

2026

Diferentes épocas de semeadura na cultura do sorgo granífero no norte do Paraná

Monteiro, Pedro Rogério

Universidade Estadual do Norte do Paraná

MONTEIRO, Pedro Rogério. Diferentes épocas de semeadura da cultura do sorgo granífero no norte do Paraná. Orientador: Silvestre Bellettini. 2026. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2026.

<https://repositorio.uenp.edu.br/handle/123456789/950>

Baixado de Repositório Institucional UENP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
UENP - CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

PEDRO ROGÉRIO MONTEIRO

**DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NA
CULTURA DO SORGO GRANÍFERO NO NORTE DO
PARANÁ**

BANDEIRANTES - PR
JULHO/2026

PEDRO ROGÉRIO MONTEIRO

**DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NA
CULTURA DO SORGO GRANÍFERO NO NORTE DO
PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Universidade Estadual do
Norte do Paraná – Campus Luiz Meneghel,
como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Silvestre Bellettini

**BANDEIRANTES – PR
JULHO/2026**

PEDRO ROGÉRIO MONTEIRO

**DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NA
CULTURA DO SORGO GRANÍFERO NO NORTE DO
PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Universidade Estadual do
Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo, com nota
final 9,9 conferida pela Banca
Examinadora formada por:

SILVESTRE
BELLETTINI:28093
720987

Assinado de forma digital por
SILVESTRE
BELLETTINI:28093720987
Dados: 2026.07.28 08:37:56
-03'00'

Prof. Dr. Silvestre Bellettini - UENP- CLM

Camila F. Miyashiro

Prof.^a Dr.^a Camila Ferreira Miyashiro - UENP- CLM



Documento assinado digitalmente
GUSTAVO DARIO
Data: 28/07/2026 08:45:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Dario - UENP- CLM

Bandeirantes, 27 de julho de 2026

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora Aparecida, cuja graça, intercessão e sabedoria me sustentaram ao longo desta jornada. Sou grato por concederem força, saúde e discernimento, e pela presença constante em minha vida.

Aos pais, Silvio Rogério Monteiro e Geni Aparecida de Araújo Monteiro, por acreditarem em mim. O apoio incondicional e os valores ensinados foram a base para conclusão de mais esta etapa.

A Beatriz Gazola Rodrigues, por compartilhar as dificuldades e alegrias dessa trajetória. Agradeço pelo companheirismo diário e por me motivar sempre que precisei.

À Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP-CLM) e à Estação Dashen Consultoria e Pesquisa Agronômica, pela estrutura, confiança, vivências práticas e pelo aprendizado que obtive; elementos fundamentais para a construção da minha formação.

Ao orientador, Prof. Dr. Silvestre Bellettini, por todo o conhecimento compartilhado, pela excelente orientação técnica e pessoal, e pelo desenvolvimento deste projeto com tanta dedicação.

Aos familiares, amigos e, em especial, aos parceiros da República Zeca Feira. Vocês tornaram os anos de graduação muito mais leves e são parte essencial dessa conquista.

À família Pavinatto, por todo o suporte e apoio na realização do experimento.

MONTEIRO, Pedro Rogério. **Diferentes épocas de semeadura da cultura do sorgo granífero no norte do Paraná. 2026.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR.

RESUMO

O sorgo granífero destaca-se como alternativa para a segunda safra, porém seu desenvolvimento sofre forte influência do clima. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de diferentes datas de semeadura no desempenho agrônomo e produtivo da cultura. O experimento foi conduzido a campo no município de Bandeirantes, Paraná. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos correspondentes às épocas de semeadura (01/02, 15/02, 02/03 e 16/03) e quatro repetições. Avaliou-se o ciclo fenológico, a porcentagem de perdas de plantas, a altura, o diâmetro do colmo, a massa de mil grãos e a produtividade. Os resultados demonstraram que o atraso na semeadura prolongou significativamente o ciclo da cultura, variando de 109 dias no primeiro tratamento para até 138 dias na semeadura de março. Embora o estabelecimento inicial da lavoura e a produtividade não tenham apresentado diferenças estatísticas entre as épocas, as semeaduras tardias provocaram oscilações na altura das plantas e na massa de mil grãos, que reduziu de 33,0 g para 31,4 g. Portanto, para assegurar maior massa de grãos e segurança agrônoma na região, recomenda-se o cultivo preferencialmente em fevereiro.

Palavras-chave: Produtividade. *Sorghum bicolor*. Segunda safra.

MONTEIRO, Pedro Rogério. **Different sowing dates of grain sorghum in northern Paraná. 2026.** Undergraduate thesis (Undergraduate Degree in Agronomy). Universidade Estadual do Norte do Paraná, Luiz Meneghel Campus, Bandeirantes, PR.

