

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Instituto de Ciências Agrárias**

**Curso de Graduação em Agronomia**

Edson Palmeira Amorim Filho

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE SORGO ADUBADOS  
COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL**

Montes Claros

2025

Edson Palmeira Amorim Filho

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE SORGO ADUBADOS  
COM FERTILIZANTE ORGANOMINERAL**

Trabalho de Conclusão apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia do  
Instituto de Ciências Agrárias, da  
Universidade Federal de Minas Gerais,  
como requisito para a obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Professor Luiz Arnaldo  
Fernandes

MONTES CLAROS - MG

2025

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ser minha força e cuidar de cada detalhe até aqui. Sou profundamente grato aos meus professores orientadores Carlos Juliano e Luiz Arnaldo, cuja paciência e exemplo foram fundamentais, e à doutoranda Maria Thereza, pelo incentivo e apoio. Aos meus amigos e colegas, agradeço pela parceria, pelo apoio constante e por tornarem essa caminhada mais leve e significativa. Ao grupo de estudos NEPROTEC, que, ao longo desses cinco anos de graduação, proporcionou aprendizados valiosos e inúmeras oportunidades de crescimento acadêmico e profissional. A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este momento fosse possível, deixo meu mais sincero e profundo obrigado.

“A determinação de hoje é a evolução de amanhã.”

(Autor desconhecido)

## RESUMO

O uso de fertilizantes organominerais tem se destacado por aumentar a eficiência na disponibilização de nutrientes, reduzir perdas e melhorar o desempenho agrônômico das culturas. Além de contribuir para o aumento da matéria orgânica do solo, esses fertilizantes permitem o aproveitamento de resíduos orgânicos, otimizam recursos e geram economia. Na região Norte de Minas Gerais, onde predominam altas temperaturas e restrição hídrica, o cultivo de sorgo tem se expandido, especialmente para a alimentação bovina, por ser uma cultura bem adaptada a climas quentes e secos. Diante da importância de práticas agrícolas adequadas, o uso de fertilizantes organominerais em conjunto com a cultura do sorgo surge como uma alternativa promissora para produção e melhoria na fertilidade do solo na região. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de cultivares de sorgo adubadas com fertilizante organomineral fosfatado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial 3x5+1 com três repetições. Os tratamentos formam três cultivares comerciais de sorgo (P50A60, BRV1G233 e BRS658), cinco doses do fertilizante organomineral 05-26-00 (0, 40, 80, 100 e 120% da dose de fósforo recomendada) e um tratamento adicional (testemunha) com fosfato monoamônico (MAP) com 100% da dose recomendada de fósforo. Os resultados mostraram que cultivar 1G233 apresentou o melhor desempenho produtivo quando submetida à dose máxima de fósforo organomineral. A adubação com fósforo foi essencial para o crescimento das plantas, com a dose de 86,91% proporcionando a maior produção de matéria seca da parte aérea. Doses inferiores limitaram o desenvolvimento vegetativo, evidenciando a necessidade de fósforo adequado para o crescimento das raízes, fotossíntese e produção de biomassa. A partir de 70% da dose de fósforo do adubo organomineral, o crescimento foi similar ao observado com adubação mineral.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*; Fósforo; Fertilidade do solo; Silagem.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>Figura 1.</b> Disposição do experimento e parcela.....	15
<b>Figuras 2.</b> Avaliação e colheita.....	16

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Resultados da Análise Físico-Química e de Contaminantes do Fertilizante Organomineral.....	15
<b>Tabela 2:</b> Caracterização dos atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo de baixa fertilidade natural de uma área de Cerrado.....	16
<b>Tabela 3.</b> Valores de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC) e número de folhas por planta (NºF) de plantas de sorgo 50 dias após semeadura em função da adubação organomineral (ORG) e mineral (MAP).....	19
<b>Tabela 4:</b> Valores médios de Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Massa Seca da Raiz (MSR) de plantas de sorgo 50 dias após semeadura em função da adubação organomineral (ORG) e mineral (MAP).....	21
<b>Tabela 5:</b> Valores médios de SPAD A e SPAD B 50 dias após semeadura em função das doses de fontes de adubação organomineral (ORG) e mineral (MAP) de plantio.....	23

