

Manejo Agronômico

aplicado às culturas de
plantas de lavoura I e II

Thiago Antonio da Silva
Andréia da Silva Almeida
Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Francine Bonemann Madruga

organizadores



Pantanal Editora

2025

Thiago Antonio da Silva
Andréia da Silva Almeida
Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Francine Bonemann Madruga
Organizadores

Manejo agronômico aplicado às culturas de plantas de lavoura I e II



Pantanal Editora

2025

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Dr. Jorge González Aguilera e Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

M274

Manejo agrônômico aplicado às culturas de plantas de lavoura I e II / Organização de Thiago Antonio da Silva, Andréia da Silva Almeida, Lilian Vanussa Madruga de Tunes, Francine Bonemann Madruga. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2025. 136p. ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-85756-65-5

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756655>

1. Práticas de cultivo agrícola. I. Silva, Thiago Antonio da (Organizador). II. Almeida, Andréia da Silva (Organizadora). III. Tunes, Lilian Vanussa Madruga de (Organizadora). IV. Título.

CDD 631.5

Índice para catálogo sistemático

I. Práticas de cultivo agrícola



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

O e-book **Manejo Agrônômico Aplicado às culturas de Plantas de Lavoura I e II** foi elaborado com o objetivo de servir como uma referência sólida para estudantes das Ciências Agrárias, bem como para profissionais que atuam nas mais diversas áreas relacionadas ao manejo de culturas agrícolas, tanto de verão quanto de inverno. Trata-se de uma obra que busca aproximar o conhecimento técnico da prática no campo, oferecendo suporte às decisões que envolvem o planejamento, a condução e o aproveitamento eficiente das lavouras.

A estrutura do e-book foi cuidadosamente organizada para proporcionar uma leitura fluida e lógica, estabelecendo uma sincronia entre as diferentes etapas do processo agrícola — desde o preparo do solo, passando pelo manejo das culturas, até chegar ao beneficiamento. Essa abordagem integrada permite ao leitor compreender a cadeia produtiva como um sistema contínuo e interdependente, favorecendo uma visão sistêmica e estratégica da produção agrícola.

A obra é composta por dez capítulos, redigidos de forma clara, objetiva e técnica, por profissionais altamente qualificados, com vivência acadêmica e prática no setor. Cada capítulo aborda um tema específico e atual, reunindo informações científicas, experiências de campo e recomendações aplicáveis à realidade do produtor rural e das instituições de ensino e pesquisa.

Este e-book não apenas dissemina conhecimento, mas também inspira boas práticas e promove o desenvolvimento sustentável na agricultura. Ao reunir saberes diversos em uma única publicação, esperamos contribuir para a formação de profissionais mais preparados, críticos e comprometidos com a excelência técnica e a responsabilidade ambiental.

Thiago Antonio da Silva
Andréia da Silva Almeida
Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Francine Bonemann Madruga

Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1.....	6
A cultura da soja (<i>Glycine max</i> L.)	6
Capítulo 2.....	19
A cultura do algodoeiro (<i>Gossypium</i> L.)	19
Capítulo 3.....	34
A cultura do feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	34
Capítulo 4.....	47
A cultura do Sorgo Granífero.....	47
Capítulo 5.....	61
A cultura do café (<i>Coffea</i> sp.).....	61
Capítulo 6.....	68
A cultura do trigo (<i>Triticum</i> sp.)	68
Capítulo 7.....	82
A cultura do tritcale.....	82
Capítulo 8.....	95
A cultura do centeio (<i>Secale cereale</i> L.).....	95
Capítulo 9.....	110
A cultura da Cevada (<i>Hordeum vulgare</i>)	110
Capítulo 10	121
A Cultura da Canola (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i>).....	121
Sobre os organizadores.....	134
Índice Remissivo	136

A cultura da soja (*Glycine max* L.)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap1

Aline Ferraz da Silva 

Andréia da Silva Almeida 

Cláudia Pedro Magamba 

Ruth Elvas Muianga Mussalama 

Thierley Vitoria Abreu 

Shemene Jaber Suliman Abdullah Audeh 

INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.)], atingiu 140 anos de presença no Brasil neste ano de 2022. Os primeiros plantios da cultura iniciaram-se no sul do país e hoje é encontrada nos mais diferentes ambientes e estados, com expressivo avanço do cultivo em áreas de Cerrado (AGROMOVE, 2022).

Segundo o levantamento da safra brasileira de grãos 2021/2022, fora 124, 27 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 40,9 milhões de hectares (CONAB, 2022). O crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de novas tecnologias ao setor produtivo. Com cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões, o desenvolvimento de pacotes tecnológicos relacionados ao manejo de solos, manejo de adubação, calagem e gessagem, manejo de pragas e doenças, além da identificação e solução para os principais fatores responsáveis por perdas no processo de colheita, são fatores promotores desse avanço (AGROMOVE, 2022).

ORIGEM, HISTÓRICO E FORMAS DE UTILIZAÇÃO

A soja tem origem na Ásia, especialmente na região do rio Yangtzé, na China, onde era uma cultura importante para a dieta alimentar e era considerada sagrada. A cultura de soja evoluiu ao longo do tempo por meio de cruzamentos naturais e foi melhorada por cientistas chineses antigos, tornando-se fundamental para a produção de alimentos como fonte de proteína (AGROLINK, 2022).

Foi introduzida na Europa no século XV, mas apenas como planta ornamental. A produção comercial de soja começou a ganhar força nos Estados Unidos no final do século XIX e início do século XX, com o desenvolvimento de variedades com maior teor de óleo.

No Brasil, as primeiras pesquisas sobre a soja começaram em 1882, mas não tiveram sucesso devido à falta de adaptação da planta ao clima local. A produção só prosperou a partir dos anos 1940 no Rio Grande do Sul, uma região mais adequada ao cultivo (AGROLINK, 2022).

A partir da década de 1960, houve um avanço significativo nas pesquisas sobre soja no Brasil, com a colaboração de organizações como o Instituto Agronômico de Campinas e a Secretaria da Agricultura do RS. Várias cultivares americanas foram adaptadas e introduzidas com sucesso (AGROLINK, 2022).

A soja é uma fonte de proteína vegetal que, quando consumida por humanos ou animais, se converte em proteína animal. É a principal matéria-prima em dezenas de alimentos proteicos e compõe cerca de 70% das rações para animais produtores de carne. Aproximadamente 93% da soja produzida é destinada ao processamento do complexo soja (grãos, farelo e óleo), com os 7% restantes utilizados em cosméticos, indústria farmacêutica, fertilizantes, adesivos, revestimentos, tintas e plásticos. O farelo é importante na nutrição animal e também é utilizado em produtos não alimentícios, como cola para madeira. Já o óleo de soja é amplamente empregado na culinária (óleo de cozinha, margarina e sorvete), medicamentos e na produção de biodiesel (Seixas et al., 2020).

MORFOLOGIA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

A soja é uma planta anual, da família das leguminosas, subfamília Fabaceae. É uma ereta, herbácea e de reprodução autógama, que apresenta certa variabilidade para algumas características morfológicas, que são influenciadas pelo ambiente, como o ciclo que pode ter de 75 (mais precoces) a 200 dias (mais tardias), a altura que varia de 30 a 200 cm e que pode influenciar a quantidade de ramificações, entre outros (Müller, 1981).

Seu sistema radicular é constituído por uma raiz axial principal e por raízes secundárias, sendo estas distribuídas em quatro ordens, porém, esse sistema radicular é mais caracterizado como difuso, pois a raiz principal é pouco desenvolvida (Sediyama et. al., 1985).

Nas raízes da planta são encontrados nódulos que representam a simbiose entre a soja e bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, sendo que estas bactérias promovem a fixação do nitrogênio do ar e o disponibiliza para a planta de forma assimilável (nitrato) recebendo em troca hidratos de carbono (Mascarenhas et. al., 2005).

O caule da cultura é caracterizado como herbáceo, ereto, pubescente e ramificado, e o seu desenvolvimento é iniciado a partir do eixo embrionário, logo após a germinação. Seu crescimento pode ser influenciado pelas condições externas, mas, geralmente, na maioria das cultivares é do tipo ortótropo. O hábito de crescimento da planta pode ser determinado, semideterminado ou indeterminado, de acordo com as características do ápice principal do caule e da cultivar (Müllher, 1981).

Durante seu crescimento e desenvolvimento, a planta de soja apresenta três tipos de folhas sendo elas: as cotiledonares que são as iniciais, as unifolioladas que aparecem também no início do desenvolvimento e, as trifolioladas que aparecem logo após as unifolioladas e permanecem até a senescência (Sediyama et. al., 1985).

As flores da soja são completas e ocorrem em racemos terminais ou axilares. A cor da flor pode ser branca ou púrpura, sendo que a tonalidade púrpura varia de acordo com a genética da cultivar (Vernetti e Junior, 2009).

A abertura floral ocorre geralmente pela manhã e pode ser influenciada pela temperatura e umidade. A soja é influenciada pelo fotoperiodismo, sendo classificada como uma planta de dias curtos, isto é, necessita de um mínimo de horas de noite ou escuro para florescer. Entretanto, essa característica varia de acordo com a cultivar (Sediyama et. al., 2005).

O fruto da planta é um legume comumente chamado de vagem. Quando maduro apresenta de 2 a 7 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura, o que pode variar de acordo com a cultivar e condições climáticas, mas normalmente apresenta uma forma achatada. Possui uma coloração que varia entre cinza, amarelo-palha ou preta.

A produtividade pode chegar a 400 grãos por planta, com vagens contendo de 1 a 5 grãos, entretanto, grande parte das cultivares apresentam 2 a 3 sementes por vagem (Müllher, 1981).

Para definição e descrição dos estádios fenológicos da planta, a metodologia mais utilizada foi proposta por Fehr e Caviness (1977), que considera duas principais fases durante todo o ciclo da cultura: a fase vegetativa, que abrange desde a germinação e emergência até o início do florescimento, e a fase reprodutiva que se inicia com o florescimento e se estende até a maturação fisiológica dos grãos.

ECOFISIOLOGIA

Abaixo serão apresentados os fatores que afetam a produtividade e a qualidade da soja:

Fatores genéticos – adaptação ao clima de cultivo; adaptação ao solo de cultivo; ciclo da cultura; retenção de elementos nutritivos; adaptação a pragas e doenças; características físicas do grão (forma, cor e tamanho); características sensoriais do grão (consistência, pigmentação, sabor); composição química do grão e produtividade (Mundstock et al., 2005; Santos et. al., 2017).

Fatores ambientais – que englobam os fatores climáticos e os edáficos, estão associados ao ambiente de cultivo, como incidência de luz, temperatura e as condições do solo, a temperatura ideal para o desenvolvimento da soja é entre 20 - 30°C, e em relação a floração é acima de 13°C (Mundstock et al., 2005; Santos et. al., 2017).

Temperaturas baixas na fase da colheita, associadas à período chuvoso, podem provocar atrasos na coleta da produção, além de haste verde e retenção foliar. A radiação solar está relacionada com a fotossíntese, alongação de haste principal e ramificações, expansão foliar e fixação biológica; para o total de fitomassa seca produzida pela soja, depende da percentagem de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e da eficiência de utilização dessa energia pelo processo fotossintético (Câmara, 2006). Em contrapartida, altas intensidades de radiação solar absorvidas pelas plantas podem levá-las à saturação luminosa, diminuindo a eficiência no uso da radiação e a produtividade da cultura (Adams, 1992 *apud* Santos et. al., 2017).

A necessidade total de água na cultura da soja, para obtenção do máximo rendimento, varia entre 450 a 800 mm/ciclo. Tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas, em outras palavras, diminui a qualidade e produtividade do grão (EMBRAPA, 2014). Porém, segundo Müller (1981 *apud* Santos et. al., 2017) o excesso de água gera perdas, prejudicando a aeração do solo e causando o apodrecimento das raízes, ou seja, pode diminuir significativamente a produtividade da cultura.

Fatores edáficos - Segundo Embrapa (2014), para o desenvolvimento do grão de soja há a necessidade de quantidades ideais de nutrientes como o nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre e o cálcio. A deficiência de nitrogênio reduz o acúmulo de proteínas e carboidratos, comprometendo crescimento e florescimento (Marschner, 1982). A falta de potássio limita a formação de carboidratos, síntese proteica e resistência a doenças; a de fósforo reduz o desenvolvimento vegetativo, produtividade, qualidade e acelera a senescência; a de enxofre compromete a síntese de proteínas e aminoácidos sulfurados (metionina e cistina); enquanto a deficiência de ****cálcio**** provoca necrose radicular e diminuição do crescimento (Malavolta, 2006).

A ausência de nutrientes pode afetar o crescimento da planta e a produção de grãos, diminuindo a produtividade e a qualidade dos grãos. O pH ideal do solo para o cultivo de soja está entre 5,9 e 6,5, o que influencia a disponibilidade de nutrientes e a absorção de nitrogênio e potássio. Um pH muito baixo pode indicar presença de alumínio tóxico, prejudicando as raízes.

O sistema de estádios de desenvolvimento de soja, descrito por Fehr et al., (1977), é amplamente utilizado no mundo, pois divide o ciclo da planta em fases vegetativa e reprodutiva, identificadas pelas letras “V” e “R”, respectivamente. Este sistema auxilia na condução da cultura, permitindo identificar as necessidades específicas da soja durante cada estágio.

O desenvolvimento da soja começa com a germinação e emergência epígea, seguida pela formação de raízes e folhas primárias. A formação de nódulos ocorre entre 7 e 10 dias após a emergência da planta, contribuindo para a fixação de nitrogênio (Ritchie et al., 2007; EMBRAPA, 2022b).

As pragas podem atacar a cultura desde a fase de semente até o estágio V5, afetando a produtividade. Por isso, é comum o tratamento pré-plantio com fungicidas e inseticidas. Estratégias de manejo, como pulverização foliar de cobalto e molibdênio e aplicação de potássio em cobertura, são adotadas nos estádios V2 a V4 (Ritchie et al., 2007; EMBRAPA, 2022b).

A partir do estágio V6, a soja se torna mais suscetível a insetos desfolhadores, demandando um manejo integrado de pragas para manter a saúde da cultura. O início do florescimento da soja é caracterizado pela abertura de uma flor em qualquer nó da haste principal (estádio R1). A partir desse instante, acompanha-se a evolução fenológica observando-se as estruturas reprodutivas da soja: flores, frutos e sementes (Borges, 1980; Ritchie et al., 2007; EMBRAPA, 2022b).

O pleno florescimento (R2), caracterizado pela abertura de várias flores ao longo da haste principal, pode ocorrer simultaneamente; isto é, no mesmo dia do início do florescimento (R1), no caso

das plantas com hábito de crescimento determinado, ou entre dois e sete dias após o R1, em plantas com hábito de crescimento indeterminado típico. Não há uma transição definida entre os períodos de florescimento e frutificação (Ritchie et al., 2007; EMBRAPA, 2022b).

Essa última (R3) inicia-se, conforme o genótipo, entre 7 e 15 dias após o início do florescimento. No estágio R3 as vagens situadas no terço superior da haste principal encontram-se com até 1,5 cm de comprimento. Nessa fase, verifica-se o declínio do florescimento (Fehr et al., 1977).

O período de florescimento da soja é longo, de 30 a 40 dias, e coincide com a formação de vagens e sementes, permitindo à planta resistir a períodos curtos de estiagem. Durante esse tempo, pode-se observar em uma mesma axila foliar a presença de flores, vagens e frutos em diferentes estágios de desenvolvimento (Ritchie et al., 2007; EMBRAPA, 2022b).

O estágio R4 marca a fase em que a maioria das vagens está formada, com vagens entre 2 e 4 cm de comprimento na parte superior da planta. Os produtores chamam esse estágio de “canivetes” (Ritchie et al., 2007; EMBRAPA, 2022b).

A formação das sementes começa após a fertilização, com as sementes aparecendo após o desenvolvimento da vagem (estádio R5.1). O acúmulo de matéria seca nas sementes chega ao máximo no estágio R6, quando as vagens verdes estão totalmente preenchidas por sementes de cor verde (Ritchie et al., 2007; EMBRAPA, 2022b).

O processo de maturação das sementes ocorre com alterações físicas, morfológicas, bioquímicas e fisiológicas desde a fecundação do óvulo até a maturidade fisiológica (estádio R7), quando as sementes atingem seu máximo peso de matéria seca e se tornam independentes da planta (EMBRAPA, 2022b).

A maturidade a campo (estádio R9) é identificada quando 95% ou mais das vagens estão maduras, e a colheita pode ocorrer quando as sementes têm 16% ou menos de umidade. As raízes continuam crescendo até o estágio R5.2 nas plantas de crescimento indeterminado, enquanto a nodulação das raízes atinge seu pico entre os estádios R2 e R6 (EMBRAPA, 2022b).

Durante a fase reprodutiva da soja, o monitoramento das pragas aéreas e das doenças desfolhadoras é fundamental. Cada nova safra de soja no Brasil requer um conhecimento detalhado da fenologia para aplicar novas tecnologias (EMBRAPA, 2022b).

ÉPOCA DE SEMEADURA

A época de semeadura da soja influencia o desenvolvimento da planta, sua produtividade e qualidade dos grãos devido às condições ambientais. O Ministério da Agricultura define as janelas de cultivo para cada município brasileiro, com base nas características locais de clima, solo, sistemas de produção e cultivares. A escolha da melhor época para plantar deve considerar a interação entre as cultivares e o ambiente, bem como as outras culturas presentes nos sistemas de produção (Gubiani, 2013; Ritchie et al., 2007; Santos et al., 2017).

No Brasil, especialmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, é comum semear soja entre outubro e novembro, para otimizar o cultivo de milho ou algodão na segunda safra. As semeaduras no início da janela podem sofrer problemas de emergência por falta de água ou temperaturas baixas, resultando em plantas menores, ciclo mais longo e possíveis perdas na colheita devido à alta precipitação (Gubiani, 2013; Ritchie et al., 2007; Santos et al., 2017).

Em semeaduras mais tardias, a falta de água e o risco de baixas temperaturas, como geadas, podem comprometer o desenvolvimento. As sementeiras feitas no final do período indicado podem ter maior incidência de doenças, como a ferrugem-asiática, e pragas, impactando a produtividade e aumentando os custos. Para minimizar riscos e otimizar as operações de cultivo, é recomendada a semeadura em diferentes épocas, utilizando cultivares adaptadas a cada janela de plantio. Em empreendimentos menores, a escolha da melhor época de semeadura pode reduzir o risco de insucesso econômico (Gubiani, 2013; Ritchie et al., 2007; Santos et al., 2017).

CULTIVARES

Uma cultivar é uma forma de planta selecionada para cultivo, com um genótipo e fenótipo específicos aprimorados para certas características desejadas, como resistência a pragas, doenças, nematoides, ou tolerância a seca e geadas. O mercado de sementes é competitivo, impulsionando a busca por novas tecnologias e métodos de manejo para aumentar a produtividade e reduzir custos. Isso requer um conhecimento profundo das características agronômicas, capacidade produtiva e comportamento das cultivares em diferentes ambientes e condições climáticas (AEGRO, 2022; EMBRAPA 2022a).

Diversos fatores podem afetar a produtividade da soja, e a escolha de cultivares adaptadas a condições específicas, como tolerância à seca ou resistência a pragas, é crucial para maximizar o potencial produtivo. Conhecer as necessidades da região e escolher as cultivares apropriadas ajuda a otimizar o manejo e a produtividade da cultura (AEGRO, 2022; EMBRAPA 2022a).

GRUPO DE MATURIDADE RELATIVA

Devido à sensibilidade da soja ao fotoperíodo, a adaptabilidade de cada cultivar depende da latitude. Portanto, cada cultivar tem uma faixa limitada de adaptação em função do seu grupo de maturidade (Santos et al., 2017).

INDICAÇÃO DE CULTIVARES POR REGIÃO EDAFOCLIMÁTICA

Dada a diversidade de ecossistemas, solos, e climas do Brasil, a Embrapa Soja propôs ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) uma regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso (VCU) e a indicação de cultivares de soja. Com contribuições de pesquisadores de várias instituições, a proposta foi aprimorada e aprovada pelo MAPA, resultando em um modelo com cinco macrorregiões de cultivo de soja e 20 regiões edafoclimáticas distintas para pesquisa e indicação de

cultivares. O objetivo é que as cultivares sejam indicadas de acordo com as macrorregiões e regiões edafoclimáticas apropriadas (EMBRAPA 2022a).

ESTABELECIMENTO DA LAVOURA

Uma boa semeadura é fundamental para o estabelecimento adequado da lavoura de soja. Isso inclui garantir um bom contato entre semente e solo, posicionar as sementes na profundidade correta e fechar adequadamente o sulco de semeadura (Seixas et al., 2020). Além disso, é importante usar sementes de qualidade com atributos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos adequados, e posicioná-las corretamente para favorecer a germinação e o desenvolvimento da lavoura (Zanon et. al., 2018).

POPULAÇÃO DE PLANTAS

A população ideal de plantas de soja nesta região varia de 150 a 300 mil plantas por hectare, com intervalos específicos para cada cultivar. A densidade escolhida depende da época de semeadura e da fertilidade do solo. Densidades mais altas são recomendadas para semeaduras fora da época ideal ou em condições de estresse, como solos de baixa fertilidade, especialmente no primeiro ano de cultivo (Câmara, 2006). Por outro lado, densidades menores são indicadas para solos bem corrigidos e férteis. Ao optar por densidades mais altas, é importante considerar a resistência ao acamamento da cultivar. Para definir a população de plantas adequada, é essencial considerar o vigor e o poder germinativo das sementes, entre outros fatores (Seixas et al., 2020).

PESO MÉDIO DE SEMENTES

O peso médio de 100 sementes pode apresentar variações em diferentes locais e épocas de semeadura. Para maior precisão na semeadura, recomenda-se confirmar o peso da semente que será utilizada (Seixas et al., 2020).

MANEJO DA LAVOURA, MANEJO DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

A população ideal de plantas de soja na região varia de 150 a 300 mil plantas por hectare, com intervalos específicos para cada cultivar. A densidade é influenciada pela época de semeadura e pela fertilidade do solo. Densidades mais altas são recomendadas para semeaduras fora da época ideal ou em solos de baixa fertilidade, especialmente em cultivos novos. Em contraste, densidades menores são adequadas para solos bem corrigidos e férteis. Ao optar por densidades mais altas, é importante considerar a resistência da cultivar ao acamamento. Para definir a população de plantas correta, é essencial avaliar o vigor e o poder germinativo das sementes (Marschner, 1982; Malavolta, 1981).

COLHEITA

A colheita da soja é uma fase crucial que exige planejamento cuidadoso para evitar perdas de produtividade. É importante planejar a logística e monitorar o clima e o ciclo da soja para colher no momento ideal, evitando que os grãos fiquem expostos a condições climáticas desfavoráveis. A colheita varia conforme a cultivar e a região, geralmente ocorrendo entre janeiro e abril no Centro-Oeste e Nordeste. Em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a colheita precoce em janeiro e fevereiro permite a semeadura de uma segunda safra, como o milho safrinha (Peske et al., 2019a).

A colheita deve ser feita logo após a maturidade fisiológica do grão, quando ele atinge seu máximo acúmulo de matéria seca. No entanto, nessa fase, a soja pode ter alta umidade e presença de folhas verdes, dificultando a colheita mecanizada. Por isso, pode ser necessário realizar dessecação para acelerar o processo. A aplicação do dessecante deve ser feita no estágio R7, logo após a maturidade fisiológica, quando pelo menos uma vagem na haste principal apresenta coloração madura. Observe quando cerca de 70% das vagens têm coloração amarronzada ou bronzeada para saber o momento certo de aplicar o dessecante (Peske et al., 2019a).

Após a colheita, as sementes geralmente têm alta umidade, o que pode acelerar a deterioração por atividades metabólicas e consumo de reservas. Elas ficam sujeitas a condições adversas como temperatura, umidade e ataques de pássaros, insetos e microrganismos, resultando em perdas de qualidade e quantidade (Peske et al., 2019a).

Se a umidade das sementes permanecer alta, elas podem se deteriorar, tornando-se inutilizáveis para semeadura, com teores de umidade entre 11% e 13%. Por outro lado, se a umidade for muito baixa (8-10%), danos mecânicos durante a colheita e transporte podem comprometer sua qualidade. É importante que as sementes atinjam um teor de água adequado para a colheita mecânica, que varia conforme a espécie e cultivar. Flutuações na umidade, causadas por chuva, orvalho e variações na umidade relativa do ar, podem atrasar a colheita e prejudicar as sementes (Peske et al., 2019a).

BENEFICIAMENTO

O beneficiamento é um processo fundamental para obter sementes de alta qualidade em uma empresa de sementes. Embora a qualidade inicial de um lote de sementes dependa diretamente das condições de produção no campo, as sementes colhidas precisam passar por beneficiamento para remover materiais indesejáveis, facilitar a semeadura, secagem e armazenamento, e prevenir a dispersão de sementes de plantas daninhas (Peske et al., 2019b).

O processo de beneficiamento abrange desde a recepção das sementes até a embalagem e distribuição. Durante a recepção, os lotes de sementes são caracterizados e identificados. A amostragem envolve a obtenção de uma pequena fração de sementes representativa para avaliação de qualidade, umidade, pureza e viabilidade (Peske et al., 2019b).

A pré-limpeza é a etapa inicial, focada na remoção de materiais significativamente maiores, menores ou mais leves das sementes, utilizando máquinas de ar e peneiras com alta produção para processar rapidamente todas as sementes recebidas. A remoção de materiais indesejáveis é possível com base em diferenças físicas, como largura, espessura, comprimento, peso, forma, peso específico, textura, cor, condutibilidade elétrica e afinidade por líquidos. Este processo contribui para a produção de sementes de alta qualidade (Peske et al., 2019b).

SECAGEM

A secagem de sementes envolve a remoção parcial de água, ocorrendo simultaneamente a transferência de calor do ar para a semente e a movimentação de água da semente para o ar. Durante a secagem, a água superficial da semente evapora para o ar seco, motivada pelo gradiente de pressão de vapor entre a superfície da semente e o ar. Para aumentar o diferencial entre as pressões de vapor da superfície da semente e do ar de secagem, o ar de secagem pode ser aquecido, diminuindo sua umidade relativa e aumentando sua capacidade de retirar água. A umidade relativa é utilizada como referência para entender se a semente perderá (secagem), ganhará (umedecimento) ou manterá sua umidade sob determinadas condições atmosféricas (Peske et al., 2019c).

MÉTODOS DE SECAGEM

NATURAL

A secagem natural utiliza energia solar e eólica para remover a umidade das sementes. Pode ser realizada na planta entre a maturidade fisiológica e a colheita ou em eiras, tabuleiros ou lonas onde as sementes são espalhadas. É adequada para pequenas quantidades, como em programas de melhoramento ou por pequenos produtores (Peske et al., 2019c).

Em eiras, as sementes são distribuídas em camadas e onduladas para aumentar a superfície de secagem, facilitando a passagem de ar por mais sementes. É importante evitar aquecimento excessivo e manter uma secagem uniforme com camadas não muito delgadas, revolvimento frequente para expor todas as sementes ao ar e cobertura noturna (Peske et al., 2019c).

Para sementes lavadas, é essencial a movimentação para evitar gradientes de umidade que podem causar rupturas internas. Ao usar lonas plásticas, deve-se ter cuidado com a umidade do solo, embora seja um método prático para movimentar e ensacar as sementes (Peske et al., 2019a).

A secagem natural é um processo demorado, mas pode ser acelerada usando telas de plástico ou arame entrelaçado para criar uma peneira. As sementes são espalhadas sobre a peneira em camadas onduladas, que são então erguidas a uma altura de 0,5 a 1,0 m do solo para permitir que o ar circule ao redor, reduzindo o tempo de secagem. Embora a secagem natural não cause danos mecânicos ou superaquecimento, depende das condições do ar, que nem sempre são favoráveis, como alta umidade relativa (90-100%) em épocas chuvosas ou à noite, por causa desses riscos, a secagem natural é pouco

usada em regiões com alta umidade. No entanto, nas áreas ou épocas com baixa umidade relativa e pouca chance de chuva durante a colheita, a secagem natural é amplamente utilizada (Peske et al., 2019c).

SECAGEM ARTIFICIAL

Os métodos de secagem artificial incluem exposição de sementes a um fluxo de ar aquecido ou não, e podem ser classificados como estacionário, de fluxo contínuo ou de fluxo intermitente (Peske et al., 2019c).

No método estacionário, o ar é forçado através de uma massa de sementes estacionárias, requerendo atenção especial ao fluxo de ar, umidade relativa e temperatura para evitar danos. No método contínuo, as sementes passam por uma câmara de secagem uma vez, entrando úmidas e saindo secas, mas há riscos de danos térmicos devido à alta temperatura ou tempo de exposição (Peske et al., 2019c).

O método intermitente envolve intervalos de exposição ao ar aquecido, permitindo homogeneização da umidade e resfriamento. Pode ser lento ou rápido, com o primeiro adaptado de secadores contínuos e o segundo passando as sementes através do ar aquecido com mais frequência. Nos secadores que utilizam ar aquecido, recomenda-se temperaturas crescentes no início e decrescentes no final para evitar choques térmicos. Também é aconselhável usar ar não aquecido no final para homogeneizar a umidade das sementes. A pré-limpeza das sementes é necessária para evitar aglomerações e entupimentos nos secadores contínuos e intermitentes (Peske et al., 2019c).

ARMAZENAGEM

A armazenagem de grão e sementes inicia-se quando estas alcançam o ponto de maturação fisiológica. O teor de água das sementes no ponto de maturação fisiológica é muito alto para que se possa realizar a colheita e debulha. As sementes têm que ficar no campo até que as condições intrínsecas da semente e do ambiente permitam a colheita. Obviamente, as condições nesse período não são as mais favoráveis para o armazenamento, devendo as sementes serem retiradas do campo tão logo quanto possível (Labbé et al., 2019).

Por outro lado, todo o esforço humano e material gasto, durante a produção da semente podem ser perdidos se as condições de armazenamento fornecidas às sementes, após serem embaladas forem inadequadas. Isto porque, as sementes deverão apresentar uma porcentagem de germinação razoável (mínimo 80%) após terem sido mecanicamente colhidas, beneficiadas, manuseadas e armazenadas de uma temporada de produção à outra (Labbé et al., 2019).

Assim sendo, o objetivo principal do armazenamento das sementes é manter sua qualidade desde que atingem o ponto de maturação fisiológica até quando serão semeadas, considerando que, em todo esse período, esta qualidade não poderá ser melhorada, nem mesmo sob condições ideais (Labbé et al., 2019).

O armazenamento a granel de sementes facilita o manejo e a secagem das sementes e pode ser temporário, variando de alguns dias a vários meses, enquanto as sementes aguardam o beneficiamento. As sementes devem estar limpas e secas para este tipo de armazenamento. Se armazenadas com alta umidade, acima de 13%, há risco de aumento de temperatura devido à atividade metabólica, o que pode prejudicar a qualidade das sementes. Silos secadores com aeração constante podem prevenir esse problema (Labbé et al., 2019).

O armazenamento a granel geralmente ocorre em silos metálicos com sistemas de aeração, transporte mecanizado e rápido para enchimento e esvaziamento dos silos. Apesar do alto custo inicial, as perdas de sementes são reduzidas, e os custos operacionais são baixos (Labbé et al., 2019).

Um fenômeno comum nas massas de sementes armazenadas a granel é a migração de umidade, causada por variações de temperatura que podem provocar condensação e zonas de alta umidade na parte superior do silo. Isso pode levar à germinação prematura das sementes, infestação de insetos e desenvolvimento de fungos. A aeração periódica, por meio dos ventiladores do silo, é necessária para resfriar as sementes e manter sua qualidade (Labbé et al., 2019).

A aeração também ajuda a manter as sementes a uma temperatura baixa para conservar sua qualidade. Deve ser feita quando a diferença entre a temperatura das sementes e a temperatura ambiente é de cerca de 5°C, mantendo os ventiladores ligados até que toda a massa de sementes esteja resfriada e homogênea (Labbé et al., 2019).

Sementes recém-colhidas armazenadas a granel em silos devem ser secadas dentro de 48 horas, com aeração contínua para conservação provisória. É importante inspecionar regularmente as sementes no silo, monitorando a temperatura e umidade e realizando testes de germinação e vigor periodicamente (Labbé et al., 2019).

A comercialização de sementes é realizada em sacos, latas ou pacotes, especialmente para sementes de hortaliças. Após o beneficiamento, as sementes são embaladas e armazenadas em armazéns convencionais até serem distribuídas. A maior parte do armazenamento em uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) ocorre em sacos, sendo o armazém o maior espaço na UBS. A embalagem serve para facilitar o transporte e manuseio das sementes, além de protegê-las contra umidade, insetos, roedores e danos mecânicos (Labbé et al., 2019).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEURO. Como escolher as melhores cultivares de soja para sua lavoura. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/cultivares-de-soja/> Acesso em: abr. 2022.
- AGROMOVE. Cultura da soja: sua importância na atualidade. Disponível em: <https://blog.agromove.com.br/cultura-soja-importancia-na-atualidade/> Acesso em: abr. 2022.

- AGROLINK. Histórico da soja. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/historico_361541.html Acesso em: abr. 2022.
- Borges, E. Planta de soja no R1. In: Sistemas de produção soja e milho. *Fundação Ceres*, 1980, p. 251.
- Câmara, G. M. S. Soja: tecnologia da produção II. 2006, p. 638.
- CONAB. (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4652-brasil-caminha-para-colher-safra-recorde-de-graos-em-2021-22-superando-271-milhoes-de-toneladas> Acesso em: abr. 2022.
- EMBRAPA. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Cultivares de soja – Macrorregiões 4 e 5. Norte e Noroeste do Brasil. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143741/1/Cultivares-soja-norte-nordeste-2016-OL-1.pdf> Acesso em: abr. 2022a
- EMBRAPA. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Ecofisiologia da soja. Disponível em: <https://www.embrapa.br/buscadepublicacoes//publicacao/470308/ecofisiologiadasoja> Acesso em: abr. 2022b.
- Fehr, W. R.; Caviness, C. E. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977, p. 11. (Special Report, 80).
- Gubiani, E. I. (2013). Crescimento e rendimento da soja em resposta a épocas de semeadura e produção de soja região central do Brasil 2014. Londrina: *Embrapa Soja*.
- Labbé, L. M. B.; Villela, F. A.; Peske, S. T. Armazenamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019, p. 466-512. ISBN 978-65-80974-00-9
- Malavolta, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica1 ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981, p. 65-104.
- Malavolta, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006, 638p.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. New York: Academic, 1982, p. 20. (Special Report, n. 53).
- Mascarenhas, H. A. A.; Tanaka, R. T.; Wutke, E. B.; Kikuti, H. Nitrogênio: a soja aduba a lavoura da cana. *O Agrônomo*. Campinas, v. 1, n. 57, 2005.
- Mundstock, C. M.; Thomas, A. L. SOJA: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005, p. 31.
- Müller, R. Soja: aspectos morfológicos e fisiológicos. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 3, n. 2, 1981, p. 45–60.

- Peske, S. T.; Villela, F. A.; Barros, A. C. S. A. Produção de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019a, p. 70-86. ISBN 978-65-80974-00-9
- Peske, S. T.; Labbé, L. M. B.; Panozzo, L. E. Beneficiamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019b, p. 407-464. ISBN 978-65-80974-00-9
- Peske, S. T.; Villela, F. A.; Gadotti, G. I. Secagem de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019c, p. 355-405. ISBN 978-65-80974-00-9
- Ritchie, S. W.; Hanway, J. J.; Thompson, H. E.; Benson, G. O. Como a planta de soja se desenvolve. Piracicaba: *Potafós*, 1994, p. 20.
- Santos, A. C.; Oliveira, B. A.; Gomes, I. F.; Groff, A. M. (2017). Fatores e técnicas de produção e sua influência na produtividade e qualidade da soja. XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. UNESPAR/Campus de Campo Mourão. p. 1-10. Disponível em; https://anais.unespar.edu.br/xi_eepa/data/uploads/artigos/1/1-10.pdf Acesso em: abr. 2022.
- Sediyama, T.; Pereira, M.G.; Sediyama, C.S.; Gomes, J.L.L. Cultura da soja: I parte. Viçosa: UFV, 1985. 96p.
- Seixas, C. D. S.; Neumaier, N.; Balbinot, A. A. J.; Krzyzanowski, F. C.; Leite, R. M. V. B. de C. (2020). Tecnologias de Produção de Soja. 1ª ed. Londrina – PR: EMBRAPA SOJA.
- Vernetti, F. de J.; Vernetti Júnior, F. de J. V. Genética da soja: caracteres qualitativos e diversidade genética. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- Zanon, A. J.; Silva, M. R.; Tagliapietra, E. L.; Cera, J. C.; Bexaira, K. P.; RicHTEr, G. L.; Duarte, A. J.; Rocha, T. S. M.; Weber, P. S.; Streck, N. A. Ecofisiologia da Soja Visando Altas Produtividades 1. ed. Santa Maria: Santa Maria: Palloti/SM, 2018. v. 1. 136p.

A cultura do algodoeiro (*Gossypium* L.)

Recebido em: 17/06/2020

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap2

Cristina Rossetti 

Francine Bonemann Madruga 

José Robinson Fabres de Oliveira 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes 

Thierley Vitoria Abreu 

Shemene Jaber Suliman Abdullah Audeh 

ORIGEM DO ALGODÃO

O algodão (*Gossypium* L.) é uma das culturas mais antigas conhecidas pelo homem, com registros que remontam a mais de 4.000 anos no sul da Arábia e na Índia. Civilizações antigas, como os Incas no Peru, já usavam algodão em 4.500 a.C. A palavra “algodão” vem do árabe “al-guTum”, e foi difundida pelos árabes na Europa, onde se tornou mais conhecido a partir do segundo século d.C (AMAPA, 2022).

Os árabes foram os primeiros a produzir tecidos e papéis de algodão, e a Europa passou a usar essa fibra regularmente durante as Cruzadas. No século XVII, o avanço de máquinas de fiação e tecelagem consolidou a indústria de fios e tecidos de algodão. Nos Estados Unidos, o algodão se tornou uma cultura comercial importante nos estados do sul, com a invenção do descaroçador por Eli Whitney em 1792, que revolucionou a indústria do algodão (AMAPA, 2022).

No Brasil, o algodão era comum entre os povos indígenas, que o usavam para produzir redes, cobertores e para fins medicinais. Após a colonização, o algodão cru se tornou um mercado importante, especialmente na região nordestina, que estabeleceu negociações com países europeus. Com a expansão do mercado, houve migração para o centro-oeste brasileiro, onde o algodão continuou a ser uma cultura significativa (AMAPA, 2022).

UTILIZAÇÃO COMERCIAL

O algodão em pluma é amplamente utilizado na indústria têxtil, enquanto o algodão em caroço é usado na produção de óleo comestível, biodiesel, rações animais e adubos. O óleo de algodão é utilizado em saladas, maioneses, molhos, frituras, margarinas, biscoitos, cosméticos, remédios, sabões e graxas. Além disso, é rico em vitamina E e tem um sabor de castanha (AMAPA, 2022).

O caroço de algodão é esmagado para produzir subprodutos como a torta, usada na indústria de corantes e como fertilizante, e o farelo, utilizado como ração animal, especialmente para bois e carneiros. O farelo de algodão é o terceiro farelo proteico mais produzido no mundo, após o de soja e o de canola (AMAPA, 2022).

O algodão hidrófilo, que é desengordurado, branqueado e esterilizado, tem grande capacidade de absorção e é utilizado em curativos, cirurgias, produtos de higiene e limpeza da pele. Na indústria bélica, o algodão é empregado na produção de pólvora e explosivos como o TNT. A celulose da planta é usada para fabricar papel-moeda, como nas notas de dólar, que são compostas de 75% de algodão (AMAPA, 2022).

TIPOS DE ALGODÃO

Dentro de um mercado tão grande quanto ao de algodão, é comum existirem diferentes tipos e cada um atendendo uma necessidade de mercado. Visto isso, os principais tipos são (AMAPA, 2022):

Egípcio: É o vegetal mais popular da indústria. Considerado produto de alto valor, o algodão egípcio é utilizado na produção de jogos de cama e peças íntimas. Isso acontece por conta da qualidade de seus fios, que torna o produto mais macio e sedoso.

Pima: É tão bom quanto o egípcio, porém a diferença fica por conta da transformação genética que este passou para chegar a um nível maior. Sua utilização está relacionada a produtos de cor creme, dando variedade a indústria.

Acala: Por ser um algodão mais rústico, é recomendado o uso na produção de calças e camisetas, já que esse tipo de produto não necessita de material com uma quantidade maior de fios.

Upland ou anual: Sua versatilidade é importante para o equilíbrio do mercado, uma vez que a textura desse algodão permite a confecção de roupas ou até mesmo jogos de cama.

MORFOLOGIA DO ALGODOEIRO

O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*) é uma planta perene com crescimento indeterminado, possuindo características únicas em sua morfologia, fisiologia e bioquímica. Seus principais órgãos incluem folhas, raízes, caule e flores (Beltrão, 2016; Borém 2014).

As folhas são de três tipos: cotilédones, prófilos e verdadeiras, sendo estas últimas simples e incompletas. As folhas verdadeiras têm uma vida média de 65 dias em condições ótimas, com pico de fotossíntese aproximadamente 20 dias após sua abertura (Rosolem, 2017).

O algodoeiro possui raízes pivotantes, que podem alcançar até 2,5 metros de profundidade em condições favoráveis, e concentram-se nos primeiros 30 a 50 cm do solo. Elas desempenham um papel fundamental na absorção de água e nutrientes, além de fixarem a planta ao solo (Borém, 2014).

O caule é o eixo principal da planta, onde estão ligados os ramos vegetativos (monopodiais ou verticais) e os ramos frutíferos (simpodiais ou laterais). Os ramos frutíferos produzem botões que se transformam em flores, enquanto os vegetativos continuam emitindo folhas (Beltrão, 2011; Sousa, 2009).

O algodão é valorizado por suas fibras, que são compostas por mais de 95% de celulose e influenciadas por fatores ambientais durante seu crescimento e desenvolvimento. Os órgãos vegetativos competem com os órgãos reprodutivos por fotoassimilados durante o crescimento (Borém, 2014).

ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DO ALGODÃO

O crescimento e desenvolvimento do algodoeiro são divididos em fases fenológicas: vegetativa (V), formação de botões florais (B), abertura da flor (F) e abertura do capulho (C). Durante o período vegetativo, o estágio é classificado como V0 a partir da emergência da plântula até a primeira folha verdadeira atingir 2.5 cm. Os estádios seguintes (V1, V2, V3, etc.) são definidos com base na nervura principal das folhas (Beltrão, 2011).