ABSTRACT

Grain sorghum stands out as an alternative for the second harvest, but its development is strongly influenced by the climate. The objective of this study was to evaluate the impact of different sowing dates on the agronomic and productive performance of the crop. The field experiment was conducted in the municipality of Bandeirantes, Paraná. A completely randomized design (CRD) was used, with four treatments corresponding to the sowing dates (02/01, 02/15, 03/02, and 03/16) and four replications. The phenological cycle, plant loss percentage, height, culm diameter, thousand-grain weight, and productivity were evaluated. The results demonstrated that delayed sowing significantly prolonged the crop cycle, varying from 109 days in the first treatment to up to 138 days in the march sowing. Although the initial crop establishment and productivity did not show statistical differences among the dates, late sowings caused fluctuations in plant height and thousand-grain weight, which decreased from 33.0 g to 31.4 g. Therefore, to ensure greater thousand-grain weight and agronomic security in the region, cultivation is preferentially recommended in February.

Keywords: Productivity. *Sorghum bicolor*. Second harvest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Condições climáticas durante o experimento.....	15
Figura 2 - Preparo do solo com grade leve.....	17
Figura 3 - Aferição da densidade de semeadura.....	18
Figura 4 - Semeadura.....	18
Figura 5 - Columbia AD18.....	19
Figura 6 - Plantas em diferentes estádios fenológicos.....	20
Figura 7 - Avaliação de altura das plantas.....	21
Figura 8 - Avaliação de diâmetro do colmo.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo da área (0-20 cm)	16
Tabela 2 - Produtos utilizados para o manejo fitossanitário.....	19
Tabela 3 - Duração das fases fenológicas em dias após a semeadura (DAS) e em dias após a emergência (DAE) em função das épocas de semeadura.....	22
Tabela 4 - Estande inicial e final (plantas/ha) e porcentagem de redução.....	23
Tabela 5 - Altura de plantas e diâmetro do colmo.....	24
Tabela 6 - Massa de mil grãos e produtividade.....	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características da cultivar BM 737.....	17
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Importância socioeconômica do sorgo	12
2.2 Sorgo granífero	12
2.3 Diferentes épocas de semeadura	13
2.4 Desempenho e componentes de rendimento	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1 Caracterização da área experimental.....	15
3.2 Delineamento experimental	16
3.3 Instalação e condução do experimento	16
3.3.1 Análise de solo e adubação	16
3.3.2 Preparo do solo	16
3.3.3 Sementes	17
3.3.4 Semeadura	18
3.3.5 Controle fitossanitário	19
3.4 Variáveis avaliadas	20
3.4.1 Fenologia	20
3.4.2 Estande inicial e final	20
3.4.3 Altura de plantas	20
3.4.4 Diâmetro do colmo	21
3.4.5 Produtividade	22
3.4.6 Massa de mil grãos	22
3.5 Análise estatística	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) destaca-se mundialmente como um dos cereais mais cultivados, apresentando expressiva expansão no Brasil, principalmente na região do Brasil Central. A consolidação da cultura no país ocorre, sobretudo, como uma opção de segunda safra (safrinha), cultivada em sucessão a culturas de verão, como a soja (Schaffert; Rodrigues, 2014; Santos *et al.*, 2007; Menezes, 2015).

A preferência pelo cultivo do sorgo na safrinha deve-se por sua adaptabilidade fisiológica a condições climáticas restritivas (Magalhães *et al.*, 2008). O sorgo granífero, tipo agrônômico melhorado para o porte baixo, é cultivado visando à produção de grãos para a agroindústria de rações, servindo como um excelente substituto energético ao milho devido à sua composição química semelhante e menor suscetibilidade a micotoxinas (Menezes, 2015).

Apesar de sua rusticidade, entre os fatores de manejo que afetam diretamente o desempenho da cultura, a época de semeadura desempenha um papel crucial. O momento da semeadura dita as condições de radiação solar, temperatura e disponibilidade de água às quais a planta será submetida ao longo de seu ciclo. Como o sorgo é uma espécie sensível ao fotoperíodo, o atraso ou a antecipação da semeadura altera a duração da fase indutiva ao florescimento afetando o tempo de crescimento vegetativo e o acúmulo de biomassa da planta (Craufurd *et al.*, 1999).

A exposição a temperaturas mais baixas reduz a taxa metabólica, afetando o crescimento vegetativo e prolongando o ciclo fenológico (Silva; Rocha, 2006). Além disso, condições de restrição hídrica ou térmica na transição para a fase reprodutiva podem comprometer a expansão da panícula e o enchimento dos grãos, reduzindo acentuadamente a qualidade forrageira e o rendimento final (Magalhães *et al.*, 2008).