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

% - Porcentagem

AP - Altura de plantas

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

ED - Estádio de desenvolvimento

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ha – Hectare

K – Potássio

MAP - Fosfato Monoamônico

NF - Numero de folhas

ORG – Organomineral

P - Fósforo

MFPA - Massa fresca da parte aérea

MSPA - Massa seca da parte aérea

MSR - Massa seco da raiz

SPAD - Soil Plant Analysis Development

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.1. Sorgo.....	11
2.2. Fisiologia da planta do sorgo.....	12
2.3. Organomineral.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	14
3.1. Área experimental .....	14
3.2. Delineamento utilizado.....	15
3.3. Preparo dos vasos, plantio e condução.....	16
3.4. Análises estatísticas.....	17
4. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	18
5. CONCLUSÃO .....	24
REFERÊNCIAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L) é uma cultura que se adapta em climas quentes, exigindo temperaturas médias superiores a 20°C para alcançar seu máximo potencial de desenvolvimento (Ribas, 2007). No Brasil, é comumente cultivado em regiões caracterizadas por esse clima mais quente, visto que não se adapta bem a ambientes mais amenos.

O Norte de Minas corresponde a cerca de 20,7% da área total do Estado de Minas Gerais (Pereira (2006). E por apresentar uma área de grande extensão territorial, há diversidades físicas bem marcantes, sendo característico a irregularidade das chuvas e baixos índices pluviométricos. A produção animal é uma das atividades econômicas mais importantes do Norte de Minas, e o aproveitamento das pastagens na época das águas e suplementação com silagem no período da seca é de suma importância. Diante do contexto, o sorgo se torna uma cultura alternativa para a produção de silagem de grande importância econômica para os produtores da região (Albuquerque, 2012).

Considerando tal exigência climática, a região mostra como adequada para o cultivo do sorgo por apresentar teores de proteínas comparativos ao do milho, tornando propício a sua utilização na alimentação animal (Menezes, 2021). O sorgo surge como uma alternativa viável, devido à sua resistência ao estresse hídrico e melhor adaptação ao clima e solo locais, superando outras culturas da região. Seu bom desempenho na produção de forragem e grãos em áreas semiáridas aumenta sua atratividade para os agricultores. No entanto é importante fazer uso de bons manejos para que possa elevar a produtividade da cultura.

A agricultura brasileira é vista como uma das maiores a nível mundial, cerca de 60 milhões de hectares do território nacional estão sob cultivos agrícolas (Conab, 2009). Para manter índices elevados de produção são necessários manejos agrônômicos, em especial voltadas a fertilidade do solo. Os adubos orgânicos permitem o aproveitamento de dejetos de animais, restos vegetais e outras fontes orgânicas, como o biossólido, também conhecido como lodo de esgoto. É produzido nas Estações de Tratamento de Esgoto, que quando tratado e estabilizado pode ser utilizado na agricultura como matéria orgânica, rico em nutrientes (Köhler *et. al.*, 2017). Essas alternativas destacam-se por promover a sustentabilidade e o reaproveitamento de materiais, contribuindo para a melhoria do solo e a redução de resíduos. Denominado como organomineral, uma combinação de material orgânico e mineral, é uma alternativa promissora tanto para a destinação segura dos

resíduos, quanto para a obtenção de fertilizantes de alta eficiência. O composto atua na nutrição de plantas, aumento do teor de matéria orgânica do solo, a atividade microbiana e atua como ótimo condicionador de solo, o que torna viável manejos com esse fertilizante (Köhler *et. al.*, 2017).

Diante da crescente demanda por práticas agrícolas mais sustentáveis e da escassez de informações sobre o uso de fertilizantes organominerais no cultivo do sorgo, este trabalho visa avaliar o desempenho de cultivares de sorgo adubadas com fertilizante organomineral fosfatado.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Sorgo**

O sorgo, de nome científico *Sorghum bicolor L. Moench*, pertence à família Poaceae, também conhecida como Gramineae (Correia, 2010). Tem como uma das suas principais características a tolerância à seca sendo bastante explorado em regiões com climas quentes e secos, conseguindo mesmo assim manter uma boa produção de grãos e de matéria seca (Surve; Arvadia, 2012).

