARD, 1971; BORÉM, 1998). Muito embora a taxa de fecundação cruzada seja baixa (<5%), distâncias de isolamento devem ser estabelecidas em programas de melhoramento genético para evitar contaminações genéticas (HALL et al., 2016).

A seleção de linhas puras tem por objetivo aproveitar a variabilidade genética natural, oriunda de mutações espontâneas, pequenas taxas de cruzamento e mistura acidental de sementes. Nesse método, seleções em lavouras comerciais costumam gerar ganhos genéticos satisfatórios, pois normalmente há variabilidade genética nessas áreas. Plantas fenotipicamente diferentes podem ser linhagens diferentes, e estas são testadas em ensaios de campo para comprovar a superioridade, como vem sendo realizado pelo GenLin (Figura 10).

Programa de Melhoramento Genético de Linhaça (GenLin)

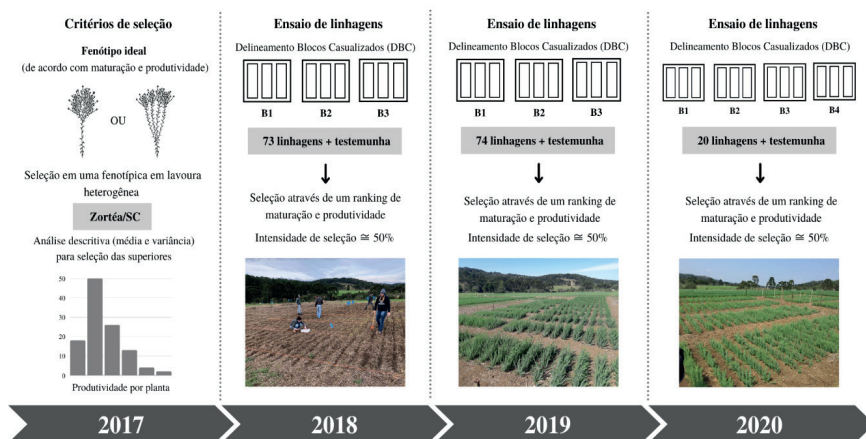


Figura 10 – Programa de Melhoramento Genético do Grupo de Genética e Melhoramento da Linhaça (GenLin), UFSC.

No melhoramento de autógamias como a linhaça, quando a variabilidade genética natural entre as plantas já foi explorada, outros métodos devem ser utilizados, como o método *Pedigree* ou Genealógico (HALL et al., 2016). A hibridação entre genitores promissores e divergentes, e a seleção em todas as gerações de avaliações no campo, permite o conhecimento detalhado da genealogia das linhagens e do controle genético dos caracteres. Adicionalmente, os métodos *Single Seed Descent* (Descendente de uma única semente - SSD) e o método da População ou *Bulk* também são utilizados para a cultura da linhaça.

Com o objetivo de selecionar caracteres qualitativos, o retrocruzamento é o método ideal e foi utilizado pela primeira vez em linhaça para desenvolver um conjunto de cultivares diferenciais, transferindo alelos de resistência à ferrugem do linho para a cultivar Bison (FLOR, 1955), e hoje desempenha um papel importante na transferência de novos alelos de plantas mutantes para linhagens superiores (DRIBNENKI & GREEN, 1995).

Os princípios e métodos de melhoramento genético de autógamias permitem explorar a variabilidade genética existente para os caracteres de importância em linhaça. O desempenho das linhagens de linhaça dourada na Microrregião de Curitiba demonstra que avanços genéticos substanciais serão obtidos com a seleção das linhagens superiores, sendo estas promissoras como futuras cultivares.