Devido às variações climáticas típicas do cultivo de safrinha, compreender o comportamento da cultura relacionado aos desafios ambientais impostas por diferentes épocas de semeadura é fundamental para otimizar o manejo e garantir maior segurança produtiva ao produtor. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento fenológico, as características biométricas e os componentes de produtividade do sorgo granífero submetido a diferentes épocas de semeadura no município de Bandeirantes - PR.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância socioeconômica do sorgo

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) tem sua origem no continente africano, desenvolvendo-se inicialmente nas regiões Oeste e Leste da África (Doggett, 1988 *apud* Craufurd *et al.*, 1999; Schaffert; Rodrigues, 2014). Mundialmente, a espécie destaca-se como o quinto cereal mais cultivado (Menezes, 2015). No Brasil, a cultura tem apresentado expressiva expansão nas últimas décadas, atingindo a marca de cerca de 2,1 milhões de hectares plantados no ciclo de 2025/2026 (CONAB, 2026). A consolidação do sorgo no país ocorre principalmente como uma cultura de segunda safra (safrinha), sendo semeada em sucessão às culturas de verão, como a soja, principalmente nas regiões produtoras do Brasil Central (Santos *et al.*, 2007; Menezes, 2015).

O principal fator que impulsiona o uso do sorgo em cultivos de safrinha é a sua adaptabilidade fisiológica a condições climáticas restritivas. Trata-se de uma planta de metabolismo C4 e de dias curtos, destacando-se por possuir altas taxas fotossintéticas e suportar consideravelmente mais o déficit hídrico e o excesso de umidade no solo do que outros cereais (Magalhães *et al.*, 2008). A planta exibe características xerófitas e mecanismos que combinam o escape através de um sistema radicular profundo e ramificado com a tolerância bioquímica ao estresse (Magalhães *et al.*, 2008). Consequentemente, a espécie demonstra alta eficiência na conversão hídrica, necessitando de aproximadamente 330 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca, valor substancialmente inferior aos 370 kg exigidos pelo milho e aos 500 kg demandados pelo trigo (Magalhães *et al.*, 2008).

2.2 Sorgo granífero

O sorgo granífero é um tipo agrônomo especificamente melhorado para arquitetura de porte baixo, com plantas que variam de 0,80 m a 1,80 m de altura (Schaffert; Rodrigues, 2014). Os avanços no melhoramento genético permitiram a fixação de combinações de genes recessivos associados ao nanismo, resultando tipicamente em plantas "anãs-3" (Magalhães *et al.*, 2008; Menezes *et al.*, 2021). Esta morfologia confere à planta alta resistência ao acamamento e permite a mecanização total de todas as etapas de cultivo, da semeadura à colheita (Schaffert; Rodrigues, 2014).

A principal finalidade do cultivo é a produção de grãos para o abastecimento da agroindústria de rações na alimentação de aves, suínos e bovinos (Schaffert; Rodrigues, 2014). O sorgo granífero atua como um substituto energético altamente eficiente para o milho, justificado por sua composição química bastante semelhante, que engloba cerca de 70% de amido e açúcares, 10% de proteína e 3% de óleo (Bennetti *et al.*, 1990 *apud* Schaffert; Rodrigues, 2014). Além disso, os grãos de sorgo apresentam a vantagem de possuírem menor suscetibilidade à contaminação por micotoxinas em relação ao milho, agregando segurança sanitária às dietas e reduzindo os custos de produção e armazenagem (Waniska, 2000 *apud* Menezes, 2015).

Apesar da rusticidade em relação ao déficit hídrico, o sorgo granífero possui consideráveis exigências edafoclimáticas para expressar seu pleno potencial. A cultura exporta grandes quantidades de nutrientes para os grãos, apresentando alta demanda por nitrogênio e potássio, seguidos de cálcio, magnésio e fósforo, o que torna a reposição via adubação indispensável e afasta o mito de que se adapta integralmente a solos de baixa fertilidade (Menezes, 2015). Em relação às exigências climáticas, a planta requer temperaturas superiores a 21 °C para o desenvolvimento e encontra seu nível ideal de crescimento ao redor de 33 a 34 °C (Magalhães *et al.*, 2008). Do ponto de vista hídrico, a obtenção de rendimento ideal exige aproximadamente 25 mm de precipitação no estabelecimento da cultura, 250 mm durante a fase vegetativa e de 25 a 50 mm no período de maturação (Magalhães *et al.*, 2008).