De acordo com a FAO (2022), o sorgo é um dos cereais mais cultivados, ficando atrás do milho, trigo, arroz e cevada. Possui origem de alguns países tropicais da África, sua utilização é diversificada, podendo ser usado para ração animal, produção de biocombustíveis e fibras e, em alguns casos, para produção de farinha, sendo consumido na alimentação humana (Rodrigues, 2012; Borem, 2014; Pereira Filho; Rodrigues, 2015).

O sorgo destaca-se como uma opção versátil em diversos sistemas de produção. No Brasil, são cultivados diferentes tipos de sorgo, incluindo o granífero, forrageiro, vassoura, sacarino e biomassa (Menezes, 2021). A diversidade de tipos de sorgo cultivados no Brasil reflete sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais e sua participação no setor agropecuário e industrial. Além dos usos mencionados, o sorgo também possui um papel importante na rotação de culturas, ajuda a melhorar as condições do solo e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Pereira Filho, 2015). A crescente demanda por biocombustíveis e alternativas sustentáveis aumenta o interesse no cultivo de sorgo destacando seu potencial como uma cultura versátil e econômica para os agricultores brasileiros.

De acordo com a Conab (2024), a estimativa para a produção de sorgo no Brasil é de 4,357 milhões de toneladas, com uma área plantada de 1,54 milhão de hectares. Comparando esses dados com os anteriores, observa-se uma redução de 9% na produção e um aumento de 8,7% na área cultivada. Diante desse cenário, a adoção de insumos que proporcionem maior eficiência na produção torna-se essencial, visando aumentar a produtividade por hectare e otimizar o uso das terras disponíveis.

Segundo Albuquerque *et al.* (2010), o rendimento forrageiro das plantas de sorgo possui relação com o seu porte, sendo as plantas maiores, proporcionando uma quantidade de matéria verde superior as menores. No seu trabalho “Potencial Forrageiro de Cultivares de Sorgo Sacarino em Diferentes Arranjos de Plantas e Localidades de Minas Gerais” ficou evidente nas análises que a cultivar BRS507 apresentou maior altura das plantas e conseqüentemente maior produtividade de matéria verde.

## **2.2. Fisiologia da planta do sorgo**

O sorgo é uma planta C4, de dia curto, com altas taxas fotossintéticas e sendo mais eficiente do que a C3. Necessitando de temperaturas superiores a 21°C para um bom crescimento e desenvolvimento. É uma planta adaptada a regiões mais secas, onde tolera mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo (Magalhaes; Durães; Rodrigues, 2003).

Segundo Paul (1990), o sorgo é uma planta autógama, com baixa fecundação cruzada. A planta possui um sistema radicular profundo, lhe permitindo maior exploração do solo e certa tolerância ao déficit hídrico, o caule é do tipo colmo. A folha do sorgo é anfiestomática (possui estômatos nas duas faces), sendo dividida em bainha e limbo. As folhas do sorgo possuem depósito de substância cerosa na junção da bainha com o limbo, o que permite perder menos água por transpiração, fator muito importante na adaptação a regiões com baixos índices pluviométricos e má distribuição das chuvas (Eastin, 1972; Burow *et al.*, 2008; citado por Menezes 2021).

A altura da planta é importante para sua classificação e determinação de massa fresca. As diversas cultivares de sorgo podem variar sua altura desde 40 cm até 4 m. Já a distância dos entrenós possui variações de acordo as combinações de diversos fatores genéticos e também de acordo o ambiente (Magalhaes; Durães; Rodrigues, 2003). Fatores como quantidade e distância entre os nós influenciam na quantidade e qualidade de forragem da planta de sorgo. Quanto mais nós e nós mais curtos, maior será a quantidade

de folhas, portanto, maior será a quantidade e qualidade da forragem disponibilizada pela planta.

O diâmetro do colmo é um atributo morfológico que funciona como um órgão de reserva, influenciando diretamente no desempenho e rendimento dos grãos (Cruz *et al.*, 2008), além de conferir resistência mecânica à planta, evitando acamamento (Pereira Júnior *et al.*, 2012).