REFERÊNCIAS

- ALLABY R.G., PETERSON G.W., MERRIWETHER D.A., FU Y.B. Evidence of domestication history of flax (*Linum usitatissimum* L.) from genetic diversity of the sad2 locus. **Theor Appl Genet.** v.112, n.1, p.58-65. 2005
- ALLARD R.W. **Princípios do melhoramento genético de plantas.** 1. ed. São Paulo: Edgard Blüthcher; 1971. 381 p.
- ALLEN R.G., PEREIRA L.S., RAES D. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO; 1998. 300 p.
- BARROSO A.K.M. et al. 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., CATTANEO A.J., ROSSETTO C. Manejo da irrigação na cultura da linhaça. **Acta Iguazu.** v.1, n.3, p.98-107. 2012.
- BENEVIDES J.P.A. **Teste de progênies de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) visando à maturação precoce** [dissertation on the Internet]. Curitiba: Universidade Federal de Santa Catarina; 2019 [cited 2020 Dec 8]. 31 p. Available from: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197828>
- BJELKOVÁ M., NÔŽKOVÁ J., FATRCOVÁ-ŠRAMKOVÁ K., TEJKLOVÁ E. Comparison of linseed (*Linum usitatissimum* L.) genotypes with respect to the content of polyunsaturated fatty acids. **Chemical Papers.** v.66, n.10, p.972-976. 2012.

BERGAMASCHI H., BERGONCI J.I. **As plantas e o clima: princípios e aplicações**. 1. ed. Guaíba: Agrolivros; 2017. 352 p.

BORÉM A. **Melhoramento de plantas**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV; 1998. 453 p.

BOSCO L.C., BECKER D., STANCK L.T., CARDUCCI C.E., HARTHMANN O.E.L. Relação das condições meteorológicas com produtividade e fenologia da linhaça em agroecossistemas do Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n.5,p.24838-24868. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Registro Nacional de Cultivares. [Internet]. Brasília: MAPA; 2021. [cited 2021 Jan 15]. Available from: http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php

BRUTCH N., KOSHKIN V., MATVIENKO I., POKHOVINOVA E., TAVARES D.E., SOUSA M., DOMANTOVICH A. Influence of low temperatures and short photoperiod on the time of flowering of flax. **In: International Conference on Flax and Other Bast Plants**; 2008, Saskatoon, Canada. Saskatoon: Fiber foundations – transportation, clothing and shelter in the bioeconomy, 2008.

BRUTCH N., MATVIENKO I., POROKHOVINOVA E., PAVLOV A., NOZKOVA J., KOSHKIN V. Effect of photoperiod on *Linum usitatissimum* L. characters. **J. Nat. Fibers**. v.17, n.9,p.1345-1354. 2020.

DIAS C.M.B., WITCZAK G., CAPPELLARI L., ZAWACKI M.E., DANIELOWSKI R. Ensaio comparativo de linhagens e cultivares de linho. **In: Resumo do 17th Salão de Pesquisa SETREM**, 2019 Oct 1-3; Três de Maio, Brazil. Três de Maio: SETREM, 2019.

CARDUCCI C.E., BOSCO L.C., KOHN L.S., BARBOSA J.S., BENEVENUTE P.A.N., REGAZOLLO M. Dinâmica da água em cambissolo húmico sob cultivo do linho no planalto catarinense. **Scientia Agraria**. v.18, n.1, p.1-11. 2017.

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. **Eur J Agron**. v.11,n.3-4, p.267-278. 1999.

COSMO B.M., CABRAL A.C., PINTO .LP., FRIGO J.P., FRIGO K.D.A., BONASSA G. Linhaça *Linum usitatissimum*, suas características. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**. v.3, n.1, p.189-196. 2014.

COSTA A., ALBUQUERQUE J.A., COSTA A., PÉRTILE P., SILVA F.R. Water retention and availability in soils of the state of Santa Catarina – Brazil: effect of textural classes, soil classes and lithology. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. v.37, n.6, p.1535-1548. 2013.

CRUZ C.D., REGAZZI A.J., CARNEIRO P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV; 2012. 514 p.

DARAPUNENI M.K., MORGAN G.D., IBRAHIM A.M.H., DUNCAN W. Effect of vernalization and photoperiod on flax flowering time. **Euphytica**. v.195, p.279-285. 2014.