A fase reprodutiva começa quando o primeiro botão floral é visível (B1). Conforme os botões aparecem nos ramos reprodutivos, a planta avança pelos estádios Bn. Quando o primeiro botão floral do primeiro ramo se transforma em flor, a fase passa a ser F1. Esta sequência continua com a abertura de flores nos ramos subsequentes. A fase de abertura de capulho começa com C1 quando o primeiro capulho do primeiro ramo se abre. O processo prossegue conforme os capulhos se abrem nos ramos subsequentes (Cn). Pode haver um curto período entre a última flor (F) e o primeiro capulho (C) em que flores abertas não são observadas, caracterizado como FC (Marur, 2004).

ECOFISIOLOGIA DO ALGODÃO

O algodoeiro, originário de climas tropicais e subtropicais de baixa latitude, se adapta a ambientes desde áridos até extremamente áridos. Suas características fenotípicas mostram alta plasticidade, permitindo adaptação às condições climáticas e de solo (Beltrão, 2006; Echer, 2014). O metabolismo fotossintético do algodoeiro é do tipo C3, sendo sensível a altas temperaturas que afetam sua eficiência fotossintética (Echer, 2014).

A temperatura é crucial para seu crescimento, afetando desde o desenvolvimento radicular até a produção de fibras e sementes (Reddy et al., 1996; Rosolem, 2001). O excesso de água pode prejudicar sua germinação e pleno desenvolvimento radicular (Echer, 2014). A demanda de água aumenta com o desenvolvimento, sendo essencial para sustentar o crescimento vegetativo e reprodutivo (Rosolem, 2001; Echer, 2014).

Em condições de estresse, como altas temperaturas e estresse hídrico, ocorre o fenômeno do “cut-out,” levando ao abortamento de flores e frutos (Echer, 2014). Mudanças climáticas podem afetar a produtividade do algodoeiro, sendo que em regiões temperadas, o aumento de CO₂ e temperatura pode favorecer a produtividade, enquanto em regiões tropicais, pode causar impactos negativos (Gérardeaux et al., 2013).

A qualidade da fibra do algodoeiro é influenciada por fatores climáticos, como temperatura e luz (Guinn, 1974; Fowler & Ray, 1977; Echer et al., 2011). O ciclo do algodoeiro, desde a germinação até a maturação do fruto, é sensível às condições climáticas e ao manejo adequado do solo e água (Echer, 2014).

No geral, o manejo integrado considerando as condições climáticas e a disponibilidade de água e nutrientes é fundamental para otimizar a produtividade e qualidade das fibras do algodoeiro em diferentes regiões e cenários climáticos.

MANEJO DA LAVOURA

ESTABELECIMENTO, CONDUÇÃO E TRATOS CULTURAIS NA CULTURA DO ALGODÃO

A densidade de plantio do algodoeiro varia de acordo com fatores como cultivar, condições climáticas e época de semeadura, visando obter uma lavoura uniforme. Recomenda-se um espaçamento entre linhas de 0,76m a 1m para o plantio na safra principal, com 8 a 12 plantas por metro linear. Na segunda safra, o espaçamento ideal é de 0,76m a 0,9m, aumentando a densidade de plantas no final da época de semeadura (Zancanaro & Kappes, 2015).

A produtividade do algodoeiro está diretamente ligada a características químicas, biológicas e físicas do solo. Uma fertilidade adequada é crucial para evitar problemas como compactação e excesso de umidade. Os reguladores de crescimento desempenham um papel essencial ao equilibrar as estruturas vegetativas e reprodutivas, melhorando a qualidade da produção. No entanto, sua aplicação requer um monitoramento cuidadoso das plantas, levando em conta as condições climáticas e do solo (Ferreira & Lamas, 2006; Landivar & Martus, 2005).

É desaconselhável o uso de dessecantes tradicionais no algodoeiro, pois podem contaminar a fibra. Os desfolhantes são preferíveis, pois facilitam a colheita ao induzir a queda das folhas sem contaminar a pluma. Os maturadores, aplicados no final do ciclo, uniformizam a maturação, resultando em capulhos mais abertos e fibras de melhor qualidade (Landivar & Martus, 2005).

ÉPOCA DE SEMEADURA

A época ideal para semear algodão depende do zoneamento agrícola e do regime de chuvas da região para evitar perdas na produtividade. Existem duas modalidades de semeadura: a “época normal,” anual, e a “safrinha,” após a colheita da soja, geralmente a partir de fevereiro. A seleção cuidadosa das sementes é crucial, buscando variedades adaptadas à região, com alto potencial produtivo e resistência a pragas, doenças, nematoides e herbicidas (Borém, 2014).

Controlar a densidade de plantas é essencial para evitar competição por recursos como água, luz e nutrientes, com um espaçamento entre fileiras variando de 0,76 m a 0,90 m. A rotação de culturas antes

da semeadura melhora a estrutura do solo e reduz custos com pragas e doenças. O manejo de plantas daninhas é crítico nos primeiros 80 dias após a semeadura, requerendo a aplicação de herbicidas nos momentos adequados para manter a área de plantio limpa durante todo o ciclo (Borém, 2014).

CULTIVARES DE ALGODÃO

As cultivares devem apresentar boas respostas a aplicação de insumos modernos, incluindo fertilizantes químicos, inseticidas, herbicidas, fungicidas, reguladores de crescimento e desfolhantes. É exigida boa adaptação a colheita mecanizada, devendo as plantas apresentarem a inserção do primeiro ramo frutífero acima de 20 cm do solo, porte ereto, mesmo quando fixarem todo seu potencial produtivo; capulhos bem aderidos as cápsulas e que não caiam mesmo após fortes chuvas e ventos (Zancanaro, 2015).

IMPORTÂNCIA DA ÁREA DE REFÚGIO

A implementação de refúgios agrícolas em lavouras transgênicas Bt é uma estratégia para retardar ou evitar o desenvolvimento de insetos-praga resistentes às proteínas inseticidas dessas culturas. Plantar apenas sementes Bt pode inicialmente controlar eficazmente os insetos, mas a médio prazo pode selecionar insetos naturalmente resistentes à proteína Bt, tornando-os predominantes. A ausência de refúgios agrícolas em lavouras de algodão Bt leva à seleção de indivíduos resistentes, o que diminui a eficácia da tecnologia Bt e reduz a produtividade. A proporção da área de refúgio recomendada varia de acordo com o tipo de semente Bt plantada, sendo de 20% para o algodão. É importante que a área de refúgio fique a até 800 metros da lavoura transgênica, independentemente da cultura (Zancanaro, 2015).

COMPORTAMENTO AGRONÔMICO E QUALIDADE DA FIBRA PRODUZIDA

Mais do que a biotecnologia embarcada, o potencial produtivo e a qualidade da fibra têm grande influência na adoção de cultivares. A TMG 81WS, por exemplo, mantém-se no mercado graças à sua alta produtividade e estabilidade, mesmo com a eficácia reduzida da tecnologia WideStrike no controle de pragas como *Spodoptera*. Situação semelhante ocorre com as variedades FM 944GL e IMA 2106GL, resistentes apenas a glifosato e glufosinato, cujo sucesso se deve principalmente ao elevado potencial produtivo e à excelente qualidade de fibra, e não ao uso como refúgio de variedades Bt/GLT. Além disso, é fundamental que os produtores observem as características de tolerância e resistência a doenças e nematoides presentes nas lavouras (EMBRAPA, 2022).

MANEJO DE PRAGAS NA CULTURA DO ALGODÃO

A ocorrência de artrópodes praga no algodoeiro varia conforme o avanço do ciclo da cultura. Nas fases iniciais, destacam-se a lagarta rosca (*Agrotis ipsilon* e *Spodoptera frugiperda*), lagarta elasmô (*Elasmopalpus*

lignosellus), percevejo castanho (*Scaptocoris castanea*), pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*), mosca branca (*Bemisia tabaci*) e formigas cortadeiras (*Atta* sp. e *Acromyrmex* sp.) como principais problemas. Nas fases intermediária e final, as principais pragas incluem complexos de lagartas do gênero *Spodoptera*, curuquerê (*Alabama argillacea*), falsa medideira (*Chrysodeixis includens*), vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*), percevejos da família Pentatomidae, ácaros rajado e branco, lagarta-das-maçãs, lagarta rosada e o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) (Gallo et al., 2002; Miranda, 2017; IMAmt, 2017).

Segundo Papa e Celoto (2015), metade dos custos com inseticidas em algodoeiro é destinada ao controle do bicudo do algodoeiro, que prefere estruturas reprodutivas, dificultando o contato entre os produtos e os insetos e prejudicando a eficiência dos tratamentos. A integração de diferentes técnicas de manejo e planejamento é essencial para controlar essa praga.

Combinar controle legislativo, etológico, químico e cultural é vital para manter a cultura economicamente viável, evitando o insucesso da cotonicultura por não controlar adequadamente a população de insetos (Santos, 2015). Plantas resistentes a insetos, ajuste da época de semeadura, medidas legais de vazio sanitário, armadilhas para monitoramento de insetos adultos, controle biológico com inimigos naturais e inseticidas biológicos, além do uso de controle químico desde o tratamento de sementes, são medidas eficientes para o manejo de insetos e ácaros no algodoeiro (Degrande, 2015).

MANEJO DE DOENÇAS NA CULTURA DO ALGODÃO

Identificar corretamente os microrganismos fitopatogênicos em algodoeiros é um desafio importante para o manejo de doenças, pois há uma variedade de patógenos, predominantemente fungos, além de bactérias e vírus que causam sérios danos às lavouras (Chitarra; Galbieri, 2015). Diagnosticar os problemas de forma precisa é crucial para o sucesso das práticas de manejo, especialmente em regiões com clima tropical úmido como Mato Grosso, que favorece o desenvolvimento de muitos patógenos (IMAmt, 2017).

Durante todo o ciclo de desenvolvimento do algodoeiro, as doenças podem ocorrer. No início, doenças como tombamento/mela, causadas por fungos e bactérias, podem afetar as lavouras. Os principais patógenos associados a essas doenças são *Fusarium*, *Pythium*, *Colletotrichum* e *Rhizoctonia* (Araújo; Suassuna, 2003; IMAmt, 2017).

Durante os estágios vegetativo e reprodutivo, doenças como um complexo de manchas foliares e bacterioses podem ocorrer após o surgimento dos primeiros botões florais. A mancha-de-ramulária (*Ramularia areola*) se destaca entre elas e requer um grande volume de aplicações fitossanitárias, de 4 a 14 aplicações (Andrade Júnior et al., 2011; Gabriel et al., 2015).

Na fase final do ciclo, ocorre um complexo de podridões de maçãs, devido ao desenvolvimento de diversos fungos sobre os frutos, impedindo a abertura dos capulhos (IMAmt, 2017). As práticas para reduzir as doenças nas lavouras incluem monitoramento frequente, uso de cultivares resistentes, rotação

de culturas, destruição da soqueira e tigueras, uso de sementes saudáveis e tratamento químico adequado de sementes e parte aérea (Chitarra; Galbieri, 2015; IMAmt, 2017).

MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO ALGODÃO

Segundo Christoffoleti e Nicolai (2015), as plantas daninhas na cultura do algodoeiro causam impactos diretos devido à competição por recursos e impactos indiretos pela redução da qualidade do produto, além de servirem de hospedeiros para patógenos e pragas. Quanto maior o tempo de presença de plantas daninhas, maiores os impactos. O período crítico de prevenção da interferência, que é o momento em que o controle é mais necessário, deve ser observado, mas manter o controle até o final do ciclo é uma prática recomendada para qualidade e rendimento.

As plantas daninhas também interferem na colheita mecanizada e na qualidade do produto devido à contaminação por suas estruturas de propagação, como corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), picão-preto (*Bidens pilosa*), carrapicho-de-carneiro (*Acanthospermum hispidum*) e capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) (Ferreira, 2017).

O manejo de plantas daninhas no algodoeiro requer várias medidas para controle eficiente e redução de impacto na produtividade, incluindo o uso de herbicidas pré-emergentes e pós-emergentes. Manter resíduo vegetal na superfície, usar variedades de algodão resistentes a herbicidas e realizar controle físico desde o início até o fechamento do dossel são essenciais para a sustentabilidade do sistema produtivo (Andrade Junior; Cavenaghi; Guimarães, 2015; Christoffoleti; Nicolai, 2015).

MONITORAMENTO DA CULTURA DO ALGODÃO: DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS

O monitoramento das plantas é crucial para identificar deficiências nutricionais, efeitos adversos de defensivos agrícolas e para ajustar a aplicação de reguladores de crescimento. Isso envolve a medição da altura, contagem de nós e avaliação dos últimos três nós em 50 plantas por talhão. Com base nesses dados e histórico de crescimento, são definidas estratégias de controle nutricional. No final do ciclo, é importante contar as maçãs para estimar a produtividade, avaliar a ocorrência de maçãs apodrecidas e as pequenas em desenvolvimento por metro linear para ajustar os períodos de irrigação. Isso é feito em pelo menos 20 metros lineares por talhão. O último monitoramento foca na contagem das maçãs fechadas do ponteiro por metro linear para determinar o momento ideal de colheita e evitar perdas desnecessárias de capulhos do terço superior da planta. A quantificação é realizada entre 50 e 150 metros lineares, dependendo da quantidade de maçãs fechadas encontradas (Beltrão, 2011).

MANEJO DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

Solos médios e argilosos são ideais para o algodoeiro por reterem umidade, mas é fundamental realizar análises e correções físicas, químicas e biológicas antes do plantio, evitando áreas compactadas, mal drenadas, ácidas ou com nematoides. O manejo deve ser adaptado às condições do terreno, com correções iniciadas pelo menos três meses antes da semeadura. A adubação, baseada em análises de solo, pode ocorrer no sulco durante o plantio e, para nitrogênio, considera a produtividade esperada e o histórico da área. A adubação de cobertura, quando necessária, pode ser única ou parcelada, entre 30 e 35 dias após a emergência e 20 a 30 dias após a primeira aplicação (Borém, 2014).

PLANEJAMENTO DA LAVOURA DE ALGODÃO

O sucesso da lavoura de algodão depende de um bom estabelecimento da cultura, começando pela escolha de áreas planas, livres de plantas daninhas e com solo bem preparado, evitando compactação, drenagem deficiente ou acidez excessiva. A análise de solo orienta a adubação, que deve ser feita em momentos estratégicos para suprir as necessidades da planta. A variedade escolhida precisa ser adaptada à região, resistente a pragas e doenças e com alto potencial produtivo. A semeadura deve ser programada conforme o clima, evitando que a colheita coincida com o período chuvoso para preservar a qualidade da fibra (Borém, 2014).

FATORES RELACIONADOS ÀS FIBRAS DE ALGODÃO

Borém (2014) destaca a importância da pureza genética no algodão para preservar suas características desejáveis, bem como a resistência a pragas, doenças e condições adversas, os programas de melhoramento têm como objetivo desenvolver cultivares produtivas, adaptadas à colheita mecânica e que produzam fibras de alta qualidade.

A cultura do algodão enfrenta diversos desafios, incluindo pragas, doenças e condições climáticas, além de fatores abióticos que impactam tanto a produtividade quanto a qualidade da fibra. Para a colheita mecanizada, é primordial um planejamento logístico eficiente e o uso de equipamentos de qualidade. No processo de beneficiamento, a eficiência de cada etapa é fundamental para garantir fibras uniformes e longas (Borém, 2014).

SISTEMAS DE COLHEITA DE ALGODÃO

A colheita do algodão é crucial para evitar perdas elevadas na fibra, sendo mecanizada em larga escala na região Centro-Oeste do Brasil devido à modernização do cultivo e à escassez de mão de obra no meio rural. Existem dois sistemas principais de colheita: o stripper e o picker (Scopel et al., 2020).

O sistema stripper é mais econômico, porém apresenta menor qualidade de fibra devido à presença de impurezas. Já o sistema picker, apesar dos custos mais elevados, oferece fibra de melhor

qualidade ao extrair seletivamente a fibra sem puxar as cascas. Ambos os sistemas têm suas vantagens e desvantagens, como custos, perdas quantitativas e qualidade da fibra (Scopel et al., 2020).

O enfardamento também é uma etapa crucial, e inovações como o enfardamento em rolos diretamente da máquina têm sido adotadas para reduzir perdas durante o transporte e agilizar o processo. O sistema de enfardamento cilíndrico utiliza cintas de borracha e filme de polietileno para proteger os fardos, garantindo a qualidade do algodão até o beneficiamento (Silva et al, 2006).

TIPOS DE PERDAS QUE OCORREM NA COLHEITA MECANIZADA DO ALGODÃO

De acordo com (Borém, 2014), as perdas na colheita do algodão podem ser divididas em quantitativas e qualitativas. As perdas quantitativas envolvem a perda direta da fibra, como a queda de algodão no chão durante a colheita ou no transporte, além dos resquícios de fibra deixados nas plantas após a colheita. Essas perdas podem resultar em prejuízos significativos para o produtor, especialmente se as colhedoras não estiverem reguladas corretamente. Por outro lado, as perdas qualitativas dizem respeito à qualidade da fibra colhida, como a presença de restos de plantas misturados à fibra ou imaturidade devido à colheita prematura e excesso de umidade. A colheita deve ser realizada no momento certo para evitar imaturidade ou perda de massa da fibra.

O sistema de colheita manual é o mais eficaz na redução de perdas, pois permite separar capulhos verdes e restos vegetais, melhorando a qualidade da fibra. No entanto, é lento, demanda muita mão de obra e tem custo elevado. Os sistemas mecanizados de colheita, como o stripper e o picker, são mais eficientes e econômicos, mas podem causar perdas maiores nas lavouras e menor qualidade da fibra. Atualmente, não existe um sistema mecanizado que atenda às demandas de baixas perdas quantitativas e qualitativas simultaneamente (Scopel et al., 2020).

BENEFICIAMENTO, SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE ALGODÃO

Na etapa de descaroçamento do algodão em rama, é essencial fazer uma limpeza rigorosa das máquinas e instalações para evitar misturas de sementes. Durante a troca para uma nova cultivar, seguir as diretrizes do MAPA, incluindo o uso de ar comprimido e aspirador industrial, além da remoção de 1 tonelada de sementes do primeiro processamento, é fundamental (Jerônimo et al., 2006).

O beneficiamento do algodão desde a colheita é crucial para a qualidade final do produto. Os produtores do semiárido necessitam de algodozeiras com tecnologia moderna para o processo de descaroçamento e beneficiamento (Silva et al., 2006). O processo começa na recepção da algodozeira com a pesagem e caracterização dos fardos. O algodão passa por limpeza, separação gravimétrica, batedores de rolos inclinados e extratores para limpeza adicional (Silva et al., 2001).

Os descaroçadores usam serras circulares para separar a fibra das sementes, sendo a umidade um fator crítico. Por fim, o algodão é prensado em fardos usando uma prensa hidráulica que consome menos energia, atendendo às demandas do mercado atual (Jerônimo et al., 2006).

DESLINTAMENTO MECÂNICO EM CONJUNTO COM O QUÍMICO

Antes do processo de deslinteramento, os técnicos da Deltapine Monsanto recomendam submeter uma pequena amostra de sementes com linter ao teste de acidez, utilizando os seguintes procedimentos de laboratório (Gabriel et al., 2015).

1) Na pequena prensa hidráulica se extrai 1 mL de óleo da amostra de sementes. Como o equipamento de extração não tem filtro, o importante é que a umidade da semente não seja superior a 12%, pois do contrário fica difícil obter o óleo;

2) O óleo obtido se mescla com 2,8 mL de solução de fenoltaleína a 1% e logo se faz a titulação com hidróxido de sódio;

3) A quantidade de gotas de hidróxido de sódio utilizado indica o grau de acidez da amostra, sendo o limite definido de 1% para deslinterar.

DESLINTAMENTO MECÂNICO

O deslinteramento químico, especialmente quando combinado com o deslinteramento mecânico, traz vantagens significativas ao reduzir o linter e eliminar a fibra das sementes (Mac Donald et al., 1947). A usina Itaquerê (Udesil) em Primavera do Leste-MT adota uma tecnologia moderna dos EUA que usa uma mistura de ácido sulfúrico diluído (6-8%), água e detergente sobre as sementes com linter, convertendo a celulose em pó fino, útil como fertilizante após neutralização.

O processo é controlado e automatizado em várias etapas, o ácido sulfúrico concentrado é diluído, misturado com sementes e levado a um reator com tambor rotativo e ar quente, resultando na hidrólise ácida da celulose e remoção do linter. O linter é coletado, neutralizado e as sementes são beneficiadas e empacotadas (Brunetta et al., 2011).

DESLINTAMENTO QUÍMICO (CONCENTRADO)

O sistema de deslinteramento utiliza ácido sulfúrico concentrado pulverizado sobre sementes de algodão em calhas de fibra de vidro, com ajuste de palhetas e um alimentador de elevador de canecas. O ácido é aplicado por bicos de pulverização em um túnel protegido, com pressurização externa por uma bomba para distribuição nos canos. Após o tratamento, as sementes passam por várias etapas, incluindo lavagem com água pressurizada e neutralização com hidróxido de sódio (Gurjão et al., 2010).

Os secadores contínuos de fluxo cruzado são preferidos devido à sua simplicidade e baixo custo na secagem das sementes com ar aquecido. É necessário neutralizar o ácido sulfúrico, um agente oxidante,

com bases fracas para evitar impactos ambientais e problemas de armazenamento. O resíduo do deslintamento é tratado com cal virgem dolomítica para facilitar a neutralização da acidez, permitindo o reuso como adubo e reduzindo impactos ambientais. O protótipo consegue processar 750 kg/h de sementes com linter após 3 minutos de exposição ao ácido, com consumo específico de ácido sulfúrico e solução neutralizante. No entanto, o pH do resíduo não neutralizado não permite seu descarte conforme a Resolução nº 357 do CONAMA (Gurjão et al., 2010).

PRÉ-LIMPEZA

Após o deslintamento e secagem, as sementes neutras passam por uma classificação por tamanho em peneiras com furos de diversos diâmetros. Essa máquina de pré-limpeza de sementes de algodão sem linter visa remover eficientemente materiais estranhos do lote. Sua eficácia em produzir sementes limpas ou padronizadas depende do desempenho do deslintamento químico anterior. Com peneiras de 60 polegadas, a capacidade nominal da máquina é de 75-100 toneladas por dia. É recomendado que todos os lotes de sementes passem pela máquina de ar e peneiras inicialmente, pois muitos podem ser totalmente limpos por ela. Além disso, a pré-classificação em diferentes tamanhos na máquina facilita uma separação mais precisa na mesa de gravidade (Vaughn et al., 1976).

SELEÇÃO DE SEMENTES EM MESA DE GRAVIDADE

O deslintamento com ácido sulfúrico é economicamente importante, pois remove completamente o linter das sementes, preparando-as para a seleção na mesa de gravidade. Isso resulta em sementes de alta qualidade, evitando custos extras com desbaste e replantio, e permitindo melhor ajuste das máquinas (Gregg, 1969; Queiroga, 1985).

A inclusão da mesa de gravidade no processo melhora a qualidade das sementes de algodão, mesmo com perda de massa de 20 a 25%. Em termos práticos, 100 kg de sementes com linter se transformam em 75 a 80 kg de sementes deslintadas de alta qualidade após a classificação na mesa de gravidade. Esses equipamentos são amplamente utilizados na indústria de sementes para remover sementes danificadas ou defeituosas, permitindo a comercialização de parte das sementes que, de outra forma, seriam descartadas por não atenderem aos padrões de qualidade exigidos (Vaughn et al., 1976).

TRATAMENTO DE SEMENTES

Depois de serem selecionadas em mesa de gravidade, as sementes podem ser armazenadas ou enviadas para centros de tratamento de sementes, permitindo que o agricultor escolha entre sementes tratadas e prontas para o plantio. O controle químico é essencial para manter a qualidade das sementes e prevenir doenças e pragas no campo. O tratamento com fungicidas e inseticidas é uma prática comum, com praticamente 100% das sementes tratadas antes do plantio. Essas práticas ajudam a conservar as sementes e proteger contra microrganismos prejudiciais, oferecendo proteção residual para as sementes

e plântulas contra ameaças do solo e armazenamento, especialmente em condições desfavoráveis à germinação e ao crescimento (Toledo, 1977).

ENVASAMENTO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

As sementes de algodão, após deslintamento e classificação, são armazenadas em sacos de papel por até oito meses, mantendo a umidade abaixo de 10%, conforme a Embrapa Algodão. Esses sacos são compostos por camadas de papel kraft protegidas por uma capa externa resistente com materiais como asfalto, polietileno ou alumínio para evitar umidade. Sementes neutralizadas com NaOH são armazenadas em big bags devido à sua resistência a furos comparada aos sacos de papel, como indicado por Queiroga (2001).

Cada embalagem deve ser rotulada adequadamente, incluindo informações como produto, produtor, lote, safra, pureza, germinação mínima, validade, peso líquido, entre outros detalhes. Um armazenamento eficaz requer limpeza prévia das instalações, organização por espécie ou variedade, inspeções periódicas para detectar problemas como umidade excessiva ou infestações, como mencionado por Villela & Menezes (2009). Carvalho & Nakagawa (2000) destacam a importância de procedimentos adequados em todas as etapas, considerando a influência da longevidade, qualidade inicial das sementes e condições ambientais na velocidade de deterioração das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAPA – (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO). A Cadeia do Algodão Brasileiro - Safra 2018/2019: Desafios e Estratégias. Brasília, p.196, 2022.
- AMAPA – (ASSOCIAÇÃO MARANHENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO). Disponível em: <https://amapa-ma.com.br/historia-do-algodao/>. Acesso em: maio de 2022.
- Andrade J., Edson R. de; Cavenaghi, A. L.; Guimarães, S. C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: Jean-Louis Belot (Ed.). Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. 2. ed. Cuiabá: Casa da Árvore, 2015. Cap. 5. p. 162-165.
- Andrade J., E. R. de; Galbieri, R.; Vilela, P. M. C. de a. Avaliação de manejo de fungicidas no controle de ramulária (*Ramularia areola*) no algodoeiro em Campo Verde-MT. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 8.; Cotton Expo, 1., 2011, São Paulo. Campina Grande, PB. [Anais] Embrapa Algodão, 2011. p.321-327.
- Araújo, A. E. de; Suassuna, N. D. Guia de Identificação e Controle das Principais Doenças do Algodoeiro no Estado de Goiás. Campina Grande: Embrapa, 2003. 40 p.
- Baker, D. N.; Landivar, J. A. Simulation of plant development in *Gossypium*. In: Hodges, H. F. (ed.). Cotton Physiology. Memphis: The Cotton Foundation, 1991, p. 245–257.

- Beltrão, N. E. M.; Oliveira, M. I. P.; Sousa Júnior, S. P.; Brito, G. G.; Cardoso, G. D. Ecofisiologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. R. *Latifolium* Hutch.). In: Beltrão, N. E. de M.; Oliveira, M. I. P. de. (Ed.). Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011, p. 322.
- Beltrão, N. E. M.; Souza, J. G. Fitologia do algodoeiro herbáceo (Sistemática, organografia e anatomia). In: Beltrão, N. E. M. (Ed.). O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. v. 1, 2016, p. 55-86.
- Borém, A.; Freire, E. C.; Algodão do Plantio a Colheita. Viçosa: UFV, 2014. 312 p.
- Brunetta, E.; Brunetta, P. S. F.; Freire, E. C. Produção de sementes de algodão. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão – ABRAPA. Algodão no cerrado do Brasil/Associação Brasileira dos Produtores de Algodão – ABRAPA; editor técnico, Eleusio Curvelo Freire. – 2. Edição revisada e ampliada – Aparecida de Goiânia: Mundial Gráfica, 2011. 102p.
- Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- Chitarra, L. G.; Galbieri, R. Controle de doenças no algodoeiro em Mato Grosso. In: JEAN-LOUIS BELOT (Ed.). Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. 2. ed. Cuiabá: Casa da Árvore, 2015. Cap. 5. p. 166-177.
- Christoffoleti, P. J.; Nicolai, M. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão em Mato Grosso. In: Jean-Louis Belot (Ed.). Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. 2. ed. Cuiabá: Casa da Árvore, 2015. Cap. 5. p. 152-161.
- Degrande, P. E.; Soria, M. F. Manejo integrado de pragas no algodoeiro em Mato Grosso. In: Jean-Louis Belot (Ed.). Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. 2. ed. Cuiabá: Casa da Árvore, 2015. Cap. 5. p. 178-203.
- Echer, F. R. O algodoeiro e os estresses abióticos: Temperatura, luz, água e nutrientes. Net, Cuiabá (MT), 2014. Instituto Mato-Grossense do Algodão – IMAmt.
- EMBRAPA - (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Embrapa Informação e Tecnologia. Benefícios do cultivo de algodão em consórcios agroecológicos, 2020. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/beneficios-do-cultivo-do-algodao-em-consorcios-agroecologicos_133609.html. Acesso em: 31 de maio de 2022.
- Ferreira, A. C. de B. Interferência de plantas daninhas na cultura do algodoeiro. Brasília: Embrapa Algodão, 2017.
- Ferreira, A. C. de B.; Lamas, F. M. Uso de Reguladores de Crescimento, Desfolhantes, Dessecantes e Maturadores na Cultura do Algodoeiro. Campina Grande: Embrapa, 2006. 8 p.
- Fowler, J. L.; Ray, L. L. Response of two cotton genotypes to five equidistant spacing patterns. Agronomy Journal, Madison, v. 69, n. 5, 1977, p. 733–738.

- Gabriel, D.; Trombetta, G.; Henrique, G.; Perecin Júnior, H.; Muniz, R.; Souza, L. C. D. Deslntamento de sementes de algodão. Revista Conexão Eletrônica, Três Lagoas, MS, v.12, n.1, 2015, p.105-113.
- Gallo, D. Pragas das grandes culturas: Algodoeiro. In: Gallo, Domingos et al. Entomologia Agrícola. 10. ed. Piracicaba: Fealq, 2002. Cap. 12. p. 397-418.
- Gérardeaux, E.; Sultan, B.; Pală, O.; Guiziou, C.; Oettli, P.; Naudin, K. Positive effect of climate change on cotton in 2050 by CO₂ enrichment and conservation agriculture in Cameroon. Agronomy for Sustainable Development, v. 33, n. 3, 2013, p. 485–495.
- Gregg, B. R. Associations among selected physical and biological of gravity graded cottonseed. State College, Mississippi State Univ., 1969, Dissertation (Doutorado). Mississippi State University, 1969.
- Guinn, G. Abscission of cotton floral buds and bolls as influenced by factors affecting photosynthesis and respiration. Crop Science, v. 14, n. 2, 1974, p. 291–293.
- Gurjão Filho, H.; Mata, E. R. M. M.; Silva, O. R. R. F. Deslntador mecânico-químico de sementes de algodão. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Anais... 2010. 5p.
- Instituto Mato-Grossense do algodão – IMAmt. Compêndio de identificação: Problemas agronômicos em algodoeiro e ferramentas de controle. Cuiabá, 2017. 304 p.
- Jerônimo, J. F.; Silva, O. R. R. F.; Almeida, F. A. De C.; Queiroga, V. De P.; Santos, J. W. dos. Propriedade física e fisiológica de sementes de algodão beneficiadas em três máquinas descaroçadoras. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, PB, v.10, 2006, p.1025-1031.
- Landivar, J. A.; Martus, S. Uso de Maturadores e Desfolhantes visando fibras de qualidade. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5., 2005, Salvador. [Anais] Embrapa, 2005. 5 p.
- MacDonald, D.; Fielding, W.L.; Ruston, D.F. Experimental methods with cotton. III. Sulphuric acid treatment of cottonseed, and its effects on germination, development and yield. Journal of Agricultural Science, London, v.37, 1947, p.291-296.
- Marur, C. J.; Ruano, O. Escala do algodão: um método para determinação de estádios de desenvolvimento do algodoeiro herbáceo. Informações Agronômicas, Piracicaba, v. 105, n. 1, mar. 2004, p.3-4.
- Miranda, E. E. de; Carvalho, C. A. de; Oshiro, O. T. (Ed.). Atribuição, ocupação e uso das terras no estado do Mato Grosso. Campinas/sp: Embrapa Monitoramento Por Satélite, 2017. 35 slides, color.
- Papa, G.; Celoto, F. J. (Ed.). Controle químico do bicudo-do algodoeiro, *Anthonomus Grandis*, Boheman (coleoptera: curculionidae). In: Jean Louis Belot (Ed.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: biologia e medidas de controle. 2. ed. Cuiabá: Imamt, 2015. Cap. 53. p. 143-155.
- Queiroga, V. P. Análise econômica dos processos de melhoria de qualidade das sementes de algodão herbáceo. Campina Grande: Embrapa/CNPA, 1985. 10p.

- Queiroga, V. P.; Beltrão, N. E. M. Produção de Sementes. In: O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.285-301. 348p.
- Reddy, V. R.; Hodges, H. F.; Mccarty, W. H.; Mckinnon, J. M. Weather and cotton growth: Present and Future. Mississippi Agr. & Forestry Exp. Sta., Mississippi State University, Starkville, MS. 1996.
- Rosolem, C. A. Ecofisiologia e manejo da cultura do algodoeiro. In: Informações agronômicas 9. 2001, Piracicaba-BA, Potafós, 2001, p. 9.
- Rosolem, C. A. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodoeiro. In: FREIRE, E. C. (Ed.). Algodão no cerrado do Brasil. Brasília: Associação Brasileira do Produtores de Algodão, 2017. p.649-688.
- Salgado, T. P. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). Planta Daninha, Viçosa, v. 20, n. 03, 09 dez. 2002, p.373-379.
- Santos, W. J. dos (Ed.). Medidas estratégicas de controle do bicudo-doalgodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843). In: JEAN LOUIS BELOT (Cuiabá - Mt). Imamt (Ed.). O bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis* BOH., 1843) nos cerrados brasileiros: Biologia e medidas de controle. 2. ed. Cuiabá: Imamt, 2015. Cap. 4. p. 143-155.
- Scopel, J. V.; Alanço, A. dos S.; Francetto, T. R. Sistemas de colheita de algodão, LASERG/UFSM, 2020.
- Silva, O. R. R. F.; Ferreira, A. C. B.; Lamas, F. M.; Fonseca, R. G.; Beltrão, N. E. M. Destruição de restos culturais, colheita e beneficiamento do algodoeiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 18p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica).
- Silva. O. R. F.; Queiroga, V. P.; Bezerra, R. C.; Santos, J. W. Influência do beneficiamento e do deslintamento na germinação e vigor da semente de algodão herbáceo. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 3. 2001, Campo Grande, MG. Anais... Campo Grande: 2001, p.923-924.
- Sousa, L. B. Diversidade fenotípica e molecular, correlações entre caracteres, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. Tese (Doutorado), pela Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil, 2009.
- Toledo, F. F.; Marcos-Filho, J. Manual das sementes: tecnologia de produção. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. 224p.
- Vaughan, C. E.; Gregg, B. R.; Delouche, J. C. Beneficiamento e manuseio de sementes. Trad. C.W. Lingerfelt; F. F. Toledo. Brasil: AGIPLAN, 1976. 195p.
- Villela, F. A.; Menezes, N. L. O potencial de armazenamento de cada semente. Seed News, Pelotas, v.8, n.4, 2009, p.22-25.
- Zancanaro, Leandro; Kappes, Claudinei. Sistemas de cultivo do algodoeiro. In: Jean-Louis Belot (Ed.). Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso. 2. ed. Cuiabá: Casa da Árvore, 2015. Cap. 3. p. 48-53.

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap3

Mario Fernando Pinel Alvarez 

Cláudia Pedro Magamba 

José Robinson Fabres de Oliveira 

Nataniele Barros Schaun 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes 

Shemene Jaber Suliman Abdullah Audeh 

INTRODUÇÃO

O gênero *Phaseolus* tem dois centros de origem primários: o primeiro, mais significativo, está localizado na América Central, principalmente nos altiplanos do México e da Guatemala, e o segundo, na Ásia Tropical. Pesquisas sobre a origem das espécies vegetais cultivadas apontam para a existência de dois grupos genéticos: o mesoamericano e o andino (Blair et al., 2007; Singh e Schwartz, 2010), com vários centros de domesticação. As cultivares do grupo genético mesoamericano são predominantes nas regiões do México, América Central e Brasil (Blair et al., 2007). A espécie *Phaseolus vulgaris* L. era cultivada em ambientes variados e diferenciados morfológicamente pelos indígenas pré-colombianos desde o Canadá até o Chile e a Argentina, com domesticação ocorrendo há mais de 8.000 anos (Athanázio, 1993; Heuze et al., 2015). Desde então, variedades com ramos e variedades anãs, todas derivadas de um tipo primitivo com eixo rastejador, são consumidas em todo o mundo por suas sementes e vagens comestíveis (Delgado-Salinas et al., 2006; Heuze et al., 2015).

O feijão também teve sua origem na Europa, resultando de mutações genéticas do feijão comum introduzido da América. Sua evolução e melhoramento ocorreram na França e nos Países Baixos, entre outros. As primeiras cultivares apropriadas para a colheita de vagens verdes foram obtidas no início do século XIX, através de cruzamentos entre feijões cultivados na Europa e material genético procedente da América Central. Posteriormente, essas cultivares foram introduzidas na América do Norte, onde cruzamentos subsequentes com feijões locais resultaram em novas cultivares com maior potencial produtivo (Beebe et al., 2001; Hancock, 2005).

IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA DO FEIJÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa de grãos com grande importância na agricultura, sendo uma das fontes mais significativas de proteína vegetal para o consumo humano em climas temperados e tropicais. Esta leguminosa é uma fonte valiosa de aminoácidos, minerais, fibras, vitaminas

e energia, tornando-se um componente essencial da dieta dos brasileiros. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão e o segundo maior consumidor (21%), com uma produção estimada em torno de 3,1 milhões de toneladas de grãos na safra 2020/2021 (CONAB, 2021). O país se destaca por sua grande produção, especialmente nos estados do Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Pernambuco, que juntos representam cerca de 90% da produção nacional (CONAB, 2020).

A região Sul é a maior produtora, responsável por 94% da produção nacional, com destaque para o Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CONAB, 2018). Economicamente, o feijão é uma fonte significativa de renda para a agricultura familiar, que responde por 60% da produção nacional (CTSBF, 2012). A importância socioeconômica do feijão é ressaltada pela quantidade de pequenos produtores e trabalhadores rurais envolvidos em sua produção, além de ser uma fonte proteica crucial na dieta dos brasileiros, especialmente nas camadas de baixa renda (CONAB, 2018).

CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA

Taxonomia do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Reino	Plantae
Divisão	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Subclasse	Rosidae
Família	Fabaceae
Subfamília	Faboideae
Gênero	Phaseolus
Nome botânico	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO FEIJÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa com uma grande variedade morfológica, incluindo hábitos de crescimento que vão do arbustivo ao trepador, diferentes tamanhos de folhas e flores, bem como vagens e sementes de variados tamanhos e cores (Singh et al., 1991; Blair et al., 2007). Possui um sistema radicular complexo, com raízes primárias, secundárias e terciárias, além de raízes noduladas que fixam nitrogênio atmosférico através de bactérias do gênero *Rhizobium* (Graham et al., 2003).

As cultivares do feijão podem ser classificadas em quatro tipos de hábitos de crescimento: arbustivo (I), arbustivo indeterminado (II), semi-trepadeira (III) e trepador intenso (IV), com algumas variedades podendo atingir mais de 2,0 metros de altura (Filgueira, 2008).

O feijoeiro possui folhas primárias simples e folhas compostas trifolioladas, com diferentes cores e níveis de pilosidade que podem variar com a variedade, posição na planta e condições ambientais. As flores são completas e se agrupam em racemos nas axilas das folhas, podendo ter cores variadas como branco, róseo ou violeta (Debouck; Hidalgo, 1984).

A planta produz vagens que contêm sementes ricas em proteínas, variando em forma e cor de acordo com a variedade. As vagens amadurecem de forma uniforme e têm um ciclo de vida entre 60 e 90 dias, dependendo do genótipo (Portes, 1988). As sementes são exalbuminosas, concentrando as reservas nutricionais nos cotilédones, e podem ter formas variadas, como reniformes, ovóides, alongadas ou quase esféricas, com cores que vão do verde ao preto, branco, pardo, vermelho e violeta (Asfaw et al., 2009).

ETAPAS FENOLÓGICAS

O feijoeiro passa por diversas fases de desenvolvimento desde o plantio até a colheita, que podem ser divididas em duas principais: a fase vegetativa e a fase reprodutiva. A velocidade de transição entre os estágios varia de acordo com a temperatura e o genótipo, e cada fase influencia a resposta da planta a fatores ambientais como doenças, seca, adubação e desfolha. Durante a fase vegetativa, que vai da germinação à formação dos primeiros botões florais, são identificadas cinco fases (Meza et al., 2015):

1. Germinação (V0): começa com a absorção de água pela semente e termina com o crescimento do hipocótilo, quando os cotilédones emergem.
2. Emergência (V1): ocorre quando os cotilédones aparecem ao nível do solo em 50% da população esperada.
3. Folhas primárias (V2): ocorre após a emergência, com o rápido desenvolvimento de caule, ramos e folhas trifolioladas.
4. Primeira folha trifoliolada (V3): se inicia quando a primeira folha trifoliolada se desdobra completamente.
5. Terceira folha trifoliolada (V4): começa com o desdobramento da terceira folha trifoliolada em 50% das plantas.

A fase reprodutiva começa com o aparecimento dos botões florais e vai até a maturidade fisiológica da semente. É composta por cinco estágios:

1. Pré-floração (R5): inicia-se com a aparição do primeiro botão ou cacho de flores em 50% das plantas.
2. Floração (R6): começa quando a primeira flor aberta é observada em 50% das plantas.

3. Formação de vagens (R7): ocorre quando a primeira vagem com corola pendente ou destacada aparece em 50% das plantas.

4. Echimento de vagens (R8): marca o início do enchimento da primeira vagem, com crescimento ativo das sementes.

5. Maturidade fisiológica (R9): é a fase final, em que as vagens descolorem e secam em 50% das plantas, tornando-as prontas para a colheita.

Estas fases determinam a resposta da planta a práticas agrícolas e condicionam o sucesso do cultivo.

CULTIVARES

O uso de cultivares melhoradas é uma estratégia essencial para aumentar a produtividade e reduzir custos de produção, levando em conta fatores como alto potencial de produção, adaptabilidade a condições de cultivo e resistência a doenças (Carneiro, 2002). A seleção de cultivares também considera o hábito de crescimento e o porte da planta.

No Brasil, o feijoeiro comum possui alta variabilidade genética e é classificado em três grupos: carioca, preto e cores (branco, vermelho, roxo, entre outros). O grupo carioca é o mais produzido, seguido pelo grupo preto, com distribuição uniforme nas três safras (INCAPER, 2009).