A clorofila A e B são os pigmentos mais abundantes nas plantas verdes, e estão associadas com o potencial da atividade fotossintética da planta que se relaciona com a produtividade da cultura e com auxílio de equipamentos podemos avaliar o índice SPAD (Soil Plant Analysis Development, podendo ser usado para avaliar a necessidade de adubação na planta de sorgo e, quando combinada com análises de solo, permite um manejo mais preciso e eficiente dos nutrientes (Argenta *et al.*, 2003). Com isso, é possível fazer uma adubação mais precisa e equilibrada, maximizando a produtividade da cultura e minimizando os custos agrícola.

### **2.3. Organomineral**

É comum nas propriedades agrícolas o uso de adubos minerais para manutenção da fertilidade do solo, mas atualmente, uma alternativa paralela aos insumos minerais vem se destacando. Os adubos organominerais, produtos originados de resíduos das atividades industriais mais adição de adubo mineral vem sendo uma opção atraente no setor de pesquisa voltado para fertilidade do solo e nutrição de plantas (Almeida Junior *et.al.*,2017). O fertilizante tem potencial de ser uma alternativa sustentável e eficaz no manejo nutricional em diversas culturas agrícolas, incluindo sistemas de produção que busquem reduzir o uso de fertilizantes minerais e aumentar a reciclagem de resíduos.

Segundo Souza (2014), aproveitar os resíduos orgânicos, que seriam descartados em indústrias ou outras fontes, adicionando fertilizantes minerais proporciona uma redução no impacto ambiental, aumenta a fertilidade e melhora a qualidade do solo, além de diminuir o uso de fertilizantes químicos na propriedade rurais. Os organominerais auxiliam na melhoria da estrutura física do solo, aumentando a matéria orgânica do solo, e conseqüentemente a retenção de água, aeração, promove a biodiversidade e atividade microbiana do solo. Além disso, de acordo Borges (2021), sua liberação gradual diminui o risco de lixiviação, mantendo os nutrientes acessíveis por mais tempo e minimizando a necessidade de reaplicações frequentes.

Os principais benefícios esperados são em relação à eficiência no fornecimento de potássio, e teoricamente espera-se maior eficiência em relação ao fornecimento de fósforo, em função da presença de grande quantidade de ânions orgânicos nos grânulos de fertilizantes organominerais como apontam Benites *et al.* (2013).

Com intuito de melhorar a fertilidade e proporcionar os nutrientes necessários para nutrição das plantas, de uma forma mais barata e proporcionando melhores condições aos solos, os fertilizantes organominerais são uma ótima alternativa, onde associa resíduos orgânicos com fertilizantes minerais, tornando uma opção a ser utilizada, pois apresentam características dos dois produtos (Oliveira, 2016).

Segundo Sarto *et. al* (2010) aplicando doses de organomineral (Umostart®) e mineral (MAP) com fontes de fósforo em solo argiloso e arenosos proporcionaram aumento na altura das plantas de sorgo, quando comparados a dados da literatura, em doses de 160 e 70 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os dados demonstram que, independentemente das características do solo trabalhado, quanto a sua textura, a altura das plantas de sorgo granífero responde de forma semelhante às doses de organomineral e mineral.

Como posicionado por Benites *et al.* (2013), embora o fortalecimento do setor de fertilizantes organominerais não seja uma ação que reverta a dependência externa brasileira por fertilizantes, a adoção dessa pratica auxilia em fatores ambientais e socioeconômicos relacionados a atividade agrícola, justificando a adoção de medidas estratégicas que estimulem esse setor. Nesse contexto, é perceptível que a matéria orgânica é essencial para a sustentabilidade de solos tropicais, melhorando suas propriedades biológicas, químicas e físicas. Adubos orgânicos, embora menos concentrados em nutrientes que os minerais, com sua liberação lenta e gradual dos nutrientes, favorecem aproveitamento pelas plantas. Sendo essencial, para maximizar seus benefícios, adequar seu uso às condições do solo e às exigências da cultura, promovendo ganhos produtivos e ambientais.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Área experimental**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Minas Gerais nos meses de abril à junho de 2023, altitude média de 648 metros, latitude 16° 44'06" S, longitude 43° 51' 42" W).