2.3 Diferentes épocas de semeadura

O momento da semeadura é um fator determinante para a produtividade, pois define diretamente as condições de radiação solar, disponibilidade de água e oscilação de temperatura às quais a planta ficará sujeita, afetando seu desenvolvimento fisiológico e de acordo com o MAPA-ZARC semeaduras entre 20/12 e 20/04 apresentam baixo risco (20%). Sendo o sorgo uma espécie sensível ao fotoperíodo, a indução da fase reprodutiva é fortemente governada pelo comprimento dos dias (Craufurd *et al.*, 1999). O fotoperíodo crítico da cultura não é estático, oscila geralmente na faixa de 12,5 a 13,5 horas diárias dependendo do genótipo; sob incidência de valores iguais ou inferiores à exigência da cultivar, o meristema apical

encerra a fase de juvenilidade e inicia rapidamente a diferenciação floral (Craufurd *et al.*, 1999). Dessa forma, o atraso ou a antecipação da semeadura altera a duração da fase indutiva ao florescimento e o tempo vegetativo responsável pela formação da arquitetura da planta (Craufurd *et al.*, 1999).

Em semeaduras de sucessão na safrinha, o avanço das épocas de semeadura coincide com transições climáticas que impõem declínio de temperatura e irregularidade no volume e frequência das chuvas (Almeida Filho *et al.*, 2010). O decréscimo da temperatura é responsável por atrasar de maneira sistêmica a progressão dos estágios fenológicos da planta, enquanto eventuais elevações térmicas induzem a antecipação do ciclo de desenvolvimento (Silva; Rocha, 2006). Essas quedas de temperatura afetam o crescimento vegetativo, a exposição constante a temperaturas inferiores a 10 °C causa redução expressiva na síntese de clorofila, refletindo em menor área foliar, diminuição do perfilhamento, baixo crescimento vertical e atraso cronológico da floração (Magalhães *et al.*, 2008). Visando reduzir as perdas causadas pela semeadura tardia, recomenda-se reduzir a população estipulada de 220.000 plantas ha⁻¹ (em semeaduras de meados de fevereiro) para até 140.000 plantas ha⁻¹ caso a semeadura se estenda para além de meados de março (Menezes, 2015).

2.4 Desempenho e componentes de rendimento

O rendimento final de grãos da cultura possui alta interação genótipo-ambiente e dependência das condições impostas por cada época de semeadura (Almeida Filho *et al.*, 2010). A ocorrência de déficit hídrico na transição da fase vegetativa para a reprodutiva (da diferenciação floral ao emborrachamento) compromete irreversivelmente as taxas de expansão da panícula e causa drástica redução no estabelecimento do número de sementes (Magalhães *et al.*, 2008). Adicionalmente, quando o estresse hídrico se mantém até a fase de enchimento, nota-se uma rápida senescência do aparato foliar inferior, limitando o metabolismo e diminuindo diretamente a massa final e o rendimento da lavoura (Magalhães *et al.*, 2008).

As flutuações térmicas no ciclo reprodutivo também afetam severamente a produtividade. Temperaturas extremamente elevadas durante a diferenciação podem induzir ao aborto floral e embrionário, ao passo que a ocorrência de episódios de frio intenso na floração gera a esterilidade do pólen, o que impede a fertilização adequada

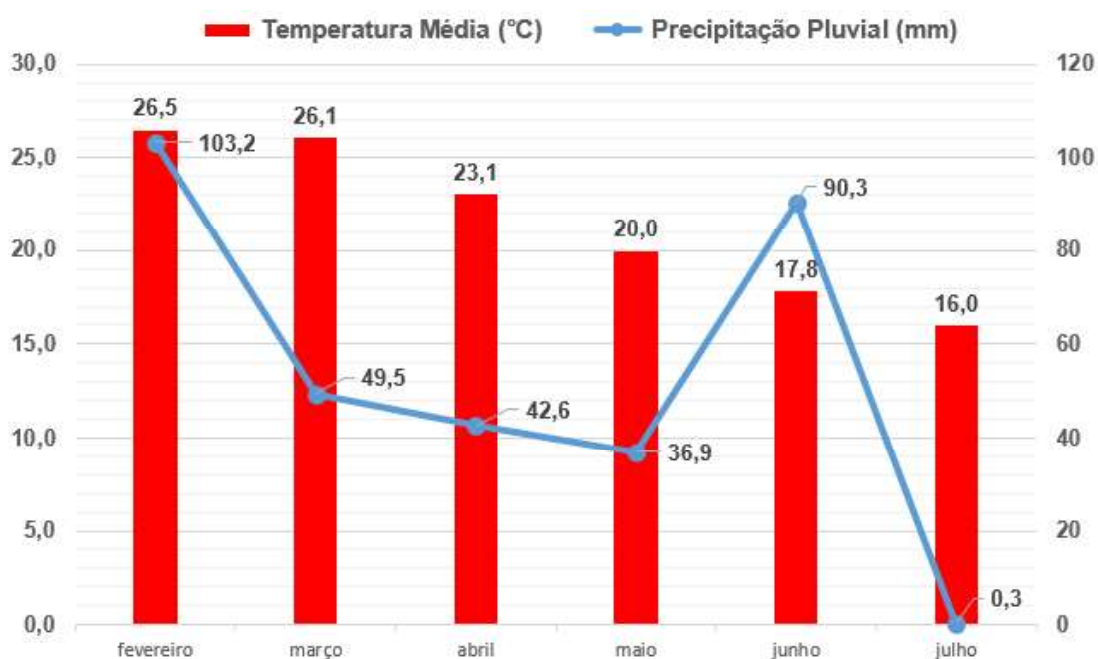
e resulta em panículas desprovidas de grãos, reduzindo acentuadamente a qualidade forrageira e o rendimento (Paul, 1990 *apud* Silva; Rocha, 2006; Magalhães *et al.*, 2008). A inserção do sorgo granífero em épocas de semeadura na safrinha tem demonstrado que genótipos responsivos podem alcançar rendimentos consistentes, mantendo a estabilidade fenotípica na geração de massa de grãos mesmo sob condições climáticas mais restritivas (Almeida Filho *et al.*, 2010; Schaffert; Rodrigues, 2014; Menezes, 2015). Portanto, o cultivo do sorgo configura-se como uma alternativa viável e de menor risco produtivo para o cultivo de segunda safra quando comparado a outras culturas, garantindo maior estabilidade na produção de grãos. (Almeida Filho *et al.*, 2010; Menezes, 2015).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido a campo no Sítio Santo Antônio, localizado no município de Bandeirantes – PR, situado nas coordenadas geográficas 23°10'40.11"S e 50°25'11.38"O, com altitude de 469 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico Típico (Embrapa, 2025). As condições climáticas durante o experimento são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Condições climáticas durante o experimento.