Dada a importância econômica do feijoeiro e sua variabilidade genética, instituições investem em melhoramento genético para desenvolver cultivares com alta produtividade, adaptabilidade a diferentes condições climáticas e tolerância a pragas e doenças. O melhoramento genético aprimora a eficiência da produção, tornando a agricultura mais sustentável e lucrativa, beneficiando produtores e consumidores e promovendo a segurança alimentar. Instituições de pesquisa colaboram com agricultores para identificar características desejadas em cultivares, assegurando que os avanços atendam às necessidades do campo (Ochoa, 2012).

ÉPOCAS DE CULTIVO DO FEIJOEIRO

O feijoeiro pode ser cultivado em diferentes tipos de solos, climas e sistemas de produção, devido à vasta extensão territorial do Brasil e suas diversas condições edafoclimáticas (Andrade et al., 2006). A cultura é normalmente realizada em três períodos do ano: época das águas (safra), época da seca (safrinha) e época de inverno (entressafra).

Nas épocas das águas e seca, o feijão é geralmente cultivado em sistema de sequeiro, enquanto na safra de inverno é irrigado, resultando nas maiores produtividades devido ao uso de alta tecnologia (Heinemann et al., 2007). A primeira safra ocorre de agosto a dezembro, especialmente nas regiões Sul, Sudeste, Goiás, Piauí e Bahia; a segunda safra ocorre de janeiro a abril, concentrada nas regiões Nordeste,

Sul, Sudeste, Mato Grosso, Rondônia e Goiás; e a terceira safra ocorre entre abril e agosto, principalmente em Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Bahia, Pará, Pernambuco e Alagoas (Salgado et al., 2012).

A diversidade ambiental brasileira permite a produção de feijão durante todo o ano, em grande parte por pequenos produtores (Moreira et al., 2003).

ASPECTOS CLIMÁTICOS DO CULTIVO DO FEIJOEIRO

A produtividade do feijoeiro depende de diversos fatores, incluindo a qualidade das sementes, variedade, clima e aspectos físicoquímicos do solo (Rezende et al., 2004). Elementos climáticos como temperatura do ar, radiação solar e disponibilidade hídrica são cruciais para o crescimento e desenvolvimento do feijoeiro, influenciando sua produtividade.

A cultura é sensível a temperaturas extremas; acima de 35°C, há abscisão dos órgãos reprodutivos, enquanto abaixo de 12°C, ocorre uma redução significativa na formação de vagens. A temperatura ideal para o cultivo do feijoeiro varia entre 18 a 24°C durante o dia e de 15 a 21°C à noite. O estresse por calor excessivo ou hídrico durante o estágio vegetativo aumenta a fotorrespiração, reduzindo a taxa de crescimento e os componentes de rendimento (Barbosa; Gonzaga, 2012).

A radiação solar afeta a taxa fotossintética das plantas, com um impacto direto no acúmulo de biomassa (Sentelhas; Monteiro, 2009). O feijoeiro, sendo uma espécie de dias curtos, sofre atrasos na floração e maturidade com dias longos. Radiação solar ideal para a cultura situa-se entre 150-250 W/m², e baixas condições de radiação reduzem o índice de área foliar, afetando o metabolismo fisiológico (Barbosa; Gonzaga, 2012).

O vento pode impactar negativamente a taxa de abscisão de flores entre as fases de desenvolvimento R1 e R3, especialmente com velocidades entre 2 e 12 m/s (Heinemann et al., 2007). Velocidades superiores a 12,5 m/s podem interromper completamente o desenvolvimento das flores, reduzindo o número de vagens em até 35%. A disponibilidade de água é essencial para o feijoeiro, desempenhando papel na fotossíntese, estrutura, transporte e regulação de temperatura (Ríos, 2003).

O feijoeiro necessita de 300 a 400 mm de chuva e pode se adaptar entre 200 a 1.500 metros acima do nível do mar. A falta de água durante as fases de floração, formação e enchimento de vagens pode comprometer seriamente a produtividade, assim como o excesso de umidade, que pode favorecer o ataque de doenças. O maior consumo de água ocorre durante as fases de floração e formação de vagens (Ríos; Quirós, 2002).

PREPARAÇÃO DO TERRENO

O rendimento de grãos em diferentes manejos do solo depende da qualidade do manejo. O Preparo de solo ideal proporciona condições adequadas para o desenvolvimento vegetal, desde a germinação das sementes até a penetração das raízes. O feijoeiro é exigente quanto às condições físicas e

químicas do solo, por isso é importante escolher a área de cultivo com cuidado. A profundidade de preparo do solo deve ser suficiente para uma boa taxa de germinação, normalmente cerca de 20 a 30% da profundidade da semente, com profundidade descompactada de 25 a 30 cm para permitir a localização de 70 a 80% das raízes (Rosolem, 1987).

O feijoeiro se adapta melhor a solos de textura média e pH entre 5,6 e 6,8. Em solos ácidos, a calagem é necessária para elevar a saturação por bases e atingir um pH de 6,5. A calagem também fornece cálcio, um nutriente essencial para a cultura. A cultura pode ser cultivada em solos de várzea ou terras altas, desde que tenham boa drenagem e arejamento. Terrenos com solos que permitem o crescimento de raízes de pelo menos 50 cm são ideais para o cultivo do feijoeiro, pois garantem o suprimento de água e nutrientes necessários para seu desenvolvimento (Filgueira, 2008).

Solos profundos, férteis e com pelo menos 1,5% de matéria orgânica na camada superficial são recomendados, preferindo-se texturas leves com não mais de 40% de argila. Em solos profundos e endurecidos, arar com arado de cinzel ou subsolador a 35-45 cm melhora a aeração e a drenagem interna. Solos pesados devem ser evitados devido ao risco de encharcamento (Filgueira, 2008).

O feijoeiro exige muitos nutrientes devido ao sistema radicular superficial e ciclo curto de 70 a 100 dias. Portanto, os nutrientes devem estar disponíveis nos estágios de maior demanda da planta (Rosolem, 1987).

Os sistemas de cultivo mínimo e plantio direto, com pouca ou nenhuma mobilização do solo, proporcionam melhor desenvolvimento das plantas comparados com o sistema convencional (Souza e Santos, 2008). Plantio direto bem manejado, com cobertura do solo, reduz a mobilização, mantém a temperatura constante, aumenta o armazenamento de água e a eficiência dos fertilizantes (CTBSF, 2012).

Os estudos mostram diferentes resultados sobre a produtividade do feijoeiro entre plantio direto e preparo convencional do solo. Enquanto alguns estudos não encontraram diferenças significativas, outros observaram maior produtividade em plantio direto ou convencional dependendo das condições climáticas.

Em resumo, o feijoeiro exige solos férteis, arenosos ou areno-argilosos, com bom teor de matéria orgânica e pH em torno de 6,0. A germinação das sementes requer uma temperatura mínima de 12°C, com uma temperatura ótima de 22-30°C (Wortmann, 2006).

QUALIDADE DA SEMENTE

O uso de sementes de qualidade é crucial no cultivo do feijão, pois aumenta a chance de uma colheita vigorosa e uniforme, além de facilitar o manejo adequado da cultura. Recomenda-se usar sementes certificadas ou de lotes com baixa incidência de doenças e bom controle fitossanitário. É importante manter a pureza dos lotes de sementes e renovar a semente básica a cada 2-3 anos (Diniz, 2006).

Se a qualidade das sementes for incerta ou elas estiverem armazenadas por muito tempo, um teste de germinação deve ser realizado 2-3 semanas antes do plantio para determinar a quantidade necessária para a densidade populacional desejada. Antes do plantio, as sementes devem ser tratadas com fungicida para prevenir doenças transmitidas por sementes, como antracnose, bacteriose comum, mancha angular e praga da teia. Além disso, se houver histórico de danos significativos causados por pragas do solo, especialmente lagartas, as sementes devem ser tratadas com inseticida antes do plantio (Diniz, 2006).

ESPAÇAMENTO E DENSIDADE DE PLANTIO

O espaçamento de plantio de feijão varia conforme a cultivar e a época de plantio. Segundo Álvarez et al. (2014), a estrutura de plantio está ligada ao hábito de crescimento da planta. Para hábitos de crescimento prostrado indeterminado (Tipo III) e arbustivo indeterminado (Tipo II), recomenda-se um espaçamento de 45 a 70 cm entre linhas e de 5,7 a 7,1 cm entre plantas, com densidade de 200.000 a 250.000 plantas por hectare. Para cultivares com hábito de crescimento determinado (Tipo I), o espaçamento deve ser de fileiras duplas de 30 + 60 cm entre linhas e 7,3 cm entre plantas, totalizando 300.000 plantas por hectare, conforme CENTA (2008). O feijão também pode ser plantado junto com culturas que não competem por luz, incluindo culturas perenes em seus primeiros anos de plantio (Diniz, 2006).

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Algumas variedades de feijão enfrentam maior competição com ervas daninhas, pois estas podem crescer mais rapidamente do que a cultura, tornando importante o controle das ervas, especialmente no início do ciclo (Liebenberg, 2009; Wortmann, 2006). A população de plantas daninhas pode ser controlada por meio de práticas de cultivo em tempo hábil e pelo uso de densidades de plantio adequadas. É essencial manter a cultura livre de ervas daninhas durante a primeira metade de seu ciclo biológico, quando a competição por nutrientes e luz é mais intensa.

Se o controle das ervas daninhas não puder ser realizado em tempo hábil devido à umidade excessiva do solo, recomenda-se o uso de herbicidas pós-emergentes (Liebenberg, 2009; Wortmann, 2006). O feijão deve ser mantido livre de plantas daninhas nos primeiros 40 dias após o plantio para evitar perdas de produtividade, com uma limpeza 20 dias após a germinação e remoção das ervas nas fileiras. A aplicação de herbicidas pós-emergentes deve ocorrer no momento ideal de desenvolvimento das plantas daninhas, quando têm cerca de quatro folhas, considerando o estágio de desenvolvimento do cultivo (V3 e V4). Nas aplicações pré-plantio, as condições do solo devem ser consideradas, assim como a calibração e manutenção do equipamento de aplicação (Álvarez et al., 2014).

DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A água é essencial para o cultivo de feijão, sendo a disponibilidade no solo crucial para o desenvolvimento da planta entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente. O feijoeiro se desenvolve melhor com a umidade do solo próxima à capacidade de campo, com suprimento de água resultante da interação entre solo, planta e atmosfera. A umidade do solo afeta a relação entre a resistência do solo à penetração e o crescimento da raiz (Rosolem et al., 2009).

O solo deve ser mantido a 80% da capacidade de campo, especialmente durante as fases críticas de germinação, floração, formação e enchimento de leguminosas (Álvarez et al., 2014). Durante seu ciclo, o feijoeiro geralmente requer de 250 a 400 mm de água distribuída ao longo de seu ciclo, com consumo máximo durante o enchimento das vagens, podendo chegar a 8 mm por dia.

O feijão é particularmente sensível à seca durante a floração, resultando em aborto floral. O estresse hídrico nos estágios pré e plena-floração provoca a queda das flores devido à produção de ácido abscísico e etileno. A disponibilidade de água é determinante para a produção agrícola, sendo o déficit hídrico um dos principais fatores limitantes da produtividade (Rezende et al., 2004).

O excesso ou falta de água em diferentes estágios fenológicos do feijoeiro reduz a produtividade. O déficit hídrico pode causar apodrecimento das sementes, redução do tamanho das plantas e área foliar, e abortamento de flores (Oliveira et al., 2018). Além disso, a escassez de água durante a floração e enchimento de vagens afeta a fixação de nitrogênio (Calvache; Reichardt, 1995). Por outro lado, o excesso de chuva pode atrasar a colheita, aumentando o risco de brotação e manchas nos grãos (Martínez et al., 2007).

NUTRIÇÃO

As condições físicas e químicas dos solos para o cultivo de feijão variam amplamente e podem impactar o crescimento e desenvolvimento da cultura. A absorção de nutrientes depende de vários fatores, como densidade populacional e características do solo, e a adubação deve ser ajustada conforme análise de solo, levando em conta as necessidades nutricionais da cultura e a produtividade esperada (Bernardes et al., 2014).

O feijão absorve principalmente nitrogênio, especialmente entre 35 e 50 dias após a emergência, que pode vir do solo, fertilizantes ou fixação biológica ((CTBSF, 2012). Para alcançar uma produtividade de 1.500 kg/ha de grãos, são necessários 101 kg/ha de nitrogênio (Malavolta; Lima Filho, 1997; Peres, 2014). Em níveis mais altos de rendimento, podem ser extraídos até 100-150 kg/ha de nitrogênio.

Os nutrientes fósforo e potássio são extraídos em quantidades menores pelo feijão. A fertilização com esses nutrientes é realizada durante a semeadura, utilizando fertilizantes formulados. As recomendações variam de 60 a 120 kg/ha de P_2O_5 e 30 a 90 kg/ha de K_2O , dependendo do teor de argila e CTC do solo (CTBSF, 2012).

O adubo básico contendo NPK deve ser aplicado durante a semeadura, a 5 cm da lateral e abaixo da semente. A uréia é usada para complementar o nitrogênio e deve ser aplicada antes do estágio V4, próximo às fileiras de plantas. Adubação foliar também pode ser realizada uma semana após a segunda aplicação de uréia, com uma segunda aplicação antes da floração. Para uma adubação eficaz e aumento na produtividade, é essencial manter a umidade adequada no solo, bem como um eficiente controle de ervas daninhas, insetos e doenças durante o ciclo da cultura (CTBSF, 2012).

FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO

Os feijões podem fixar nitrogênio atmosférico por meio de sua associação com bactérias do gênero *Rhizobium* (Graham et al., 2003). Essas bactérias formam nódulos nas raízes, onde fixam nitrogênio do ar, contribuindo para atender parcialmente às necessidades da planta. Recomenda-se a inoculação de sementes ou solo com inoculantes de cepas eficazes reconhecidas por laboratórios especializados, uma prática econômica para fornecer nitrogênio às plantas de feijão e que pode eliminar a necessidade de uma segunda fertilização com uréia.

Os solos da América Latina frequentemente contêm cepas nativas de *Rhizobium*, muitas das quais formam nódulos ineficazes que não fixam nitrogênio suficiente. Assim, é importante introduzir cepas eficazes junto com a semente. Ao inocular sementes para semeadura, recomenda-se observar o prazo de validade do inoculante e armazená-lo em locais frescos ou refrigerados, evitando altas temperaturas e exposição ao sol (Oliveira et al., 2018).

PRAGAS E DOENÇAS

Um fator crucial para o sucesso produtivo é a utilização de sementes de qualidade, determinada por atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários (Gadaga, 2017; Pereira, 2017). As pragas mais comuns que atacam o feijão incluem a mosca branca (*Bemisia* spp), a cigarrinha (*Empoasca* spp), o ácaro branco (*Polyphago tarsonemus latus*), o ácaro vermelho (*Tetranychus tumidus*), e crisomelídeos (*Cerotoma facialis* e *Diabrotica balteata*). Entre as principais doenças, destacam-se a ferrugem do feijoeiro (*Uromyces phaseoli*), antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), bacteriose comum (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), e mancha angular (*Isariopsis griseola*). As doenças virais, como o Mosaico Dourado do Feijão Comum (BGMC), podem ser devastadoras e são transmitidas pela mosca-branca.

A presença de pragas e doenças pode estar relacionada a fatores como deficiência nutricional, eliminação de inimigos naturais, ausência de biodiversidade e falta de rotação de culturas (Araujo, 2008). O uso frequente de inseticidas pode reduzir a população de organismos benéficos, causando dependência de produtos químicos e resistência das pragas (Quintela, 2009). pragas e doenças podem agir de forma sinérgica para causar perdas significativas ou totais de rendimento, especialmente em cenários de baixo investimento em países em desenvolvimento (Graham et al., 2003; Singh e Schwartz, 2010).

O feijão é suscetível a uma variedade de pragas e doenças em todo o mundo, incluindo pulgões, besouros, lagartas, cigarrinhas, moscas-brancas, ácaros e tripes (Quintela, 2009). Labinas (2002) destaca que a maioria dos problemas fitossanitários é causada por insetos, com mais de 15 espécies de importância econômica, como a mosca branca, a cigarrinha-verde e a vaquinha.

Para controlar a maioria das doenças, é recomendada uma abordagem integrada que inclui práticas culturais adequadas, controle químico e uso de cultivares resistentes (Martins, 2013).

COLHEITA E ARMAZENAMENTO

A colheita do feijão varia conforme a área a ser colhida e a tecnologia disponível para a debulha, podendo ser realizada manualmente por pequenos produtores ou de forma mecanizada em produções comerciais (Liebenberg, 2009). A maturidade das sementes depende do cultivar e das condições ambientais (Singh et al., 1991), e o momento ideal para cortar as plantas é quando o grão tem entre 15% e 17% de umidade. A qualidade dos grãos é otimizada quando colhidos até 10 dias após a maturidade fisiológica e debulhados em até 15 dias (Álvarez et al., 2014).

O feijão deve ser armazenado com teor de umidade entre 12% e 14% para manter sua qualidade, preferencialmente em condições frescas. A qualidade do produto final também é influenciada pelo percentual de umidade, limpeza, homogeneidade e embalagem apropriada. Em algumas regiões, as sementes são classificadas por variedade, enquanto em outras são misturadas de acordo com requisitos de cozimento semelhantes (Wortmann, 2006).

Após a colheita e limpeza, o feijão é armazenado em sacos ou silos, com umidade reduzida a 12%-13% para preservar a qualidade. Em pequenas propriedades, os sacos são guardados em locais secos, sobre paletes de madeira para garantir aeração. Os grandes produtores utilizam silos ou celeiros com maior capacidade.

Os tratamentos para evitar danos causados por insetos incluem o uso de cinzas, cal, pimenta moída e fumigantes à base de fosfina. Estes últimos são usados em silos metálicos e celeiros, sendo necessários cuidados especiais devido à toxicidade (Pejuán et al., 2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, F. A.; Benítez, G. R.; Rodríguez, A. E.; Grande, M. O.; Torres, M. M.; Pérez, R. P. Guia técnico para a produção de feijão e milho, 2014.
- Andrade, M. J.B. de; Carvalho A. J. de; Vieira, N. M. B. Exigências edafoclimáticas. In: Vieira C; Paula Júnior, T. J, de; Borém, A. (Eds.) Feijão. 2. ed. Viçosa, UFV. 2006, p.67-86.
- Araújo, J. C. Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para o sistema orgânico de produção. 2008. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

- Asfaw, A.; Blair, M.; Almekinders, C. Genetic diversity and population structure of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from the East African highlands. *Theoretical and Applied Genetics*, 120, 2009, p. 1-12.
- Athanazio, J. C. Adubacao de feijao-vagem. In: Simposio sobre nutricao e adubacao de hortalias, 1990, Jaboticabal. Anais... Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 213-218
- Barbosa, F. R.; Gonzaga, A. C. O. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, Documentos, 2012. 247p.
- Beebe, S.; Rengifo, J.; Gaitán, E.; Duque, M. C.; Tohme, J. Diversity and origin of Andean landraces of common bean. *Crop Science*, 41, 2001. p. 854-862.
- Bernardes, T. G. Resposta do feijoeiro de outono-inverno a fontes e doses de nitrogênio em cobertura. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 2, Mar./Apr. 2014. p. 458-468.
- Blair, M. W.; Pantoja, W. D.; Hidalgo, R. Diversidad de faseolina en frijol común cultivado del Caribe. *Acta Agronomía*, 56(4), 2007. p. 171- 176.
- Carneiro, J. E. S. Alternativas para obtenção e escolha de populações segregantes do feijoeiro. 2002. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002
- Calvache, M.; Reichardt, K.; Silva, J.C.; Portezan, O. Adubação nitrogenada no feijão sob estresse de água. In: Congresso Brasileiro da Ciência do Solo, 25., Viçosa, 1995. Resumos Expandidos. Viçosa: SBCS, 1995. p. 649-651.
- CONAB. (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). 9º. Levantamento da safra brasileira de grãos 2020/2021. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2021/9o-levantamento-de-safras_mai-2021.pdf Acesso em: Jun. 2022.
- CONAB. (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Produção de grãos-feijão, milho e soja 2020. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html> Acesso em: Jun. 2022.
- CTSBF. (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO). Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira. 2. ed. EPAGRI: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Florianópolis, 2012. p. 1-157. Disponível em: http://docente.ifsc.edu.br/roberto.komatsu/MaterialDidatico/Agroecologia_4%C2%B0M%C3%B3duloGr%C3%A3os/Feijao/informacoes_tecnicas_cultivo_feijao.pdf Acesso em: Jun. 2022.
- Debouck, D. G.; Hidalgo, R. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 1984.
- Delgado-Salinas, A.; Bibler, R., Matt, J. Phylogeny of the genus *Phaseolus* (Leguminosae): A recent diversification in an Ancient Lyscape. *Systematic Botany*, 31(4): 2006, p. 779 – 791.

- Diniz, B. L. M. T. Cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro de Ciências Agrárias – Fitotecnia, Fortaleza. 2006.
- Filgueira, F. A. R. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Novo manual de olericultura. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421p.
- Gadaga, S. J. C.; Abreu, M. S. D.; Resende, M. L. V. D.; Ribeiro Júnior, P. M. Fosfitos para o controle da antracnose em feijoeiro comum. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 52(1), 2017. p. 36-44.
- Graham, P. H.; Rosas, J. C.; De Jensen, C. E.; Peralta, E.; Tlustý, B.; ACosta-Gallegos, J.; Pereira, P.A.A. Addressing edaphic constraints to bean production: the Bean/Cowpea CRSP project in perspective. Field Crops Research, v.82, 2003. p. 179-192.
- Hancock, J. F. Contributions of domesticated plant studies to our understanding of plant evolution. Annals of Botany, v.96 (6), 2005. p. 953-963.
- Heinemann, A. B.; Stone, L. F.; Silva, S. C. Feijão. In: Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, cap. 11. 2007.
- Heuzé, V.; Tran, G.; Boval, M. Rice bean (*Vigna umbellata*). In: Feedipedia: animal feed resources information system. INRA, CIRAD, AFZ, FAO. Disponível em: <http://feedipedia.org/node/234> Acesso em: Jun. 2022.
- INCAPER (Instituto Capixaba De Pesquisa, Assistência Técnica E Extensão Rural). Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2009. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/975/1/Livreto-Feijao-AINFO.pdf> Acesso em: Jun. 2022.
- Labinas, A. M.. Controle de pragas na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e avaliação econômica. 2002. 141 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- Liebenberg, A. J. Dry bean production. Department: Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of South Africa. 2009.
- Malavolta, E.; LimA Filho, O.F. Nutrição e adubação do feijoeiro. In: Fancelli, A. L.; Dourado Neto, D. (Eds.). Tecnologia da produção de feijão irrigado Piracicaba: ESALQ, 1997. p. 22-51
- Martins, Camila Aparecida da Silva, Crescimento e produção do feijoeiro comum cultivado sob déficit hídrico. 2013. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- Martínez, J. P.; Silva, H.; Ledent, J. F.; Pinto, M. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). European Journal of Agronomy, v.26, 2007. p. 30-38.
- Medeiros, G.A; Arruda, F.B.; Sakai, E.; Fujiwara,M; Boni, N.R. Crescimento vegetativo e coeficiente de cultura do. 2000.

- Meza, E.; Lépiz, R.; López, J.; Morales, M. Caracterización morfológica y fenológica de especies silvestres de frijol (*Phaseolus*). Fitotecnia Mexicana. Vol. 38. 2015.
- Moreira, J. A. A.; Stone, L. F.; Biava, M. Embrapa informações tecnológicas. Brasília, DF, 2003.
- Ochoa, E. Evaluar las características agronómicas de 120 cultivares de la colección de germoplasma de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). 2012.
- Oliveira, D. P.; Soares, B. L.; Martins, F. A. D.; Franceschini, L. A.; Cardillo, B. E. S.; Rufini, M.; Morais, A. R.; Moreira, F. M. S.; Andrade, M. J. B. Viability of liquid medium-inoculation of *Rhizobium etli* in planting furrows with common bean. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.53, n.3, 2018. p. 395-398.
- Pereira, H. S et al. Efeitos da interação genética, ambiental e genótipo x ambiente na produtividade e qualidade comercial do feijoeiro. Semina: Ciências Agrárias, v. 38, n. 3, 2017. p. 1241-1250.
- Peres, A. R. Co-inoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* em feijoeiro cultivado sob duas lâminas de irrigação: produção e 31 qualidades fisiológica de sementes. 2014. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Engenharia - Unesp, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.
- Portes, T. A. Ecofisiologia. In: Zimmermann, M. J. O.; Rocha, M.; Yamada T. (Ed.). Cultura do feijoeiro: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988.
- Quintela, E. D. Manejo Integrado de Pragas Do Feijoeiro. In: Kluthcouski, J., L. F. Stone and H. Aidar (eds.), Fundamentos Para Uma Agricultura Sustentável, Com Ênfase Na Cultura Do Feijoeiro, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2009. p. 289-308.
- Rezende, R.; Freitas, P. S. L.; Mantovani, E. C.; Frizzzone, J. A. Função de produção da cultura do milho e do feijão para diferentes lâminas e uniformidade de aplicação de água. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v.26, n.4, 2004. p. 503-511.
- Ríos M. J.; Quirós D. J. Cultivo do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). 2002.
- Rosolem, C. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potassa e do Fosfato, 1987. 93p. (POTAFOS. Boletim Técnico, 8).
- Salgado, F. H. M.; Silva, J.; Oliveira, T. C.; Barros, H. B.; Passos, N. G.; Fidelis, R. R. Eficiência de genótipos de feijoeiro em resposta à adubação nitrogenada. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 42, n. 4, 2012. p. 368-374.
- Sentelhas, P. C.; Monteiro, J. E. B de. A. Agrometeorologia dos Cultivos - O Fator Meteorológico na Produção Agrícola. INMET, 2009.
- Singh, S. P., Schwartz, F. H. Breeding common bean resistance to diseases: A review. Crop. Science, 50, 2010. p. 2199-2222.
- Singh, S. P. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Economic Botany, Vol. 45, No. 3, 1991. p. 379-396.

A cultura do Sorgo Granífero Sorgo (*Sorghum bicolor* L.)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap4

Ariele Paula Nadal 

José Robinson Fabres de Oliveira 

Andréia da Silva Almeida 

Francine Bonemann Madruga 

Mateus Schneider Bruinsma 

Jonatas Munari Silveira 

INTRODUÇÃO

O sorgo, com origem no nordeste da África, é uma planta da família Poaceae com nome científico *Sorghum bicolor* L. Moench, tem se destacado por sua adaptabilidade às condições de clima quente e seco, com produção expressiva em regiões semiáridas. Nos países asiáticos e africanos, o sorgo é usado como alimento humano, enquanto nas Américas, é mais comumente empregado para alimentação animal, em rações e silagem (Coelho, 2010).

No Brasil, o sorgo é mais cultivado em áreas do Cerrado, com condições climáticas mais favoráveis. É o quinto cereal mais cultivado globalmente, com cerca de 40 milhões de hectares. Os sorgos são divididos em cinco grupos: Granífero, Sacarino, Forrageiro para silagem, Forrageiro para biomassa e Vassoura. Entre esses, o sorgo granífero é o mais significativo economicamente (Mocellin, 2021).

Os grãos de sorgo são utilizados para diversos produtos alimentícios em países asiáticos e africanos. Desde os anos 1960 e 1970, houve avanços significativos no agronegócio do sorgo, com a introdução de sementes melhoradas. No Brasil, nas décadas de 1980 e 1990, pesquisas mostraram que farinhas mistas de trigo e sorgo podem ser usadas na panificação com mínimas alterações na qualidade (Mocellin, 2021; Moench, 2011).

O sorgo é uma alternativa viável para a alimentação humana devido a quatro fatores essenciais, como, não contém glúten, tornando-o seguro para celíacos; tem qualidade nutricional semelhante ao milho, mas com sabor neutro, o que é vantajoso para a indústria alimentícia; tem um custo de produção menor e possui uma variedade de compostos bioativos com alta capacidade antioxidante, benéficos para a saúde (Correia, 2010; Moench, 2011; Queiroz et al., 2009).

No Brasil, a produção de sorgo é voltada principalmente para a alimentação animal, mas seu potencial nutricional e a ausência de glúten o tornam uma opção interessante para alimentos humanos. Na culinária brasileira, é usado em farinhas, associado a farinha de trigo, sem alterar o sabor e a textura dos produtos. Na região Nordeste, é utilizado em receitas como bolos, biscoitos, pães, pudins, sorvetes,

cuscut, angu, pamonha, empada e pastéis. Quando aquecido em panela fechada, pode ser estourado como pipoca (IPA, 2022).

MORFOLOGIA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

O sorgo é uma planta da família Poaceae com um colmo ereto, raízes seminais e adventícias que auxiliam na sustentação e folhas alternadas com bainha e lâmina foliar. A planta possui de 7 a 30 folhas, comumente de 7 a 14 em genótipos adaptados de sorgo granífero. O sorgo é uma forrageira com mecanismo fotossintético C₄, que oferece vantagem para a planta. Sua inflorescência é uma panícula, que pode ser compactada ou aberta, composta por ramificações e espiguetas (Da Silva et al., 2021).

A caracterização floral ocorre entre 30 e 40 dias após a germinação, com o emborrachamento surgindo 10 dias depois. O florescimento inicia nas espiguetas sésseis do ápice para a base da panícula em cerca de quatro a seis dias. O sorgo passa por três estágios de evolução: desde a germinação até a diferenciação da panícula (estágio 1), da panícula até o florescimento (estágio 2), e da floração até a maturação fisiológica dos grãos (estágio 3) (Da Silva et al., 2021).

O sorgo é uma planta resistente à seca devido ao seu sistema radicular extenso e fibroso, que pode atingir 1,5 m de profundidade. Além disso, apresenta um ritmo de transpiração eficiente e perfil foliar xerófilo que minimiza a perda de água (Da Silva et al., 2021).

No Brasil, o sorgo se adapta bem, podendo ser cultivado em diferentes regiões. No Sul e na região Central, a semeadura ocorre no verão, enquanto no Nordeste, as semeaduras vão de inverno a verão, aproveitando as condições de semiárido, precipitações inferiores a 600 mm anuais e elevada temperatura. O sorgo é, portanto, uma planta versátil com grande potencial em diferentes regiões do país (Coelho, 2010, EMBRAPA, 2022).

ECOFISIOLOGIA

O sorgo é uma cultura altamente adaptável e pode prosperar em uma ampla variedade de ambientes, inclusive em condições desfavoráveis para a maioria dos outros cereais. Sua resistência à seca o torna um cultivo ideal para regiões áridas com chuvas escassas. Com densidade populacional de 30 a 60 plantas/m² (300 mil a 600 mil plantas/ha), o sorgo pode produzir de 1.500 a 12.000 sementes por panícula, com peso de sementes entre 25 e 35 mg (Magalhães et al., 2010).

Sendo uma planta autógama, o sorgo tem baixa taxa de fecundação cruzada. Sua eficiência é reforçada por seu metabolismo C₄, sua resposta ao fotoperíodo de dia curto e suas altas taxas fotossintéticas. O sorgo se desenvolve melhor em temperaturas superiores a 21°C e é capaz de tolerar tanto déficit de água quanto excesso de umidade no solo, mais do que a maioria dos outros cultivos (Magalhães et al., 2010).

Os híbridos de sorgo granífero têm desenvolvimento rápido, com formação acelerada de folhas e sistema radicular em comparação com linhagens ou variedades forrageiras, que costumam crescer mais lentamente (De Menezes, 2015; Magalhães et al., 2010).

A produção de sorgo depende de um equilíbrio entre fotossíntese, divisão de fotoassimilados e divisão e expansão celular, visando um bom rendimento da cultura. O rendimento final é determinado tanto pela duração do período de enchimento dos grãos quanto pela taxa diária de acumulação de matéria seca (Magalhães et al., 2019).

ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DE DESENVOLVIMENTO DO SORGO

O conhecimento do padrão de acúmulo de matéria seca e nutrientes ao longo do ciclo do sorgo é crucial para implementar práticas de manejo adequadas. Após a emergência, as plantas inicialmente crescem lentamente durante os primeiros 20 ou 30 dias; depois, há um rápido crescimento e acúmulo de matéria seca, que permanece quase linear até a maturação fisiológica (Filho et al., 2015).

O manejo ideal do sorgo deve ser adaptado aos estádios fenológicos da planta, que variam conforme a cultivar, as condições ambientais e as práticas de manejo. Estes estádios incluem (Santos et al., 2005):

Estádio 0 (Emergência) - Da semeadura ao surgimento do coleóptilo na superfície do solo, geralmente em 4 a 10 dias.

Estádio 1 (Visível a lígula/colar ou cartucho da 3ª folha) - Cerca de 10 dias após a emergência.

Estádio 2 (Visível a lígula/colar da 5ª folha) - Cerca de três semanas após a emergência.

Estádio 3 (Diferenciação do ponto de crescimento) - Cerca de 30 dias após a emergência, ocorre a transição do crescimento vegetativo para reprodutivo.

Estádio 4 (Visível a última folha) - Rápido alongamento do colmo; todas as folhas, exceto as últimas 3 ou 4, estão completamente desenvolvidas.

Estádio 5 (Emborrachamento) - Máxima área foliar e a panícula atinge seu comprimento máximo.

Estádio 6 (50% de floração) - Cerca de 60 dias após a emergência.

Estádio 7 (Leitoso) - Cerca de 70 dias após a emergência, 50% da matéria seca dos grãos já foi acumulada.

Estádio 8 (Pastoso) - Cerca de 85 dias após a emergência, 3/4 da matéria seca dos grãos já foram acumulados.

Estádio 9 (Maturação fisiológica) - Cerca de 95 dias após a emergência, os grãos estão com 22-23% de umidade.

Esses estádios representam uma cultivar de sorgo com um ciclo aproximado de 100 dias. Conhecer esses estádios permite aos produtores planejar e ajustar suas práticas de manejo para maximizar o rendimento e a qualidade do sorgo.

DESENVOLVIMENTO DAS FOLHAS E ESTATURA DA PLANTA

A altura da planta do sorgo é um fator importante para sua classificação, variando de 40 cm a 4 m. O sorgo granífero é mais baixo, chegando a até 1,70 m, enquanto o sorgo forrageiro pode ser mais alto. A altura é influenciada pelo número e distância dos entrenós, pelo pedúnculo e panícula, e é determinada por genes relacionados à maturação, fotoperíodo e temperatura. A distância entre os entrenós pode variar devido a diferentes combinações genéticas e condições ambientais, enquanto o pedúnculo e a panícula são geralmente independentes (Andrade Neto et al., 2010; IPA, 2022; Magalhães et al., 2010).

A altura das plantas é controlada por quatro pares de genes principais, que atuam de maneira independente e aditiva sem afetar o número de folhas ou a duração do crescimento. Plantas com genes recessivos em todos os quatro locais são chamadas “anãs-4” e têm porte mais baixo (60-80 cm). As cultivares graníferas são geralmente “anãs-3”, enquanto as cultivares forrageiras são “anãs-2” ou “anãs-1”. Inibidores de giberelinas em sorgo são usados para reduzir a altura das plantas e aumentar a estabilidade do rendimento de grãos em condições de seca (Fernandes, 2020; Magalhães et al., 2010).

O índice de produção de matéria seca do sorgo é altamente influenciado pela área foliar durante o primeiro estágio de crescimento, da semeadura à iniciação da panícula. A área foliar final é determinada pelas taxas de produção e duração da expansão, pelo número de folhas produzidas e pela taxa de senescência, todos influenciados pelo ambiente (Magalhães et al., 2010).

Fatores como temperatura, déficit hídrico e deficiências de nutrientes afetam as taxas de expansão das folhas, altura da planta e duração da área foliar, especialmente em genótipos sensíveis ao fotoperíodo. Esses fatores também podem ser afetados por mudanças na duração do dia.

A falta de água é um dos principais motivos para a redução da área foliar em cereais, devido à diminuição da expansão celular. Temperaturas noturnas mais baixas também atrasam o desenvolvimento dos estágios de crescimento 2 e 3 (Magalhães et al., 2010).

Há distinções consideráveis nas taxas diárias de crescimento das folhas de sorgo, refletindo diferenças ecossistêmicas. Taxas de expansão foliar de aproximadamente 60 cm²/planta/dia resultam em uma taxa de crescimento relativo de 70% por dia. Folhas mais velhas mostram taxas de fotossíntese e crescimento mais baixas devido à senescência.

Os atributos relacionados à luminosidade são importantes para aumentar a área foliar. Folhas expostas a altas intensidades de luz geralmente têm mais células maiores do que aquelas expostas a luz mais fraca (Da Silva et al., 2021; Magalhães et al., 2010).

PERFILHAMENTO

Para o sorgo forrageiro, o perfilhamento torna-se uma característica vantajosa, em relação ao sorgo granífero, uma vez que, quando não há coincidência de maturação entre planta mãe e perfilhos. Neste contexto, o perfilhamento pode ter efeito negativo no rendimento por sombrear as folhas da planta

mãe e pela competição do uso de água e nutrientes do solo. A dominância apical é uma característica herdável e pode ser modificada por fatores ambientais como: temperatura, fotoperíodo e umidade do solo. Fatores de manejo da cultura, igualmente, afetam o perfilhamento, como por exemplo a população de plantas. Quanto menor a população de plantas, maior a possibilidade de perfilhamento (Da Silva, 2021; Fernandes, 2020; Magalhães et al., 2010; Tabosa, 2020).

SISTEMA RADICULAR

Os tipos de raízes encontrados no sorgo são: primárias ou seminais, secundárias e adventícias. As primárias podem ser uma ou várias; são pouco ramificadas e morrem após o desenvolvimento das raízes secundárias. As raízes secundárias desenvolvem-se no primeiro nó; são bastante ramificadas e formam o sistema radicular principal. As raízes adventícias podem aparecer nos nós acima do solo. Geralmente, aparecem como sinal de falta de adaptação. São ineficientes na absorção de água e nutrientes e sua função é mais de suporte. A espessura da raiz também determina sua função. Geralmente, raízes mais grossas são responsáveis pela fixação da planta no solo e as raízes finas (menor que dois milímetros) são responsáveis pela absorção de água e sais minerais (Da Silva et al., 2021; Magalhães et al., 2010).

DESENVOLVIMENTO DA PARTE AÉREA

A fotossíntese é responsável por fornecer cerca de 90% a 95% da matéria seca e energia necessária para o desenvolvimento das plantas. As folhas de sorgo são os principais órgãos fotossintéticos, influenciando o crescimento da planta conforme expandem sua área. No entanto, à medida que a copa se fecha, a fotossíntese passa a depender mais da radiação solar incidente e da estrutura da copa. A inflorescência do sorgo pode interceptar de 25% a 40% da radiação e contribuir com pelo menos 15% da fotossíntese total (Da Silva et al., 2021; Magalhães et al., 2010; Tabosa, 2020).

As taxas de fotossíntese variam de 30 a 100 mg CO₂/dm²/h, dependendo do genótipo, luz disponível e idade das folhas. As folhas do sorgo têm muitos estômatos, cerca de 50% mais por unidade de área do que o milho, porém menores. As folhas podem chegar a mais de 1 metro de comprimento e possuem bainha, lígula e limbo. A cera na junção da bainha com o limbo reduz a perda de água, importante em períodos de estresse hídrico. O crescimento foliar pode continuar durante o desenvolvimento da panícula, levando a competição por fotoassimilados. As folhas também possuem células buliformes na epiderme superior que permitem enrolar em condições de estresse hídrico, protegendo a planta (Da Silva et al., 2021; Magalhães et al., 2010; Tabosa, 2020).

FLORESCIMENTO

Estudos de comparação de genótipos de sorgo recentes com antigos identificaram que os híbridos atuais possuem maior comprimento de panícula com um pedúnculo reduzido. Como nem todas as

plantas num campo de sorgo florescem ao mesmo tempo, a duração do florescimento no campo pode variar de 6 a 15 dias (Da Silva et al., 2021; Magalhães et al., 2010).

ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E PRODUÇÃO

O rendimento final de grãos em sorgo geralmente está correlacionado com o número de grãos na panícula. Existe uma compensação entre os componentes de rendimento na planta de sorgo, o que resulta na manutenção do rendimento dentro de certos limites. Se existem condições quase ótimas durante o estágio de crescimento 1 e 2, mas por alguma razão a população final de plantas é baixa, a planta compensa com um aumento de perfilhamento e tamanho de panículas, o que faz com que haja um aumento no número de grãos por superfície plantada. Numa outra situação, quando ocorre estresse durante o estágio 1 e 2, esta condição vai limitar a população, o perfilhamento e a diferenciação da panícula, acarretando com isto menor número de sementes. As sementes vão compensar estas perdas aumentando o seu peso durante a etapa seguinte de crescimento (estágio de crescimento 3). O limite de incremento na semente varia de 15 a 20% (Da Silva et al., 2021; Magalhães et al., 2010).

TANINO NO GRÃO DE SORGO

O sorgo não tem proteção para suas sementes, ao contrário de outros grãos como o milho, trigo ou cevada, por isso a planta produz compostos fenólicos como defesa contra pássaros, patógenos e competidores. Apesar de toda planta de sorgo possuir níveis semelhantes de proteína, amido e lipídios, a presença e variação de compostos fenólicos, especialmente taninos condensados, pode ter efeitos antinutricionais para animais monogástricos. Embora esses polifenóis sejam metabólitos secundários, não participando de vias de crescimento e reprodução, sua natureza e presença variam consideravelmente (Tabosa, 2020; EMBRAPA, 2022).

O tanino no sorgo é controverso, pois oferece vantagens agronômicas como resistência a pássaros e doenças, mas dificulta a digestão de animais por formar complexos com proteínas, reduzindo palatabilidade e digestibilidade. Os compostos fenólicos no grão de sorgo também podem influenciar cor, aparência e qualidade nutricional, sendo classificados em ácidos fenólicos, flavonoides e taninos. Os ácidos fenólicos estão presentes em todos os tipos de sorgo, enquanto flavonoides são comuns, mas não universais. O tanino se concentra na testa da semente, tecido pigmentado logo abaixo do pericarpo (EMBRAPA, 2022).

Os ácidos fenólicos e flavonoides não impactam negativamente a qualidade nutricional, embora os ácidos fenólicos possam afetar a cor dos alimentos sob condições alcalinas. Os flavonoides, amplos em variedade, também contribuem para a pigmentação das plantas sem prejudicar digestibilidade ou palatabilidade do sorgo (EMBRAPA, 2022).