DEYHOLOS M.K. Bast fiber of flax (*Linum usitatissimum* L.): biological foundations of its ancient and modern uses. **Isr. J. Plant Sci**. v.54, n.4, p.273-280. 2006.

- DIEDERICHSEN A., FU Y. Phenotypic and molecular (RAPD) differentiation of four infraspecific groups of cultivated flax (*Linum usitatissimum* L. subsp. *usitatissimum*). **Genet Resour Crop Ev.** v.53, p.77-90. 2006.
- DIEDERICHSEN A., ULRICH A. Variability in stem fibre content and its association with other characteristics in 1177 flax (*Linum usitatissimum* L.) genebank accessions. **Ind Crop Prod.** v.30, n.1, p.33-39. 2009.
- DRIBNENKI J.C.P., GREEN A.G. Linola™ '947' low linolenic flax. **Can. J. Plant Sci.** v.75, p.201-202. 1995.
- DU G., WU L., DENG G., YANG Y., LIU F., ROWLAND G. Influence of diurnal temperature range on the development of fiber cells in flax (*Linum usitatissimum*). **Int J Agric Biol.** v.19, p.595-600. 2017.
- FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. Crops. Roma: FAOSTAT. 2021 [updated 2021 Jan 5; cited 2021 Jan 5]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FLOR H.H. Host-parasite interaction in flax rust: its genetics and other implications. **Phytopathology.** v.45, p.680-685. 1955.
- FLOSS E.L. **Linho: cultivo e utilização.** 3. ed. Passo Fundo: UPF; 1983. 39p.
- GABIANA C.P. **Response of linseed (*Linum usitatissimum* L.) to irrigation, nitrogen and plant population.** [master's thesis]. New Zealand: Lincoln University; 2005. 85p.
- GILL K.S. **Linseed.** New Delhi, India: Indian Council of Agricultural Research; 1987. 386 p.
- GOREEVA V., KOREPANOVA E., FATYKHOV I., ISLAMOVA C. Response of oil flax varieties to abiotic conditions of the Middle Cis-Ural region by formation of seed yield. **Not Bot Horti Agrobo.** v.48, n.2, p.1005-1016. 2020.
- GORDEYEVA Y., SHESTAKOVA N. The influence of agroclimatic factors on the formation of oil content in flax seeds in the North of Kazakhstan. **J. Ecol. Eng.** v.19, n.3, p.102-105. 2018.
- GRANT C.A., DRIBNENKI J.C.P., BAILEY L.D. A comparison of the yield response of solin (cv. Linola 947) and flax (cvs. McGregor and Vimy) to application of nitrogen, phosphorus, and Provide (*Penicillium bilaji*). **Can. J. Plant Sci.** v.79, p.27-533. 1999.
- GUO R., HAO W., GONG D. Effects of water stress on germination and growth of linseed seedlings (*Linum usitatissimum* L.), photosynthetic efficiency and accumulation of metabolites. **J. Agric. Sci.** v.4, n.10, p.253-265. 2012.
- HALL L.M., BOOKER H., SILOTO R.M.P., JHALA A.J., WESELAKE R.J. **Flax (*Linum usitatissimum* L.).** In: MCKEON T.A., HILDEBRAND D.F., HAYES D.G., WESELAKE R.J., Editors. Industrial Oil Crops. AOCS: Elsevier Inc. 2006, p.157-194.
- HELBAEK H. Domestication of food plants in the Old World. **Science.** v.130, n.3372, p.365-372. 1959.

HELLER K. et al. A comparative study between Europe and China in crop management of two types of flax: linseed and fibre flax. **Ind Crop Prod.** v.68, n.6, p.24-31. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE. 2020. [updated 2020 Dez 05; cited 2020 Dez 15]. Available from: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76489

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE. 2021. [updated 2021 Jan 05; cited 2020 Jan 15]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pesquisa/14/10193?tipo=grafico&indicador=10319>

KAESTNER A., SCHNEEBELI M., GRAF F. Visualizing three-dimensional root networks using computed tomography. **Geoderma.** v.136, n.1-2, p.459-469. 2006.