Fonte: Estação experimental Ourofino Bandeirantes-PR, Latitude 23°04'15,9" S, Longitude 50° 24'21,6" W, altitude 380 m

3.2 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro épocas de semeadura, realizadas quinzenalmente, ou seja, T1: 01/02/2025, T2: 15/02/2025, T3: 02/03/2025 e T4: 16/03/2025. As parcelas experimentais foram constituídas de 7 linhas espaçadas a 0,45 m, totalizando área de 15,75 m² (3,15 m x 5 m), perfazendo área experimental total de 252 m².

3.3 Instalação e condução do experimento

3.3.1 Análise de solo e adubação

A caracterização química do solo foi realizada mediante amostragem na camada de 0 a 20 cm, coletada em agosto de 2024. Os resultados da análise química estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo da área (0-20 cm).

pH em CaCl ₂	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Soma de Bases	CTC	V%
-----	g kg ⁻¹	mg P dm ⁻³	-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	% da C.T.C
5,4	33,6	22,0	0,97	10,0	2,9	4,36	13,87	18,23	76,1

Com base na análise de solo, a adubação de semeadura foi realizada utilizando a dose de 250 kg ha⁻¹ da formulação NPK 10-10-10, aplicada no sulco de semeadura.

3.3.2 Preparo do solo

O preparo do solo foi realizado utilizando-se uma grade leve. Esta operação mecânica teve como objetivo principal a descompactação superficial para a melhoria do leito de semeadura, bem como o controle inicial das plantas daninhas presentes na área experimental.

Figura 2 - Preparo do solo com grade leve.



Foto: Monteiro, P.R. (2025)

3.3.3 Sementes

Foi utilizada a cultivar de sorgo granífero da BioMatrix BM 737 com as características no Quadro 1. As sementes receberam tratamento industrial contendo o inseticida Tiametoxam (Cruiser 600 FS) na dose de 2 mL kg⁻¹ de sementes, o protetor Fluxofenim (Benefic) na dose de 0,4 mL kg⁻¹ de sementes e a mistura fungicida Metalaxil-M + Tiabendazol + Fludioxonil (Maxim Advanced) na dose de 1,5 mL kg⁻¹ de sementes.

Quadro 1 - Características da cultivar BM 737.

Característica	Descrição
Ciclo	Precoce (90 a 110 dias)
Resposta ao Investimento	Média
Altura da Planta	1,35 a 1,45m
Tipo de grão	Médio/Sem tanino, Vermelho
Arquitetura	Ereta
StayGreen	Bom

Fonte: Sementes Biomatrix (2026).

3.3.4 Semeadura

A semeadura foi realizada mecanicamente nas datas estabelecidas para cada tratamento, utilizando semeadora da marca Planti Center, modelo Penta 7/4, regulada para o espaçamento entre linhas de 0,45 m com densidade de 10 sementes por metro.

Figura 3 - Aferição da densidade de semeadura.



Foto: Monteiro, P.R. (2025)

Figura 4 - Semeadura.