TOLERÂNCIA E ASPECTOS GERAIS DOS EFEITOS AMBIENTAIS SOBRE O CRESCIMENTO DO SORGO

A planta regula seu crescimento em resposta aos estresses ambientais por meio de uma base fisiológica de suporte que envolve alterações funcionais em equilíbrio hormonal, relações hídricas, balanço de carbono e uso de nutrientes. Estudos indicam que as plantas reagem à maioria dos estresses ambientais ajustando seu balanço hormonal, frequentemente aumentando a produção de ácido abscísico e reduzindo a produção de citocinina. Essas mudanças hormonais podem ser a causa de menores taxas de crescimento em resposta ao estresse ambiental. A baixa disponibilidade de recursos aciona esse sistema de resposta ao estresse, contribuindo para a adaptação da planta (Monteiro, 2004).

ÁGUA

A resistência à seca é uma característica complexa nas plantas, pois envolve aspectos de morfologia, fisiologia e bioquímica. Existem três mecanismos relacionados à seca: resistência, tolerância e escape. O sorgo se destaca por sua capacidade de escape, através de um sistema radicular profundo e ramificado que extrai água do solo eficientemente, e por sua tolerância à seca, ao reduzir o metabolismo, murchar (hibernar) e ter uma alta capacidade de recuperação após o estresse (Santos et al., 2020).

No entanto, a seleção para tolerância à seca é complexa devido à falta de critérios claros para avaliar o grau de tolerância ou susceptibilidade de um genótipo ao estresse hídrico. Medidas fisiológicas, como potencial de água na folha e ajuste osmótico, nem sempre se correlacionam com diferenças de rendimento sob estresse (Perazzo et al., 2013).

O ajuste osmótico é uma característica crítica para ambientes com escassez de água, principalmente em ambientes com estresse intermitente ou terminal. Esta característica melhora diretamente a eficiência da transpiração da água e o índice de colheita, além de aumentar indiretamente a tolerância à desidratação, contribuindo para um maior rendimento de grãos em condições de seca (Santos et al., 2020).

TEMPERATURA

Devido à sua origem tropical, o sorgo é sensível a baixas temperaturas noturnas. Sua temperatura ideal de crescimento é em torno de 33°C, e sua produtividade diminui em temperaturas acima de 38°C ou abaixo de 16°C. Baixas temperaturas (<10°C) prejudicam o desenvolvimento da planta, causando redução da área foliar, perfilhamento, altura, acumulação de matéria seca, além de atrasar a floração e aumentar a incidência de doenças. Isso também reduz a síntese de clorofila, principalmente nas folhas jovens (Santos et al., 2020).

As temperaturas durante o estágio de crescimento 2 influenciam o número de grãos por panícula, afetando diretamente o rendimento final. Altas temperaturas podem antecipar a antese, causar aborto

floral e inibir a formação dos micrósporos, diminuindo a longevidade e germinação do pólen. O desenvolvimento floral e a fertilização dos grãos podem ocorrer em temperaturas de 40°C a 43°C com 15% a 30% de umidade relativa, desde que haja água disponível no solo. O ajuste osmótico no sorgo pode ser provocado por altas temperaturas. Tanto temperaturas baixas quanto altas estimulam o perfilhamento basal (Santos et al., 2020).

ÉPOCA DE SEMEADURA E CULTIVARES

O sorgo granífero encontra condições favoráveis para crescimento no Brasil, especialmente no Cerrado, onde é plantado após a soja de verão (fevereiro). No Sul, o plantio ocorre no verão (novembro), e no Nordeste, no início das chuvas (fevereiro/março), sempre em condições de sequeiro (Tabosa, 2020).

Para alcançar alta produtividade, é necessário um planejamento cuidadoso da safra, incluindo a escolha de cultivares adaptadas à região, adubação, e manejo de pragas, doenças e plantas daninhas. Plantios mais cedo na segunda safra aumentam a produtividade, enquanto plantios tardios podem prejudicá-la devido à falta de água durante a fase de enchimento dos grãos. Assim, a escolha de cultivares de ciclo precoce e com maior tolerância à seca é essencial para o sucesso da produção (Da Silva et al., 2009; Tabosa, 2020).

ESTABELECIMENTO DA LAVOURA; SISTEMAS DE CULTIVO; MANEJO DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

SOLOS

O sorgo granífero encontra condições ideais de crescimento no Brasil, especialmente no Cerrado, e é plantado após a soja de verão, ou durante a estação das chuvas no Nordeste. A cultura do sorgo “safrinha” é cultivada de fevereiro a abril, principalmente após a soja precoce, com manejo do solo visando aumentar a disponibilidade de água para a planta (Pitta et al., 2001).

O sistema de plantio direto é uma prática recomendada, pois oferece rapidez nas operações, conserva umidade do solo e melhora a infiltração de água, evitando erosão. No entanto, o uso excessivo de gradagens pode compactar o solo e causar erosão. Por isso, o planejamento conservacionista é necessário, com terraços e canais de escoamento, para evitar degradação do solo (Pitta et al., 2001).

A eficiência do sistema de plantio direto depende de uma cobertura persistente de resíduos vegetais que protege o solo contra erosão e mantém a umidade. A cobertura morta reduz a temperatura do solo e recicla nutrientes. O sorgo tem destaque nessa prática, pois sua palhada possui uma relação C:N elevada, o que confere persistência à cobertura, também ajuda a recuperar solo degradado, graças a seu sistema radicular profundo e vigoroso. As raízes finas do sorgo enfrentam menor resistência ao crescer no solo, facilitando a penetração de outras raízes e promovendo rotação de culturas para aumentar a eficiência e sustentabilidade do manejo do solo (Pitta et al., 2001).

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE MANEJO

Sistema Convencional: Tem como finalidade criar condições favoráveis para o estabelecimento da cultura em combinação de uma aração (arado de disco) e duas gradagens.

Sistema Cultivo Mínimo: Em condições indispensáveis a um bom estabelecimento e emergência inicial de plantas, refere-se à quantidade de preparo do solo.

Sistema Conservacionista: Dentre os sistemas que nivelam e deixam limpos os solos, este sistema refere-se ao cuidado a perda de solo e água.

Plantio Direto: Utiliza-se de preparo mínimo de solo em relação a profundidade de semeadura. Para melhor distribuição de palhada no solo, a utilização de colhedoras automotrizes devidas apresentar picador de palha é recomendado. O controle de plantas daninhas é realizado por processos químicos (Pitta et al., 2001).

MANEJO DA LAVOURA

RECOMENDAÇÃO E MANEJO DA ADUBAÇÃO

O sorgo é uma cultura exigente em nutrientes Nitrogênio, Fósforo, Potássio (N, P, K). Os nutrientes minerais são capazes de atuar na qualidade fisiológica das sementes, o metabolismo do carbono na planta, direta ou indiretamente, pela síntese de novos tecidos e crescimento. Sob estresse, este balanço de nutrientes pode ser mudado. Por exemplo, no sorgo sob estresse hídrico ocorre uma diminuição da quantidade de compostos nitrogenados, além da atividade de enzimas do metabolismo do nitrogênio (redutase do nitrato e glutamina sintetase). Os efeitos diretos sobre a fotossíntese e a respiração resultam da incorporação dos minerais em metabólitos, coenzimas e pigmentos; ou de sua participação direta como ativadores no processo de fotossíntese (Fontes, 1979; Pitta et al., 2001).

Ao definir a adubação de sistemas de manejo e produção, em vez de culturas específicas, os corretivos de solo (como calcário e gesso), fertilizantes fosfatados, potássicos e micronutrientes são bem definidos. Dependendo das necessidades do solo e da cultura, eles podem ser aplicados a lanço antes da semeadura (adubação corretiva) ou diretamente no sulco (adubação de manutenção), ou ainda uma combinação desses métodos. Os micronutrientes também podem ser aplicados via foliar ou nas sementes (Fontes, 1979; Neumann et al., 2005; Pitta et al., 2001).

No caso do sorgo granífero semeado em sucessão a culturas de verão, a adubação é importante para determinar se e quanto deve ser aplicado na semeadura e em cobertura. Estudos mostram efeitos positivos na produção com adubação em sucessão à soja, especialmente em condições de déficit hídrico (Fontes, 1979; Pitta et al., 2001).

Em solos com teores médios de fósforo e potássio, a adubação pode ser ajustada com base na quantidade removida pelo produto colhido. A adubação nitrogenada de cobertura deve ser feita quando

as plantas atingirem 30 a 40 cm de altura. Para semeaduras em sucessão ou rotação com soja, a adubação de cobertura pode ser reduzida em 20 kg/ha (Fontes, 1979; Pitta et al., 2001).

O manejo adequado da lavoura de sorgo envolve a integração de nutrição, adubação e fertilidade do solo. O sucesso da cultura aumenta ao identificar e diagnosticar problemas nutricionais, levando em consideração os seguintes aspectos:

- Expectativa de produção.
- Nutrientes necessários.
- Diagnóstico preciso dos problemas (análise do solo, histórico de calagem e adubação).
- Determinação das quantidades de fósforo (P) e potássio (K) necessárias na semeadura, com base na análise do solo e nas necessidades da cultura.
- Definição da fonte, quantidade e momento da aplicação de nitrogênio (N), considerando a produtividade desejada.
- Consideração de fatores agronômicos como espaçamento, densidade de plantas, híbridos e disponibilidade de água.

Após definir as necessidades de fertilizantes para o sorgo, é fundamental entender a absorção e acumulação de nutrientes em diferentes fases de desenvolvimento da planta. Isso resulta em mais eficiência e melhores resultados (Neumann et al., 2005).

O sorgo apresenta intensa absorção de nutrientes em diferentes estágios de desenvolvimento. Durante o período vegetativo e a fase reprodutiva ou de formação dos grãos, até o florescimento, a planta absorve 60% do fósforo, 65% do nitrogênio e 80% do potássio necessários (Fontes, 1979; Pitta et al., 2001).

CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS

O manejo integrado para controle de plantas daninhas é essencial para evitar perdas na produção de sorgo. Sem controle, as perdas podem chegar a 71%, mas ao controlar as plantas daninhas nas primeiras quatro semanas após a emergência do sorgo, as perdas podem ser reduzidas para 35%. Medidas preventivas, como o uso de sementes de qualidade, limpeza de máquinas e equipamentos entre campos, e controle de plantas invasoras ao redor da cultura, são fundamentais. Alternativas culturais, como reduzir o espaçamento entre fileiras, usar coberturas mortas, aumentar a densidade de semeadura, plantar em época adequada e adotar sistemas de rotação, também auxiliam no controle. O controle químico é uma ferramenta eficaz para combater plantas daninhas na cultura de sorgo (Tabosa, 2020).

PRINCIPAIS PRAGAS E DOENÇAS DA CULTURA DO SORGO

As mais frequentes são: Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*); Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*); Broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*); Helicoverpa spp.; Pulgão-verde. Além das pragas, as doenças também afetam a cultura do sorgo, e como resultado, limitam sua produção. Em decorrência ao amplo território de cultivo da cultura, as diversas condições climáticas, ambientais variam, afetando diretamente o aparecimento das doenças. Dentre as principais doenças no sorgo, podemos citar: Antracnose (*Colletotrichum sublineolum*); Ferrugem (*Puccinia purpurea*); Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*); Ergot (*Claviceps africana*); Míldio (*Peronosclerospora sorghi*); Podridão seca do colmo (*Macrophomina phaseolina*) (Coelho, 2010; Tabosa, 2020).

COLHEITA, LIMPEZA, SECAGEM E ARMAZENAMENTO

O planejamento cuidadoso de todas as etapas do cultivo até a colheita é essencial para garantir a qualidade dos grãos de sorgo, incluindo o transporte, a secagem e o armazenamento. A qualidade do grão depende de fatores antes, durante e após a colheita. Após a colheita, é possível apenas manter a qualidade alcançada no campo (Silva, 2010).

Para uma melhor distribuição da safra após a colheita, é importante considerar certas características desde o planejamento da instalação. A colheita ideal ocorre quando a umidade está entre 17% e 14%, com secagem artificial. Sem secagem artificial, a colheita deve ser feita quando a umidade cai para 12% a 13%. Após a colheita, a umidade dos grãos geralmente aumenta em 1 a 1,5 pontos percentuais em relação à amostra sem detritos verdes (Silva, 2010).

O cilindro adequado para debulhar o sorgo é o de barras, ajustado conforme as recomendações do fabricante. A secagem natural no campo ajuda a economizar energia na secagem artificial, mas pode aumentar a incidência de plantas daninhas, prejudicando o desempenho das colhedoras e atrasando o processo de colheita (Silva, 2010).

A limpeza é a etapa que remove impurezas, como terra, restos de plantas e insetos, do grão de sorgo, reduzindo a probabilidade de problemas na secagem e no armazenamento. A colheita mecanizada pode aumentar a sujeira dos grãos devido ao levantamento de partículas finas do solo. A limpeza pode ser feita mecanicamente ou manualmente com peneiras (Silva, 2010).

A secagem diminui a umidade dos grãos, reduzindo a atividade metabólica e a possibilidade de ataque de insetos. Pode ser natural, usando energia solar e eólica, ou artificial, em secadores aquecidos ou não, antes do armazenamento ou diretamente no silo. A secagem natural é realizada em terreiros e envolve espalhar, revirar e uniformizar as camadas de grãos. A secagem artificial é usada em casos de alta umidade e deve ser controlada para não ultrapassar 60 °C. Os secadores comerciais secam grãos em lotes ou continuamente e devem ter um controle adequado de fluxo de ar. A secagem mista combina métodos naturais e artificiais para otimizar o processo e reduzir custos (Silva, 2010).

O armazenamento tem o objetivo de preservar os grãos para consumo ou comercialização, mantendo suas características intactas. Pode ser feito em armazéns de alvenaria ou silos metálicos. Os armazéns devem ter boa ventilação e usar sacarias novas ou expurgadas. Os silos metálicos permitem secagem, aeração e resfriamento dos grãos, contribuindo para a preservação da qualidade. O planejamento da cadeia produtiva é necessário para obter grãos de sorgo de boa qualidade final. Uma vantagem do sorgo é a capacidade de armazenamento por longos períodos sem perdas significativas de qualidade, influenciado por fatores como temperatura, umidade, microrganismos, insetos e pássaros (Silva, 2010).

HIGIENIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES E CONTROLE DE PRAGAS

Etapa fundamental para a conservação da qualidade. Primeiramente, devem ser colocados os grãos de sorgo no armazém ou no silo deve-se realizar a limpeza e aplicação de inseticidas. É necessário eliminar focos de insetos e de roedores, telando ralos e aberturas. Em seguida, pode-se realizar os procedimentos de expurgo ou o controle químico. O manejo preventivo é realizado anteriormente ou de imediato após armazenamento dos grãos. Tem como finalidade, evitar a proliferação dos insetos no interior do silo e armazém, da qual as estruturas, por suas características ou estado de preservação, não possuem condições para que nelas seja utilizado um método curativo de controle de pragas (Silva, 2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Neto, R. C.; Miranda, N. O.; Duda, G. P.; Góes, G. B.; Lima, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(2), 2010, p. 124-130.
- Coelho, A. M. A implantação da cultura do sorgo. *Sistema de Produção*, 2 (6a ed.). Embrapa Milho e Sorgo. 2010. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica.
- Correia, A. I. L. Contribuição para a melhoria da qualidade nutricional do sorgo. (2010). Tese (Doutorado em Bioquímica) - Universidade de Aveiro, Portugal.
- Da Silva, A. G.; Barros, A. S.; Da Silva, L. H. S. C.; Morães, E. B.; Pires, R. Avaliação de cultivares de sorgo granífero na safrinha no sudoeste do Estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 2, 2009, p. 168-174.
- Da Silva, C. D.; Figueiredo, J. C.; Barbosa, L. R.; Almeida, A. S.; Rodrigues, D. B.; David, A. M. S. S. Caracterização morfobiométrica de sementes de sorgo. XXII Encontro de pós-graduação (ENPOS). 6º Semana Integrada. UFPEL. 2020.
- Da Silva, D. F.; Garcia, P. H. M.; Santos, G. C. L.; Farias, I. M. S. C.; Pádua, G. V. G.; Pereira, P. H. B.; Silva, F. E.; Neto, S. G.; Cabral, A. M. Características morfológicas, melhoramento genético e

- densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, 2021, 9p.
- De Menezes, C. B. et al. Capacidade combinatória de linhagens de sorgo granífero cultivados em segunda safra. *Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)*, 2015.
- EMBRAPA. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Cultivo do sorgo. Sistema de Produção Embrapa. Disponível em: <file:///C:/Users/hp.user/Downloads/Sistema-de-Producao-Cultivo-do-Sorgo.pdf> Acesso em: Jul. 2022.
- Fernandes, P. B. Aspectos relacionados ao potencial forrageiro do sorgo: Revisão. *Pubvet*, v. 14, 2020, p. 119.
- Filho, I. A. P.; Rodrigues, J. A. S. Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa. Brasília-DF, 2015.
- Fontes, L. A. N.; Moura Filho, W. Calagem e adubação. *Inf. Agro*, 5(56), 1979, p. 17-19.
- IPA - Instituto Agrônomo de Pernambuco. Cultura do sorgo. Disponível em: <http://www.ipa.br/resp3.php> Acesso em: Maio 2022.
- Magalhães, P. C.; Durães, F. O. M., Rodrigues, J. A. S. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado técnico, 86. 2010. 4p.
- Magalhães, P. C.; Durães, F. O. M.; Rodrigues, J. A. S. (2009). Ecofisiologia do sorgo. *Sistemas de Produção*, 2(5a. ed.). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- Moench, Para Alimentação Humana. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 10, n. 33, p. 180-195, 2011. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs>. Acesso em: Maio 2022.
- Mocellin, K. D. Sorgo Granífero ("*Sorghum Bicolor* L. Moench"): uma revisão sobre as propriedades funcionais e utilização do grão na alimentação humana. 2021.
- Monteiro, M. C. D. et al. Avaliação do desempenho de sorgo forrageiro para o semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 3, n. 01, 2004.
- Neumann, M. J.; Filho, D. C. A.; Maccari, M.; Souza, A. N. M.; Pellegrini, L. G., FREITAS, A. K. Produção de forragem e custo de produção da pastagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. *Revista Brasileira de Agrociência*, 11(2), 2005, p. 215-220.
- Perazzo, A. F.; Santos, E. M.; Pinho, R. M. A.; Campos, F. S.; Ramos, J. P. D. F.; Aquino, M. M. D.; Bezerra, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. *Ciência Rural*, 43(10), 2013, p. 1771-1776.
- Pitta, G. V. E.; Vasconcellos, C. A.; Alves, V. M. C. Fertilidade do solo e nutrição mineral do sorgo forrageiro. In: Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A.; Rodrigues, J. A. S; Ferreira, J. J. (eds.). *Produção e utilização de silagem de milho e sorgo*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Cap.9. 2001, p. 243-262.

- Queiroz, V. A. V.; Vizzoto, M.; Carvalho, C. W. P.; Martino, H. S. D. O Sorgo na Alimentação Humana. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 133), Embrapa: Milho e Sorgo Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs>. Acesso em: Maio 2022.
- Santos, F. D.; Casela, C. R.; Aquilo, J. M. Melhoramento de sorgo. In BORÉM A. (org.). Melhoramento de espécies cultivadas,2 (2a ed.). 2005. p. 605-658. Viçosa: UFV
- Santos, G. C. L.; Garcia, P. H. M.; Viana, T. B. L.; Borges, P. F.; Araújo, L. S.; Gonzaga Neto, S. Crescimento e eficiência do uso da água do sorgo sob distintos regimes hídricos contínuos. Arquivos de zootecnia,69(266), 2020, p. 164-171
- Silva, T. T. Qualidade de Sementes de Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) Durante a Maturação, Secagem e Armazenamento. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010.
- Tabosa, J. N. Cadernos do Semiárido riquezas e oportunidades: Sorgo. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco CREA-PE. Recife: Editora UFRPE. v. 15, n. 2. 2020.

A cultura do café (*Coffea* sp.)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap5

Júlio Francisco Uriarte 

Francine Bonemann Madruga 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes 

Tassila Aparecida do Nascimento de Araújo 

Mateus Schneider Bruinsma 

Jonatas Munari Silveira 

INTRODUÇÃO

O café é uma bebida amplamente apreciada em todo o mundo, sendo derivada do fruto do cafeeiro (*Coffea* sp.), uma planta da família Rubiaceae originária do nordeste da África, especialmente do interior da Etiópia. Com o tempo, o café se espalhou para diferentes regiões do mundo, chegando à América (Olivas, 2018; Almeida et al. 2018).

No Brasil, a cultura do café foi introduzida em torno de 1720, com as primeiras plantações estabelecidas na região Sudeste, que posteriormente se espalharam para outras partes do país. A produção de café, que ocorre em propriedades de diversos tamanhos, teve grande impacto histórico no Brasil, tanto economicamente quanto politicamente (Melo; Souza, 2011).

Hoje, as principais espécies cultivadas no Brasil são *Coffea arabica* L. (café arábica), predominantemente cultivada em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo, em áreas de maior altitude; e *Coffea canephora* (café conilon e robusta), produzida principalmente no Espírito Santo e Rondônia, devido à sua resistência a pragas e adaptação a regiões de menor altitude (Almeida et al. 2018).

De acordo com a CONAB (2021), a produção mundial de café foi de 175,811 mil sacas, com o Brasil sendo o maior produtor, representando cerca de 30% da produção global. O Vietnã e a Colômbia estão em segundo e terceiro lugar, com 19% e 8% da produção mundial, respectivamente. No Brasil, 31.423,5 mil sacas foram de café arábica, enquanto 16.292,5 mil sacas foram de café conilon. Os estados com maior produção de café no Brasil foram Minas Gerais (22.142 mil sacas), Espírito Santo (14.166 mil sacas), São Paulo (4.007 mil sacas), Bahia (3.469 mil sacas) e Rondônia (2.338 mil sacas).

DESENVOLVIMENTO

O cafeeiro é um arbusto de crescimento contínuo que pode alcançar entre 2 e 4 metros de altura, dependendo da espécie e das condições ambientais. Possui caule lenhoso, cilíndrico e sistema radicular

pivotante pouco desenvolvido ou ausente, com raízes laterais que podem chegar a até 4 metros de profundidade. Suas folhas são opostas, ovais e de cor verde escura, enquanto as flores são brancas, hermafroditas e dispostas em glomérulos nas axilas das folhas, variando de 2 a 19 flores por axila. As flores abrem nas primeiras horas da manhã e permanecem abertas durante o dia (Alves, 2008; Melo; Souza, 2011).

A floração do cafeeiro envolve várias etapas, como indução, iniciação, diferenciação, crescimento e desenvolvimento, dormência e antese. No Brasil, a indução floral ocorre de fevereiro a maio, preferencialmente em períodos sem estresse hídrico, com dias quentes e noites frescas. Após a indução, a diferenciação floral acontece com o desenvolvimento dos primórdios florais, que alcançam cerca de 4 a 6mm e entram em dormência. No final desse período, ocorre o engrossamento das estípulas e o crescimento dos botões florais.

A abertura das flores ocorre de 8 a 12 dias após o final da dormência, seguida pela perda das pétalas (pós-florada). Após a fecundação, o fruto começa a se formar e se expandir até atingir seu tamanho máximo, etapa em que pode ser afetada por estresses hídricos. A cor do fruto muda de verde para amarelo e, finalmente, vermelho (fase cereja ou maturidade fisiológica), antes de secar e chegar ao estado seco. O ciclo fenológico do cafeeiro dura dois anos, sendo um para a formação de ramos e gemas, e outro para flores e frutos (Alves, 2008).

A temperatura média que é adaptada para o cafeeiro é de 18°C a 23°C para café arábica e 22°C a 26°C para café conilon. A escolha do local deverá ter cuidados a ocorrência de geadas, uma vez que o café é sensível a essa condição. Quanto a pluviosidade, para o cafeeiro, o volume de chuvas considerado ideal é de 1200 mm anuais para o café conilon e 1200 mm a 1800 mm anuais para o café arábica, devendo estar distribuída para que atinja os períodos de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (Mesquita, 2016; Rodrigues et al 2016).

MANEJO DA CULTURA

IMPLANTAÇÃO E CORREÇÃO DA FERTILIDADE

Ao implantar cafezais, é importante considerar diversos fatores. A época ideal para o plantio, na maioria das regiões, é de outubro a dezembro, desde que o solo esteja com umidade adequada. A topografia do terreno influencia diretamente a possibilidade de mecanização nas práticas culturais, com terrenos muito acidentados dificultando algumas atividades (Mesquita, 2016).

Se a escolha for por um sistema mecanizado, o espaçamento entre as linhas deve ser de 3,5m a 4,0m para permitir a passagem de máquinas. Se não houver mecanização, o espaçamento pode ser reduzido para 2,4m a 3,0m, com a possibilidade de usar espaçamentos menores planejando as podas. De acordo com Silveira et al. (2018), os fatores que mais afetam o potencial produtivo do café são a escolha da cultivar, o espaçamento entre linhas e o espaçamento entre plantas.

O preparo do solo é uma etapa fundamental e deve ser feito de forma profunda para criar condições ideais para o desenvolvimento radicular e a incorporação de fertilizantes e corretivos (Diniz et al., 2022). A calagem deve ser realizada para corrigir completamente a camada de 0-20cm e elevar o índice de saturação de bases a 60% (Mesquita, 2016).

A adubação inicial deve ser baseada na análise de solo, fornecendo os nutrientes necessários para o desenvolvimento inicial das raízes e mudas. Conhecer o desenvolvimento fenológico da planta ajuda a identificar as demandas nutricionais e o melhor momento para a adubação, inclusive após o plantio. Os macroelementos mais exigidos pelo cafeeiro são nitrogênio e potássio, que devem ser aplicados em parcelas para evitar perdas por lixiviação (Mesquita, 2016; Navarro et al., 2021).

Lima et al. (2021b) observaram que o uso de ureia agrícola na dose de 300 kg/ha melhorou a homogeneidade na maturação dos frutos. Silveira et al. (2019) observaram maior resposta de produtividade ao aumentar a dose de nitrogênio em tratamentos com fertirrigação.

Devido ao espaçamento entre as linhas de cultivo, muitos produtores utilizam plantas de cobertura entre as linhas para otimizar a área, melhorar a nutrição e controlar plantas daninhas. Maia e Conte (2019) observaram que a utilização de mucuna-anã como planta de cobertura aumentou a produtividade do cafeeiro em comparação com o controle, e que o uso de leguminosas entre as linhas aumentou o nitrogênio foliar.

TRATOS CULTURAIS

A lavoura tanto recém implantada como estabelecida, demanda uma série de cuidados que são indispensáveis para o melhor desenvolvimento da cultura. No início a desbrota tem como finalidade eliminar os ramos indesejáveis e também manter a arquitetura da planta. Assis et al (2018) observaram que a desbrota manual apresentou maior diâmetro de copa quando comparado a desbrota química.

O controle de invasoras é de fundamental importância, em trabalho realizado por Alcântara et al (2015), observou que o uso de herbicida pré-emergente no manejo da entrelinha teve maior produtividade quando comparado a testemunha ou enxada rotativa. Outra alternativa seria o uso de roçadas, porém em todos os manejos deverá se ter cuidado para não causar danos a cultura principal.

COLHEITA

A colheita do café pode ser realizada de forma manual ou mecanizada. Segundo trabalho realizado por Almeida, Lima e Vitória (2019) o uso da mecanização na colheita possibilita menor custo na produção, embora o investimento inicial seja elevado. Quando considerado a colheita de cafés especiais a colheita manual apresenta maior potencial de retorno econômico (Silveira et al., 2020).

PRAGAS E DOENÇAS

A incidência de pragas e doenças no cafezal, podem acarretar sérios danos a produção, dentre as principais pragas estão: a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) é uma praga bastante prejudicial ao cafeeiro e ataca os frutos em qualquer estágio de maturação; Acaro Vermelho (*Oligonychus ilicis*) surge principalmente em condições secas com estiagem prolongada, geralmente ocorre em reboleiras podendo se espalhar para toda a plantação; Bicho-Mineiro (*Perileucoptera coffeella*) a larva penetra na folha entre as duas epidermes (Mesquita, 2016).

A ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é uma das principais doenças do cafeeiro, assim como a Mancha-parda (*Mycosphaella coffeicola*), podendo causar sérios danos a produção. Segundo Carvalho et al (2017) o uso de cultivar resistente diminui a incidência do patógeno, já este resultado não foi observado para a mancha-parda. Já o uso de produtos químicos para o controle de ferrugem Matos et al (2016) observou que o fungicida da base de Tebucanazol, quando isolado, não apresentou eficiência no controle da ferrugem, somente tendo controle com a associação de Azoxistrobina + Ciproconazol + Tebucanazol. Este tratamento também foi eficiente no controle da mancha-parda.

CULTIVARES

Para a escolha de cultivares, existe uma grande variedade de cultivares inscritas no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, porém não existe recomendação oficial de cultivares. A escolha deve levar em consideração as características desejadas como: porte e arquitetura de planta, produtividade, qualidade do grão, tolerância a pragas e/ou doenças e principalmente a adaptabilidade ao local e nível tecnológico desejado (Mesquita, 2016).

PRODUÇÃO DE MUDAS

O plantio do cafezal se dá por meio do transplante de mudas, devendo estas ser produzidas por viveiros registrados, com a garantia de qualidade e livre de doenças. A produção de mudas de qualidade é de fundamental importância para que se tenha um material confiável no campo e como consequência uma lavoura de sucesso (Correa, 2020).

As mudas podem ser produzidas por semente, método mais utilizado no café arábica, ou por estacas, método mais utilizado para a produção de mudas de café conilon.

A escolha das cultivares é um fator importante para a obtenção das mudas por sementes, a qualidade da semente utilizada para a produção das mudas é o principal fator para a produção de mudas de boa qualidade, pela legislação as sementes de café para comercialização devem apresentar uma percentagem mínima de germinação de 70%, ausência de insetos vivos e 98% de pureza. Outro fator determinante é escolha de cultivares que melhor se adaptem a região, apresentem alto potencial

produtivo, resistência ou tolerância a doenças e pragas e também que apresentem grãos com qualidade comercial. Além das cultivares (Bergo, Sá e Sales, 2002).

O uso de sementes livres de patógeno garante uma boa qualidade das mudas, em trabalho realizado por Penido et al. (2021) o uso de tratamentos de sementes é eficiente para a redução de inóculos de patógenos importantes para a cultura do café. O uso do tratamento de sementes ajudou a manter a qualidade da semente armazenada por um período de 15 meses.

Para a produção de mudas por estacas, a escolha da planta matriz também é de fundamental importância, uma vez que os clones serão capazes de manter as características importantes da cultivar matriz, como o elevado potencial produtivo, qualidade dos grãos, resistência a pragas e doenças, entre outras características desejadas (Verdin Filho et al., 2021).

A produção de mudas por sementes constitui-se em realizar a semeadura de sementes de café em recipientes, podendo estes ser em tubetes, bandejas ou sacolas. Do mesmo modo para a produção de mudas por estaca (Verdin Filho et al., 2021). Segundo Andrade et al., 2021, os recipientes têm capacidade de influenciar significativamente no crescimento de mudas de café, a utilização de saquinhos proporcionou um maior crescimento das mudas, por outro lado o tubete propiciou mudas de maior qualidade.

O substrato para a produção das mudas pode influenciar na qualidade das mudas produzidas. Em busca a uma alternativa aos substratos comerciais, Lima et al. (2021a) observou que o uso de uma tecnologia inovadora, a hidroponia modificada em combinação com o uso de saquinhos, propiciaram aumento na qualidade das mudas. Com o intuito de aproveitar o resíduo do beneficiamento do café, Meneghelli et al. (2016), observou que o substrato convencional pode ser substituído por substrato contendo o uso de até 10% do resíduo do beneficiamento sem que ocorra perda na qualidade de mudas de café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcântara, E. N. D., Ferreira, M. M., Silva, R. A., Pereira, A. B., Pereira, B. B. (2015). Influência de diferentes tipos de manejo de plantas daninhas sobre a produtividade do cafeeiro. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3587> Acesso em: 15 jun. 2022.
- Almeida, D. C., de Almeida, F. L., Pantoja da Silva, M. I., Tunas, N. C., Pena, H. W. A. (2018). A herança colonial brasileira: Quanto as relações sociais e de produção no ciclo do café. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* (julio 2018).
- Almeida, P. F. P., Lima, A. L. R., da Vitória, E. L. (2019). Estudo econômico de métodos de colheita de café Conilon. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Disponível em: <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/ojs/index.php/SimposioCafe2019/article/view/459>. Acesso em: 17 jun. 2022.

- Andrade, C. R. de; Melo, B. M. R. de; Mendes, C. T. E.; Castro, D. G.; Coelho, E. L. (2022). Growth and quality of seedlings of different coffee cultivars under different substrates and containers. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 2, p. e2810212073, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i2.12073. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12073>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- Assis, G., Silva, L., Martins, W., Carvalho, F., Pires, P. (2018). Crescimento e produtividade de cafeeiros na região do alto Paranaíba em função do tipo de poda e uso de desbrota. Revista Ciência Agrícola. 16. 9. 10.28998/rca.v16i2.4467.
- Alves, M. E. B. Sistema radicular, parâmetros vegetativos e produtividade de cultivares de cafeeiros na região do Alto Paranaíba, Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 3, 2008, p. 220–226.
- Bergo, C. L.; Sá, C. P. de; Sales, F. de. Produção de mudas de cafeeiros por sementes e estacas. Circular Técnica 44. EMBRAPA ACRE. 10p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/495911/producao-de-mudas-de-cafeeiros-por-sementes-e-estacas>. Acesso em: 19/06/2022.
- Carvalho, A. M. D., Cardoso, D. D. A., Carvalho, G. R., Carvalho, V. L. D., Pereira, A. A., Ferreira, A. D., Carneiro, L. F. (2017). Comportamento de cultivares de cafeeiro sob a incidência das doenças da ferrugem e cercosporiose em dois ambientes de cultivo. Coffee Science, Lavras, v. 12, n. 1, p. 100 - 107, jan./mar. 2017.
- Correa, P. Desenvolvimento de mudas de café arábica em viveiro. 2020. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2020. <https://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1468/1/PATRIK%20CORR%C3%8AA.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. (2021). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 12º segundo levantamento, set. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2021/9o-levantamento-de-safras_mai-2021.pdf Acesso em: Jun. 2022.
- Diniz, C.V.C.; Martins, F. L. M; Viviani, M. J. (2022). Manual do Café Orgânico. 1º Edição. Piracicaba: Agrobiota, 2019. Disponível em: https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/Manual_do_cafe_Organico-2019.pdf. Acesso em: 15/06/2022.
- Lima, A. E. D., Guimarães, R. J., Cunha, S. H. B. D., Castro, E. D. M., Carvalho, A. M. D., Faria, M. M. L. (2021). Produção de mudas de diferentes cultivares de *Coffea arabica* em sistema hidropônico modificado e viveiro utilizando diferentes recipientes. Ciência e Agrotecnologia.
- Lima, L. C. et al. (2021). Crescimento e produtividade do cafeeiro irrigado, em função de diferentes fontes de nitrogênio. Coffee Science, Lavras, v. 11, n. 1, p. 97-107, jan./mar. 2016.

- Maia, G. M., Conte, A. M. (2019). Manejo nas entre linhas do cafeeiro, a influência nos teores nutricionais e produtividade. *Revista Cultivando o Saber*, 12(2), 20-36.
- Matos, G. A.; Sousa, F. A.; Júnior, J. P.; Lima, L. M. (2016). Avaliação da mistura de fungicidas no controle de doenças do cafeeiro. *Getec*, Monte Carmelo, v.5, n.9, p.90-103/2016. <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/756>. Em 15/06/2022.
- Melo, B. DE; Souza, L. B. DE. (2011). *Biologia da reprodução de Coffea arabica L. e Coffea canephora Pierre*. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 6, n. 2, p. 01 - 07, 5 jun. 2011.
- Meneghelli, CM; Monaco, P. (2016). Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café Conilon. *Coffee Science* 11: 330-335.
- Mesquita, C. M. (2016). de et al. Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arábica L.* Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p. il.
- Navarro, R., Martelócio, A. C., Sevilha, R., Bido, G., Mannigel, A. (2021). Manejo do solo para o sistema de cultivo do café no Brasil. Recuperado de <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5389>. Acesso em: 15/06/2022.
- Olivas, D. B. L.; Tomaz, M. A.; Amaral, J. F. T. do; Oliveira, F. L. de; Cavatte, P. C.; Christo, B. F.; Rodrigues, W. N.; Martins, L. D.; Vargas, A. D. de. Impacto do cultivo consorciado na atividade fotossintética do café. *SEMINA: Ciências Agrárias*, v. 44, n. 2, 2018, p. 721–738.
- Penido, A. C.; Rodrigues, V. O.; Carvalho, M. V.; Krepisch, L. K.; Pereira, C. C.; OLIVEIRA, A. Influência do tratamento químico na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de café armazenadas. *Journal of Seed Science*, v. 43, 2021, p. e232239.
- Rodrigues, W. E., Martins, L. D., Partelli, F. L., Lidon, F. J. C., Leitão, A. E., Ribeiro-Barros, A. I., DaMatta, F. M., Ramalho, J. C. (2016). Interação de altas temperaturas e déficit hídrico no cultivo de café Conilon (*Coffea canephora Pierre ex A. Froehner*) in: *Café conilon: o clima e o manejo da planta*. Alegre, ES: CAUFES, 2016.
- Silveira, L; Tsutsui, M. S; Souza, F; Peres, R. (2020). Colheita do café de qualidade custo e retorno para produtores da região de Mantiqueira de Minas. *Energia na Agricultura*, 35(3), 437–446.
- Silveira, J. M. Densidade populacional de cultivares na produtividade e qualidade de grãos de café arábica. *Pesquisa Agropecuária Tropical* [online]. 2018, v. 48, n. 4, 2018, p. 358-363.
- Silveira, J; Júnior, S; CORRÊA, R; Pantano, A; Pires, R. (2019). Produtividade do cafeeiro submetido a diferentes níveis de nitrogênio via fertirrigação.. XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola -CONBEA 2019.
- Verdin Filho, A. C; Volpi, P. S; Ferrão, R.G; Ferrão, M. A. G; Fonseca, A. F. A; Freitas, S. J; Comerio, M.; Rodrigues, W. N; Colodeti, T. V; Andrade, S; Posse, S. C. P; Vieira, L. J. D; Espindula, M. C; Tomaz, M. A; Araujo, T. C. (2021). Produção de mudas clonais de cafeeiro Avanços na padronização dos cortes e dimensões de estacas. VITÓRIA, ES: INCAPER, 2021 – Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/4105> Acesso em: 19 jun. 2022.

A cultura do trigo (*Triticum* sp.)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap6

Thiago Antonio da Silva 

Natália Pedra Madruga 

Gimena Arami Fernández Faccioli 

Tassila Aparecida do Nascimento de Araújo 

Marta Gubert Trenea 

Jonatas Munari Silveira 

INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum* spp.) é um cereal pertencente à família Poaceae, originário do sudoeste da Ásia, na região conhecida como Crescente Fértil, por volta de 10.000 a 15.000 a.C. A domesticação do trigo há cerca de 10.000 anos foi crucial para a transição do estilo de vida nômade para o estabelecimento de assentamentos permanentes (Alvarenga, 2019).

A espécie mais cultivada atualmente é *Triticum aestivum*, também chamada de trigo para pão, que possui características de panificação graças a seus três genomas distintos: AA, BB e DD. O trigo chegou à América em 1943 trazido por Cristóvão Colombo e foi introduzido no Brasil por Martim Afonso de Souza em 1534 (Canziani et al., 2009).

O trigo é a segunda cultura de cereais mais produzida no mundo, atrás apenas do milho, e é uma das commodities mais consumidas globalmente. Durante a safra de grãos de 2021, o mundo cultivou 221,8 milhões de hectares de trigo, com uma produção de 775,8 milhões de toneladas, sendo China, União Europeia, Índia, Rússia, Estados Unidos e Canadá os principais produtores (CONAB, 2021; Coelho, 2021; Canziani et al., 2009).

No Brasil, o trigo é principalmente cultivado na região Sul, com destaque para os estados do Paraná e Rio Grande do Sul, responsáveis por 87,3% da produção nacional. Embora o país esteja entre os principais produtores, a produção nacional não atende totalmente à demanda interna, exigindo importações. O trigo é amplamente utilizado na alimentação humana, especialmente para panificação, fabricação de massas alimentícias e biscoitos. Também é importante para a rotação e sucessão de culturas, auxiliando no manejo integrado de pragas e plantas invasoras (CONAB, 2021; Coelho, 2021; Canziani et al., 2009).

MORFOLOGIA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta da família Poaceae que surgiu a partir de uma hibridação natural entre uma espécie tetraploide (*Triticum turgidum*) e uma gramínea selvagem (*Aegilops squarrosa*) (Caierão et al., 2015).

Segundo Borém et al. (2015), o trigo possui características morfológicas semelhantes a outros cereais de inverno, como cevada, triticale e centeio, apresentando estruturas como raízes, caule, folhas e inflorescência.

O sistema radicular do trigo é fasciculado, formado por dois grupos de raízes: as seminais, que se desenvolvem a partir do primórdio da semente, e as permanentes, originadas das gemas da coroa (Anderson et al., 2000).

A planta adulta tem um caule central que vai até a espiga, de onde surgem folhas alternadas em ângulos de 180°, formando fitômetros com nós e entrenós ocos. A bainha da folha envolve o caule, fornecendo suporte para o broto (Australian, 2008).

A folha possui bainha, lâmina, lígula e aurículas, com variação entre três a oito folhas por planta. A última folha é chamada de folha bandeira. A inflorescência do trigo é uma espiga com duas fileiras de espiguetas dispostas alternadamente na ráque central. As espiguetas possuem flores presas à ráquila, com glumas na base para proteção. Cada flor é composta por um lema e uma pálea, que envolvem o gineceu e o androceu (Borém et al., 2015). O grão do trigo, chamado de cariopse, é a unidade de reprodução do cereal e é um fruto seco formado a partir da fecundação de uma única flor (Anderson et al., 2000).

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CULTURA

O trigo é uma gramínea com sistema radicular fasciculado, que gera brotos laterais ou perfilhos dependendo das condições do solo e do clima. É uma espécie anual, autógama, e pode ser classificada como cultura de primavera, inverno ou facultativa, dependendo de suas necessidades de fotoperíodo e temperatura. A planta tem entre 6 e 9 folhas e sua inflorescência é chamada de espiga. O ciclo da cultura varia conforme as condições bioclimáticas e genéticas das cultivares, variando no Brasil entre 100 e 160 dias (Caierão et al., 2016).

O ciclo de desenvolvimento do trigo, desde a semeadura até a colheita, é dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos. Cada uma dessas fases tem estágios específicos que influenciam aspectos importantes da produção, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade dos grãos (Fronza et al., 2007).