### 3.2. Delineamento utilizado

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial 3x5+1 com três repetições (Figura 1). Os tratamentos foram três cultivares comerciais de sorgo (P50A60, BRV1G233 e BRS658), cinco doses do fertilizante organomineral 05-26-00 (0, 40, 80, 100 e 120% da dose de P recomendada) de acordo a análise do fertilizante (tabela 1) e um tratamento adicional (testemunha) com fosfato monoamônico (MAP) com 100% da dose recomendada de fosforo.

**Tabela 1:** Resultados da Análise Físico-Química e de Contaminantes do Fertilizante Organomineral

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método
Nitrogênio Total	4,76	%	0,10	5	IN. SDA. 37 CAP III, E 1.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> CNA+H <sub>2</sub> O	26,57	%	0,10	26	IN. SDA. 37 CAP III, E 3
Carbono Orgânico Total	9,60	%	0,10	11,60	IN. SDA. 37 CAP III, E 13
Capacidade de Troca de Cátions	479,91	mmol/kg	10,00	min 378,00	IN. SDA. 37 CAP III, E 15
Umidade 65°C	2,86	%	0,10	máx 5,00	IN. SDA. 37 CAP III, E 11
As	ND	mg/kg	0,05	-	U.S. EPA: 7061-A
Cd	< 0,10	mg/kg	0,10	-	U.S. EPA: 3050-B
Cr	< 0,10	mg/kg	0,10	-	U.S. EPA: 3050-B
Pb	< 0,10	mg/kg	0,10	-	U.S. EPA: 3050-B
Vidros, plásticos, metais > 2	ND	% na MS	-	-	IN. SDA. 37 CAP VI, I
Pedras > 5 mm	ND	% na MS	-	-	IN. SDA. 37 CAP VI, I

L.Q.: Limite de Quantificação

VR: Valor de referência conforme legislação adequada

ND: Não Detectado

Para Through teste: POSITIVO – Passa no teste / NEGATIVO – Não passa no teste.

No tratamento testemunha foram aplicados 300 mg/dm<sup>3</sup> de fósforo (P) na forma de MAP (52% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou 22,88% de P). Na dose 0% do organomineral não foi aplicado

P, enquanto que nas demais doses foram aplicados 120, 240, 300 e 360 mg/dm<sup>3</sup> de P de organomineral, que corresponderam a 40, 80, 100 e 120% da dose de P. Devido a equidade dos teores de fósforo e potássio nos fertilizantes organominerais e minerais, os tratamentos receberam estas mesmas doses em teor de nutrientes.

**Figura 1:** Disposição do experimento e parcela.



A: Disposição das parcelas experimentais.



B: Parcela experimental.

**Fonte:** Do autor

### 3.3. Preparo dos vasos, plantio e condução

A unidade experimental foi constituída de vasos de polietileno preenchidos com três litros de solo e corrigidos, de acordo a análise do solo (tabela 2), pela adição de um grama (1 g) de calcário por litro de solo para elevar a saturação por bases do solo para 60%.

**Tabela 2:** Caracterização dos atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho Amarelo de baixa fertilidade natural de uma área de Cerrado.

Profundidade (cm)	pH	P	K	P-rem	Ca	Mg	Al	
		--mg dm <sup>3</sup> --	--mg L <sup>-1</sup> --	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----				
	5	1,8	17	28	0,25	0,12	0.42	
		SB	T	V	COS	Argila	Silte	Areia
0-20		--cmolc dm <sup>-3</sup> --	--%--		-----g kg <sup>-1</sup> -----			
		0,41	3,25	12,7	10,6	120	100	780

Após a correção do solo, foram semeadas inicialmente sete sementes por vaso, após 15 dias da semeadura, foi realizado o desbaste, resultando em uma planta por vaso. Ao longo de todo experimento, a irrigação foi constante, sendo mantido um nível de umidade equivalente a 80% da capacidade de campo para todos os tratamentos.

Aplicou-se ureia e cloreto de potássio como adubação de cobertura aos 15, 25 e 35 dias após semeadura, afim de fornecer 150 mg/L de nitrogênio e potássio. Conforme o desenvolvimento da cultura, foram conduzidos tratos culturais, incluindo a eliminação de plantas daninhas e controle de pragas e doenças.