Foto: Monteiro, P.R. (2025)

3.3.5 Controle fitossanitário

O manejo fitossanitário para o controle de pragas e doenças foi realizado mediante monitoramento da cultura, utilizando o pulverizador Columbia AD18. Realizaram-se aplicações dos produtos descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Produtos utilizados para o manejo fitossanitário.

Ingrediente Ativo	Produto Comercial	Doses/ha g i.a.	p.c. g ou mL/ha
acetamiprido + lambdacialotrina	Terminus®	86,25	250
tiametoxam + lambdacialotrina	Engeo Pleno S®	74,1	300
profenofós + cipermetrina	Polytrin®	176	400
fluxapirroxade + piraclostrobina	Orkestra®	175	350

Fonte: Andrei (2017).

Figura 5. Columbia AD18.



Foto: Monteiro, P.R. (2025)

3.4 Variáveis avaliadas

3.4.1 Fenologia

Avaliou-se o número de dias para emergência, florescimento e maturação fisiológica. O critério utilizado para a determinação dos estádios fenológicos foi visual, observando-se a ocorrência do evento em pelo menos 50% das plantas da parcela.

Figura 6 - Plantas em diferentes estádios fenológicos. Bandeirantes-PR, 2025.



Foto: Monteiro, P.R. (2025)

3.4.2 Estande inicial e final

O estande inicial foi avaliado aos 7 dias após a emergência (DAE) e o estande final, por ocasião da colheita, contando-se o número de plantas nas duas linhas centrais de cada parcela, transformando em número de plantas ha^{-1} .

3.4.3 Altura de plantas

A altura das plantas foi determinada no estágio de pleno florescimento, mensurando em 10 plantas por parcela, com auxílio de régua graduada, a distância do nível do solo até a inserção da folha bandeira, em cm, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Avaliação de altura das plantas.



Foto: Monteiro, P.R. (2025)

3.4.4 Diâmetro do colmo

A avaliação foi realizada no pleno florescimento em 10 plantas por parcela, com uso de paquímetro digital, medindo o diâmetro do colmo a 1 cm do nível do solo, em mm, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Avaliação de diâmetro do colmo.



Foto: Monteiro, P.R. (2025)

3.4.5 Produtividade de grãos

A determinação da produtividade de grãos foi realizada através da colheita das panículas das duas linhas centrais com 5 m de comprimento por parcela, totalizando 4,5 m², trilhadas manualmente com uso de escova de aço para debulha, pesadas e transformadas a produtividade em kg ha⁻¹, determinando-se a umidade e corrigindo a 13% conforme a fórmula de Weber (1995).

$$Pf = Pi * \frac{100 - Ui}{100 - Uf} \quad \text{onde,}$$

Pf = Peso final; Pi = Peso Inicial; Ui = Umidade inicial; Uf = Umidade Final.

3.4.6 Massa de mil grãos

Da amostra dos grãos colhidos das 2 linhas centrais, foram separados e pesados para obtenção da massa de mil grãos em gramas.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos pressupostos da análise de variância e, posteriormente, ao teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SASM-Agri (Canteri *et al.*, 2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao desenvolvimento fenológico, desempenho agrônômico e produtivo da cultura do sorgo granífero submetido a diferentes épocas de semeadura são apresentados e discutidos a seguir. Inicialmente, a influência das condições ambientais sobre o ciclo da cultura foi avaliada por meio do tempo necessário para atingir cada estágio fenológico conforme Vanderlip e Reeves (1972) apontado na Tabela 3.

Tabela 3 - Duração das fases fenológicas em dias após a semeadura (DAS) e em dias após a emergência (DAE), obtidas no experimento de diferentes épocas de semeadura do sorgo granífero no ano agrícola 2024/2025. Bandeirantes-PR, 2025.

Tratamentos	Emergência (DAS)	Floração (DAE)	Grão pastoso (DAE)	Maturação (DAE)	Ciclo total (Dias)
T1 - 01/02/2025	5	53	78	104	109
T2 - 15/02/2025	8	49	75	108	116
T3 - 02/03/2025	8	59	96	130	138
T4 - 16/03/2025	6	59	97	121	127

A análise da fenologia (Tabela 3) evidencia que o atraso na época de semeadura prolongou o ciclo de desenvolvimento da cultura. Os tratamentos instalados em fevereiro (T1 e T2) apresentaram ciclos totais mais curtos, finalizando a maturação fisiológica em 109 e 116 dias, respectivamente. Já as semeaduras de março (T3 e T4) exigiram um período maior, alongando o ciclo total para 138 e 127 dias.

Esse alongamento nas épocas mais tardias é uma resposta fisiológica direta à diminuição das temperaturas médias e da radiação solar que ocorrem com a transição do verão para o outono na região. Embora o sorgo seja uma planta de dias curtos, a queda térmica nos meses de abril e maio reduz sua taxa metabólica. Consequentemente, a cultura necessita de um número maior de dias corridos para acumular a soma térmica (graus-dia) exigida para completar cada estágio fenológico, especialmente as fases de enchimento de grão e maturação (Silva; Rocha, 2006).