A fase vegetativa começa com a germinação da semente e a diferenciação de primórdios foliares até o início da floração. Durante essa fase, ocorrem principalmente a formação de folhas e raízes. A fase reprodutiva inicia com a formação de espiguetas na espiga central e termina com o surgimento da última espiguetas na ponta da espiga. A fase de enchimento de grãos começa com a floração e fecundação das flores, e termina com a maturidade fisiológica da planta, quando os grãos atingem o máximo acúmulo de matéria seca. Os estágios fenológicos da cultura incluem: plântula, afilhamento, alongamento,

emborrachamento, espigamento, florescimento, grão em estado leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro (Scheeren et al., 2015).

O trigo se adapta melhor a climas temperados e secos. Para garantir seu desenvolvimento ideal, a temperatura deve ser em torno de 20°C, e entre 15°C e 20°C durante o afilhamento (Manfron et al., 1993).

De acordo com Borém et al. (2015), o trigo é sensível a danos por frio ou calor durante a fase reprodutiva. A temperatura ótima para fertilização fica entre 18°C e 24°C. Danos por geadas podem ocorrer com temperaturas abaixo de -1°C durante a floração, e temperaturas abaixo de -2°C podem ser prejudiciais durante a fase de enchimento de grãos. As plantas de trigo geralmente preferem fotoperíodo longo, o que acelera seu desenvolvimento até a floração. A resposta a fotoperíodo curto leva ao aumento do número final de folhas em trigos de primavera, adaptando as plantas a condições mais frias e permitindo a antese após o período de inverno, quando o risco de geadas é menor.

ECOFISIOLOGIA DA CULTURA

EFEITO DOS FATORES AMBIENTAIS SOBRE A CULTURA DO TRIGO

Os principais fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento do trigo são a temperatura, o fotoperíodo e o clima. O clima ideal para o trigo inclui invernos suaves, verões quentes com alta radiação solar, chuvas leves e água suficiente no solo. De acordo com Fronza et al. (2007), a demanda hídrica do trigo varia de 400 a 500 mm durante seu ciclo. O trigo é cultivado principalmente em áreas temperadas e subtropicais, entre latitudes 15 e 60° N e 25 e 40° S, com precipitações anuais entre 250 e 2000 mm.

Precipitações insuficientes ou mal distribuídas após a semeadura podem atrasar a germinação e afetar o vigor das plantas, resultando em uma redução na produtividade, o estresse hídrico durante a fase de enchimento dos grãos pode diminuir a produção em cerca de 19,1%. A temperatura ideal para o crescimento do trigo varia em cada fase: 20°C para a germinação, 8°C na fase vegetativa, 15°C na fase reprodutiva e 18°C da floração à maturidade dos grãos (Correa, 2018; Mafron et al., 1993; Souza et al., 2013).

Estudos mostraram que altas temperaturas impactam negativamente o trigo, reduzindo a produtividade. O trigo é uma planta de dias longos, o que acelera seu desenvolvimento até a floração. No entanto, isso depende do genótipo. O fotoperíodo curto também influencia o trigo, aumentando o número final de folhas em trigos de primavera e prolongando a longevidade das plantas em dias curtos. O trigo é uma planta C3 de inverno, cuja fotossíntese depende do ciclo de Calvin, com um ponto ótimo de temperatura entre 10°C e 25°C (Correa, 2018; Mafron et al., 1993; Souza et al., 2013).

ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO E ÉPOCA DE SEMEADURA

O Brasil está dividido em três regiões para cultivo de trigo: (1) Região Sul-Brasileira, que engloba Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná, caracterizada por alta precipitação e solos ácidos; (2) Região Centro-Sul-Brasileira, cobrindo outras partes do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo, com baixa precipitação e solos que podem ou não ser ácidos; e (3) Região Centro-Brasileira, incluindo Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia, onde o trigo é cultivado tanto em sistema de sequeiro com estresses térmico e hídrico, quanto em sistema irrigado durante períodos de baixa ou nula precipitação e temperaturas mais favoráveis (Correa, 2018).

Com o objetivo de aprimorar os experimentos de Valor de Cultivo e Uso (VCU) para o lançamento de novas cultivares, a Instrução Normativa nº 3 foi estabelecida em outubro de 2008, definindo as regiões tritícolas em Regiões Homogêneas de Adaptação de Cultivares de Trigo (RHACT) (Cunha et al., 2016).

Segundo Cunha et al. (2016), as quatro regiões homogêneas de adaptação de trigo foram estabelecidas com base em fatores como precipitação na estação de crescimento do trigo, frio invernal (temperatura média das mínimas do mês mais frio), calor na fase de enchimento dos grãos (temperatura média das máximas dessa fase), altitude e histórico de rendimento de grãos.

Embora o trigo tenha uma plasticidade que permite seu cultivo em diversas regiões do mundo, o clima influencia significativamente em seu rendimento e viabilidade econômica. Na região 1, o excesso de umidade relativa do ar nos meses de setembro e outubro, aliado à ocorrência de geadas durante o espigamento e florescimento, chuvas na colheita e granizo são os principais problemas climáticos. A região 2 enfrenta desafios como umidade do ar, geadas, secas durante espigamento e florescimento, e chuvas na colheita. Já nas regiões 3 e 4, as altas temperaturas durante espigamento e enchimento dos grãos causam encurtamento desses períodos, resultando em grãos chochos (Correa, 2018).

Apesar de as regiões tritícolas 1, 2 e 3 terem área suficiente para atender a demanda nacional, suas produtividades têm sido irregulares devido a variações climáticas, levando à diversificação das áreas de cultivo para aumentar a estabilidade da produção. A região 4, caracterizada pelo clima quente e seco do Cerrado, mostra grande potencial para expansão da triticultura brasileira, tanto em sistemas de sequeiro quanto irrigados (Corrêa, 2018).

ÉPOCA DE SEMEADURA

As recomendações para a época de semeadura de trigo são baseadas em experimentos regionais e consideram fatores como risco de geadas próximas à floração e disponibilidade de umidade no solo. No Rio Grande do Sul, a semeadura ocorre entre maio e julho, beneficiando a cultura, mas aumentando o risco de geadas. No Paraná, o período de semeadura varia entre março e julho, de acordo com nove zonas homogêneas identificadas. Em Santa Catarina, as épocas de semeadura variam entre maio e agosto, com base em fatores como geadas e altitude. A semeadura é recomendada em diferentes épocas nas regiões A, B, C e D do estado, com base na altitude e latitude de cada área (EMBRAPA, 2018).

No Paraná, o risco de geadas aumenta com a altitude e latitude, mas diminui ao norte de 24°S. Assim, é necessário semear mais tarde para evitar riscos de geadas durante o espigamento. Em São Paulo, as épocas de semeadura variam entre fevereiro e maio, dependendo do tipo de solo. No Mato Grosso do Sul, recomenda-se a semeadura entre março e maio. Em Goiás, Minas Gerais e no Distrito Federal, o cultivo de trigo sob condição de sequeiro é uma opção para o período de safrinha. As recomendações variam de acordo com a altitude e a época da estação seca ou chuvosa em cada região (EMBRAPA, 2018).

CULTIVARES DE TRIGO NO BRASIL

Segundo a Embrapa (2018), a escolha da cultivar de trigo para a semeadura deve considerar uma série de fatores, dentre eles a liquidez - atributo relacionado à qualidade demandada pela indústria e oportunidades de segregação; tolerância a doenças, germinação na espiga ou acamamento considerando as previsões climáticas e a rotação de culturas da área; e potencial de rendimento associado ao custo de investimento mínimo exigido pela cultivar, como adubação, quantidade de sementes, necessidade de aplicar defensivos ou redutor de crescimento. Com relação a proteção de trigo no Brasil, dados do Serviço nacional de Proteção de Cultivares - SNPC apontam que, desde a publicação da Lei de Proteção de Cultivares, já foram protegidas até o presente momento cerca de 253 cultivares de trigo (EMBRAPA, 2018).

ESTABELECIMENTO DA LAVOURA

CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DA ÁREA, DENSIDADE, ARRANJO DE PLANTAS E PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

Na semeadura de trigo, deve-se ter como critérios para a escolha da área, os fatores edafoclimáticos, o cultivo anterior, histórico da área em termos de doenças potencialmente transmissíveis pela semente e plantas daninhas. Para que não ocorra contaminação por plantas voluntárias, devem ser evitadas áreas cultivadas com outras cultivares de trigo, na safra anterior (Borém, 2015; EMBRAPA, 2018; Fronza et al., 2007).

Para a semeadura do trigo, é recomendada uma densidade de 270 a 350 sementes aptas por m². Para determinar a quantidade de sementes por hectare, é necessário considerar fatores como massa de mil grãos, vigor, poder germinativo, sistema de cultivo, espaçamento, fertilidade do solo, necessidades hídricas e condições climáticas locais. Os grãos das cultivares de trigo variam em forma, cor, tamanho e massa, e essas características podem ser influenciadas pelo clima e pelo manejo agrícola. O espaçamento entre linhas deve ser de 16 a 18 cm, com uma média de 17 cm, enquanto a profundidade de semeadura recomendada varia entre 2 e 5 cm, sendo menor em solos argilosos. Esses parâmetros são importantes para otimizar a semeadura e garantir uma boa produção de trigo (Coelho, 2021; EMBRAPA, 2018; Fronza et al., 2007).

INOCULAÇÃO EM SEMENTES E TRATAMENTO DE SEMENTES

Indica-se o uso de inoculante com *Azospirillum brasilense* e/ou outras bactérias associativas promotoras de crescimento de plantas devidamente registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). A eficiência agrônômica dos inoculantes pode variar em função das condições de cultivo do trigo (EMBRAPA, 2018).

O tratamento sanitário de sementes é uma estratégia eficaz para controlar ou prevenir danos por pragas e patógenos, sendo uma medida importante para manter a qualidade das sementes. Consiste na aplicação de produtos químicos especialmente desenvolvidos, e é amplamente adotado pelos agricultores devido às suas vantagens, como facilidade de execução, custos baixos, distribuição uniforme de produtos e aumento significativo da produção final. O desempenho do tratamento químico é influenciado por fatores como tipo de semente, condição física e fisiológica, tamanho, formulação, ingrediente ativo, dosagem e armazenamento. Mesmo sem sintomas externos, as sementes podem estar infectadas por organismos causadores de doenças. Portanto, para prevenir a reintrodução de fungos patogênicos como *B. sorokiniana*, *D. tritici-repentis* e *Pyricularia grisea* nas lavouras, é necessário tratar as sementes com fungicidas (EMBRAPA, 2018).

MANEJO DA LAVOURA

PLANTAS DANINHAS

Na cultura do trigo, diversas plantas daninhas causam perdas econômicas significativas. No sul do Brasil, as gramíneas Azevém (*Lolium perenne* spp. *multiflorum*) e Aveia (*Avena strigosa* e *Avena sativa*) são as mais prejudiciais. Entre as dicotiledôneas, destacam-se Buva (*Conyza* spp), Nabo (*Raphanus raphanistrum* e *R. sativus*), Ervilhaca (*Vicia vilosa* e *V. sativa*) e Cipó-de-veado-de-inverno (*Polygonum convolvulus*). Outras plantas como Língua-de-vaca (*Rumex* spp.), Flor-roxa (*Echium plantagineum*), e Erva-de-passarinho (*Stellaria media*) também são comuns (Agostinetto et al. 2008, Galon et al., 2010).

O controle de plantas daninhas no trigo envolve práticas culturais adequadas e uso de herbicidas específicos. É crucial aplicar o herbicida certo na dose e época recomendadas, em um sistema integrado de manejo de plantas daninhas. Os herbicidas hormonais, como 2,4-D (amina) e 2,4-D (éster), devem ser aplicados durante a fase de perfilhamento do trigo, antes do início da fase de alongação. Em lavouras próximas a culturas de folhas largas, é recomendada a utilização de 2,4-D amina para evitar efeitos fitotóxicos por deriva (EMBRAPA, 2018; Galon et al., 2010).

PRAGAS

PRAGAS DE CAMPO

No Brasil, várias espécies de pulgões estão associadas à cultura do trigo, como *Schizaphis graminum* (pulgão-verde-dos-cereais), *Metopolophium dirhodum* (pulgão-da-folha), *Sitobion avenae* (pulgão-da-espiga), *Rhopalosiphum padi* (pulgão-do-colmo) e *Rhopalosiphum rufiabdominale* (pulgão-da-raiz). Os pulgões podem

causar perdas de produtividade por meio da redução da massa de mil grãos, do hectolitro e do número de grãos por espiga, além de afetarem o poder germinativo das sementes. Eles também podem transmitir o Vírus do Nanismo Amarelo da Cevada e causar danos às plantas com sua saliva tóxica, resultando em amarelecimento, necrose e morte de plântulas (Pereira et al., 2010).

Para o controle de pulgões, recomenda-se o uso de inseticidas com menor toxicidade aos inimigos naturais e aos mamíferos. O uso de produtos seletivos permite o aumento das populações de inimigos naturais e promove o controle biológico. Após o estágio de grão em massa, não é necessário controlar os pulgões. A população média de pulgões deve ser monitorada semanalmente, por meio da amostragem de plantas em pontos representativos da lavoura (EMBRAPA, 2018; Pereira et al., 2010).

DOENÇAS

As condições climáticas adversas, como alta umidade e temperatura, podem reduzir o rendimento do trigo devido ao ataque de fungos. O controle químico com fungicidas nos órgãos aéreos pode estabilizar a produção em níveis econômicos, especialmente contra doenças como mancha marrom (*B. sorokiniana*) e mancha bronzeada (*D. tritici-repentis*). A aplicação de fungicidas deve ser planejada pelo agricultor ou equipe técnica antes da ocorrência da doença e combinada com outras práticas, como escolha de cultivares, rotação de culturas e tratamento de sementes. Ao selecionar fungicidas, é importante considerar fatores como modo de ação, eficiência, persistência e aspectos toxicológicos e econômicos (Reis et al., 2010).

No cerrado, as principais doenças do trigo irrigado incluem oídio, manchas foliares e brusone. O uso de cultivares resistentes é a medida preferencial para controle de doenças, mas não há resistência para todas as enfermidades. Medidas adicionais como tratamento de sementes, rotação de culturas e eliminação de hospedeiros auxiliares ajudam a reduzir o inóculo dos patógenos (Reis et al., 2010).

O controle químico é uma medida rápida e eficaz, mas pode aumentar significativamente os custos da lavoura, por isso deve ser reservado para lavouras com alto potencial de rendimento (EMBRAPA, 2018; Reis et al., 2010).

MANEJO DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

MANEJO DO SOLO EM SISTEMAS CONSERVACIONISTAS

A exploração agrícola intensiva em sistemas conservacionistas tem acelerado a degradação dos solos em vastas áreas, prejudicando suas propriedades físicas, químicas e biológicas e, consequentemente, afetando a produtividade das culturas (EMBRAPA, 2018). O uso contínuo de arações e gradagens superficiais desestrutura a camada arável do solo, dividindo-a em uma camada superficial pulverizada e outra subsuperficial compactada.

Os principais fatores que contribuem para a degradação e erosão do solo são:

- Compactação do solo e falta de cobertura vegetal.

- Chuvas intensas no início do período de cultivo.
- Utilização de áreas com declives acentuados para culturas anuais.
- Uso isolado de terraços e semeadura em contorno como práticas de conservação do solo.

Segundo a Embrapa (2018), o manejo adequado do solo, em conformidade com as características climáticas, do solo e das culturas locais, é essencial para controlar a erosão e recuperar solos degradados, reintegrando-os ao processo produtivo.

MANEJO DE RESTOS CULTURAIS

Os restos culturais desempenham um papel crucial na proteção do solo, especialmente durante o estágio inicial de desenvolvimento das culturas, quando a cobertura do solo ainda é insuficiente. Manter esses restos na superfície do solo previne o impacto direto da chuva sobre as partículas do solo, reduz a velocidade de escoamento superficial da água e promove maior infiltração de água, minimizando a erosão. Além disso, os restos culturais contribuem para a reposição de nutrientes e matéria orgânica no solo, beneficiando a saúde do solo a longo prazo. Portanto, é importante não os eliminar ou queimá-los, pois eles são uma parte valiosa da gestão sustentável do solo (EMBRAPA, 2018).

SUCCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO VERDE

A prática contínua da monocultura pode levar à diminuição da produtividade ao longo dos anos devido à degradação do solo, ao desenvolvimento de doenças e ao surgimento de pragas e plantas daninhas. Pesquisas da Embrapa Trigo mostraram que, após alguns anos de cultivo em monocultura, a produção de trigo praticamente cessou. Em sistemas irrigados, recomenda-se alternar o cultivo de trigo com outras culturas, como soja, feijão, ervilha e hortaliças, para evitar a queda na produtividade causada por doenças nas raízes (Hernani et al., 1995).

A rotação de culturas com trigo é uma estratégia eficaz para recuperar solos degradados e controlar doenças nas regiões do cerrado. A adição de matéria orgânica e o uso de leguminosas para adubação verde melhoram a estrutura do solo e reduzem a necessidade de fertilizantes nitrogenados, promovendo a sustentabilidade agrícola (Hernani et al., 1995).

NUTRIÇÃO MINERAL

Para obtenção de elevada produtividade com a cultura de trigo, é imprescindível a adoção de uma adubação equilibrada. Uma vez que os solos brasileiros são pobres em fósforo e em potássio, torna-se necessária a aplicação de elevada quantidade desses nutrientes. O programa de melhoramento de trigo para o desenvolvimento de cultivares indicadas para esse sistema de cultivo tem como principal objetivo a indicação de cultivares de alto potencial produtivo, bem como alta performance na qualidade industrial. Para que o potencial produtivo dessas cultivares possa se expressar nesse ambiente, o manejo correto dos

fatores produtivos deve ser uma premissa básica em qualquer empreendimento agrícola (Gatiboni et al., 2016).

A utilização de fertilizantes é de importância crucial nos sistemas de produção de trigo irrigado, uma vez que o potencial produtivo é alto, levando a uma remoção intensiva desses nutrientes. Uma produtividade de 7.000 kg/ha de trigo com índice de colheita de 40% remove aproximadamente 207kg/ha de nitrogênio. Além disso, em função da disponibilidade de irrigação, usualmente mais de uma cultura é cultivada a cada ano, intensificando a retirada de nutrientes, sendo necessária a reposição dos mesmos para manter ou aumentar a produtividade do sistema (Gatiboni et al., 2016).

CALAGEM E ADUBAÇÃO

A análise de solo é fundamental para determinar a necessidade de corretivos e fertilizantes, mas é crucial que a amostra seja representativa da área. Recomenda-se fazer análises a cada três anos no plantio direto, geralmente de 0 a 10 cm de profundidade. A correção da acidez é indicada quando a saturação por Al (m) é superior a 10%. Se a análise fornecer o teor de H + Al, pode-se usar o método da saturação por bases para determinar a necessidade de corretivo, visando atingir 60% de saturação por bases (Andriolo et al., 2016; Gatiboni et al., 2016).

Para a calagem no trigo, recomenda-se corrigir quando a saturação por bases estiver abaixo de 60%, visando atingir 70%. A quantidade de corretivo varia conforme o pH do solo e outros fatores, especialmente em solos argilosos. Os solos arenosos têm limitações agrícolas devido à baixa capacidade de troca de cátions e retenção de água, mas é necessário monitorar e possivelmente corrigir a acidez após alguns anos de cultivo, especialmente usando a saturação por bases como critério (Andriolo et al., 2016; Gatiboni et al., 2016).

ADUBAÇÃO

NITROGÊNIO

A quantidade de fertilizante nitrogenado no trigo depende da matéria orgânica do solo, da cultura anterior e da expectativa de rendimento, influenciada por vários fatores e condições climáticas. A dose inicial varia de 15 a 20 kg/ha, com o restante aplicado em cobertura entre o perfilhamento e o alongamento da planta (Andriolo et al., 2016).

Para doses maiores, pode-se dividir em duas aplicações durante o afilhamento e o alongamento. Aplicar nitrogênio tarde, após o emborrachamento, geralmente não afeta a produção de grãos, mas pode aumentar a proteína, sem alterar a classificação comercial do trigo em todas as situações (Andriolo et al., 2016).

FÓSFORO E POTÁSSIO

A quantidade de fertilizantes com fósforo (P) e potássio (K) aplicada varia conforme os teores desses nutrientes no solo. O nível crítico de P e K é o limite superior do teor “Médio”, que deve ser mantido com a aplicação adequada de fertilizante. Acima do limite superior do teor “Alto”, a probabilidade de resposta à aplicação de fertilizante é muito pequena ou nula (Andriolo et al., 2016).

As doses de P_2O_5 e K_2O são determinadas por dois fatores principais:

- A quantidade necessária para o solo atingir o limite superior do nível “Médio” em dois ciclos de cultivo;
- A perda desses nutrientes pelos grãos e outras formas de perda. Nas faixas de teor “Muito baixo”, “Baixo” e “Médio”, a diferença entre a quantidade indicada em cada ciclo de cultivo e a manutenção é a adubação de correção, que corresponde à quantidade necessária para elevar o teor do nutriente no solo ao nível crítico em dois ciclos de cultivo (Andriolo et al., 2016).

MICRONUTRIENTES

Os solos têm micronutrientes suficientes; deficiências são raras. O uso de micronutrientes deve ser cauteloso devido a fatores variados e à baixa demanda das plantas. Fertilizantes orgânicos suplementam bem NPK e fornecem micronutrientes. Fertilizantes fosfatados e calcário também contêm micronutrientes em pequenas quantidades (Andriolo et al., 2016).

ENXOFRE E GESSO AGRÍCOLA

O gesso é fonte de enxofre e cálcio (13% S e 16% Ca). Outras fontes de P têm cálcio (10-16%). Superfosfato simples tem 8% S. Deficiência de S ($< 5 \text{ mg S/dm}^3$) sugere aplicação de 20-30 kg/ha de S, mais comum em solos arenosos e pobres em matéria orgânica. Uso de gesso para camadas subsuperficiais não tem resposta garantida em trigo/triticle no Sul do Brasil (Andriolo et al., 2016).

ADUBAÇÃO DE MANUTENÇÃO

Essa adubação visa à manutenção, em níveis adequados, de fósforo e potássio no solo e é indicada quando se utiliza integralmente a adubação corretiva, sendo dispensada quando se procede à adubação corretiva gradual. Para uma expectativa de rendimento de 3,0 t/ha de trigo, deve-se aplicar 60 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg/ha de K_2O . Se a expectativa de rendimento for de 5,0 t/ha, as doses deverão ser de 80 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O (Andriolo et al., 2016).

SISTEMAS DE CULTIVO

No Brasil, os solos utilizados pela triticultura são predominantemente, Latossolos, Argissolos e Neossolos, e Plintossolos, Cambissolos e Nitossolos em menores proporções. De maneira geral, Latossolos e Argissolos são solos profundos, bem drenados e distribuídos em relevos suave-ondulados a ondulados, sem limitações para a mecanização agrícola. Alguns sistemas de preparo do solo podem ser

utilizados nas lavouras de trigo no Brasil, como a semeadura convencional, o cultivo mínimo e o plantio direto (Andriolo et al., 2016).

ROTAÇÃO E SUCESSÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas traz diversos benefícios, como promover biodiversidade, facilitar o controle integrado de pragas, doenças e ervas daninhas, cobrir o solo de forma contínua, diversificar a produção e estabilizar sua produtividade, além de otimizar a mão de obra e reduzir riscos financeiros. Embora não tenha grande impacto na prevenção da erosão, ela é crucial para manter a capacidade produtiva do solo (Hernani et al., 1995).

O plantio repetido anual de trigo, triticale, cevada, centeio ou avevém na mesma área é a principal causa de doenças nas raízes dessas culturas. Culturas como aveia-branca, aveia-preta, nabo-forrageiro, canola e leguminosas são boas alternativas em sistemas de rotação para controlar essas doenças (EMBRAPA 2018; Hernani et al., 1995).

COLHEITA, SECAGEM, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO

A colheita é crucial para a produtividade e qualidade dos grãos. A regulação da colhedora é essencial para minimizar perdas quantitativas e qualitativas, especialmente devido às variações de umidade do grão e da palha durante a colheita (Bevilaqua, 2010).

Para grãos de trigo com 13% de umidade, a folga entre cilindro e côncavo deve ser de 8-10 mm, com rotação do cilindro a 950 rpm. Já para 16% de umidade, a folga deve ser 6-7 mm, com rotação a 1.100 rpm. Antecipar a colheita pode evitar problemas como germinação de sementes na planta, mas exige cuidados na regulação da colhedora, como folga de 6 mm e rotação de 1.300 rpm para 20% de umidade, além de atenção ao alinhamento, afiação das navalhas e velocidade do molinete para reduzir perdas (Bevilaqua, 2010).

A secagem é crucial após a colheita de trigo para preservar sua qualidade. Umidade acima de 13% requer secagem, especialmente acima de 16% para evitar danos aos grãos. A temperatura máxima durante a secagem não deve exceder 60°C para manter a qualidade do produto. A secagem artificial envolve o uso de ar aquecido para secar os grãos rapidamente. O aquecimento geralmente é feito com lenha, mas isso pode gerar problemas como fumaça e compostos potencialmente prejudiciais aos grãos e à saúde. O uso de GLP em secadores controla melhor as condições de queima. Os secadores variam em temperatura de entrada do ar e em sistemas de carga e fluxo de ar, com opções como secadores intermitentes ou contínuos e fluxo concorrente, contracorrente, cruzado ou misto (Peske et al., 2019b).

Durante o beneficiamento de grãos, as injúrias mecânicas causadas por impactos podem danificar o produto, tornando-o mais suscetível a fungos e reduzindo seu valor econômico. As etapas de pré-limpeza e limpeza removem impurezas e homogeneizam o lote, garantindo que apenas os grãos adequados sigam para beneficiamento e armazenamento. O funcionamento correto dessas operações

melhora a capacidade de classificação das máquinas, possibilitando uma secagem eficiente e armazenamento seguro. A secagem adequada é crucial para a qualidade do trigo e deve ser feita até que o produto alcance umidade uniforme, maximizando sua durabilidade e qualidade durante o armazenamento. Gerenciar adequadamente a limpeza e secagem contribui para a eficiência do beneficiamento e mantém a qualidade final do produto (Peske et al., 2019a).

Durante o armazenamento de trigo, alguns aspectos devem ser tomados em consideração, entre eles: as pragas, que atacam os grãos danificando-os, e, muitas vezes, dificultando a comercialização; os fungos, que podem produzir micotoxinas nocivas ao homem e aos animais, além de outros fatores que influenciam a qualidade tecnológica (Labbé et al., 2019).

QUALIDADE TECNOLÓGICA DO TRIGO ARMAZENADO

Na recepção do trigo para armazenamento, é crucial identificar e separar os lotes de acordo com sua qualidade, especialmente evitando trigo germinado e com variações significativas de umidade. O armazenamento deve ser feito em silos adequados, considerando a classe comercial e o tipo de produto final.

Durante o armazenamento, condições como umidade elevada e alta temperatura favorecem a atividade metabólica do grão, especialmente a respiração, que é responsável pela deterioração rápida dos grãos. Os fatores que influenciam a taxa de deterioração e respiração do grão incluem a umidade (idealmente abaixo de 13%), temperatura (baixas temperaturas reduzem o metabolismo), aeração (renovação do ar na massa de grãos) e a integridade do grão (grãos danificados aceleram a respiração). Gerenciar esses fatores adequadamente é fundamental para a conservação do trigo durante o armazenamento (Labbé et al., 2019).

QUALIDADE TECNOLÓGICA DE TRIGO

Os requisitos para qualidade tecnológica do trigo são (EMBRAPA, 2018):

- a) Aparência - grãos sem defeitos, danos mecânicos, germinação ou danos na secagem, com coloração normal e brilho.
- b) Sanidade - grãos livres de doenças, sem odor de mofo, infestação de insetos ou ataque de roedores.
- c) Limpeza - grãos livres de resíduos, palhas, pedras, fragmentos vegetais, sementes de plantas daninhas, excrementos de roedores e insetos.
- d) Qualidade de moagem - trigo com boa capacidade de extração de farinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinetto, D.; Rigoli, R. P.; Schaedler, C. E.; Tironi, S. P.; Santos, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com trigo. *Planta Daninha*, v.26, n.2, 2008, p.271- 278.

- Alvarenga, A. (2019). Trigo no Brasil: Origem e histórico de cultivo. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/origem-do-trigo-no-brasil/> Acesso em: jun. 2022.
- Anderson, W. K.; Garlinge, J. R. The Wheat book: Principles and Practice. Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth. Bulletin. 2000, 4443. Austrália.
- Andriolo, J.; Peil, N. N. R. A. Corretivos e fertilizantes minerais. In: Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. p. 295-310.
- Australian Government. Departament Of Health and Ageing Office of The Gene Technology Regulator. The Biology of *Triticum aestivum* L. em Thell. (Bread Wheat). Canberra, 2008. 49 p. Disponível em: <https://textarchive.ru/c-2606681.html> Acesso em: mai. 2022.
- Bevilaqua, G. A. P. Manejo de Sistemas de Produção de Centeio visando a Produção de Forragem e de Sementes para a Agricultura Familiar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos, 319, 2010, 16 p.
- Borém, A.; Scheeren, P. L. Trigo: do plantio a colheita. Viçosa: UFV, 2015, 260 p. Caierão, E., Scheeren, P. L., Castro, R. L., Só e Silva, M. (2016). Origem, evolução e melhoramento genético. In: Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde/Claudia De Mori ... [et al.], editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa.
- Canziani, J. R.; Guimarães, V. D. A. O trigo no Brasil e no mundo: cadeia de produção, transformação e comercialização. In: Cunha G. R. (ed.). Oficina sobre trigo no Brasil: bases para a construção de uma nova triticultura brasileira. Editora Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2009, p. 29-72.
- Coelho, J. D. Trigo: produção e mercado. Caderno Setorial Etene, Fortaleza, v. 151, 2021, p. 1-9.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. (2021). Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 12º segundo levantamento, set. Disponível em: https://www.gov.br/fazenda/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/conjuntura-economica/agricola/2021/9o-levantamento-de-safras_mai-2021.pdf Acesso em: jun. 2022.
- Correa, A. A. P. (2018). Desempenho de cultivares de trigo em condições de estresses térmico e hídrico. Universidade Estadual Paulista – UNESP Câmpus de Jaboticabal (Tese de Doutorado).
- Cunha, G. R.; Pasinato, A.; Pires, J. L. F.; Dalmago, G. A.; Santi, A.; Gouvêa, J.A. (2016). Bioclimatologia e zoneamento agrícola. In: Trigo: o produtor pergunta, a Embrapa responde/Claudia De Mori ... [et al.], editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa.
- EMBRAPA. (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). Informações Técnicas para trigo e triticle safra 2019: 12ª reunião da comissão brasileira de pesquisa de trigo e triticle. Passo Fundo, RS, 03 a 05 de julho de 2018. Brasília: Embrapa. 2018, 244 p.

- Fronza, V.; Souza, M. A.; Molina, R. M. S.; Yamanaka, C. H. Trigo (*Triticum aestivum* L. In: Paula Junior, T. J. Venzon, M. (Ed.). 101 Culturas: Manual de Tecnologias Agrícolas. Belo Horizonte, EPAMIG, 2007, p. 751-762.
- Galon, L.; Tironi, S. P.; Ferreira, E. A.; Silva, A. A. Manejo de Plantas Daninhas em Cereais de Inverno. In: Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010, 1 ed., p. 258-316.
- Gatiboni, L. C.; Silva, L. S.; Anghinoni, I. Diagnóstico da fertilidade do solo e recomendação da adubação (Grãos). In: Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. p. 101-120.
- Hernani, L. C.; Endres, V. C.; Pitol, C.; Salton, J. C. Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul. Dourados. EMBRAPA-CPAO, 1995. 93 p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 4).
- Labbé, L. M. B.; Villela, F. A.; Peske, S. T. Armazenamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019, p. 466-512.
- Manfron, P. A.; Lazzarotto, C.; Medeiros, S. L. P. (1993). Trigo-Aspectos agrometeorológicos. Ciência Rural, v. 23, p. 233-239.
- Pereira, P. R. V.; Salvadori, J. R.; Lau, D. Cereais de Inverno: Insetos-praga. In: Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010, 1 ed., p. 225-247.
- Peske, S. T.; Labbé, L. M. B.; Panozzo, L. E. Beneficiamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019a, p. 407-464.
- Peske, S. T.; Villela, F. A.; Gadotti, G. I. Secagem de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019b, p. 355-405.
- Reis, E. M.; Casa, R. T.; Bianchin, V.; Danelli, A. L. D. D. Manejo Integrado de Doenças no Trigo. In: Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil, Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010, 1 ed., p. 161-205.
- Scheeren, P. L.; De Castro, R. L.; Caierão, E. Botânica, morfologia e descrição fenotípica. Embrapa Trigo- Capítulo em livro científico (ALICE), 2015, p. 35-55.
- Souza, M. A.; Pimentel, A. J. B. Estratégias de seleção para melhoramento do trigo com tolerância ao estresse por calor. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.34, n. 274, maio/jun, 2013, p. 30-39.

A cultura do triticale *Triticale* (*X Triticosecale Wittmack*)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap7

Thiago Antonio da Silva 

Aline Flores Vilke 

Ana Paula Rozado Gomes 

Karine Von Ahn Pinto 

Natália Pedra Madruga 

INTRODUÇÃO

O triticale, sintetizado pela primeira vez por Wittmack e Camus em 1927, é um cereal projetado para combinar as vantagens do trigo e do centeio. Enquanto o trigo tem alto potencial produtivo e qualidade para panificação, necessita de solos férteis e é sensível a temperaturas baixas. Por outro lado, o centeio pode ser cultivado em solos mais pobres e suporta temperaturas mais baixas, embora não tenha a mesma qualidade para panificação nem potencial produtivo do trigo (Ammar et al., 2004).

A descoberta inicial de híbridos naturais de trigo e centeio, todos estéreis e do sexo masculino, foi feita em 1918 na Estação Experimental Agrícola de Saratov, na Rússia, dando início a estudos que duraram até 1930 e ajudaram a entender as limitações na obtenção de híbridos. O termo “triticale”, sugerido por Lindschau e Oehler em 1935, combina as palavras em latim para trigo e centeio. O primeiro relatório sobre a produção de híbridos entre trigo e centeio foi apresentado em 1875 na Escócia por Stephen Wilson, mas esses híbridos eram estéreis devido a problemas nos grãos de pólen. Carman, em 1884, publicou ilustrações de uma planta híbrida parcialmente fértil, enquanto em 1888, Rimpau produziu o primeiro híbrido estável (Ammar et al., 2004).

No Brasil, a primeira Reunião Brasileira de Pesquisa de Triticale aconteceu em 1985 em Passo Fundo, seguida por outras em Campinas (1987), Cascavel (1989) e Chapecó (1992). A partir de 1990, o triticale recebeu impulso com o 2º Simpósio Internacional de Triticale em Passo Fundo, RS, sendo incentivado seu uso na alimentação animal por indústrias de aves e suínos, marcando uma nova fase de aproveitamento preferencial desse cereal na maioria dos países produtores (Baier et al., 1994).

IMPORTÂNCIA SOCIECONÔMICA E FORMAS DE UTILIZAÇÃO

O desenvolvimento do triticale foi impulsionado por avanços importantes, como a descoberta do efeito da colchicina na duplicação de cromossomos e a adoção da cultura de embriões, possibilitando a obtenção de triticales hexaplóides, que são os mais cultivados atualmente. A combinação do trigo e do centeio conferiu ao triticale diversas características vantajosas, como alto valor protéico, qualidade para a produção de derivados de panificação, potencial de rendimento de grãos e biomassa, resistência a

doenças, crescimento em baixas temperaturas, tolerância ao solo com alumínio tóxico, resistência à seca, sistema radicular profundo e baixa necessidade de insumos (Baier et al., 1994; Kholi, 1989; Lafarge, 1985; Oettler, 2005).

No Brasil, o cultivo comercial de tritcale começou em 1985 e se expandiu após 1990, impulsionado pelo uso na alimentação animal incentivado por empresas de avicultura e suinocultura. Atualmente, o uso predominante é na alimentação animal. O cultivo de tritcale também beneficia o solo, reduzindo ervas daninhas e doenças, e fornece uma fonte estável de alimento para humanos e animais. É utilizado na produção de diversos alimentos, como biscoitos e massa para pizza, além de ser empregado na alimentação de bovinos, suínos, aves e peixes (Baier et al., 1994; De Mori et al., 2014).

O tritcale é utilizado na produção de etanol e materiais de construção, como isolantes (Rosenberger et al., 2002). Cultivares mais recentes melhoraram o rendimento de farinha, possibilitando a produção de pães de qualidade similar aos feitos apenas com farinha de trigo. Também tem sido usado em diversas outras aplicações, como cultura de cobertura para evitar erosão, controle de erosão do vento, recuperação de solos compactados e poluídos, produção de materiais de isolamento, compostos fenólicos para aplicações alimentares e nutracêuticas, produção de grafite para perfuração petrolífera, fabricação de papel e artesanato (Baier et al., 1994; De Mori et al., 2014; EMBRAPA, 2022a; Hosseinian et al., 2009; Peña, 2004; Peña et al., 1992).

MORFOLOGIA

O tritcale pertence à família Gramineae, subfamília Pooideae, Tribo Triticeae e subtribo Triticineae. Seu nome científico é *X Triticosecale Wittmack* ou *Triticum turgidocereale* (Kiss) Mac Key, quando hexaplóide, e *Triticum rimpani* (Wittmack) Mac Key, quando octoplóide. É um anfiplóide, pois contém os cromossomos tanto do trigo (*Triticum* spp.) quanto do centeio (*Secale* spp.). Outras culturas importantes, como trigo, aveia, colza e batata, também são anfiplóides. Triticales octoplóides são obtidos cruzando centeio com trigo comum, resultando em 28 pares de cromossomos. Triticales hexaplóides surgem do cruzamento com trigo duro, possuindo 21 pares de cromossomos de trigo, 7 do genoma “A”, 7 do “B” e 7 do “D”, além de 7 pares do genoma “R” de centeio (ELEVAGRO, 2021; Mac Key, 1991).

Morfologicamente, o tritcale é uma mistura de trigo e centeio, mas se assemelha mais ao trigo. É resistente ao acamamento e à acidez do solo, apresentando de 20 a 30 espiguetas com 3 a 5 grãos em suas espigas. As cultivares brasileiras têm aristas, são claras e têm pilosidade nas glumas e no ráquis, com grãos mais longos que os do trigo e diâmetro maior que os do centeio (ELEVAGRO, 2021).

Existem triticales primários, que vêm diretamente do cruzamento entre trigo e centeio, e secundários, resultantes do cruzamento entre primários ou destes com outros secundários. Os triticales hexaplóides completos têm todos os sete pares de cromossomos dos genomas “A” e “B” do trigo, além do genoma “R” do centeio. Os substituídos têm um ou mais cromossomos de centeio substituídos por cromossomos de trigo. A identificação de diferentes espécies de cereais de inverno é feita observando

estruturas morfológicas como bainhas, lígulas, aurículas e a torção das lâminas foliares. Essas características ajudam na identificação das espécies e suas variedades (ELEVAGRO, 2021; Varughese et al., 1997).

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

Considerando a semelhança entre a cultura do tritcale e a do trigo, podemos traçar um paralelo nas fases de crescimento e desenvolvimento. O ciclo do trigo, da semeadura à colheita, geralmente é dividido em três fases: vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos. Cada uma dessas fases possui estágios específicos que desempenham um papel crucial na formação do rendimento de grãos, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade tecnológica (EMBRAPA, 2022b; McGoverin et al., 2011; Royo, 1992; Salmon et al., 2004).

ECOFISIOLOGIA

O tritcale é cultivado em várias regiões do mundo onde outras culturas de cereais de inverno enfrentam desafios. Isso inclui áreas com solos ácidos, como no sul do Brasil, Polônia, Rússia, África do Sul e sul dos Estados Unidos; climas semiáridos, presentes na Austrália, Argentina, México, Estados Unidos e Rússia; e altiplanos, como os do Peru, Colômbia, França, México e Turquia (EMBRAPA, 2022b; Oettler, 2005).

Em regiões como norte e leste da Alemanha, Polônia e Belarus, onde predominam solos ácidos e arenosos e o clima é frio, o tritcale substitui vantajosamente o centeio, pois não tem fatores antinutricionais limitantes na alimentação animal. Na França, em altitudes entre 600 e 1.300 m, o tritcale é importante para introduzir novas tecnologias na produção agrícola. Na Itália, é cultivado em regiões montanhosas e usada principalmente para silagem, sendo o grão destinado à alimentação de aves e suínos. Nos Estados Unidos, em áreas sujeitas a geada, algumas cultivares de tritcale tiveram produção comparável ao centeio, com diferentes exigências térmicas (Rossi et al., 1991; Salmon et al., 2004). No Brasil, as cultivares de tritcale atualmente disponíveis se adaptam melhor a solos moderadamente ácidos e altitudes superiores a 400 m, sendo importantes para regiões do sul do país (EMBRAPA, 2022b).

ÉPOCA DE SEMEADURA

As orientações oficiais para crédito agrícola e seguro rural no Brasil, específicas para semeadura de trigo e tritcale, são baseadas nas Portarias do Zoneamento Agrícola de Risco Climático do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Essas informações são revisadas anualmente e disponibilizadas no portal do Ministério, bem como publicadas no Diário Oficial da União (EMBRAPA, 2022b).

No Estado do Rio Grande do Sul, onde há aptidão para o cultivo desses cereais, as épocas de semeadura são determinadas conforme o Zoneamento Agrícola do Mapa para trigo e tritcale de sequeiro. Essas diretrizes estão descritas nas Portarias N° 609/2021 e N° 629/2021, contemplando diferentes tipos de solos de acordo com critérios específicos de textura e profundidade (EMBRAPA, 2022b).

CULTIVARES

As cultivares mais comuns atualmente são baseadas no tritcale hexaploide, que demonstra vantagens e estabilidade superiores em comparação com outras formas. As primeiras variedades comerciais de tritcale foram lançadas em 1968: tritcales de inverno n° 57 e n° 64 (resultantes do cruzamento entre octoploide e hexaploide) na Hungria, e o tritcale de primavera Armadillo, no México, pelo CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo). Em 1969, outras duas variedades de primavera foram lançadas, uma na Espanha (Cachurulu) e outra no Canadá (Rosner). Até julho de 2013, o catálogo de variedades certificadas da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) incluía 363 variedades de tritcale (Bruckner et al., 1990; Salmon et al., 2004).