KAR G., KUMAR A., MARTHA M. Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. **Agric. Water Manag.** v.87, n.1, p.73-82. 2007.

KLIMEK-KOPYRA A. et al. Vertical distribution of the root system of linseed (*Linum usitatissimum* L.) and legumes in pure and mixed sowing. **Acta Agrobot.** v.68, n.1, p.43-52. 2015.

KOHN L.S., CARDUCCI C.E., SILVA K.C.R., BARBOSA J.S., FUCKS J.S., BENEVENUTE P.A.N. Desenvolvimento das raízes de linho (*Linum usitatissimum* L.) em dois anos de cultivo sobre cambissolo húmico. **Sci Agrar.** v.17, n.1, p.36-41. 2016.

KOHN L.S., CARDUCCI C.E., BARBOSA J.S., BOSCO L.C., ROSSONI D.F. Effect of flaxseed root performance on the structural quality of a Haplumbrept under conservationist management system, in Santa Catarina, Brazil. **Semin., Ciênc. Agrár.** v.1, n.6, p.2523-2540. 2020.

KONKOL A.C.B., FIOREZE A.C.C.L., KRASSMANN K.A., GARCIA A., ANTUNES C.E., PARIZOTTO C. Seleção de linhas puras em linhaça dourada. In: **Resumo do 2nd Simpósio de Genética, Melhoramento e Conservação de Plantas**; 2020 Ago 25-26; Goiania, Brazil. Goiás: Universidade Federal de Goiás, 2020.

LEAL J.C. **Plantas da Lavoura Sul Riograndense**. 1. ed. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia e Veterinária UFRGS. Capítulo 1, Linho; 1967. p.139-148.

LYNCH J.P. Roots of the second green revolution. **Aust. J. Bot.** v.55, p.493-512. 2007.

MILISICH H.J., GIECO L.C. **Catálogo de variedades vegetales** [Internet]. Buenos Aires:INTA; 2017 [cited 2021 Jan 14]. Available from: <http://inta.gov.ar/busqueda/tipo-de-contenido/variedades/especie-variedad/lino-7832/p/buscar/>

MIRZAI A., MOHAMMADI K., PARVINI S., KHORAMIVAF A., SAEIDI M. Yield quantity and quality of two linseed (*Linum usitatissimum* L.) cultivars as affected by sowing date. **Ind Crop Prod.** v.158, e112947. 2020.

MITTAPALLI O., ROWLAND G.G. Inheritance of seed color in flax. **Crop Sci.** v.43, p.1945-1951. 2003.

MONTEIRO J.E.B.A. Org. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1. ed. Brasília: INMET. 2009. 530p.

O'CONNOR B.J., GUSTA L.V. Effect of low temperature and seeding depth on the germination and emergence of seven flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars. **Can. J. Plant Sci.** v.74, n.2, p.247-253. 1994.

ORSI N. **Seleção de progenies de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) com base em caracteres produtivos.** [dissertation on the Internet]. Curitiba: Universidade Federal de Santa Catarina; 2019 [cited 2020 Dec 8]. 51 p. Available from: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197339>

PAGEAU D., LAJEUNESSE J. Effet de la date de semis sur la productivité du lin oléagineux cultivé en climat frais. **Can. J. Plant Sci.** v.91, p.29-35. 2011.

PEIXOTO, A. R. **Plantas Oleaginosas Herbáceas.** 1. ed. São Paulo: Livraria Nobel; 1972. Capítulo 5, Linho; p. 89-104.

RODRIGUES F.M. **A Cultura do Linho.** Porto Alegre: Instituto Politécnico de Portalegre; 1998. 21 p.

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.