Em seguida, a viabilidade da implantação e o estabelecimento da cultura foram avaliados por meio da porcentagem de redução de plantas, cujos dados estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Estande inicial e final (plantas/ha) e redução de plantas (%), obtidas no experimento de diferentes épocas de semeadura do sorgo granífero no ano agrícola 2024/2025. Bandeirantes-PR, 2025.

Tratamentos	Estande inicial	Estande final	Redução de plantas
T1 - 01/02/2025	174.000 a	145.000 a	16,5 a
T2 - 15/02/2025	170.000 a	143.000 a	14,3 a
T3 - 02/03/2025	162.000 a	139.000 a	15,7 a
T4 - 16/03/2025	152.000 a	128.000 a	15,8 a
C.V. (%)	10,85	11,23	24,0

Nota: Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 4 apresenta o estande inicial e final de plantas e a porcentagem de redução. De acordo com o teste de médias, observa-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para esta variável.

Esse resultado demonstra que o estabelecimento da cultura e a sobrevivência das plântulas não foram afetados de forma limitante pelo atraso na semeadura. A uniformidade na manutenção do estande de plantas é um indicativo de que as condições edafoclimáticas iniciais, especialmente umidade e temperatura do solo durante a germinação e emergência, permitiram um estabelecimento satisfatório em todas as épocas avaliadas.

Os dados referentes ao crescimento vegetativo da cultura, expressos pela altura de plantas e diâmetro do colmo, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Altura de plantas e diâmetro do colmo obtidas no experimento de diferentes épocas de semeadura do sorgo granífero no ano agrícola 2024/2025. Bandeirantes-PR, 2025.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Diâmetro do colmo (mm)
T1 - 01/02/2025	88,4 b	18,5 a
T2 - 15/02/2025	85,1 b	19,0 a
T3 - 02/03/2025	79,4 c	17,2 b
T4 - 16/03/2025	103,7 a	18,3 ab
C.V. (%)	2,9	3,1

Nota: Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para ambas as variáveis, a análise de variância indicou diferenças estatísticas significativas, demonstrando influência da época de semeadura no porte final da planta.

Em relação à altura de plantas, a semeadura mais tardia, realizada em 16/03/2025 (T4), proporcionou o maior crescimento vegetativo (103,7 cm), diferindo estatisticamente de todas as demais épocas. Por outro lado, a semeadura em 02/03/2025 (T3) resultou no menor porte da cultura (79,4 cm). As semeaduras de fevereiro (T1 e T2) apresentaram um comportamento intermediário e não diferiram entre si. Essas variações na altura podem ser ocasionadas pela densidade de plantas, temperatura, radiação solar e fotoperíodo incidentes sobre a cultura em cada janela específica de desenvolvimento, fatores que afetam diretamente o balanço hormonal e o alongamento dos internódios (Silva; Rocha, 2006).

Quanto ao diâmetro do colmo, observou-se que as semeaduras realizadas no mês de fevereiro 01/02/2025 e 15/02/2025 (T1 e T2) promoveram a formação de colmos significativamente mais grossos (18,5 e 19,0 mm, respectivamente) em comparação ao tratamento T3 (17,2 mm). O tratamento T4 apresentou valor intermediário (18,3 mm), não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Visando à maior produtividade da cultura, a manutenção de um colmo com maior diâmetro, como o observado nas semeaduras de fevereiro, é uma característica altamente desejável, pois confere maior resistência física à planta contra o acamamento e o quebramento, além de indicar um maior acúmulo de reservas que podem ser translocadas para o enchimento dos grãos (Magalhães *et al.*, 2008).

Os componentes de rendimento da cultura, representados pela massa de mil grãos e produtividade, encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Massa de mil grãos e produtividade, obtidas no experimento de diferentes épocas de semeadura do sorgo granífero no ano agrícola 2024/2025. Bandeirantes-PR, 2025.

Tratamentos	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1 - 01/02/2025	33,0 a	2288,9 a
T2 - 15/02/2025	34,3 a	2499,3 a
T3 - 02/03/2025	33,3 a	2128,9 a
T4 - 16/03/2025	31,4 b	1967,5 a
C.V. (%)	1,8	15,0

Nota: Médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável peso de mil grãos, verificou-se diferença estatística significativa. O tratamento referente à semeadura mais tardia 16/03/2025 (T4) apresentou a menor massa (31,4 g), diferindo das semeaduras realizadas em fevereiro e início de março (T1, T2 e T3), que não diferiram entre si e apresentaram os maiores valores. A redução no peso dos grãos na semeadura mais tardia reflete o impacto das condições climáticas limitantes. Ao atrasar a semeadura para a segunda quinzena de março, a fase crítica de enchimento de grãos coincidiu com um período de menor disponibilidade hídrica, radiação solar reduzida e temperaturas mais amenas. Esse cenário diminui a eficiência da taxa fotossintética e prejudica a translocação de fotoassimilados para a panícula, resultando em grãos mais leves e com menor acúmulo de reservas (Magalhães *et al.*, 2008; Menezes, 2015).