Na 14ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Tritcale, onde foram apresentadas as informações técnicas para a safra 2022, foram indicadas as seguintes variedades, conforme as tabelas abaixo (EMBRAPA, 2022b).

Tabela 35. Informações quanto ao ciclo e regiões homogêneas de adaptação das cultivares de tritcale indicadas para cultivo nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, segundo os obtentores, em 2022.

Cultivar	Ciclo	Regiões homogêneas de adaptação	Cultivar	Ciclo	Regiões homogêneas de adaptação
BRS 148	P	RS (1 e 2) SC (1 e 2)	BRS Zênite	P	RS (1 e 2) SC (1 e 2)
BRS 203	P	RS (1 e 2) SC (1 e 2)	BRS Ulisses	P	RS (1 e 2) SC (1 e 2)
BRS Harmonia	M	SC (1 e 2)	CEP 22-Botucaraí	M	RS (1 e 2) SC (1 e 2)
BRS Minotauro	M	RS (1 e 2) SC (1 e 2)	CEP 23-Tatu	M	RS (1 e 2) SC (1 e 2)
BRS Netuno	P	RS (1 e 2) SC (1 e 2)	CEP 28-Guará	M	RS (1 e 2) SC (1 e 2)
BRS Resoluto	M	RS (1 e 2)	Embrapa 53	P	RS (1 e 2) SC (1 e 2)
BRS Saturno	M	RS (1 e 2) SC (1 e 2)	IPR Aimoré	P	SC (1 e 2)
BRS Surubim	M	SC (1 e 2)	IPR Caiapó	M	SC (1 e 2)

P: precoce; M: médio.

Indicação de cultivares de tritcale para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Informações Técnicas para Trigo e Tritcale, Safra 2022). Fonte: EMBRAPA, 2022b.

Tabela 36. Informações quanto ao ciclo e regiões homogêneas de adaptação das cultivares de triticale indicadas para cultivo nos estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo, segundo os obtentores, em 2022.

Cultivar	Ciclo	Regiões homogêneas de adaptação	Cultivar	Ciclo	Regiões homogêneas de adaptação
BRS 148	P	PR (1, 2 e 3)	Embrapa 53	P	PR (1, 2 e 3)
BRS 203	P	PR (1, 2 e 3)	IAC 2-Tarasca	M	SP (2 e 4)
BRS Harmonia	M	PR (1, 2 e 3) MS (3) SP (2)	IAC 3-Banteng	M	SP (2 e 4)
BRS Minotauro	M	PR (1, 2 e 3) MS (3 e 4) SP (2 e 4)	IAC 5-Canindé	M	SP (2 e 4)
BRS Saturno	M	PR (1, 2 e 3) MS (3) SP (2 e 3)	IAC 6-Pardal	M/T	SP (2, 3 e 4)
BRS Surubim	M	PR (1, 2 e 3) SP (2)	IPR 111	M	PR (1, 2 e 3)
BRS Ulisses	P	PR (1, 2 e 3) MS (3 e 4) SP (2 e 4)	IPR Aimoré	P	PR (1, 2 e 3) MS (3) SP (2)
BRS Zênite	P	PR 1	IPR Caiapó	M	PR (1, e 3) MS (3) SP (2 e 3)

P: precoce; M: médio; T: tardio.

Indicação de cultivares de triticale para os estados do Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo. (Informações Técnicas para Trigo e Triticale, Safra 2022). Fonte: EMBRAPA, 2022b

Tabela 37 Informações quanto ao ciclo e regiões homogêneas de adaptação das cultivares de triticale indicadas para cultivo no estado de Minas Gerais, segundo os obtentores, em 2022.

Cultivar	Ciclo	Regiões homogêneas de adaptação
IAC 3-Banteng	P	Sequeiro

P: precoce.

⁽¹⁾ Para altitudes acima de 800 m.

Indicação de cultivares de triticale para o estado de Minas Gerais. (Informações Técnicas para Trigo e Triticale, Safra 2022). Fonte: EMBRAPA, 2022b.

ESTABELECIMENTO DA LAVOURA

ROTAÇÃO DE CULTURAS E ESCOLHA DA ÁREA

A prática da rotação de culturas desempenha um papel significativo na redução do potencial de infecção por organismos causadores de doenças radiculares e manchas foliares. A semeadura repetida de culturas como trigo, triticale, cevada, centeio e outras gramíneas, como o azevém, na mesma área, é a principal causa do aumento dessas doenças. Por outro lado, culturas como aveia preta, aveia-branca, nabo-forrageiro, canola e leguminosas são escolhas mais adequadas para implementar modelos de produção que visam controlar essas doenças (EMBRAPA, 2022b).

PREPARO DE SOLO

É fundamental que se descompactem as camadas adensadas (pé-de-arado ou pé-de-grade). A aração ou a subsolagem deve ser feita com a devida antecedência, trabalhando-se o solo com umidade adequada e evitando-se a pulverização excessiva (EMBRAPA, 2022b).

CALAGEM E ADUBAÇÃO

A escolha das culturas a serem plantadas deve ser baseada na análise do solo e no histórico da área, seguindo as recomendações específicas para o local. Um nível adequado de matéria orgânica no solo traz diversos benefícios: serve como fonte de nutrientes como nitrogênio, fósforo e enxofre de liberação gradual; possui alta capacidade de retenção de água; ajuda a estabilizar o pH do solo; sua cor escura aumenta a absorção de energia solar e a temperatura do solo; atua na formação de agregados, reduzindo a erosão; promove a quelatação de micronutrientes; e as substâncias húmicas podem estimular o crescimento das plantas. Por essas razões, manter ou aumentar a matéria orgânica no solo por meio de adubos orgânicos é um objetivo fundamental no manejo do solo para alcançar altos rendimentos nas culturas (EMBRAPA, 2022b).

DENSIDADE DE SEMEADURA

A densidade de semeadura indicada é: de 350 sementes viáveis/ m² a 400 sementes viáveis/m² (EMBRAPA, 2022b).

ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS

O espaçamento normalmente utilizado para trigo e triticale é de 17 cm entre linhas. Outros espaçamentos são possíveis, mas, de preferência, não devem ultrapassar 20 cm (EMBRAPA, 2022b).

PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

A profundidade de semeadura deve ficar entre 2 cm e 5 cm, com preferência para a semeadura em linha, por distribuir mais uniformemente as sementes, pela maior eficiência na utilização de fertilizantes e menor possibilidade de danos às plantas quando da utilização de herbicida em pré-emergência (EMBRAPA, 2022b).

MANEJO DA LAVOURA

O rendimento é o resultado de um conjunto de fatores que incidem sobre a lavoura. Há os intrínsecos (potencial de produtividade; resistência às doenças, ao acamamento, à debulha; tolerância à acidez, ao frio, à seca), cuja expressão depende da adequação da cultivar ao ambiente, e os extrínsecos,

tais como: estrutura física de solo, fertilidade de solo e fatores climáticos ((EMBRAPA, 2022b; Maccarthy et al., 1990).

ADUBAÇÃO NITROGENADA

A deficiência de nitrogênio é um dos principais fatores que limitam o potencial de rendimento das culturas de inverno e é a principal responsável pelo amarelecimento das lavouras do sul do Brasil em julho e em agosto, tendo, como consequência, a formação de poucas espigas de tamanho pequeno. Por outro lado, a aplicação excessiva de nitrogênio ou de adubos orgânicos, ou sua distribuição desuniforme, pode provocar acamamento (EMBRAPA, 2022b).

DOENÇAS

As principais doenças das culturas triticales e seus respectivos agentes causais (patógenos) ocorrentes no Brasil estão descritos na Tabela 1. Nessa tabela também consta a classificação de cada patógeno em relação aos seus requerimentos nutricionais, o que auxilia nas definições de estratégias de controle, principalmente tendo como base seu local de sobrevivência (fonte de inóculo) (EMBRAPA, 2022b).

Tabela 1. Doenças, agentes causais e classificação em relação ao requerimento nutricional do patógeno. (Informações Técnicas para Trigo e Triticale, Safra 2022).

Doença	Agente Causal	Classificação
Deterioração de semente	<i>Alternaria alternata</i> <i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium</i> spp. <i>Bipolaris sorokiniana</i> , <i>Drechslera</i> spp. Complexo de espécies de <i>Fusarium</i> <i>Curvularia</i> sp., <i>Epicoccum</i> sp.	Necrotrófico
Oídio	<i>Erysiphe graminis</i> f.sp. <i>tritici</i>	Biotrófico
Ferrugem da folha	<i>Puccinia triticina</i>	Biotrófico
Ferrugem do colmo	<i>Puccinia graminis</i> f.sp. <i>tritici</i>	Biotrófico
Helminthosporiose do azevém*	<i>Drechslera siccans</i>	Necrotrófico
Mancha amarela	<i>Drechslera tritici-repentis</i>	Necrotrófico
Helminthosporiose ou mancha marrom	<i>Bipolaris sorokiniana</i>	Necrotrófico
Septoriose	<i>Stagonospora nodorum</i>	Necrotrófico
Giberela	<i>Fusarium graminearum</i>	Necrotrófico
Brusone	<i>Pyricularia oryzae</i> patótipo <i>Triticum</i>	Hemibiotrófico
Carvão da espiga	<i>Ustilago tritici</i>	Biotrófico
Podridão comum de raízes	<i>B. sorokiniana</i> ; <i>F. graminearum</i>	Necrotrófico
Mal-do-pé	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	Necrotrófico
Estria bacteriana	<i>Xanthomonas translucens</i> pv. <i>undulosa</i>	Necrotrófico
Branqueamento da folha*	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	Necrotrófico
Mosaico do trigo	Wheat stripe mosaic virus (WhSMV)	Biotrófico
Nanismo amarelo dos cereais	Barley yellow dwarf virus (BYDV)	Biotrófico

CULTIVAR RESISTENTE

A utilização de cultivares com resistência genética é a estratégia principal para controlar doenças, especialmente bacterioses e viroses, onde não há tratamento curativo. A obtenção de cultivares resistentes depende da interação entre hospedeiro e patógeno, sendo a resistência governada por um ou poucos genes de grande efeito (mono/oligogênica) ou por muitos genes de pequeno efeito (poligênica). A eficácia da resistência depende do reconhecimento entre os genes do hospedeiro e do patógeno. A complexidade de obter cultivares resistentes está relacionada à caracterização dos genes de resistência no hospedeiro e à variabilidade genética do patógeno, que evolui ao longo do tempo em diferentes isolados, raças e estirpes, explicando a falta de durabilidade da resistência em algumas doenças (EMBRAPA, 2022b).

SANIDADE DE SEMENTES

A disseminação de patógenos pode ocorrer através das sementes durante o período entre safras, sendo um meio eficaz para alcançar grandes distâncias, como entre diferentes lavouras, municípios e estados. Isso faz com que as sementes sejam responsáveis pela introdução do inóculo inicial em áreas onde o trigo não é cultivado ou em áreas de rotação de culturas (EMBRAPA, 2022b).

No sistema de plantio direto, o uso de sementes saudáveis e a rotação de culturas são estratégias essenciais para o manejo integrado de doenças foliares como mancha amarela, helmintosporiose e estria bacteriana. Recomenda-se o uso de sementes certificadas provenientes de áreas com rotação de culturas para controlar essas doenças. Além disso, é importante realizar análises de patologia de sementes antes da semeadura para avaliar a presença de patógenos. A análise de patologia de sementes ajuda a decidir se um lote de sementes deve ser rejeitado e/ou qual estratégia de tratamento com fungicidas específicos deve ser adotada, caso haja infecção por fungos patogênicos ((EMBRAPA, 2022b; ELEVAGRO, 2014).

TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes com fungicidas tem como objetivo principal eliminar ou reduzir os fungos que causam manchas foliares transmitidos através das sementes, evitando sua disseminação para os órgãos aéreos das plantas. Esse efeito benéfico é mais evidente em lavouras que praticam rotação de culturas de inverno (EMBRAPA, 2022b).

A eficácia do tratamento de sementes depende da quantidade de fungos nas sementes (teste de sanidade), da toxicidade do fungicida, da dose utilizada e da qualidade da cobertura da semente pelo fungicida. A eficiência do controle pelos fungicidas é maior quando a incidência de fungos nas sementes é baixa e quando o tratamento é realizado próximo à data de semeadura. É importante ajustar as semeadoras para trabalhar com sementes já tratadas. Além dos fungos que causam manchas foliares, o tratamento de sementes também visa controlar agentes causadores de deterioração, podridão de raízes, carvão e oídio (EMBRAPA, 2022b).

CONTROLE INSETO-PRAGAS

As pragas de campo mais comuns na cultura do trigo são os pulgões, os percevejos e as lagartas, as quais podem reduzir a produção e a qualidade de grãos, caso não controladas adequadamente. Os corós também têm causado danos econômicos em algumas áreas (EMBRAPA, 2022b).

COLHEITA

A colheita do triticle varia de acordo com o uso pretendido (EMBRAPA, 2022b):

- Para feno ou silagem pré-secada, colha até o estágio de emborrachamento.
- Para silagem de planta inteira, colha no estágio de grão leitoso a pastoso.
- Para colheita manual de grãos, quando o grão possui menos de 30% de umidade, de preferência nas primeiras horas da manhã, e trilha quando estiver com menos de 14% de umidade.
- Para colheita mecanizada de grão maduro, colha com 13% de umidade ou menos, ou com até 20% se planeja secar os grãos.

A colheita precoce é recomendada para preservar a qualidade e o vigor dos grãos, especialmente se houver risco de chuva. Uma chuva de 50 mm durante a maturação pode prejudicar significativamente o grão. A colheita manual pode liberar a área para a semeadura da cultura de verão a partir do estágio de grão em massa. Na colheita mecanizada, ajuste da máquina é crucial para garantir a eficiência, especialmente devido à maior quantidade de palha no triticle em comparação com o trigo. É essencial realizar inspeções periódicas durante a colheita para evitar perdas e garantir a qualidade do grão (EMBRAPA, 2022b).

AJUSTES

Para garantir uma colheita eficiente e minimizar perdas, é crucial ajustar corretamente os componentes da colhedora (EMBRAPA, 2022b):

- **O molinete** deve ser regulado para tocar as espigas apenas uma vez, evitando batidas repetitivas que possam danificar os grãos. A altura deve ser ajustada para puxar as espigas para o caracol.
- **A velocidade do cilindro** deve ser inferior a 1.200 rpm, reduzindo ainda mais se houver quebra de grãos. Em dias secos, a velocidade não deve exceder 900 rpm para evitar danos aos grãos.
- **A abertura do côncavo** deve ser ajustada de acordo com a quantidade de palha e a velocidade da colhedora, com uma abertura menor melhorando a debulha em cultivares mais difíceis.
- **A abertura das peneiras** deve ser regulada para evitar a perda de grãos pela parte superior ou a passagem de pedaços de espigas com os grãos.

- **A abertura de ar** deve ser ajustada para remover impurezas sem eliminar os grãos.

PROBLEMAS E CAUSAS

- **Muitos grãos quebrados** – rotação excessiva do cilindro.
- **Partes de espigas junto com os grãos** – côncavo muito aberto, pouco ar e/ ou peneiras muito abertas.
- **Partes de espigas no chão** – velocidade excessiva do molinete ou côncavo muito aberto e peneiras muito fechadas.
- **Grãos no chão** – velocidade excessiva do molinete ou excesso de ar e/ou peneiras fechadas (EMBRAPA, 2022b).

SECAGEM

A secagem artificial de grãos envolve o uso de grandes massas de ar aquecido para reduzir rapidamente a umidade dos grãos. Isso é feito aquecendo o ar ambiente até cerca de 40 °C a 60 °C e movendo-o sobre os grãos. O calor é gerado principalmente através da queima de lenha, que é o combustível tradicionalmente utilizado. No entanto, o uso de GLP (gás liquefeito de petróleo) em secadores tem se popularizado devido ao controle mais preciso da queima, comparado com a lenha (EMBRAPA, 2022b).

A lenha apresenta desvantagens como combustão descontínua e formação de fumaça que pode impregnar nos grãos, trazendo odores e compostos químicos potencialmente prejudiciais à saúde. Além disso, há uma alta demanda por mão de obra e espaço para o cultivo de árvores para obtenção de lenha. A temperatura de entrada do ar nos secadores pode variar dependendo do tipo de secador utilizado (EMBRAPA, 2022b).

Os secadores podem ter diferentes formas construtivas e operacionais, especialmente em relação ao sistema de carga (intermitente ou contínuo) e ao fluxo de ar (concorrente, contracorrente, cruzado ou misto). Essas variações visam atender às necessidades específicas de secagem de grãos em diferentes contextos e condições (EMBRAPA, 2022b).

ARMAZENAMENTO

Os principais aspectos que devem ser cuidados no armazenamento de trigo e triticale limpo e seco são: as pragas, que atacam os grãos, danificando-os, e, muitas vezes, dificultando a comercialização; os fungos, que podem produzir micotoxinas nocivas ao homem e aos animais; e os fatores que influenciam a qualidade tecnológica (EMBRAPA, 2022b).

PRESENÇA DE GRÃOS GIBERELADOS

Os grãos de triticale, trigo, cevada e milho podem conter micotoxinas que representam um risco para mamíferos monogástricos, especialmente suínos. Para mitigar esses problemas, é importante remover os grãos contaminados com micotoxinas. Isso pode ser feito utilizando uma máquina de ar e peneira para retirar os grãos afetados, ou através de outras práticas de seleção (EMBRAPA, 2022b).

É essencial realizar uma cuidadosa inspeção dos resíduos das máquinas de limpeza de grãos, pois estes podem conter grãos contaminados. Se forem identificados grãos contaminados, é recomendado eliminá-los, de preferência por meio de incineração, para evitar a disseminação das micotoxinas e garantir a segurança na alimentação dos animais (EMBRAPA, 2022b).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ammar, K.; Mergoum, M.; Rajaram, S. The history and evolution of triticale. In: Mergoun, M.; Gomez-MacPherson, H. (Ed.). Triticale improvement and production. Rome: FAO, 2004, p. 1-10.
- Baier, A.C.; Nedel, J.L.; Reis, E.M.; Wiethólter, S. Triticale: cultivo e aproveitamento. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, 1994, 72 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 19)
- Bruckner, P.L.; Raymer, P.L. Factors influencing species and cultivar choice of small grains for winter forage. J. Prod. Agric., v.3, n.3, Jul./Sept. 1990, p.349-355.
- De Mori, C.; Nascimento Junior, A.; Miranda, M. Z. de. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura de triticale no mundo e no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014, 23 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 150).
- ELEVAGRO (2021). Identificação de cereais de inverno em fases iniciais de desenvolvimento. Disponível em <https://elevagro.com/materiais-didaticos/identificacao-de-cereais-de-inverno-em-fases-iniciais-de-desenvolvimento/> Acesso em 02/06/2022 Acesso em: jun. 2022.
- ELEVAGRO (2014). Processo de germinação de cereais de inverno. Disponível em <https://elevagro.com/materiais-didaticos/processo-de-germinacao-de-cereais-de-inverno/> Acesso em: jun. 2022
- EMBRAPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária. Cultivos, criações e sistemas de produção. Triticale. Disponível em https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3704&p_r_p_-996514994_topicoId=3047 Acesso em: jun. 2022a. ISSN 1809-2985
- EMBRAPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária. Informações técnicas para trigo e triticale: 14ª reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de trigo e triticale. -- 1. ed. -- Castro, PR: Fundação ABC e Biotrigo Genética, 2022. Vários autores. Bibliografia. Agricultura 2. Trigo 3. Trigo - Cultivo 4.

Trigo - Indústria - Brasil. Disponível em <
<https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/informacoes-tecnicas-para-trigo-e-tritcale--safra-2022-1649081250.pdf>> Acesso em: jun. 2022b. ISBN 978-85-61408-11-4 1

- Hosseinian, F. S.; Mazza, G. Triticale bran and straw: potential new sources of phenolic acids, proanthocyanidins, and lignans. *Journal of Functional Foods*, London, v. 1, n. 1, 2009, p. 57-64.
- Kholi, M.M. El estudio actual deI tritcale, problemas y perspectivas. In: Reunião Brasileira de Trlticale, 3., 1989, Cascavel, PR. Anais. Cascavel: OCEPAR, 1989, p.21-51.
- Lafarge, M. Characteristics of cereal growing in the Massif Central mountains and introduction of tritcale. In.: Eucarpia Meeting of The Cereal Section on Trlticale, 3., 1985, Clermont Ferrand. Genetics and breeding of tritcale. Paris:INRA, 1985, p.521-528.
- Mac Key, J. Taxonomy of ryewheat. In: International Trlticale Symposium, 2., 1990, Passo Fundo, RS. Proceedings. México: CIMMYT/EMBRAPA-CNPTIITA 1991, p.36-40.
- Maccarthy, P; Malcolm, R. L.; Clapp, C.E.; Bloom, P.R. An introduction to soil humic substances. In.: Maccarthy, P; Clapp, C. E.; Malcolm,R. L.; Bloom, P. R. Humic substancesin soiland crop sciences; select dreadings. Proceedings. Madison:ASA/SSSA, Cap. 1, 1990, p.l-12.
- McGoverin, C. M.; Snyders, F.; Muller, N.; Botes, W.; Fox, G.; Manley, M. A review of tritcale uses and the effect of growth environment on grain quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 91, n. 7, 2011, p. 1155-1165.
- Oettler, G. The fortune of a botanical curiosity – tritcale: past, present and future. *Journal of Agriculture Science*, Cambridge, v. 143, n. 5, 2005, p. 329-346.
- Peña, R. J. Food uses of tritcale. In: Mergoun, M.; Gomez-MacPherson, H. (Ed.). *Triticale improvement and production*. Rome: FAO, 2004. p. 37-48.
- Peña, R. J.; Amaya, A. Milling and breadmaking properties of wheat-tritcale grain blends. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v. 60, n. 4, 1992, p. 483-487.
- Rosenberger, A.; Kaul, H. P.; Senn, T.; Aufhammer, W. Costs of bioethanol production from winter cereals: the effect of growing conditions and crop production intensity levels. *Industrial Crops and Products*, Amsterdam, v. 15, n. 2, 2002, p. 91-102.
- Rossi, L.; Giorgi, B.; Mosconl, C. Acruevements and prospects oftritcale in Italy. In: International Triticale Symposium, 2., 1990, Passo Fundo, RS. Proceedings. México: CIMMYTTEMBRAPA-CNPTIITA, 1991. p. 9-53.
- Royo, C. E. I. *Triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1992. 100p.
- Salmon, D. F.; Mergoun, M.; MacPherson, H. G. Triticale production and management. In: Mergoun, M.; Gomez-MacPherson, H. (Ed.). *Triticale improvement and production*. Rome: FAO, 2004. p. 27-36.

Varughese, G.; Pfeiffer, W. H.; Peña, R. J. Triticale: a reappraisal. Cgiar Newsletter, Washington, v. 4, n. 2, 1997, p. 7.

A cultura do centeio (*Secale cereale* L.)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap8

Thiago Antonio da Silva 

Ana Paula Rozado Gomes 

Karine Von Ahn Pinto 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes 

Vinícius Schmalfuss Espindola 

INTRODUÇÃO

O centeio (*Secale cereale* L.) é originário do sudoeste da Ásia, com dois centros principais mencionados na literatura: a região da Anatólia e Cáucaso, e a região norte do Afeganistão e oeste do Irã. Inicialmente considerado uma planta invasora em cultivos de trigo e cevada, o centeio foi domesticado por volta de 3.000 a.C. em áreas que hoje incluem o noroeste da Turquia, Irã e Armênia. Ao longo do tempo, o centeio se expandiu para a Europa e foi gradualmente levado para a América do Norte e América do Sul por colonizadores europeus nos séculos XVI e XVII. Hoje, é cultivado em várias partes do mundo, com uma concentração de produção no hemisfério norte, principalmente na Alemanha e Polônia (Nascimento et al., 2006).

No Brasil, o cultivo de centeio é mais comum no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, com altitudes acima de 600 m. No entanto, a área de cultivo vem diminuindo devido a subsídios ao trigo, falta de pesquisa, e incidência de doenças. Além disso, as práticas de cultivo do centeio para cobertura de solo ou pastejo reduzem as estatísticas disponíveis (De Mori et al., 2012; Nascimento et al., 2006).

O centeio é utilizado tanto na alimentação animal quanto na humana, sendo aproveitado na produção de pães, biscoitos, cereais matinais e outros produtos. Possui maior teor de pentosanas, conferindo elevada viscosidade que pode dificultar ou retardar a digestão. É importante observar que contém glúten, sendo inadequado para celíacos. Também é utilizado na produção de bebidas alcoólicas, produtos cosméticos e colas devido à sua característica adesiva. Além disso, seus resíduos são usados para papel e aglomerados. Na indústria farmacêutica, a cravagem do centeio, infectada pelo fungo *Claviceps purpurea*, produz importantes alcaloides, úteis para tratamento de hemorragias pós-parto e enxaquecas. A biomassa do centeio é ótima para cobertura de solo, ajudando a conservar a matéria orgânica, reduzir perdas de solo e intensificar a retenção de água, é conhecido por seus efeitos supressores em ervas daninhas (Baier, 1994; Nascimento et al., 2006).

MORFOLOGIA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

O centeio é classificado na família *Gramineae*, Subfamília *Pooideae*, Tribo *Triticeae*, Subtribo *Triticineae*, e espécie *Secale*, com as secções *Silvestria* e *Montanum*, na divisão *Angiospermae* e da classe *Monocotyledoneae*. Apresenta características morfológicas muito semelhantes às dos demais cereais de inverno que têm a mesma finalidade de produção de grãos (trigo, cevada, aveia e triticale) (Baier, 1994).

A planta de centeio é estruturada em raízes, colmo, folhas e inflorescência, possui dois tipos de sistemas de raízes, as raízes seminais ou embrionárias se originam no embrião, duram poucas semanas e estão cobertas pela coleoriza e as raízes permanentes, também chamadas de caulinares ou adventícias, surgem dos primeiros nós basais ou outros nós em contato com o solo. Elas substituem as raízes seminais, são numerosas, têm ramificações e morrem com as espécies anuais, as raízes do centeio secretam citrato, que pode liberar fosfato no solo por meio de troca aniônica (Scheeren et al., 2015; Fontaneli et al., 2012).

O centeio tem em média de 1,2 a 1,8 m de altura, quase glabra, seu colmo é oco, constituído de nós e entrenós. Cada nó tem sua folha correspondente, os entrenós são cilíndricos e podem ser ocos. Dos nós do colmo, na axila das bainhas foliares, surgem brotos ou afilhos, que são de dois tipos: intravaginais e extravaginais. A forma de crescimento do colmo determina o hábito de crescimento de plantas, o crescimento do centeio é cespitoso ereto (Fontaneli et al., 2012).

As folhas possuem bainha, lígula e lâmina. A bainha é o órgão alongado em forma de cartucho, que nasce no nó e cobre o entrenó, podendo ser maior ou menor que este. A lígula é a parte branca e membranosa que se localiza na parte superior interna da bainha, no limite com a lâmina foliar. A lâmina foliar, em geral é linear, paralelinérvia, de coloração verde-azulada e torção no sentido horário, é representada pelo pecíolo dilatado, que desempenha as funções de folha (Scheeren et al., 2015; Fontaneli et al., 2012).

Em espécies como a cevada e azevém, na base da lâmina, mais especificamente nos contornos da lígula, existem dois apêndices, as aurículas, que abraçam o caule. Esses apêndices, juntamente com a forma da lígula, oferecem características para distinguir as espécies durante o período vegetativo (Fontaneli et al., 2012).

A diferenciação dos cereais de estação fria pelas características das folhas pode ser feita pela seguinte chave, salientando que alguns genótipos podem não apresentar as características morfológicas descritas: Caracteriza por ter uma espiga longa, de 5 a 20 cm, ráquis piloso, quebradiço nos grãos silvestres quando a planta atinge a maturação e não quebradiço para o centeio cultivado (*S. cereale*), com aristas curtas. Possui flores com três anteras grandes, que produzem pólen, e um pistilo como dois estigmas plumosos durante a antese. As espiguetas possuem até cinco flores, apenas duas são férteis, flores pequenas e adaptadas a polinização pelo vento com três anteras grandes e três estames (Scheeren et al., 2015; Fontaneli et al., 2012).

Segundo Baier (1994), o centeio é alógamo, com flores bissexuais, sua reprodução é assegurada por gens multialélicos de auto-incompatibilidade “S” e “Z”, que, ao encontrarem alelos idênticos,

impedem a germinação de pólen, porém, a autopolinização pode ocorrer por compatibilidade genética ou por fatores ambientais (calor, seca, etc.). O estigma de uma flor não fertilizada pode permanecer viável por até 19 dias.

O grão maduro é chamado de cariopse, rugoso com 4 a 9 mm de diâmetro, glabro, com ápice truncado e piloso, caracterizam-se por apresentarem endosperma, embrião, cabelos do endosperma, brácteas (palha) e parede da semente (tecido nuclear, tegumento, células tubulares, células cruzadas, hipoderme e epiderme) (ELEVAGRO, 2022b).

A germinação de sementes de gramíneas é hipógea, onde o hipocótilo, que é a porção compreendida entre o cotilédono e a primeira folha, é suprimido e, em consequência, a semente permanece no solo. O epicótilo perfura a casca da semente, cresce para cima e, alcançada a superfície do solo, desenvolve um colmo com folhas. O cotilédono permanece no pericarpo, servindo de reserva. Esgotadas as substâncias de reserva, decompõe-se, junto com o restante da semente, sem deixar vestígios (ELEVAGRO, 2022b).

ESCOLHA DA ÁREA E DESSECAÇÃO NO PLANTIO DIRETO

Existem três formas de plantio: convencional, direto e a lanço. No plantio convencional, técnicas como aração e gradagem são usadas entre cultivos. O plantio direto envolve o cultivo sobre a palhada seca, exigindo rotação de cultura para minimizar pragas. No plantio a lanço, as sementes são colocadas na superfície do solo e precisam ser enterradas rapidamente.

O controle químico da vegetação pré-existente, usando herbicidas não seletivos, é comum no sistema de plantio direto e ajuda a formar cobertura morta para o solo. A eliminação das plantas daninhas é essencial para o desenvolvimento das culturas sucessoras. Fatores como a espécie de pastagem de inverno, quantidade de palhada, herbicida e máquinas de semeadura influenciam o momento ideal de dessecação. Em sistemas de integração lavoura-pecuária, é importante respeitar o intervalo entre a retirada dos animais e a dessecação para garantir boa cobertura do solo (Procópio et al., 2006).

O centeio se destaca por sua alta produtividade em condições de baixa fertilidade, acidez e umidade reduzida. É uma cultura indicada para solos arenosos, degradados e exauridos, sendo útil para recuperar e proteger áreas em processo de desertificação. O centeio requer menos água que outros cereais de inverno e se desenvolve bem em solos arenosos, pobres quimicamente e secos (EMBRAPA TRIGO, 2018; Nascimento et al., 2014e)

Os solos ideais para o centeio devem ser profundos, bem drenados, sem impedimentos químicos ou físicos, e pouco suscetíveis à erosão. Embora não haja zoneamento específico para o centeio no Brasil, a cultura pode ser conduzida nas mesmas áreas aptas para o trigo (Rodrigues et al., 2011; Nascimento et al., 2014e).

CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO

O centeio é conhecido por sua tolerância à acidez, podendo ser cultivado em condições de pH entre 4,5 e 8,0, com preferência por um pH entre 5,0 e 7,0. Ele se adapta melhor a regiões acima de 400 metros de altitude nos estados de Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), Paraná (PR), São Paulo (SP), Minas Gerais (MG) e Mato Grosso do Sul (MS). Com uma adubação adequada, o centeio apresenta aumento na produção de grãos e massa verde (Santos et al., 2026)

Embora possa crescer em condições de baixa fertilidade, o centeio se desenvolve melhor quando é adubado corretamente e o pH do solo é ajustado para entre 5,6 e 7,0. A análise de solo é um método eficiente para determinar a necessidade de corretivos de acidez e fertilizantes, devendo ser realizada a cada três anos. No plantio direto, as amostras de solo podem ser coletadas de 0 a 10 cm de profundidade, com monitoramento frequente da camada entre 10 cm e 20 cm (Nascimento et al., 2014e; Santos et al., 2026).

SEMEADURA E ÉPOCA DE SEMEADURA

Uma semente apresenta algumas características qualitativas que muitas vezes um grão convencional não possui, sendo atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Se tratando de qualidade de sementes, vários são os cuidados a serem tomados para sua garantia, é importante atentar para a escolha do material genético, área de cultivo e práticas de manejo, sendo necessários cuidados da semeadura da cultura a entrega do produto final.

A situação encontrada atualmente é que grande parcela dos produtores faz uso de sementes produzidas por eles ou outros produtores. Segundo os dados da Associação Brasileira de Sementes (ABRASEM, 2022), menos de um terço da área colhida de centeio (20%) fez uso de semente certificada.

Existem variações nas características das cultivares de acordo com o ambiente, a profundidade de semeadura indicada para o centeio é de 2 e 4 cm, com um espaçamento de 17 a 20 cm entre linhas, podendo, caso o cultivo for destinado para cobertura de solo ou pastejo se realiza a lanço. Para o cultivo de centeio a densidade indicada varia de 200 a 250 sementes viáveis por metro quadrado visando produção de grãos e de 300 a 350 sementes viáveis por metro quadrado para o aproveitamento forrageiro, duplo-propósito (forrageiro e grãos) ou para cobertura de solo (Nascimento, 2014c).

A quantidade de sementes pode ser calculada pelas seguintes fórmulas:

$$\text{n}^\circ \text{ de sementes por metro linear} = (\text{n}^\circ \text{ sementes/m}^2 \times \text{espaçamento em cm}) / \text{poder germinativo (\%)}$$

$$\text{kg/ha} = (\text{n}^\circ \text{ sementes/m}^2 \times \text{peso de 1000 sementes em g}) / \text{poder germinativo (\%)}$$

Para a formação de pastagens ou cobertura de solo no Sul do Brasil o centeio é semeado a partir de março. Para produção de grãos a semeadura é realizada em abril e maio, no norte do PR, em SP, em MG e em MS e em junho e julho no RS, em SC e no sul do PR (Nascimento, 2014c).

ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

Os estádios de desenvolvimento mais conhecidos das culturas de inverno são (por ordem cronológica): plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, espigamento, florescimento, grão em estado leitoso, grão em massa, grão em maturação fisiológica e grão maduro (Nascimento et al., 2006).

EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS E HÍDRICAS

O centeio é uma cultura com ampla adaptação, apresentando crescimento inicial vigoroso e resistência ao frio, seca, acidez nociva do solo, alumínio tóxico e doenças. É cultivado desde o círculo polar ártico até altitudes de 4.300 metros no Himalaia. Em condições de baixas temperaturas próximas a zero ou em casos de geadas, o centeio possui maior rendimento de massa verde do que trigo ou aveia (Nascimento, 2014a).

O centeio inicia seu crescimento a partir de 0°C, enquanto outras culturas, como trigo e aveia, começam a crescer em temperaturas mais altas. Sua adaptação a condições frias e secas o torna uma cultura importante para cobertura do solo. A temperatura ideal para o crescimento do centeio é de 25 a 31°C, enquanto para o afilhamento é de 15 a 20°C e para o desenvolvimento de folhas, entre 20 e 25°C. Em regiões elevadas e frias ou em anos com invernos mais frios ou secos, o centeio se destaca pela alta produção de massa e precocidade.

O centeio é o cereal mais tolerante a baixas temperaturas, especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento. É sensível a altas temperaturas durante a floração e formação de grãos. A cultura exige dias longos para florescimento, sendo induzida por 14 horas ou mais de luz. Além disso, é pouco exigente em disponibilidade hídrica e requer menos água do que o trigo. No entanto, é altamente sensível ao excesso de chuva, especialmente durante as fases de florescimento e enchimento de grãos (Nascimento, 2014a).

A floração do centeio ocorre de 5 a 10 dias após o espigamento, com a polinização sendo mais eficaz em temperaturas diurnas entre 13°C e 25°C, com luz solar normal e ventos moderados. Em temperaturas abaixo de 10°C ou durante períodos chuvosos, a polinização pode ser adiada, mas pode ser concluída rapidamente quando as condições se tornam favoráveis (Nascimento, 2014a).

Danos por geada podem ocorrer se a temperatura durante a floração cair abaixo de -1°C. Durante a formação de grãos, temperaturas abaixo de 2°C podem prejudicar o enchimento. Além disso, baixas temperaturas podem danificar plantas de trigo nos pontos de rápida multiplicação celular durante a fase de crescimento, especialmente na região logo acima dos nós, onde ocorre o tecido meristemático. Nesses

pontos, o “estrangulamento” e posterior necrose do colmo podem resultar na morte dos tecidos acima. Conhecer os eventos fisiológicos em cada período é essencial para ajustar as práticas de manejo, otimizando o rendimento de grãos (Nascimento, 2014a).

INOCULAÇÃO, TRATAMENTO DE SEMENTES E REGULADORES DE CRESCIMENTO

O uso de inoculantes, como *Azospirillum brasilense* ou outras bactérias associativas, é recomendado para promover o crescimento das plantas, desde que registrados pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA). Além disso, o tratamento químico das sementes protege contra insetos e micro-organismos, com vários fatores a considerar, incluindo o tipo de produto químico, patógeno, e as condições de campo para a semente tratada (EMBRAPA, 2018).

Reguladores de crescimento como o VIVIFUL SC, um produto sistêmico registrado para a cultura do centeio pelo Ministério da Agricultura, inibem a ação das giberelinas. Isso reduz o crescimento vegetativo das plantas, tornando-as mais compactas e fortalecendo os entrenós. Como resultado, há uma diminuição do acamamento e das perdas de produtividade associadas a esse fenômeno (EMBRAPA, 2018).

NUTRIÇÃO DE PLANTAS

NITROGÊNIO

O uso de nitrogênio na cultura do centeio é uma prática benéfica para o retorno econômico, pois a maioria dos solos oferece uma quantidade suficiente desse nutriente. A quantidade de fertilizante nitrogenado a ser aplicada depende de diversos fatores, como o nível de matéria orgânica do solo, a cultura anterior, a região climática e a expectativa de rendimento de grãos (Andriolo et al., 2016, ELEVAGRO 2022a).

Na semeadura, recomenda-se aplicar 10 a 15 kg de N/ha, com o restante em cobertura no início do afilamento. Em regiões mais quentes e de menor altitude, ou após o cultivo de soja, a aplicação de nitrogênio deve ser limitada a 40 kg/ha para evitar o acamamento. Já em regiões mais frias e de maior altitude, ou em casos de alto potencial de rendimento, doses mais elevadas de nitrogênio podem ser utilizadas, independentemente do teor de matéria orgânica. A aplicação de nitrogênio em cobertura após o emborrachamento não costuma afetar o rendimento de grãos, mas pode influenciar o teor de proteínas do grão (Andriolo et al., 2016).

Para rendimento maior do que 2 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 20 kg de N/ha, em cultivo após leguminosa; e 30 kg de N/ha, em cultivo após gramínea, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos. A maioria dos fertilizantes nitrogenados (ureia, nitrato de amônio e sulfato de amônio) tem sua eficiência idêntica para todos os cereais de inverno. Pode ocorrer diferenças entre fontes resultantes

dos efeitos ambientais (precipitação pluvial, temperatura e volatilização de amônia). Utilizar fontes com menor custo é a melhor saída (ELEVAGRO, 2022Aa).

FÓSFORO E POTÁSSIO

Os nutrientes fósforo (P) e potássio (K) devem ser aplicados no momento da semeadura com uma fórmula NPK, preferencialmente colocada 2,5 cm ao lado e abaixo da semente. Para solos com níveis adequados de fósforo e potássio, o método de aplicação (na linha ou a lanço) não afeta o rendimento de grãos (Andriolo et al., 2016).

As doses de P_2O_5 e K_2O devem ser ajustadas com base na análise do solo, com uma abordagem de adubação corretiva para solos com teores muito baixos ou baixos, aplicando 2/3 no primeiro cultivo e 1/3 no segundo, ou integralmente no primeiro cultivo para solos com teor médio. As fontes de fósforo podem incluir fosfatos solúveis, como superfosfatos simples e triplos, DAP ou MAP, ou fosfato natural reativo. Preferem-se produtos solúveis quando o nível de fósforo do solo é baixo. Para potássio, as fontes podem ser KCl ou K_2SO_4 , com preferência para o KCl devido ao custo mais baixo. Para rendimento maior do que 2 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 15 kg de P_2O_5 /ha e 10 kg de K_2O /ha, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos (Andriolo et al., 2016).

ADUBAÇÃO DE CORREÇÃO

Adequa os níveis de fósforo e potássio no solo, utiliza-se integralmente a adubação corretiva. Para uma expectativa de rendimentos de 3 ton/ha, deve se aplicar 60 kg/ha de P_2O_5 e 30 kg de K_2O , acima de 3 toneladas as doses devem ser de 80 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg de K_2O (Gatiboni, 2016).

MACRONUTRIENTES SECUNDÁRIOS E MICRONUTRIENTES

Os solos do RS e de SC possuem excelente disponibilidade de macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) e os micronutrientes essenciais (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Cl e Ni) sendo rejeitados nos programas de adubação. Trabalhos conduzidos nestes estados indicam que as deficiências destes nutrientes são pouco prováveis. A análise do solo para esses elementos pode auxiliar na identificação do grau de sua disponibilidade às plantas (Gatiboni, 2016).

Se comprovada a necessidade de aplicação via solo pode ser utilizado o próprio calcário e adubos fosfatados, ou com fertilizantes simples (saís ou quelatos), por misturas contendo dois ou mais elementos (silicatos ou fritas) ou por fórmulas NPK acrescidas de um ou mais nutrientes (Andriolo et al., 2016; Gatiboni, 2016).

FERTILIZANTES FOLIARES

Resultados de pesquisas com vários fertilizantes foliares, conduzidos até o momento por instituições dos Estados do RS e de SC, não têm apresentado resposta em rendimento de grãos no para as principais culturas anuais, não justificando a recomendação generalizada desses insumos (Andriolo et al., 2016).

FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS

Produzidos industrialmente pela mistura de fertilizantes orgânicos (esterco, turfa, lignito oxidado, lodo de esgoto etc.) e fertilizantes minerais. Podem ser utilizados como fonte de macro e micronutrientes para a cultura do centeio. Para maior eficiência dos fertilizantes organominerais o cálculo da dose a ser aplicada deve ser feito com base nos teores de N (total), de P_2O_5 (CNA+ H_2O) e de K_2O (solúvel em água), levando em consideração a escolha deste tipo de fertilizante, baseada no custo das unidades de N, de P_2O_5 e de K_2O , acrescido dos custos de transporte e aplicação (Hernani et al., 1995; Shilling et al., 1986).

