

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 agrônômico 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 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,

cuscul, 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.

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