SALTON J.C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Rev. Bras. Ciênc. Solo.** v.32, p.11-21. 2008.

SANTOS H.G. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. Brasília: Embrapa; 2018. 356p.

SANTOS H.P., LHAMBY J.C.B., REIS E.M., AMBROSI I. **Avaliação de cultivares de linho (*Linum usitatissimum* L.) em diferentes épocas de semeadura.** In: Embrapa, organizador. Linho: resultados de pesquisa. Passo Fundo: Embrapa Trigo; 1983. p. 27-39.

SCHEWE L.C., SAWHNEY V.K., DAVIS A.R. Ontogeny of floral organs in flax (*Linum usitatissimum*; Linaceae). **Am. J. Bot.** v.98, n.7, p.1077-1085. 2011.

SERAFIM M.E., DE OLIVEIRA G.C., DE LIMA J.M., SILVA B.M., ZEVIANI W.M., LIMA V.M.P. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.** v.17, n.4, p.362-370. 2013.

SMITH J.M., FROMENT M.A. A growth stage key for winter linseed (*Linum usitatissimum*). **Ann. Appl. Biol.** v.133, n.2, p.297-306. 1998.

SORLINO D. Respuesta fotoperiódica de tres cultivares de lino (*Linum usitatissimum* L.). **Rev. de la Fac. de Agron.** v.14, n.3, p.265-270. 1994.

SORLINO D. Research applied to global knowledge of flax development. **J. Nat. Fibers.** v.2, n.2, p.111-116. 2005.

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

SUN J., YOUNG L.W., HOUSE M.A., DABA K., BOOKER H.M. Photoperiod sensitivity of Canadian flax cultivars and 5-azacytidine treated early flowering derivative lines. **BMC Plant Biol.** v.19, e177. 2019.

TOMASINI R.G.A. Linho: uma opção para rotação com trigo. **Lavoura Pecuária.** v.15, n.9, p.26-29. 1980.

TOMASINI R.G.A. **Multiplicação de sementes de linho canadenses.** In: Embrapa, organizador. Linho: resultados de pesquisa. Passo Fundo: Embrapa Trigo; 1983. p. 4-8.

VAN RAIJ B. **Gesso na agricultura.** 1. ed. Campinas: Instituto Agronômico; 2008. 233 p.

VAN-ZEIST W., BAKKER-HEERES J.A.H. Evidence for linseed cultivation before 6000 BC. **J. Archaeol. Sci.** v.2, n.3, p.215-219. 1975.

WANG Z. et al. The genome of flax (*Linum usitatissimum*) assembled de novo from short shotgun sequence reads. **Plant J.** v.72, n.3, p.461-473. 2012.

WANG L., ZHAO B., TAN M., LIU J., WANG L., YAN X. Effects of plastic film mulching on flax (*Linum usitatissimum* L.) root distribution and water use efficiency. **Oil Crop Science.** v.2, n.1, p.49-56. 2017.

WERNER O.V., SANTOS R.F., VIDOTTO M.L., ROSA H.A., VIEIRA M.D., CARPINSKI M. Uréia e sulfato de amônio aplicados em cobertura em Linhaça (*Linum usitatissimum* L.). **Acta Iguazu.** v.1, n.1, p.42-47. 2012.

WHITELEY G.M., DEXTER A.R. Root development and growth of oilseed, wheat and pea crops on tilled and non-tilled soil. **Soil Tillage Res.** v.2, n.4, p.379-393. 1982.

YANG F., LIU F., ROWLAND G. Effects of diurnal temperature range and seasonal temperature pattern on the agronomic traits of fibre flax (*Linum usitatissimum* L.). **Can. J. Plant Sci.** v.93, p.1249-1255. 2013.



LINHAÇA:

Perspectiva de Produção e Usos na
Alimentação Humana e Animal

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



LINHAÇA:

Perspectiva de Produção e Usos na
Alimentação Humana e Animal

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br