ENXOFRE E GESSO AGRÍCOLA

O gesso comercial fornece 13% de enxofre (S) e 16% de cálcio (Ca). Entre as fontes de enxofre, o superfosfato simples contém 8% de S. Por ser mais solúvel do que o calcário, o gesso pode aumentar os níveis de cálcio, enxofre e, em menor medida, magnésio nas camadas profundas do solo, melhorando a saturação por bases e reduzindo a saturação por alumínio. Se há deficiência de enxofre ($< 5 \text{ mg S/m}^3$), a Embrapa Trigo recomenda aplicar 20-30 kg/ha de S. Essa deficiência pode ocorrer em solos arenosos ou com baixo teor de matéria orgânica. Estudos no RS e SC mostram que o efeito do gesso agrícola é variável, e sua aplicação não aumenta o rendimento das culturas quando não há carência de cálcio ou enxofre, especialmente em solos que já receberam calcário (Andriolo et al., 2016).

CULTIVARES

As sementes disponíveis atualmente são principalmente de populações coloniais ou de origem desconhecida. No entanto, existem quatro cultivares de centeio registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: BR 1 (1986), IPR 89 (2000), BRS Serrano (2006), Temprano (2010) e BRS Progresso (2013). Os agricultores devem preferir cultivares registradas ou “populações coloniais” com um mínimo de uniformidade, resistência às principais doenças e características aceitáveis de produtividade e sanidade. O uso de variedades de outros países é desaconselhável devido a questões sanitárias e à falta de testes em instituições de pesquisa locais (Nascimento, 2014b).

MANEJO DA CULTURA

PLANTAS DANINHAS

Por ser uma cultura rústica, concorre em vantagem com a maioria das invasoras, pois tem crescimento inicial vigoroso, também apresenta alelopatia, impedindo o crescimento de outras plantas, durante o estabelecimento da cultura e logo após a colheita. Dentre as espécies de plantas daninhas se destacam as gramíneas: azevém (*Lolium multiflorum*), aveia-preta (*Avena strigosa*), aveia-branca (*Avena sativa*), milhã (*Digitaria horizontalis*) ou (*D. sanguinalis*) ou (*D. ciliates*) e as dicotiledôneas: nabo (*Raphanus raphanistrum*) ou (*R. sativus*), cipó-de-veado (*Polygonum convolvulus*), língua-de-vaca (*Rumex* spp.), flor-roxa (*Echium plantagineum*), erva-salsa (*Bowlesia incana*), serralha (*Sonchus oleraceus*), falsa-serralha (*Emilia sonchifolia*), alfinete-da-terra (*Silene gallica*), gorga (*Spergula arvensis*) e erva-de-passarinho (*Stellaria media*), picão-preto (*Bidens pilosa*), corriola (*Ipomoea* spp.) e a poaia-branca (*Richardia brasilienses*) (Pereira et al., 2010; Galon et al., 2010).

Os métodos de controle das plantas daninhas são os preventivos, adquirindo sementes certificadas e limpando os equipamentos; os controles culturais, levando em consideração o cultivar adequado, a adubação correta, a época de semeadura e a adequação da densidade, da profundidade e o espaçamento entre linhas, e por fim o controle químico, utilizando o herbicida 2,4 D amina como pós-emergência das plantas daninhas, aplicando quando a cultura no estágio de início do perfilhamento até o início do emborrachamento, sua dose recomendada é de 0,8 ml a 1,2 ml/ha (dependendo das espécies infestantes) (Salvadori et al., 2014).

INSETOS/PRAGAS

As espécies de insetos fitófagos encontradas em lavouras de centeio são praticamente as mesmas observadas em outros cereais de inverno, pode ocorrer ataques de lagartas no final do ciclo. No controle químico, devem ser usados produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, dando-se preferência aos de menor risco toxicológico e ambiental e para os inimigos naturais das pragas (Pereira et al., 2010).

As espécies de pulgões que podem causar prejuízo as áreas de centeio são as Hemipteras e Aphididae, o pulgão-verde-dos-cereais (*Schizaphis graminum*), pulgão-da-aveia (*Rhopalosiphum padi*), o pulgão-da-folha-trigo (*Metopolophium dirhodum*) e o pulgão-da-espiga-do-trigo (*Sitobion avenae*) (Salvadori et al., 2014).

As lavouras de cereais de inverno podem ser atacadas por três espécies de lagartas (Lepidoptera e Noctuidae), a lagarta-do-trigo (*Pseudaletia sequax* e *P. adultera*) e a lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*) (Salvadori et al., 2014).

Os corós (Coleoptera e Melolonthidae) também pode causar prejuízos, a espécie mais citada recentemente é a *Phyllophaga triticophaga*. Os danos causados são na fase larval, consumindo sementes,

raízes e plantas que puxam para dentro do solo, após consumirem o sistema radicular (Salvadori et al., 2014).

Os percevejos (Hemiptera) mais encontrados são da família Pentatomidae, como os percevejos-barriga-verde (*Dichelops melacanthus* e *D. furcatus*), o percevejo-verde (*Nezara viridula*) e o percevejo-do-trigo (*Thyanta perditor*) e à família Miridae, como o percevejo-raspador (*Collaria scenica*) (Marsaro et al., 2021).

DOENÇAS

As populações de centeio cultivadas no Brasil apresentam marcada resistência às doenças da parte aérea, como oídio, ferrugem da folha e septoriose. Em outros países, é comum a ocorrência de doenças fúngicas, como oídio, carvão, ferrugem da folha, ferrugem amarela, escaldadura da folha, mancha em rede, septoriose e antracnose, também podendo ocorrer doenças causadas por vírus, nematóides e bactérias (Nascimento et al., 2014d).

O controle é químico, utilizando produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, dando-se preferência aos de menor risco toxicológico e ambiental e para os inimigos naturais das pragas (Reis et al., 2010).

As principais doenças que ocorrem na cultura de centeio no Sul do Brasil é a ferrugem do colmo (Agente causal – *Puccinia graminis* Pers. f.sp. *secalis* Eriks & Henn.), a brusone (Agente causal – *Magnaporthe oryzae* B. Couch (anamorph. *Pyricularia oryzae* Cavara), o mal-do-pé (Agente causal – *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (Sacc.) Arx & Oliv.), o nanismo amarelo (Barley/Cereal yellow dwarf virus), o mosaico comum, o vírus do mosaico comum do trigo, o vírus do mosaico do Trigo, a podridão comum de raízes, a helmintosporiose ou mancha marrom (Agente causal *Cochliobolus sativus* (Ito & Kurib.) Drechs. ex Dastur (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok.) Shoemaker), a giberela ou fusariose (Agente causal *Gibberella zeae* (*Fusarium graminearum* Schw.)) e a clavagem, também chamada Ergot ou esporão do centeio (*Claviceps purpurea*) (Lima et al., 2021).

COLHEITA, SECAGEM, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAGEM

A colheita do centeio pode ser realizada de forma mecanizada, semimecanizada ou manual, dependendo do uso pretendido. Para colheita de grãos, é recomendada após a maturação plena com umidade relativa abaixo de 18% para evitar germinação precoce. O ponto ideal de colheita varia conforme o uso: para feno ou silagem pré-secada, colhe-se até o estágio de emborrachamento; para silagem de planta inteira, durante o estágio de grão leitoso a pastoso; a colheita manual de grãos ocorre com umidade abaixo de 30%; a colheita mecanizada de grão maduro deve ocorrer quando a umidade do grão está em 13%, ou até 20% se for necessário secar os grãos posteriormente. A colheita deve ser realizada o mais cedo possível para manter a qualidade dos grãos, sua germinatividade e o vigor da semente. Na colheita

mecanizada, é essencial que as máquinas estejam bem reguladas e ajustadas para cereais de inverno com grãos pequenos (Bevilaqua, 2010).

A secagem é uma etapa crítica no processo de pós-colheita, afetando a qualidade dos grãos. Dependendo do tipo de secador, a temperatura de entrada do ar de secagem varia, com destaque para sistemas de carga e fluxos de ar variados (Peske et al., 2019b).

O beneficiamento é uma etapa crucial para melhorar a qualidade dos grãos e sementes, removendo impurezas e ajustando características do lote. Isso envolve etapas como recepção, amostragem, pré-limpeza, limpeza e seleção de grãos por tamanho, peso e densidade (Peske et al., 2019a).

Os métodos de armazenagem incluem armazenamento a granel, em sacos ou em condições controladas de temperatura e umidade. A umidade ideal para armazenamento é de 13%, com uma duração máxima de seis a oito meses. Os principais agentes fitopatogênicos que atacam grãos e sementes armazenados são insetos, fungos e ácaros. O controle deve ser realizado nas áreas internas e externas do armazém, mantendo-o limpo, seco e livre de ervas daninhas e detritos. Além disso, roedores e pássaros podem atacar grãos e sementes armazenados (Labbé et al., 2019).

PRODUÇÃO DE SEMENTES DE CENTEIO

Para ter impacto na agricultura, a semente deve ser de alta qualidade, de variedade melhorada e usada amplamente pelos produtores. A origem e a categoria da semente devem ser conhecidas e ela deve ser pura geneticamente, livre de doenças, pragas, plantas daninhas, sementes de outras espécies e material inerte, além de apresentar alta germinação e vigor. Os produtores podem trabalhar com mais de uma espécie, considerando a facilidade de comercialização e as exigências do mercado. É crucial escolher bem o campo de cultivo, considerando histórico, regime de chuvas, espécies ou cultivares anteriores, plantas daninhas, pragas, doenças, nematoides, fertilidade do solo e problemas de erosão. A produção de sementes de alta qualidade geralmente ocorre em períodos diferentes da produção de grãos, exigindo uma escolha gerencial da época de semeadura com base na qualidade e no custo/benefício, que variam entre as espécies (MAPA, 2013).

Para produzir sementes certificadas 2, é necessário usar sementes certificadas 1 ou básicas. O preparo do solo deve ser adequado tanto para grãos quanto para sementes, com preferência por solos férteis para obter maior produção de sementes de alta qualidade. A pureza varietal pode ser mantida semeando pequenas parcelas anualmente e removendo plantas atípicas, reduzindo misturas de variedades e contaminações ao longo do tempo. Os campos para produção de sementes devem ser isolados ou separados para evitar contaminação genética através da polinização cruzada ou contaminação mecânica durante a colheita. Como o centeio é uma planta alógama, precisa de um isolamento físico de pelo menos 1000 metros de outra cultivar. Recomenda-se, no mínimo, duas vistorias durante a floração e a pré-colheita (MAPA, 2013).

A irrigação tem se mostrado benéfica para a produção agrícola em geral, especialmente em áreas produtoras de sementes. A purificação ou eliminação de plantas indesejáveis (roguing) é uma prática essencial para garantir a qualidade das sementes. Isso inclui remover plantas atípicas, doentes ou de outras cultivares, além de garantir isolamento de outros campos de produção (MAPA, 2013).

As Delegacias Federais da Agricultura (DFAs) de cada estado credenciam e fiscalizam os produtores de sementes e os técnicos responsáveis pela supervisão da produção, além de estabelecer normas gerais. As Comissões Estaduais de Sementes e Mudas (CESMs) estabelecem padrões mínimos para produção, incluindo pureza física de 95% e poder germinativo de 70%. Para se manter atualizado sobre normas e padrões, é importante consultar as representações do Ministério da Agricultura ou da Secretaria da Agricultura, além das cooperativas ou associações de produtores de sementes (MAPA, 2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRASEM - Associação Brasileira De Sementes E Mudas. Estatísticas. Disponível: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#> Acesso em: jun. 2022.
- Andriolo, J.; Peil, N. N. R. A. Corretivos e fertilizantes minerais. In: Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. p. 295-310.
- Baier, A. C. Centeio. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 29 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 15).
- Bevilaqua, G. A. P. Manejo de Sistemas de Produção de Centeio visando a Produção de Forragem e de Sementes para a Agricultura Familiar. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documentos, 319, 2010, 16 p.
- De Mori, C.; Nascimento Junior, A.; Miranda, M. Z. de. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura do centeio. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 26 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 142). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do142.htm. Acesso em: jun. 2022.
- ELEVAGRO. Manejo da adubação nitrogenada no trigo. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/manejo-da-adubacao-nitrogenada-em-trigo/>. Acesso em: jun. 2022a.
- ELEVAGRO. Processo de germinação de cereais de inverno. Disponível em: <https://elevagro.com/materiais-didaticos/processo-de-germinacao-de-cereais-de-inverno/>. Acesso em: jun. 2022b.

- EMBRAPA – Empresa De Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA TRIGO. Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 1 ed. 2018, Passo Fundo. Informações Técnicas para a safra 2019: trigo e triticale. Passo Fundo: Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale: Embrapa Trigo: Embrapa Transferência de Tecnologia, 2018. 240 p.
- Fontaneli, R. S.; Santos, H. P. Morfologia de gramíneas forrageiras. In: Forrageiras para integração lavoura pecuária-floresta na região sul-brasileira. 2. ed. - Brasília, DF: Embrapa, cap. 2, 2012, p. 51-58.
- Galon, L.; Tironi, S. P.; Ferreira, E. A.; Silva, A. A. Manejo de Plantas Daninhas em Cereais de Inverno. In: Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1 ed., 2010, p. 258.
- Gatiboni, L. C.; Silva, L. S.; Anghinoni, I. Diagnóstico da fertilidade do solo e recomendação da adubação (Grãos). In: Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. p. 101-120.
- Hernani, L. C.; Endres, V. C.; Pitol, C.; Salton, J. C. Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul. Dourados. EMBRAPA-CPAO, 1995. 93 p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 4).
- Labbé, L. M. B.; Villela, F. A.; Peske, S. T. Armazenamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019, p. 466-512.
- Lima, M. I. P. M.; Ceolin, M. C. Identificação prática de brusone em cereais de inverno. Comunicado Técnico 379: Passo Fundo. Embrapa Trigo, 2021, 9 p.
- MAPA - Ministério Da Agricultura E Do Abastecimento. Instrução Normativa 45/2013. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf Acesso em: jun. 2022.
- Marsaro Júnior, A.; Panizzi, A. R.; Grazia, J.; Pereira, P. R. V. S.; Lucini, T. Percevejos Fitófagos Associados à Cultura do Trigo no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1 ed., 2021, 52 p.
- Nascimento Junior, A.; Baier, A. C. Introdução. In: Cultivo de centeio. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. (Embrapa Trigo. Sistemas de produção, 1). Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Centeio/CultivodeCenteio_2ed/descricao.htm . Acesso em: jun. 2022.
- Nascimento Junior, A. Clima. In: Cultivo de Centeio. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014a. (Embrapa Trigo: Documento Online). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoof6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3702&p_r_p_-996514994_topicoId=3019. Acesso em: jun. 2022.

- Nascimento Júnior, A. Cultivares. In: Cultivo de Centeio. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014b. (Embrapa Trigo: Documento Online). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3702&p_r_p_-996514994_topicoId=3019. Acesso em: jun. 2022.
- Nascimento Junior, A. Semeadura. In: Cultivo de Centeio. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014c. (Embrapa Trigo: Documento Online). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3702&p_r_p_-996514994_topicoId=3019. Acesso em: jun. 2022.
- Nascimento Júnior, A.; Lau, D.; Maciel, N. L. J.; Fernandes, C. M. J. Doenças e métodos de controle. In: Cultivo de Centeio. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014d. (Embrapa Trigo: Documento Online). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3702&p_r_p_-996514994_topicoId=3019. Acesso em: jun. 2022.
- Nascimento Junior, A.; Spera, T. S., Wietholter, S. Solos. In: Cultivo de Centeio. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014e. (Embrapa Trigo: Documento Online). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3702&p_r_p_-996514994_topicoId=3019. Acesso em: jun. 2022.
- Pereira, P. R. V.; Salvadori, J. R.; Lau, D. Cereais de Inverno: Insetos-praga. In: Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1 ed., 2010, p. 225-247.
- Peske, S. T.; Labbé, L. M. B.; Panozzo, L. E. Beneficiamento de Sementes In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019a, p. 407-464.
- Peske, S. T.; Villela, F. A.; Gadotti, G. I. Secagem de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019b, p. 355-405.

- Procópio, S.O.; Pires, F.R.; Menezes, C.C.E.; Barroso, A.L.L.; Moraes, R.V.; Silva, M.V.V.; Queiroz, R.G.; Carmo, M.L. Efeitos de dessecantes no controle de plantas daninhas na cultura da soja. *Planta Daninha*, v.24, 2006, p.193-197.
- Reis, E. M.; Casa, R. T.; Bianchin, V.; Danelli, A. L. D. D. Manejo Integrado de Doenças no Trigo. In: *Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil*, Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010, 1 ed., p. 161.
- Rodrigues, O.; Haas, J. C.; Costenaro, E. R. Manejo de trigo para alta produtividade II: caracterização ontogenética. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 20, n. 125, set./out. 2011, p. 10-13.
- Salvadori, R. J.; Nascimento Júnior, A. Pragas e métodos de controle. In: *Cultivo de Centeio*. 3. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. (Embrapa Trigo: Documento Online). Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3702&p_r_p_-996514994_topicoId=3019. Acesso em: jun. 2022.
- Santos, D. R.; Kaminski, J.; Brunetto, G.; Ceretta, C. A.; Fiorin, J. E.; Silva, L. S.; Gatiboni, I. C. Diagnóstico da Acidez e Recomendação da Calagem. In: *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. p. 70-75.
- Scheeren, P. L.; Castro, R. L. de; Caierao, E. Botânica, morfologia e descrição fenotípica. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. (Ed.). In: *Trigo: do plantio à colheita*. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. Cap. 2, p. 35-55.
- Shilling, DG; Worsham, AD; Daneshmandi, DA. Influência da cobertura morta, do preparo do solo e da difenamida no controle de plantas daninhas, produtividade e qualidade em plantio direto do fumo (*Nicotiana tabacum*). *Weed Science*, Washington, v.34, 1986, p.738-744.

A cultura da Cevada (*Hordeum vulgare*)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap9

Thiago Antonio da Silva 

Andréia da Silva Almeida 

Lilian Vanussa Madruga de Tunes 

Ana Paula Rozado Gomes 

Vinícius Schmalfluss Espindola 

INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare*) tem sua origem no Egito Antigo (6.000 a.C – 5.000 a.C), é o cereal mais antigo em cultivo, foi uma das primeiras plantas domesticadas para a alimentação humana, os gregos e os romanos foram os primeiros a utilizarem na produção de pão e cerveja (Caierão, 2008). A sua história está muito ligada com a origem da agricultura, sendo uma das espécies mais estudadas sob aspectos históricos, de grande importância para as diferentes civilizações em que foi cultivada.

Arqueólogos que estudaram a idade da pedra afirmam que os homens das cavernas comiam a cevada-selvagem. No ano de 3.500 a.C os sibérios usavam muito os grãos como unidade de medida e moeda de troca. Em 1.700 a.C, na Babilônia, o cereal funcionava como dinheiro. Foi trazida à Europa e Estados Unidos por peregrinos e comerciantes nos séculos XVI e XVII. Quando chega a China e ao Japão, torna-se o ingrediente fundamental da dieta dos monges budistas. A primeira referência à cultura de cevada no Brasil foi em São Paulo em 1583 (EMBRAPA, 2015).

É o quarto cereal e o quinto grão mais cultivado no mundo, ficando atrás somente do arroz, do milho, do trigo e da soja. Sua produção está concentrada principalmente nas regiões temperadas da Europa, da Ásia e da América do Norte. Na safra 21/22 foram produzidos 155 milhões de toneladas do cereal, em uma área de 47 milhões de hectares (FAO, 2024).

Também é cultivada em ambientes subtropicais como o Sul do Brasil, Argentina, Uruguai e a Austrália. No Brasil, o primeiro cultivo ocorreu em São Paulo no ano de 1583 e em 1584 é citado como cultivo de algumas colônias alemãs, porém apenas em 1919 foram realizados os primeiros experimentos com grãos de cevada, produzida no Brasil em escala comercial desde 1930 (Arias, 1999).

A área cultivada no Brasil nos últimos anos foi de 129 mil ha⁻¹, com uma produção de 521 mil toneladas (FAO, 2024). A região sul do país destaca-se por sua grande produção de cevada, ocupando a quarta posição em produção de cereais no mundo. O Paraná lidera na produção com uma área total de 47 mil ha⁻¹ plantados e uma de produção de 302,1 mil toneladas ha⁻¹ na safra 20/21 (CONAB, 2024).

A cevada pode ser utilizada de diferentes formas, dependendo do contexto em que está inserida, de toda a produção nacional, 75% são usados para indústria do malte, 19% para a alimentação humana e

animal e 6% para semente. O principal uso econômico da cevada é a para exportação e a e a produção do malte para a fabricação de cervejas e destilados. Apesar do seu uso ser restrito na alimentação humana, é utilizado na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de remédios e na formulação de produtos dietéticos e análogos de café (EMBRAPA, 2021), além de ser uma importante cultura a ser utilizada em sistemas de rotação ou de produção de grãos com espécies de verão, dentre as quais destaca-se a cultura da soja (Santos et al., 2010).

A cultura da cevada desempenha um papel importante na economia global, seu valor econômico é significativo em diversos setores, contribuindo para o desenvolvimento econômico de muitos países ao redor do mundo. Desse modo, o objetivo desta revisão de literatura é trazer informações da cultura quanto a sua morfologia, ecofisiologia e o seu manejo.

A MORFOLOGIA DA CULTURA

A cevada pertence à classe botânica do reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, classe *Liliopsida*, ordem *Poales* e família *Poaceae*, que engloba todas as gramíneas, e do Gênero: *Hordeum*, o qual é composto por 32 espécies descritas. Classificada no grupo de plantas com sistema fotossintético C3, é uma planta herbácea anual ou perenes e com largas áreas de ocupação, sendo consideradas cosmopolitas, uma vez que estão presentes em quase todas as partes do mundo (Brammer et al., 2023).

De crescimento rápido, a cevada atinge a maturidade em cerca de 90 a 120 dias após a semeadura. A cevada possui um sistema radicular fibroso e ramificado, que se desenvolve na camada superficial do solo em busca de nutrientes e água. O colmo é ereto, cilíndrico e pode atingir até 1 metro de altura, dependendo da variedade e as condições de cultivo. As folhas são invaginadas em cada nó do colmo, longas, eretas e sem pelos, com uma bainha que abrange o pecíolo, a lígula, a aurícula, o colar e a folha bandeira, a lígula, embora fina e sem função clara, é uma estrutura membranosa na base da folha e a aurícula são pequenas estruturas em forma de orelha na base da bainha (Fontaneli et al., 2012).

Sua inflorescência é uma espiga composta por flores agrupadas em fileiras ao longo do ráquis. Existem dois tipos de cevada com base na disposição das flores: cevada de duas fileiras (com uma fileira de grãos) e cevada de seis fileiras (com três fileiras de grãos em cada lado do ráquis). As flores são hermafroditas e se reproduzem por fecundação autógama, ou seja, uma planta que se autofertiliza devido à deiscência das anteras antes da abertura da flor e da emergência da espiga. No entanto, a fecundação cruzada, ou alogamia, também pode ocorrer em cerca de 1% dos casos, esse processo pode ser favorecido em condições de temperaturas moderadas, umidade adequada e alta luminosidade. O fruto é uma cariopse amarelada, sulcada longitudinalmente (Fontaneli et al., 2012).

ECOFISIOLOGIA

As regiões brasileiras mais indicadas para a cultura são as de clima temperado a frios, a temperatura ideal para seu crescimento está entre 15C° a 20C° durante o dia e 10C° a 15C° durante a noite. As flores são sensíveis às temperaturas baixas, especialmente à geadas (EMBRAPA, 2015).

De dia curto, o ciclo da floração da cultura da cevada é influenciado pelo comprimento do dia. A luz é essencial para o processo de fotossíntese, que é responsável pela produção de carboidratos e, conseqüentemente, pelo crescimento da planta.

A cevada possui tolerância a estresses ambientais, como seca, frio, calor e salinidade do solo. No entanto esses estresses podem afetar negativamente seu crescimento e desenvolvimento. A resposta ao fotoperíodo influencia o momento da floração, existem variedades de cevada de dia curto, dia neutro e dia longo, cada uma se adaptando melhor a diferentes condições de luz (Minella, 2001).

O desenvolvimento da planta de cevada segue um ciclo que inclui várias etapas importante, desde a germinação até a maturação dos grãos, conhecer todas as etapas é fundamental para um manejo e sustentável da cultura, seja no seu planejamento ou até mesmo na redução de perdas. Sua interação genótipo-ambiente é complexa e influencia diretamente o desempenho da cultura em diferentes condições agrícolas, o entendimento dessas interações é essencial para selecionar as variedades mais adequadas e implementar práticas de manejo eficazes para obter bons rendimentos e grãos com qualidade (Minella, 2001).

MANEJO DA LAVOURA

PREPARO DO SOLO

Quando o sistema de plantio direto não é viável, a alternativa mais eficaz para preparar o solo para é o preparo mínimo. Isso envolve o uso de implementos de escarificação sem a necessidade de gradagem adicional, reduzindo as operações e a profundidade de trabalho. Esse método oferece vantagens como aumento da rugosidade do solo e preservação da cobertura parcial com restos culturais, proporcionando condições favoráveis para a semeadura (EMBRAPA, 2018).

Os cereais de inverno são espécie que exige solos de boa fertilidade, na escolha da área deve ser levado em consideração que esta cultura é muito suscetível a solos ácidos, a prática de calagem do solo objetiva reduzir o índice de acidez por meio da aplicação de calcário. A quantidade de calcário a ser usada varia conforme o índice SMP determinado na análise de solo. O pH adequado para a cevada situa-se entre 5,5 e 6,0. A dose de calcário e o modo de aplicação variam em função do sistema de manejo do solo (EMBRAPA, 2018).

ESCOLHA DAS CULTIVARES

As principais características da cultura que devem ser consideradas para a tomada de decisão de que cultivar semear são: rendimento de grãos, ciclo, estatura de planta e reação as principais doenças (oídio, ferrugem da folha, mancha em rede, mancha marrom e giberela) (Caierão et al., 2010). As cultivares de cevada registradas para cultivo nas regiões do RS, SC e PR são: BRS Brau, BRS Cauê e BRS Elis, da Embrapa trigo, e as cultivares MN610 e MN 743 da AmBev.

O PLANTIO DA CULTURA

A indicação dos períodos de semeadura para os três estados da região Sul do Brasil com aptidão para o cultivo de cevada, segue o estabelecido pelo Zoneamento Agroclimático de Risco Climático do Mapa, conforme as portarias 44, 45 e 43 de 26 e 20 de março de 2009 (EMBRAPA, 2021). A densidade de semeadura indicada é de 250 a 300 sementes viáveis/m². O espaçamento utilizado é de 17 cm entre linhas, não devendo ultrapassar 20 cm. Cultivares de porte baixo (anão) e de alta capacidade de perfilhamento, respondem positivamente em tamanho de grãos quando semeadas no espaçamento 17 cm x 34 cm, ou seja, uma linha em branco (não semeada) entre duas semeadas, mantendo-se a mesma quantidade de semente por unidade de área, em sistema denominado de linhas pareadas. A semente deve ser depositada uniformemente no solo, em profundidade entre 3 e 5 cm (EMBRAPA, 2015).

MANEJO DA ÁGUA

A culturas de inverno precisam de água adequada para crescer, especialmente nos estágios iniciais de crescimento, afilhamento, espigamento e de formação de grãos. A quantidade de água necessária varia de acordo com as condições climáticas, tipo de solo e fase de crescimento da cultura. O monitoramento da umidade do solo é crucial para fornecer água suficiente sem excesso, usar métodos de irrigação eficientes e criar um cronograma baseado nas necessidades da cultura ajudam a evitar problemas como encharcamento ou falta de água. Gerenciar o excesso de água e usar cobertura morta também são práticas importantes, assim como a rotação de culturas para melhorar a retenção de umidade no solo (EMBRAPA, 2018).

ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

A aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura da cevada deve ser feita entre os estágios de afilhamento e alongamento, geralmente quando o colmo principal tem de quatro a seis folhas. Em casos com muita palha, como resteva de milho, é recomendado antecipar a aplicação em cobertura. Para variedades suscetíveis ao acamamento, a quantidade de nitrogênio deve ser menor do que o indicado na tabela. Já para outras variedades, o nitrogênio deve ser administrado de forma a evitar danos por

acumulação. É importante evitar o excesso de nitrogênio, pois pode resultar em grãos com mais de 12% de proteína, tornando-os inadequados para a fabricação de malte (Gatiboni et al., 2016).

A quantidade de fertilizante com fósforo (P) e potássio (K) a ser aplicada depende dos teores desses nutrientes no solo. O limite superior do teor médio é o ponto crítico para P e K no solo, e deve ser mantido por meio da aplicação adequada de fertilizantes. Quando os teores ultrapassam o limite superior do teor alto, a probabilidade de resposta à aplicação de fertilizantes é muito pequena ou nula (Gatiboni et al., 2016).

Os solos do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e do Paraná são, em geral, bem supridos em micronutrientes (zinco, cobre, boro, manganês, cloro, ferro e molibdênio), sendo incomum a constatação de deficiências na cultura (EMBRAPA, 2018).

CONTROLE DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS

A cevada enfrenta ameaças constantes de pragas e doenças que podem causar perdas significativas de rendimento se não forem controladas a tempo. Para proteger as plantas de forma eficaz, é essencial identificar os problemas precocemente e adotar medidas de controle quando necessário. Pulgões, lagartas e corós são comuns na cevada, podendo reduzir a produção de grãos. Doenças radiculares e aéreas também prejudicam a cultura.

As podridões radiculares comuns no Sul do Brasil prejudicam a cevada devido a fungos como *Cochliobolus sativus* e *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. Para controlar essas doenças, recomenda-se a rotação de culturas e evitar a monocultura de gramíneas, exceto aveia. A aveia preta é resistente ao mal-do-pé e pode ser uma escolha seletiva para agricultores (Pereira; Chaves, 2021).

Sementes de cevada podem conter fungos como *Pyrenophora teres* e *Cochliobolus sativus*. Recomenda-se tratar as sementes com fungicidas apropriados para evitar a introdução de patógenos, especialmente em áreas com rotação de culturas (Pereira; Chaves, 2021).

Na região Sul do Brasil, as condições climáticas favorecem doenças fúngicas que afetam severamente a cevada, como mancha marrom, mancha reticular, oídio, ferrugem-da-folha, septoriose e giberela. Outras doenças, como escaldadura, ferrugem-do-colmo-do-trigo, carvão-nu e carvão-coberto, também podem ocorrer esporadicamente. O uso de cultivares resistentes, rotação de culturas, tratamento de sementes e aplicação de defensivos agrícolas podem ser utilizados (Pereira; Chaves, 2021).

O “nanismo-amarelo-da-cevada” é uma virose que afeta cereais de inverno, limitando a produção de grãos globalmente. Causa redução no crescimento, alteração da cor do limbo foliar, e impacta massa foliar, de raízes, número e peso de grãos. Transmitida por pulgões, é favorecida por baixas temperaturas e alta luminosidade. Estratégias de controle incluem práticas culturais, controle químico e biológico do vetor, e uso de cultivares resistentes (Pereira; Chaves, 2021).

As lagartas *Pseudaletia sequax* e *P. adultera* frequentemente atacam a cultura de cevada a partir de setembro até a maturação. O controle dessas pragas é mais eficaz por meio da ingestão de inseticidas do que por contato, sendo recomendado iniciar o controle nos focos de infestação enquanto as plantas ainda possuem folhas verdes (Salvadori; Pereira, 2021).

Os pulgões, incluindo *Metopolophium dirhodum*, *Schizaphis graminum*, *Sitobion avenae* e *Rhopalosiphum padi*, causam danos diretos ao sugar a seiva das plantas, resultando na redução do número, tamanho e peso dos grãos, além do poder germinativo das sementes. Eles também podem transmitir viroses, como o Nanismo Amarelo da Cevada, causado pelo vírus Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV). O uso de inseticidas na cultura de cevada para o controle de pulgões deve ser alguns critérios: Na fase de emergência até afilamento, controlar se a infestação média de pulgões atingir 10% das plantas; na fase de extensão ao emborrachamento, controlar se a média for de 10 pulgões por afixo; durante o espigamento até o estágio de fogo em massa mole, controlar se a média for de 10 pulgões por espiga e a média de pulgões deve ser monitorada semanalmente, com amostragem em vários pontos da plantação (Salvadori; Pereira, 2021).

Diferentes larvas de solo, conhecidas como corós (Col., Melolonthidae), causam danos variados na cultura de cevada. As espécies mais comuns são o coró-das-pastagens (*Diloboderus abderus*) e o coró-do-trigo (*Phyllophaga triticephaga*), que possuem ciclos biológicos longos, incluindo estágios de ovo, larva, pupa e adulto (besouro). Apenas as larvas, que são polífagas, danificam as plantações, geralmente em áreas localizadas (Pereira; Salvadori 2021).

Existem alguns pontos a considerar e medidas a adotar para manejar corós na cultura de cevada, como, observar e delimitar áreas com corós para monitoramento futuro, considerar a mortalidade natural devido a inimigos naturais e condições extremas de umidade, identificar e estimar a densidade de corós por amostragem, levar em consideração que os danos significativos iniciam com 5 corós/m², evitar o plantio de cevada em áreas com alta infestação (a aveia preta pode ser uma alternativa), reconhecer que os corós podem ter benefícios, como melhorar a capacidade de absorção de água e qualidade do solo, apesar dos danos e utilizar sistemas de rotação de culturas e gerenciamento de resíduos para controlar o estabelecimento e crescimento dos corós (Pereira; Salvadori 2021).

O manejo de plantas daninhas na cevada é desafiador devido ao lento crescimento inicial da cultura, alta quantidade de sementes de plantas daninhas no solo e poucos herbicidas disponíveis. Isso limita o cultivo de cevada, especialmente no Sul do Brasil. A falta de controle das plantas daninhas pode resultar em perdas de rendimento de até 71%, afetando a qualidade do produto colhido (Scursoni e Satorri, 2005).

No Sul do País, o azevém e o nabo são importantes plantas daninhas em lavouras de cereais de inverno. Eles competem fortemente com a cevada, exigindo manejo para evitar perdas na quantidade e qualidade dos grãos, especialmente para a indústria cervejeira (Tironi et al., 2014).

Atualmente, o controle químico é preferido devido à sua praticidade e eficiência, embora haja preocupações com o meio ambiente e a resistência a herbicidas (Galon et al., 2011). É crucial entender os períodos de interferência e a competição das plantas daninhas para um manejo integrado eficaz, especialmente ao usar o controle químico de forma racional. Identificar a época de emergência das plantas daninhas ajuda a adotar estratégias de controle mais adequadas ao longo do ciclo da cevada (Tironi et al., 2014). De modo geral, as plantas daninhas que surgem após a cultura têm menos impacto na produtividade, mas as espécies emergentes antes podem dominar o ambiente, competindo por recursos e prejudicando o rendimento das culturas (Vandevender, 1997). Entender como as plantas daninhas afetam a cultura dependendo da época de emergência é crucial para desenvolver estratégias eficazes no manejo integrado (Tironi et al., 2014).

COLHEITA, SECAGEM, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO

Os parâmetros utilizados para indicar a época de colheita de sementes e grãos são o grau de umidade das sementes e o aspecto das plantas. O ponto de colheita é indicado em conformidade com o uso: para a colheita manual, o grão deve ser colhido a menos de 30% de umidade, preferencialmente, nas primeiras horas da manhã, deixar secar a palha e o grão. Trilhar quando o grão apresentar menos de 14% de umidade. Para a colheita mecanizada de grão maduro, a colheita deve ser feita quando o grão apresentar 13% de umidade, ou com 20%, ou menos, de umidade, se houver intenção de secar o grão (EMBRAPA, 2018).

A colheita da cevada para produção de malte é uma etapa muito importante devido às características exigidas nos grãos. Seguindo padrões de qualidade estabelecidos na Portaria 691/96 do Mapa, os grãos devem ter pelo menos 95% de poder germinativo e umidade abaixo de 13%, proteínas abaixo de 12%, matérias estranhas abaixo de 3% e grãos avariados abaixo de 5%, além de apresentarem cor e cheiro de palha. É essencial evitar dessecação por herbicidas, pois pode prejudicar o poder germinativo e deixar resíduos nos grãos. A colheita deve ser feita em dias secos, evitando-se as primeiras horas da manhã, preferencialmente com umidade abaixo de 15%, para evitar secagem artificial e colheita de grãos verdes (EMBRAPA, 2015).

Para qualquer finalidade do produto, a máquina colhedora deve estar bem regulada para que não se percam grãos retidos na espiga, quebra de grãos ou descascamento. O ciclo mais curto da cevada permite a colheita antes dos demais cereais de inverno, otimizando máquinas e mão-de-obra e permitindo a semeadura da safra de verão também mais cedo. O “afofamento do solo” pela cevada é outro atributo com reflexo no desempenho da cultura de verão (EMBRAPA, 2018).

O beneficiamento de sementes é uma etapa fundamental para garantir a qualidade e a viabilidade das sementes utilizadas no plantio. Os principais processos envolvidos no beneficiamento de sementes de cereais de inverno são: limpeza, que tem como objetivo remover impurezas como palha, pedaços de

plantas, pedras e outras sementes indesejadas; a pré-limpeza, para remover grandes impurezas e material não desejado em maior quantidade; a secagem, para reduzir o teor de umidade e garantir sua conservação durante o armazenamento; a classificação, onde as sementes de cevada podem ser classificadas de acordo com critérios como tamanho, peso, densidade e pureza; o tratamento, algumas sementes de cevada podem passar por tratamentos químicos para proteção contra pragas, doenças e estresses ambientais; o polimento, melhorando sua aparência e facilitando o manuseio durante o plantio, e a embalagem, as sementes de cevada são embaladas em sacos ou recipientes adequados, devidamente identificados e prontos para o armazenamento e o plantio (Peske et al., 2019a).

A secagem dos grãos tem como objetivo principal reduzir o teor de umidade para um nível adequado que permita o armazenamento seguro sem risco de deterioração por fungos, mofo ou outros problemas de qualidade. O teor ideal para os grãos de cevada pode variar dependendo do destino final dos grãos, para armazenagem de curto prazo, um teor de umidade em torno de 13% é considerado adequado e 12% para períodos mais longos, toda a produção colhida com umidade acima desses valores deve ser secada previamente (Peske et al., 2019a).

Existe vários tipos métodos de secagem de grãos, incluindo secagem natural ao ar livre, secagem em secadores de ar quente, secagem a vácuo, entre outros. A escolha do método de secagem depende das condições climáticas, da disponibilidade de equipamentos e da quantidade de grãos a serem secados. Durante o processo de secagem, os grãos são expostos a condições controladas de temperatura e umidade para promover a evaporação da água presente, é importante monitorar regularmente o teor de umidade dos grãos durante o processo de secagem para garantir que eles atinjam o teor desejado (Peske et al., 2019b).

É importante manter o poder germinativo, por isso, temperaturas muito altas, acima de 43°C na secagem, podem ser prejudiciais. A temperatura máxima indicada para a secagem da cevada para malte é de 45°C na massa de grãos, geralmente alcançada com uma temperatura próxima a 65°C na entrada de ar dos secadores. Para lotes com mais de 16% de umidade, recomenda-se a secagem em etapas de cerca de 3% de umidade por vez. A secagem deve ser feita imediatamente após a colheita (Peske et al., 2019b).

Após o processo de secagem, os grãos devem ser armazenados em locais adequados, como silos ou armazéns, que ofereçam condições controladas de temperatura, umidade e ventilação para preservar a qualidade dos grãos durante o armazenamento. A escolha do tipo de armazenagem depende de diversos fatores, como quantidade de grãos a ser armazenada, condições climáticas da região, disponibilidade de recursos e objetivos de armazenamento (temporário ou de longo prazo). É importante considerar também as condições de conservação, controle de pragas, umidade e temperatura durante o armazenamento para garantir a qualidade e a segurança dos grãos (Labbé et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cultivo de cevada gera renda para agricultores e comunidades rurais. Além disso, a produção de cevada é uma atividade importante para a economia de vários países, contribuindo para a exportação e comércio.

Seu cultivo é benéfico para os sistemas de rotação de culturas, pois ajuda a melhorar a fertilidade do solo e a prevenir a erosão, contribuindo para a sustentabilidade agrícola. É uma cultura relativamente resiliente a diferentes condições climáticas, o que a torna uma opção viável para áreas com climas mais secos ou frios.