Em contrapartida, a produtividade não apresentou diferença estatística significativa entre as épocas de semeadura avaliadas, com as médias oscilando numericamente entre 1.967,5 kg ha⁻¹ (T4) e 2.499,3 kg ha⁻¹ (T2). A ausência de diferença estatística na produtividade, mesmo havendo queda na massa de mil grãos no tratamento 4 (16/03/2025), está atrelada às condições ambientais ocorridas (menores temperatura, fotoperíodo e umidade).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que as respostas fisiológicas e produtivas do sorgo granífero submetido a diferentes épocas de semeadura na região norte do Paraná evidenciam uma característica fundamental para o seu posicionamento na segunda safra regional, mantendo a estabilidade do estande inicial de plantas mesmo diante de variações ambientais e climáticas.

Contudo, o atraso na semeadura impõe restrições ao potencial genético do híbrido, desencadeando alterações morfofisiológicas marcantes. O prolongamento do ciclo fenológico associado à redução do porte vegetativo em semeaduras tardias reflete o efeito direto do decréscimo da disponibilidade térmica e radiação solar na taxa de desenvolvimento e no acúmulo de biomassa. Adicionalmente, as limitações na translocação de fotoassimilados para a panícula reduzem diretamente o peso e o enchimento dos grãos. Esses resultados reforçam a necessidade de um adequado planejamento da primeira e da segunda safra, visando reduzir os riscos climáticos e assegurar a eficiência produtiva da cultura no sistema de sucessão.

6 CONCLUSÃO

O cultivo de segunda safra na região norte do Paraná deve ser realizado preferencialmente durante o mês de fevereiro para assegurar maior massa de grãos e garantir a segurança agrônômica da lavoura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, J. E.; TARDIN, F. D.; SOUZA, S. A. de; GODINHO, V. P. C.; CARDOSO, M. J. Desempenho agrônômico e estabilidade fenotípica de híbridos de sorgo granífero. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 1, p. 51-64, 2010.
- ANDREI, E. (org.). **Compêndio de defensivos agrícolas**: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 10. ed. São Paulo: Organização Andrei, 2017. 1832 p.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista brasileira de agrocomputação**, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**: safra 2025/2026. Brasília, DF: Conab, 2026. Acesso em: 27 jul. 2026.
- CRAUFURD, P. Q.; MAHALAKSHMI, V.; BIDINGER, F. R.; MUKURU, S. Z.; CHANTEREAU, J.; OMANGA, P. A.; QI, A.; ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H.; SUMMERFIELD, R. J.; HAMMER, G. L. Adaptation of sorghum: characterisation of genotypic flowering responses to temperature and photoperiod. **Theoretical and Applied Genetics**, [S.l.], v. 99, n. 6, p. 900-911, 1999.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 6. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393 p.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. **Cultivo do sorgo**: ecofisiologia. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Sistemas de Produção, 2).
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático - ZARC**: sorgo granífero, segunda safra para o município de Bandeirantes, PR. Brasília, DF: MAPA, 2026. Disponível em: <https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/Zarc/Zarc.html>. Acesso em: 27 jul. 2026.
- MENEZES, C. B. de. **Sorgo granífero**: estenda sua safrinha com segurança. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 65 p. (Documentos, 176).
- MENEZES, C. B.; SILVA, K. J. da; SANTOS, C. V. dos. Melhoramento genético de sorgo granífero. In: MENEZES, C. B. (Ed.). **Melhoramento Genético de Sorgo**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 217-240.
- SANTOS, F. G. dos; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. **Híbrido de sorgo granífero BRS 308**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 146).

SCHAFFERT, R. E.; RODRIGUES, J. A. S. Fluxo gênico em sorgo. *In*: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. (ed.). **Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. cap. 26, p. 279-299.

SEMENTES BIOMATRIX. **BM 737: Produtividade e flexibilidade em sorgo granífero**. Disponível em: <https://sementesbiomatrix.com.br/produtos/bm-737>. Acesso em: 12 maio 2026.

SILVA, A. G. da; ROCHA, V. S. Avaliação dos estágios fenológicos de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 113-121, 2006.

VANDERLIP, R.L.; REEVES, H.E. Growth stages of sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v.64, p.13-6, 1972.

WEBER, E. A. **Armazenagem agrícola**. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 400 p.