Também tem grande importância para pesquisas em biotecnologia e melhoramento de plantas, contribuindo para o desenvolvimento de variedades mais resistentes a doenças e pragas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, G. N. Cevada, uma alternativa de inverno. Embrapa Trigo, Comunicado Técnico, n. 11, 3, 1999, p.9. ISSN 1517-4964
- Brammer, S. P.; Rosa, L. M. da.; Geller, J. Z. Variabilidade e viabilidade polínica em cevada: aspectos botânicos, agronômicos e citogenéticos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1.ed., 2023, 20 p. (Documentos 205) ISSN 1518-6512
- Caierão, E. Cevada: história e evolução. Embrapa Trigo, 2008, p.289-311.
- Caierão, E.; Junior, A. N.; Scheeren, P. L. Escolha das Cultivares de cereais de inverno. In: Santos, H. P.; Fontaneli, R. S.; Spera, S. T. Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1 ed., 2010, p.92-95. ISBN 978-85-7574-026-2
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. Safra 2022/23, v.11, n.4.. 2024. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. ISSN: 2318-6852 Disponível em: <https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola> Acesso em: mar. 2024.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. 2015. Cultivo da Cevada. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1155367/1/Cultivo-de-Cevada.pdf> Acesso em: mar. 2024
- EMBRAPA- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/zoneamento-agropecuario> Acesso em: mar. 2024
- EMBRAPA- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/cereais-e>

graos/cevada#:~:text=A%20cevada%20(Hordeum%20sp.),como%20na%20ra%C3%A7%C3%A3o%20de%20animais. Acesso em: mar. 2024

- EMBRAPA- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 1 ed. 2018, Passo Fundo. Informações Técnicas para a safra 2019: trigo e triticale. Passo Fundo: Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale: Embrapa Trigo: Embrapa Transferência de Tecnologia, 2018. 240p. ISBN 978-85-7035-866-0
- FAO - Food And Agriculture Organization, FAOSTAT. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> Acesso em: mar. 2024
- Fontaneli, R. S.; Santos, H. P.; Fontaneli, R. S. Morfologia de gramíneas forrageiras. In: Forrageiras para integração lavoura pecuária-floresta na região sul-brasileira. 2. ed. - Brasília, DF: Embrapa, cap. 2, 2012, p. 51-58. ISBN 978-85-7035-104-3
- Galon, L. et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. Planta Daninha, v.29, 2011, p.771-781. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000400007>
- Gatiboni, L. C.; Silva, L. S.; Anghinoni, I. Diagnóstico da fertilidade do solo e recomendação da adubação (Grãos). In: Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016, p. 101-111. ISBN 978-85-66301-80-9
- Labbé, L. M. B.; Villela, F. A.; Peske, S. T. Armazenamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019, p. 466-512. ISBN 978-65-80974-00-9
- Minella, E. Cevada cervejeira: características e desempenho agrônomo das cultivares indicadas para a Região Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, Circular Técnica Online, n. 4, 2001, 8 p. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci04_1.htm Acesso em: mar. 2024.
- Pereira, P. R. V. da S.; Chaves, M. S. Doenças. In: Cevada. <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada> Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada/producao/pragas-e-doencas/doencas> Acesso em: mar. 2024.
- Pereira, P. R. V. da S.; Salvadori, J. R. Corós. In: Cevada. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada/producao/pragas-e-doencas/insetos-praga/coros> Acesso em: mar. 2024.
- Peske, S. T.; Labbé, L. M. B.; Panozzo, L. E. Beneficiamento de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019a, p. 407-464. ISBN 978-65-80974-00-9

- Peske, S. T.; Villela, F. A.; Gadotti, G. I. Secagem de Sementes. In: Peske, S. T.; Villela, F. A.; Meneghello, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Ed. Becker e Peske, 2019b, p. 355-405. ISBN 978-65-80974-00-9
- Salvadori, J. R.; Pereira, P. R. V. da S. Lagartas. In: Cevada. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada/producao/pragas-e-doencas/insetos-praga/lagartas> Acesso em: mar. 2024.
- Salvadori, J. R.; Pereira, P. R. V. da S. Pulgões. In: Cevada. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cevada/producao/pragas-e-doencas/insetos-praga/pulgoes> Acesso em: mar. 2024.
- Santos, H. P. dos; Fontaneli, S.; Spera, S. T. A importância dos Cereais de Inverno para os Sistemas Agrícolas. In: Sistemas de Produção para Cereais de Inverno sob Plantio Direto no Sul do Brasil, Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1 ed., 2010, p.19-20. ISBN 978-85-7574-026-2
- Scursoni, J.A.; Satorre, E.H. Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. Weed Technology, v.19, 2005, p.790-795. DOI: 10.1614/WT-03-065R
- Tironi, S. P., Galon, L., Silva, A. F. D., Fialho, C. M. T., Rocha, P. R. R., Faria, A. T., ... Radünz, A. L. Época de emergência de azevém e nabo sobre a habilidade competitiva da cultura da cevada. Ciência Rural, 44, 2014, p.1527-1533. DOI:
- Vandevender, K.W. Thomas A. Costello e Roy J. Smith, Jr. Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. Weed Science, v.45, 1997, p.218-224.

A Cultura da Canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)

Recebido em: 17/06/2025

Aceito em: 31/08/2025

 10.46420/9786585756655cap10

Thiago Antonio da Silva 

Andréia da Silva Almeida 

Karine Von Ahn Pinto 

Marta Gubert Tremea 

Vinícius Schmalfuss Espindola 

INTRODUÇÃO

A canola (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) resulta do melhoramento genético das espécies *Brassica napus* e *Brassica campestris*. Atualmente, ocupa o terceiro lugar entre as oleaginosas mais produzidas, ficando atrás apenas da soja e da palma de óleo (Guimarães et al., 2022).

Na safra 2022/23, a produção mundial de grãos de canola atingiu cerca de 80 milhões de toneladas, ocupando cerca de 39 milhões de hectares, sendo o Canadá o principal produtor e exportador, responsável por aproximadamente 18,7 milhões de toneladas (21,7% da produção global). Em seguida, a União Europeia e o Continente Asiático se destacam como os maiores produtores, com 34% e 33,3% da produção total, respectivamente (FAO, 2024). A produção total de canola no Brasil atingiu 146,5 mil toneladas de grãos, com o estado do Rio Grande do Sul se destacando como o principal produtor nacional (CONAB, 2024).

O crescimento da cultura de canola está relacionado à qualidade nutricional de seus grãos, com alto teor de óleo (35% a 48%) e por sua qualidade para consumo humano. Seu óleo possui baixa quantidade de gorduras saturadas (7%) e é rico em ácidos graxos essenciais, como o ácido alfa-linolênico (Ômega-3) e vitamina E em comparação a outros óleos similares. Além disso, é adequado para a produção de biodiesel devido à sua capacidade de solidificar parcialmente em temperaturas mais baixas (Tomm et al., 2009b; De Mori et al., 2014). O farelo resultante é rico em proteínas (24% a 27%) e pode ser utilizado na alimentação animal (Tomm, 2009a). A planta de canola é melífera, florescendo no final do inverno quando há escassez de outras flores (De Mori et al., 2014).

Quando manejada adequadamente, a cultura da canola se adapta a diversas condições climáticas e de solo, oferecendo uma alternativa econômica viável para os produtores. Isso permite o uso eficiente da estrutura de máquinas já existente nas propriedades e resulta em custos mais baixos com defensivos agrícolas, em comparação com outras culturas de grãos (Tomm et al., 2008).

A canola é uma excelente opção para diversificação e rotação de culturas, podendo ser alternada com milho, soja, trigo e feijão. Além disso, seus resíduos culturais podem melhorar o rendimento e a qualidade desses grãos em cultivos futuros, promovendo descompactação e tendo efeito alelopático

positivo sobre algumas plantas daninhas. (Guimarães et al., 2022). O mercado da canola acompanha o preço da soja, o que é considerado um forte incentivo para os produtores (Fabrício, 2020).

A canola é uma cultura nova no Brasil, sendo que o conhecimento sobre ela é principalmente derivado da experimentação e da adaptação dos produtores às condições locais. Nesta revisão, serão destacados alguns aspectos relacionados ao cultivo da canola, com base em informações atuais obtidas por meio de revisão de literatura (Marconi; Lakatos, 2007)

ASPECTOS GERAIS DA CULTURA

A canola é um híbrido originado do melhoramento genético realizado por melhoristas canadenses, que combinaram duas espécies de colza, uma oleaginosa da família *Brassicaceae* (crucíferas). O propósito desse melhoramento foi diminuir os níveis de glucosinolatos e ácido erúico, substâncias prejudiciais ao organismo animal (Estevez et. al., 2014).

Atualmente, a denominação “canola” refere-se a cultivares que contêm até 2% de ácido erúico no óleo e valores de glucosinolatos na matéria seca das sementes de 30 micromoles por grama ou menos, conforme estabelecido pelo Canadian Council of Canola (Canola Council Of Canada, 2024a).

A canola era cultivada na Índia por volta de 2.000 a.C. e chegou à China e ao Japão no início da era cristã. Há aproximadamente dois mil anos, a semente foi introduzida no Japão, provavelmente vinda da China ou da Península Coreana. No século 6, a canola era utilizada como hortaliça, enquanto seu óleo era empregado pelas civilizações orientais e do Mediterrâneo em lamparinas e na produção de sabões a partir do século 14 (Dias, 1992).

Desde o século 13 na Europa, as plantas de canola se adaptaram bem a temperaturas baixas, permitindo seu cultivo em regiões frias. No século 17, o óleo de colza começou a ser usado na culinária japonesa, tornando-se um produto alimentar popular. Com a invenção da máquina a vapor, o óleo também foi empregado como lubrificante devido à sua aderência superior. Durante a Segunda Guerra Mundial, o cultivo de colza no Canadá aumentou devido ao bloqueio das fontes europeias e asiáticas de lubrificantes. Contudo, a transição para motores a diesel reduziu a demanda por óleos vegetais, impactando o cultivo de canola (Dias, 1992).

Durante a Segunda Guerra Mundial, houve um aumento na demanda por óleos vegetais como lubrificantes, impulsionando o cultivo de colza na América do Sul. Na Argentina, o cultivo teve início na década de 1930 (Iriarte; López, 2014), com um crescimento notável entre 1940 e 1960. No Chile, a colza foi introduzida em 1953 e passou a ser cultivada em larga escala a partir de 1957 (Dias, 1992). No Brasil, os primeiros registros do cultivo datam de 1974, tendo sido iniciados em Ijuí, no Noroeste do Rio Grande do Sul (De Mori et al., 2014).

MORFOLOGIA DA CANOLA

O gênero *Brassica* inclui cerca de 100 espécies, como a *Brassica napus* L., conhecida como colza ou canola, originada do cruzamento entre *Brassica oleracea* e *Brassica rapa*. A relação entre as espécies oleaginosas *Brassica* foi estabelecida nos anos 1930, sugerindo que *B. juncea*, *B. napus* e *B. carinata* são anfiploides derivados de *B. nigra*, *B. rapa* e *B. oleracea* (Estevez et al., 2014).

As plantas de canola variam em coloração, crescendo como herbáceas de hastes eretas, ramificadas e até 1,4 a 1,8 m de altura, com um sistema radicular típico de dicotiledôneas com raiz pivotante e grande número de raízes fasciculadas secundárias (Bevilaqua et al., 2008).

Suas flores amarelas têm quatro pétalas e sépalas, agrupadas em cachos na extremidade das hastes. A floração dura cerca de três semanas, com autofecundação predominante, mas com até 30% de fecundação cruzada. Os frutos da canola são síliquas, que se abrem quando secas, contendo de 14 a 15 sementes pequenas. A maturação dos grãos ocorre de 40 a 60 dias após o florescimento, com apenas 40 a 50% das flores produzindo síliquas. Apenas 40 a 50% das flores irão formar síliquas produtivas, as demais flores e ou síliquas, em estágio inicial de desenvolvimento são naturalmente abortadas e a maturação dos grãos acontece entre 40 e 60 dias depois do início do florescimento (Estevez et al., 2014).

Esta é uma cultura anual, com um ciclo que varia de 107 a 166 dias desde a emergência da plântula até a maturação dos grãos, dependendo das características do híbrido utilizado.

ECOFISIOLOGIA

A canola prefere temperaturas entre 15°C e 25°C, especialmente durante a floração e a formação de sementes, quando 10°C a 20°C são ideais. Temperaturas acima de 30°C prejudicam seu desenvolvimento, enquanto geadas no inverno devem ser evitadas. O controle preciso da temperatura é fundamental para o sucesso do cultivo (Canola Council Of Canada, 2024b).

Cultivada preferencialmente entre 200 e 800 metros acima do nível do mar, a canola se beneficia de condições climáticas favoráveis, como temperaturas moderadas e boa exposição solar. Altitudes mais elevadas podem ter variações extremas de temperatura, não sendo ideais para a cultura. Altitudes moderadas são mais propícias ao cultivo eficiente (Canola Council Of Canada, 2024b).

O fotoperíodo é vital para a canola, sensível ao comprimento do dia e da noite. Na fase vegetativa, dias longos são necessários para o crescimento e formação de raízes, enquanto dias curtos na fase reprodutiva são cruciais para a floração e produção de sementes. O fotoperíodo ideal varia conforme a cultivar e local, impactando diretamente a produtividade (Canola Council Of Canada, 2024b).

A necessidade de água para a canola varia de 400 a 600 milímetros durante seu ciclo, considerando o crescimento e a produção de grãos. Essa quantidade pode variar conforme a região, o manejo agrônomico e as características do solo (Canola Council Of Canada, 2024b).

MANEJO DA LAVOURA

ZONEAMENTO AGRÍCOLA PARA A CULTURA DA CANOLA

O zoneamento agroclimático, coordenado pelo Ministério da Agricultura, utiliza métodos da agrometeorologia e análises climáticas para identificar áreas adequadas ao cultivo de espécies agrícolas específicas. Essa prática é essencial para garantir crédito, financiamento e seguro rural, protegendo as plantações contra condições climáticas adversas. No caso da canola, o zoneamento teve início em 2008 no Rio Grande do Sul e expandiu-se para outros estados do Sul em 2009, sendo ampliado em 2021 para incluir outras regiões e o sistema irrigado (Guimarães et al., 2022).

Atualmente, dez estados possuem zoneamento para a canola, que orienta os melhores períodos de plantio e classifica as variedades de acordo com o ciclo de crescimento, considerando fatores como balanço hídrico, demandas da cultura e características do solo. Áreas inadequadas incluem locais de preservação, solos impróprios e áreas não compatíveis com a legislação ambiental e o zoneamento estadual (Guimarães et al., 2022).

PREPARO DO SOLO E O SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

A canola necessita de solos bem drenados, livres de compactação e resíduos de certos herbicidas, além de estar livre de doenças e sem infestação de nabiça (*Raphanus raphanistrum*). O pH do solo deve ser acima de 5,5, e o nível de fertilidade deve ser médio ou alto. O planejamento cuidadoso da inclusão da canola no sistema de produção e a seleção de áreas adequadas em cada propriedade são fundamentais para o sucesso do cultivo (Tomm et al., 2007b).

O cultivo de canola no país é praticamente todo realizado através do Sistema Plantio Direto. Segundo pesquisas, 92,8% dos produtores de canola no Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais adotam esta técnica. Apenas 4,8% utilizam técnicas que envolvem algum tipo de revolvimento do solo, como gradagem niveladora para manejo da palhada, ou escarificação para manejo da compactação do solo, dentro do SPD (De Mori et al., 2019).

Os produtores brasileiros têm vantagem competitiva, econômica e ambiental em relação aos grandes produtores mundiais de canola devido ao uso predominante do Sistema Plantio Direto, resultando em menor uso de combustíveis fósseis, redução do trânsito de máquinas na lavoura, menor exposição do solo, maior retenção de água, redução de perda de nutrientes e menor demanda de fertilizantes a longo prazo (Tomm et al., 2009a).

Uma prática aliada ao Sistema de Plantio Direto é a sobressemeadura, que consiste na semeadura a lanço sobre a cultura antecedente em fase final de ciclo, podendo ser feita de forma manual, mecanizada via terrestre ou lançamento aéreo. Essa técnica antecipa o cultivo, aproveitando melhor o período chuvoso e permitindo a intensificação dos sistemas de cultivo (Leonardi, 2019). A sobressemeadura da canola em soja já estabelecida carece de informações, especialmente sobre a quantidade de sementes

necessárias para estabelecer a população de plantas e o estágio fenológico ideal da soja para facilitar a sobressemeadura (Guimarães, 2022). Pesquisa realizada em Santa Maria, RS, constatou que a canola possui capacidade de se estabelecer e desenvolver bem se sobressemeada quando a soja está no estágio R7 (Leonardi, 2019).

ESCOLHA DAS CULTIVARES

A canola foi inicialmente introduzida na região Sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, em escala comercial em 1974, devido às condições térmicas favoráveis durante o outono, inverno e início da primavera, além da proximidade com indústrias processadoras que facilitam o manejo técnico e a comercialização.

Segundo Gaetan (2005), uma das principais doenças que afetam a cultura é a canela-preta, causada pelo fungo *Leptosphaeria maculans*, que começou a causar danos significativos às lavouras gaúchas a partir de 2000. A resistência a doenças como a canela-preta tornou-se uma solução econômica viável para a cultura da canola. Híbridos resistentes foram inicialmente desenvolvidos na Austrália, onde o mesmo patógeno é endêmico.

Posteriormente, o cultivo da canola se expandiu por várias regiões do país com o impulso dos híbridos Hyola 43 e Hyola 60, que apresentam resistência vertical ao grupo de patogenicidade do fungo. No entanto, o surgimento de variantes do fungo infectou híbridos com resistência de *B. rapa* ssp. *sylvestris*. Em 2006, o híbrido Hyola 61, com resistência poligênica, foi lançado como resposta a essa questão. Desde então, novos híbridos, como a Hyola 433 em 2008 e a Hyola 411 em 2009, foram registrados, assegurando a segurança na produção (Tomm et al., 2009b). Outro fator crucial para essa expansão foi a adaptação da canola a climas mais quentes, impulsionada por pesquisas e pelo desenvolvimento de genótipos menos sensíveis ao fotoperíodo (Guimarães, 2022).

No entanto, são necessárias mais pesquisas para melhorar o manejo da cultura de acordo com as particularidades de cada região. A escolha de genótipos adaptados é crucial para a inclusão bem-sucedida da canola nos sistemas agrícolas do Brasil, especialmente em regiões de clima mais quente.

Desde o final dos anos 1990, quase todas as plantações de canola no Brasil adotam os híbridos Hyola. Em muitos locais, os ciclos dos híbridos Hyola 401, Hyola 420, Hyola 43, Hyola 61, Hyola 432 e Hyola 60 ocorrem sequencialmente, com variações de precocidade de um para outro (Tomm, 2007a). Atualmente, o país possui o registro de 27 cultivares e 2 linhagens parentais de canola (Guimarães, 2022).

PLANTIO DA CULTURA

O potencial de produtividade no cultivo de grãos baseia-se na interação genótipos e ambiente. Os estudos experimentais sobre os melhores períodos de plantio de canola no Brasil apresentaram diversas recomendações devido às condições climáticas variadas em cada região. Semear durante períodos

climáticos favoráveis reduz os riscos de perdas por falta ou excesso de chuvas nos estágios críticos, além de facilitar o controle de doenças e pragas (Tomm et al., 2009b). A canola atinge seu maior potencial de rendimento quando plantada por volta de meados de abril, especialmente em regiões relativamente quentes do Noroeste do Rio Grande do Sul, como Três de Maio com altitude de 333m (Tomm, 2007b). Estudos mostram que, na região de Vacaria, no extremo norte do RS, com altitudes acima de 800m e período de geada prolongado, a canola deve ser semeada logo após a colheita da cultura de verão. É recomendável escolher híbridos com período de floração mais longo para compensar os danos das geadas. No Sul do RS, o período recomendado para semeadura mudou de 15 de maio a 15 de junho para 11 de abril a 30 de junho (Dias, 1992; Tomm et al., 2009b).

Durante a fase inicial de implantação da canola, é crucial controlar a profundidade de semeadura para garantir uma emergência uniforme das plântulas e, por conseguinte, uma população adequada de plantas (Laviola et al., 2019).

A profundidade de plantio na canola deve ser considerada com atenção, especialmente em relação ao equipamento de semeadura, devido ao tamanho reduzido das sementes. Referências como Tomm et al. (2014) e Hammond (2011) abordam a importância desse aspecto. No Brasil, há uma falta de estudos sobre a profundidade de semeadura da canola e seus impactos, destacando a necessidade de pesquisas nesse sentido para melhorar e disseminar informações que otimizem o cultivo no país (Guimarães, 2022). A profundidade de semeadura ideal para a canola é de até 2,0 cm, garantindo uma emergência rápida e uniforme das plântulas e permitindo que as sementes expressem seu potencial de germinação, favorecendo o estabelecimento e crescimento da cultura. Semear muito profundamente pode dificultar ou impedir a emergência das plântulas devido ao tamanho das sementes, que têm aproximadamente 2,0 mm de diâmetro (Tomm et al., 2014; Tomm, 2007b; Koch et al., 2015; Silva et al., 2016).

A densidade de plantio influencia diretamente o rendimento dos grãos de canola, incluindo componentes como número de siliques por planta, número de grãos por sílica e massa de grãos. Alterações na densidade de plantio, espaçamento entre linhas e distribuição de plantas podem modificar o arranjo de plantas, proporcionando maior produtividade de grãos e uniformidade de plantio. A recomendação geral é uma densidade populacional de cerca de 40 plantas por metro quadrado na canola. No entanto, a cultura tem potencial de compensação em densidades mais baixas, como 15 plantas por metro quadrado, com rendimento satisfatório (Guimarães, 2022).

MANEJO DA ÁGUA

Para Mendonça et al. (2016), o manejo correto da umidade do solo é vital para o desenvolvimento do sistema radicular e da área foliar da canola, prolongando a retenção das folhas e a fase de florescimento, melhorando os componentes de rendimento. A irrigação complementar, especialmente

em áreas secas, aumenta o tempo de floração, o número de sementes por siliqua, a área foliar e a produção de fotoassimilados.

Estudos com irrigações suplementares na cultura da canola levaram ao aumento do número de síliquas e ramos por planta, assim como a matéria seca total e a produtividade de grãos, principalmente em condições de maior lâmina de água aplicada e menor tensão de água no solo (Guimarães, 2022).

ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

A canola requer uma nutrição equilibrada devido à sua alta absorção de nutrientes do solo, sendo essencial para maximizar seu potencial produtivo de grãos. Solos com acidez ou baixo teor de matéria orgânica podem levar à deficiência de nutrientes na canola. Os solos devem possuir fertilidade média a alta para que sejam alcançados resultados satisfatórios (Guimarães, 2022).

Segundo Tomm et al., (2009a; 2009b) a cultura da canola tem uma demanda significativa por nitrogênio (N) e enxofre (S), sendo que o fornecimento adequado de N influencia a produtividade de grãos, conteúdo de proteína, produção de matéria seca, número de síliquas por planta e teores de óleo nos grãos. A alta demanda por S na canola está relacionada ao aumento da produtividade, teor de óleo nos grãos e qualidade das sementes. A canola apresenta maior germinação e vigor das sementes com o aumento das doses de potássio na adubação (Guimarães, 2022).

As deficiências de micronutrientes são menos comuns do que as de macronutrientes e geralmente ocorrem em solos com baixo teor de matéria orgânica e que foram intensamente cultivados sem a aplicação adequada de micronutrientes (Tomm et al., 2009b).

CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

As pesquisas sobre doenças na cultura da canola são limitadas e pouco detalhadas, pode ser afetada por doenças causadas por bactérias, fungos e vírus, cuja ocorrência depende de fatores como a disponibilidade de inóculo e condições climáticas favoráveis. O uso de cultivares resistentes e sementes saudáveis são medidas importantes para o controle de doenças, reduzindo a necessidade de defensivos agrícolas e minimizando os danos à cultura e ao meio ambiente (Guimarães, 2022; Tomm, 2007b; Scheffer, 2015).

Além da canela-preta, as principais doenças causadas por fungos, são o oídio (*Erysiphe polygoni* DC), a podridão-branca da haste ou mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary) e a mancha de alternária (*Alternaria* spp.) (Tomm et al., 2009b; Scheffer 2017). A podridão-negra das crucíferas, causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*, é uma doença que pode afetar várias partes das plantas de canola, como folhas, caules, hastes e síliquas, em qualquer fase de desenvolvimento. Destacam-se entre as doenças virais o *Turnip mosaic virus* (TuMV) da família Potyviridae, o *Cucumber mosaic virus* (CMV) da família Bromoviridae, e o *Cauliflower mosaic virus* (CaMV) da família Caulimoviridae (Guimarães, 2022).

Atualmente há 12 fungicidas registrados no Mapa, conforme o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit) da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDE/Mapa), para a canola no Brasil, dentre eles o Epoxiconazol, o Benzimidazol e a Piraclostrobina (Guimarães, 2022).

A presença de insetos na cultura pode resultar em danos econômicos e perdas significativas se não forem adequadamente controlados. Eles podem causar danos em raízes, folhas, inflorescências, siliques e grãos (Tomm et al., 2014; Marsaro Júnior et al., 2019). Os mais comuns são o coró das pastagens (*Diloboderus abderus*), o coró do trigo (*Phyllophaga triticiphaga*), a traça das crucíferas (*Plutella xylostella*), os pulgões (*Brevicoryne brassicae* e *Myzus persicae*), a lagarta das siliques (*Helicoverpa zea*), a broca dos ponteiros (*Hellula* sp.), a vaquinha (*Diabrotica speciosa*), a lagarta desfolhadora (*Ascia monuste orseis*), as formigas cortadeiras (*Atta* spp. e *Acromyrmex* spp.) e os percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*) (Tomm, 2003; Tomm et al., 2009b, 2014).

Existem, atualmente, 13 inseticidas registrados no Mapa para o controle de pragas na cultura da canola no Brasil, como a Bifentrina, Diflubenzurom, Lufenurom, Teflubenzurom, Lambda-Cialotrina e Profenofós (Guimarães, 2022).

Conforme Tomm et al. (2009b), os agricultores do Rio Grande do Sul têm utilizado práticas para controlar insetos durante o estabelecimento da canola, especialmente formigas e corós, como a aplicação de inseticidas na dessecação antes da semeadura da canola, na linha de semeadura com aplicadores acoplados às semeadoras ou jato direcionado, e logo após a emergência para controle de formigas e outras pragas.

A canola, por ser uma crucífera, ajuda a reduzir a ocorrência de doenças nas culturas seguintes, especialmente nas gramíneas semeadas no ano seguinte. Isso melhora a qualidade e produtividade das culturas subsequentes, além de reduzir custos, já que a canola não é hospedeira da maioria das doenças e pragas que afetam gramíneas e leguminosas (Guimarães, 2022).

O controle de plantas invasoras é um desafio na produção de canola devido à escassez de herbicidas seletivos para pós-emergência, o que compromete o rendimento e a qualidade dos grãos (Vargas et al., 2011; Nichelati et al., 2020). Além disso, o uso prolongado de herbicidas em culturas como soja e milho pode causar danos na canola, especialmente em áreas com resíduos de herbicidas de longa duração. O controle de plantas invasoras na canola é necessário desde o início, mas a aplicação de herbicidas é recomendada até a fase de 4 a 6 folhas verdadeiras para evitar competição prejudicial (Tomm, 2007b; Tomm et al., 2009b).

No Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais, foram identificadas diversas espécies de plantas invasoras na cultura da canola, incluindo azevém (*Lolium multiflorum*), nabo (*Raphanus sativus*) e buva (*Conyza* spp.) (De Mori et al., 2019). O controle de plantas invasoras na canola é desafiador devido à falta de herbicidas seletivos para pós-emergência, afetando o rendimento e a qualidade dos grãos. O uso prolongado de herbicidas em soja e milho pode causar danos na canola, sendo recomendado evitar

semeaduras em áreas com resíduos de herbicidas de longa duração. No momento, o Mapa possui o registro de seis herbicidas para o controle de plantas invasoras na cultura da canola (Guimarães, 2022).

Devido à canola ser uma cultura ainda em desenvolvimento no Brasil, há poucos estudos sobre o controle de plantas invasoras e seus períodos críticos de interferência. Conhecer esses períodos é crucial para determinar as melhores práticas de controle, como a aplicação de herbicidas até a fase de 4 a 6 folhas verdadeiras para evitar prejuízos por competição com plantas invasoras (Nichelati et al., 2020; Tomm et al., 2009b).

COLHEITA, SECAGEM, BENEFICIAMENTO E ARMAZENAMENTO

Segundo Ferreira et al., 2016, a colheita é crucial para o sucesso do cultivo da canola devido à desuniformidade na maturação dos grãos, pois as siliques não se formam e amadurecem no mesmo período (Ferreira et. al., 2016), além da ocorrência de deiscência natural (Silva et al., 2011). O ponto de colheita é determinado pela cor dos grãos. É fundamental avaliar diariamente a umidade dos grãos após a maturação fisiológica para colher no momento ideal e evitar perdas. Não confie apenas na cor do caule ou das siliques, pois os grãos secam mais rápido (Guimarães, 2022).

A busca por métodos de colheita eficientes para reduzir perdas por debulha natural é crucial para garantir alto rendimento. O uso de adesivos também é uma prática para minimizar a debulha natural (Guimarães, 2022). Diferentes técnicas de colheita podem ser adotadas, como o corte direto no ponto de maturação, o corte-enleiramento prévio à colheita e a dessecação química seguida de colheita com corte (Tomm et al., 2009a, 2009b; Boller et al., 2012).

A colheita direta da canola é feita em apenas uma operação, é recomendada quando a maturação da plantação está uniforme. Podendo ser utilizado o mesmo maquinário para a colheita de cereais de inverno ou de soja, apenas com ajustes das peneiras (Tomm, 2007b; Boller et al., 2012). Os grãos de canola devem estar marrons a preto e com umidade máxima de 18%. É importante evitar colher durante os períodos mais quentes e secos do dia para reduzir a debulha. Antecipe a colheita em caso de chuvas fortes ou ventos intensos para evitar perdas. Também é importante regular e vedar os locais suscetíveis a vazamentos de grãos na colheitadeira e no veículo de transporte (Ferreira et. al., 2016). No Brasil, a maioria das áreas são colhidas diretamente devido ao menor custo em comparação com outras técnicas de colheita (Boller et al., 2012).

A colheita da canola após o corte-enleiramento é recomendada quando há desuniformidade na maturação devido a geadas. O processo envolve cortar e empilhar as plantas para secar antes de trilhar com uma colheitadeira automotriz. O corte e empilhamento devem ocorrer quando 40-60% dos grãos mudam de cor, secando em 4-15 dias. A colheita é feita com 10% de umidade nos grãos, utilizando plataformas especiais ou adaptando a de soja (Ferreira et al., 2016).

Outra técnica, a dessecação química pré-colheita, é feita quando 60-75% dos grãos mudam de cor, promovendo maturação uniforme e controle de plantas invasoras. É necessário um intervalo mínimo de 7 dias entre a pulverização e a colheita. É amplamente utilizada no noroeste do RS para uniformizar a lavoura e facilitar a determinação do momento de colheita, especialmente antes de períodos chuvosos. No entanto, há falta de informações precisas sobre momento ideal para essa prática (Boller et al., 2012; Silva et al., 2011).

Os grãos de canola perdidos durante a colheita, podem germinar e precisam ser controlados para evitar infestação de plantas voluntárias na cultura seguinte. No sistema plantio direto deve-se realizar a dessecação com herbicidas após a colheitas. Soja e milho só devem ser semeados 20 dias após a colheita da canola para evitar o efeito alelopáticos da palha da canola, que pode causar fitotoxidez semelhante a resíduos de herbicidas (Ferreira et. al., 2016).

A desumidificação da canola armazenada é realizada ao passar o ar ambiente a taxas de fluxo moderadas através do volume, denominado de secagem ao natural. Nos silos ventilados, a secagem dos grãos inicia onde o ar penetra no volume, geralmente na parte inferior do silo. Uma zona de secagem se forma e se desloca gradualmente para cima pelo volume. Abaixo desta zona, os grãos assumem a temperatura do ar de entrada e um nível de umidade equilibrado com o ar circulante. O uso de calor adicional neste sistema, pode estender o período eficaz de secagem no outono ou possibilitar um condicionamento mais cedo na primavera, elevando a temperatura do ar de entrada e diminuindo sua umidade relativa (UR) (Canola Council Of Canada, 2024c).

A secagem com ar aquecido é empregada quando a aeração ou a secagem natural não são suficientes para condicionar corretamente a canola. Isso pode ocorrer em condições externas úmidas e frias ou quando a canola está excessivamente úmida após a colheita. Nesse método, o ar aquecido tem maior capacidade de absorver umidade do grão, acelerando a evaporação. Secadores como os de recipiente, lote e ar quente contínuo são utilizados para essa finalidade, sendo essencial um sistema eficiente de manuseio para garantir um fluxo constante dos grãos do campo para o silo (Canola Council Of Canada, 2024c).

É crucial armazenar a canola colhida sem perder qualidade, pois isso facilita o planejamento das vendas e entregas. A alta concentração de óleo na semente torna a canola mais suscetível a problemas de armazenamento, exigindo cuidados especiais para garantir sua qualidade. Fatores-chave para a segurança da canola armazenada incluem umidade, temperatura, ancoragem, bolores e sementes verdes. Para um armazenamento seguro a longo prazo, condicione a canola com menos de 8% de umidade e temperatura inferior a 15 C° logo após a colheita. É crucial monitorar as instalações de armazenamento nas primeiras seis semanas após a colheita devido à alta respiração das sementes, e continuar o monitoramento regular durante o inverno (Canola Council Of Canada, 2024c).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A canola é cultivada no Brasil devido à qualidade do óleo que produz e sua capacidade de se adaptar a diferentes locais. Ela é uma fonte de renda alternativa e pode ser plantada em regiões próximas ao Equador devido a variedades menos sensíveis ao fotoperíodo. Embora tenha avançado em resistência a doenças e em práticas de cultivo, ainda é necessário investir em adaptação a climas quentes, controle de pragas e melhorias na colheita para aumentar a produtividade. O investimento contínuo em pesquisas é essencial para o desenvolvimento da cultura da canola no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beviláqua, G.A.P.; Antunes, I.F.; Zuchi, J.; Marques, R.L.L. (2008). Indicações técnicas para produção de sementes de plantas recuperadoras de solo para a agricultura familiar. Embrapa. 43p. (Embrapa Clima Temperado Documentos, 227).
- Boller, W.; Castioni, E.; Benin, F. J. (2012). Desafios da colheita de canola. Cultivar Máquinas, n. 123, p. 10-13.
- Canola Council of Canada (2024a). Characteristics of the Canola cultivar. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/history-of-canola-seed-development/> Acesso em: 25 de março 2024.
- Canola Council of Canada (2024b). Canola encyclopedia. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia> Acesso em: mar. 2024.
- Canola Council of Canada (2024c). Store. Disponível em: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/storage/> Acesso de em: mar. 2024.
- CONAB. (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). Safra 2022/23. v.11, n.4, (2024). Acompanhamento de safra brasileira: grãos. Disponível em: file:///C:/Users/hp.user/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafrasZ-Z4Zlevantamento.pdf Acesso em: mar. 2024 ISSN: 2318-6852
- De Mori, C.; Ferreira, P. E. P.; Marsaro Júnior, A. L.; Tømm, G. O.; Costamilan, L. M.; Vargas, L.; Nery-Silva, F. A.; Pereria, P. R. V. da S. (2019). Levantamento de tecnologias empregadas no cultivo de canola pelos produtores do Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 56 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 181). ISSN 1518-6512
- De Mori, C.; Tømm, G. O.; Ferreira, P. E. P. (2014). Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 36 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 149). ISSN 1518-6512
- Dias, J. C. A. (1992). Canola/colza: alternativa de inverno com perspectiva de produção de óleo comestível e energético. Pelotas: Embrapa-CPATB, 46 p. (Boletim de Pesquisa 3).

- Estevez, R. L.; Duarte, J. B.; Sartório, C.; CRUZ, I. F. da. (2014). A cultura da canola (*Brassica napus* var. oleífera) *Scientia Agraria Paranaensis*, v.13, n.1, jan./mar., p.1-9.
- Fabício, D. (2020). Com preço igual ao da soja, canola ganha espaço nas lavouras de inverno. São Paulo. FAO. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION), FAOSTAT, (2024). Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> Acesso em: mar. 2024
- Ferreira, P.E.P; Tomm, G.O; Antunes, J. M. Colheita da Canola, versão 2016. Embrapa Trigo, 2016.
- Gaetán, S.A. (2005). First outbreak of blackleg caused by *Phoma lingam* in commercial canola fields in Argentina. *Plant Disease*, v. 89, n.1, p.435. DOI: 10.1094/PD-89-0435B. PMID: 30795477.
- Guimarães, C. G.; Santos, A. dos.; Rodrigues, E. V.; Laviola, B. G.V. (2022). Canola: panorama atual e tecnologias de produção no Brasil. Brasília, DF: EMBRAPA, 1.ed. 69p. (Documentos 40)
- Hammond, D. Agronomy. In: Daun, J. K.; Eskin, N. A. M.; Hickling, D. (2011). (ed.). Canola: Chemistry, Production, Processing, and Utilization. [S.l.]: AOCS Press, p. 93-117.
- Iriarte, L. B.; López, Z. B. (2014). El cultivo de colza en Argentina: Situación actual y perspectivas. Passo Fundo/RS: 7p.
- Koch, F.; Gehling, V. M.; Pedó, T.; Tunes, L. V. M. de; Villela, F. A.; Aumonde, T. Z. (2015). Expressão do vigor de sementes e desempenho inicial de plantas de canola: efeito da profundidade de semeadura. *Revista de Agricultura*, v. 90, n. 2, p.193-201.
- Laviola, B. G.; Santos, A. dos; Rocha, L. de S.; Gomes, E. S.; Borges, M.; Mendonça, S.; Gouvêa, J. A. de; Rodrigues, E. V. (2019). Performance de genótipos de canola nas condições de Cerrado, Brasília, DF. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 24p. (Embrapa Agroenergia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 20). ISSN 2177-0395
- Leonardi, M. (2019). Produtividade da Canola sobressemeada à soja. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. (2007). Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. 4. reimpr. São Paulo: Atlas, 269 p.
- Marsaro Júnior, A. L.; Mori, C. de; Ferreira, P. E. P.; Tomm. G. O.; Picanço, M. C.; Pereira, P. R. V. da S. (2019). Caracterização do manejo de insetos-praga da canola adotado por produtores no Rio Grande do Sul e no Paraná. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 33p. (Documentos online, 182). ISSN 1518-6512
- Mendonça, J. A.; Riboldi, L. B.; Soares, C. D. F.; Castro, P. R. de C. e; Kluge, R. A. (2016). Canola (*Brassica napus* L.). Piracicaca: Esalq – Divisão de Biblioteca, 32 p. (Série Produtor Rural, 61). ISSN 1414-4530
- Nichelati, F. D.; Bottega, E. L.; Guerra, N.; Fioreze, S. L.; Oliveira Neto, A. M. de; Oliveira, Z. B. de. (2020). Interferência de plantas invasoras na cultura da canola (*Brassica napus* L.). *Revista Ciência Agrícola*, v. 18, n. 1, p. 39-47.

- Scherer, C.; Furlan, A. C.; Moreira, I.; Poveda P. A.; Carvalho, P. L. O.; Toledo, J. (2015). Use of ground and extruded canola seeds in feed for 15-30 kg piglets. *Revista MVZ Córdoba*, v. 20, n. 1, p. 4406-4414. ISSN 0122-0268
- Silva, J. A. G.; Motta, M. B.; Winch, J. A.; Crestani, M.; Fernandes, S. B. V.; Berto, J. L.; Gaviraghi, F.; Martins, J. A. K.; Wagner, J. F.; Valentini, A. P. F.; Zambonato, F. (2011). Dessecação em pre-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 17, p. 15-24.
- Silva, R. F. da; Bressan, R. T.; Santos, R. F.; Lenz, N. B. G.; Zilli, B. M. (2016). Influência da profundidade de semeadura da canola em seu estágio inicial. *Acta Iguazu*, v. 5, n. 5, edição especial, p. 127-134.
- Tomm, G. O. (2007b). Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 32 p. (Embrapa Trigo. Sistemas de produção, 3). ISSN 1806-664X
- Tomm, G. O.; Ferreira, P. E. P.; Aguiar, J. L. P. de; Castro, A.; M. G. de; Lima, S. M.V.; MORI, C. de. (2009a). Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 27 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 118). ISSN 1518-6512
- Tomm, G. O.; Lamas Junior, G. L. C.; Ferreira, P. E. P.; Marsaro Júnior, A. L. (2017). Introdução de tecnologia para controle de plantas invasoras em canola no Brasil - Sistema Clearfield®. In: Simpósio Brasileiro de Canola, 1., 2017, Passo Fundo. Anais [...] Passo Fundo: Embrapa, p. 136-143.
- Tomm, G. O.; Mendes, M. R. P.; Gomes, J. R.; Buzza, G.; Swann, B.; Smallridge, B. (2003). Comportamento de genótipos de canola em Maringá em 2003. Passo Fundo: Embrapa Trigo, (Embrapa Trigo. Comunicado técnico, 115). 5 p. ISSN 1517-4964
- Tomm, G. O.; Raposo, R. W. C.; Souza, T. A. F. de; Oliveira, J. T. de L.; Raposo, E. H. S.; Silva Neto, C. P. da; BRITO, A. C.; NASCIMENTO, R. de S.; RAPOSO, A. W. S.; SOUZA, C. F. de. (2008). Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 65). 5 p. ISSN 1677-8901
- Tomm, G. O.; Wiethölter, S.; Dalmago, G. A.; Santos, H. P. dos. (2009b). Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 113). 39 p. ISSN 1518-6512
- Tomm, G.O. (2007a). Sistema de Produção: Cultivo de Canola. Embrapa Trigo. ISSN 1809-2985
- Tomm, G.O.; Marsaro Júnior, A.L.; Pereira, P.R.V.S.; Salvadori, J.R. (2014). Insetos. In: Tomm, G. O. (ed.). Cultivo de canola. Passo Fundo: Embrapa Trigo. (Embrapa Trigo. Sistemas de produção, 3). ISSN 1517-4964
- Vargas, L.; Tomm, G. O.; Ruchel, Q.; Kaspary, T. E. (2011). Seletividade de herbicidas para a canola PFB-2. Passo Fundo: Embrapa Trigo, (Embrapa Trigo. Documentos, 130). 14 p. ISSN 1518-6512

Sobre os organizadores



  **Thiago Antonio da Silva**

Engenheiro Agrônomo (2009) pela Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE); Mestre em Ciências (2023) pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI); Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI). Atualmente é bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. Contato: engagrothiagosilva@gmail.com



  **Andréia da Silva Almeida**

Professora Adjunta da carreira de Agronomia (FAEM/UFPeI); PPG Sementes Acadêmicas e Profissionais e Especialização; atuando na área de Tratamento de Sementes e controle de qualidade de sementes tratadas. Orienta alunos de Iniciação Científica, Especialização, Mestrado Acadêmico e Profissional e Doutorado. Formada em Ciências Biológicas pela URCAMP/RS (2003), Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI/RS/2019), Especialista em Ciência e Tecnologia de Sementes (ABEAS/UFPEL/2005) Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeI/RS/2008), Doutora em Ciências e Tecnologia de Sementes (UFPEL/RS/2012) e Pós-Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeI/RS/2018). Contato: andreiasalmeida@yahoo.com.br



  **Lilian Vanussa Madruga de Tunes**

Atualmente Coordenadora do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Sementes. Professora Associada da carreira de Agronomia (FAEM/UFPeI); PPG Sementes Acadêmicas e Profissionais e Especialização; atuando na área de Gestão de Controle de Qualidade de Sementes dos Processos de Qualidade de Sementes e responsável pelo Laboratório de Análise Didática de Sementes da PPG Seeds. Orienta alunos de Iniciação Científica, Especialização, Mestrado Acadêmico e Profissional e Doutorado. Professor de Engenharia, Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPeI/RS/2007), Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeI/RS/2009); Doutora em Agronomia (UFSM/RS/2011) e Pós-Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPeI/RS/2012). Contato: lilianmtunes@yahoo.com.br



  **Francine Bonemann Madruga**

Técnica Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas, atualmente doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Índice Remissivo

A

Adubação, 42, 77
Algodão, 30
Armazenamento, 119

B

Brasil, 19, 26
Brassica napus, 121, 123
Brassicaceae (crucíferas), 122

C

Cevada, 110, 115, 118, 119, 120
Coffea arabica L. (café arábica), 61

D

Doenças, 88, 114, 119

E

Embrapa, 30

P

Plantas, 24
Pragas, 42

S

Secale cereale L., 95
Sementes, 30, 98, 106, 114, 119, 120
Solo, 33

T

Turnip mosaic virus (TuMV), 127

Z

Zoneamento agrícola, 18, 81

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br



9786585756655