Aos 50 dias após a semeadura, com o acúmulo de matéria seca e nutrientes, finalizando seu estágio vegetativo, foi estabelecido o potencial produtivo das plantas (Magalhães, 2000). Nesse momento, foram avaliados a estimativa do teor de clorofila indiretamente por meio de leituras de unidades SPAD (Soil Plant Analysis Development) com o medidor eletrônico de Teor de Clorofila, o clorofilLOG –1030, fazendo a medição de clorofila A e B. Em seguida foram avaliadas as características morfológicas, incluindo altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e número de folhas (NF). Posteriormente, as plantas foram removidas para a determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seco da parte aérea (MSPA) e massa seco de raiz (MSR).

**Figuras 3, 4 e 5:** Avaliação de altura de plantas e coleta dos materiais.



50A60



BRS658



1G233

**Fonte:** Do autor

### 3.4. Análises estatísticas

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software R, versão 2023.06.2 (R Core Team, 2019), e as médias foram comparadas pelos testes de Scott-Knott (0,05 de significância) e Dunnet (0,05 de significância). Para a avaliação dos efeitos das doses dos fertilizantes foram realizadas análises de regressão a 5% de significância.

#### 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise dos dados revelou uma interação significativa entre as doses de essencial da adubação e as cultivares de sorgo, indicando que houve resposta das plantas ao tratamento da adubação variando de acordo a quantidade de adubo organomineral.

Para cultivares, houve diferença significativa para as características agronômicas AP e DC. A cultivar BRS658 apresentou maior AP (Tabela 3) em comparação às outras cultivares. Isso ocorre porque é um material silageiro do grupo sacarino, caracterizado pelo maior porte e destinado à silagem, produção de açúcar e etanol. As cultivares 1G233 e 50A60, do grupo granífero, não apresentaram diferença significativa para AP. Essas cultivares, de menor porte adaptado à colheita mecanizada, apresentaram alturas médias de 80,83 e 72,78 cm respectivamente (Tabela 3).

As cultivares 1G233 e 50A60 apresentaram maior diâmetro de colmo, com valores de 5,17 e 5,25 cm, respectivamente, sem diferença estatística entre elas. A cultivar BRS658, no entanto, apresentou menor DC, com média de 3,95 cm.

Como o solo utilizado era de baixa fertilidade (Tabela 2), a ausência de adubo organomineral (0% de P) reduziram o crescimento vegetativo do sorgo para as cultivares avaliadas (Tabela 3). As plantas apresentaram menor AP, NF e DC em comparação a testemunha (MAP). No entanto, as doses de 40%, 80%, 100%, 120% de fósforo não diferiram estatisticamente da testemunha (Tabela 3). Essa diferença ocorre porque, sem adubação, as plantas não dispõem dos nutrientes essenciais para seu desenvolvimento adequado, o que compromete seu crescimento, produtividade e desempenho agrônomico. A falta de nutrientes, especialmente o fósforo, compromete processos fisiológicos vitais, como a fotossíntese, o desenvolvimento radicular e o acúmulo de biomassa (MENDES, 2007). Já nas demais doses de organomineral e na testemunha, a oferta de nutrientes foi suficiente para suprir as demandas das plantas.

A altura das plantas influencia diretamente a área foliar, sendo este um fator determinante para aumentar a eficiência fotossintética e a produção de biomassa na planta (Tozetti *et al.*, 2004). Já as plantas de sorgo com maior diâmetro de colmo são mais resistentes ao acamamento e facilita a colheita (Pereira Júnior, *et al.*, 2012).

De acordo com as equações de regressão, as doses de organominerais para a obtenção dos maiores valores de AP, DC e NF variaram de 71 a 120% das doses de fósforo recomendada (Tabela 3). A cultivar BRS658 apresentou a maior altura de planta (158,09 cm) quando submetida à dose máxima de fósforo (120%), seguida da 1G233

(108,19 cm) e da 50A60 (95,58 cm). O maior diâmetro do colmo (DC) foi observado na cultivar 50A60 (7,03 cm) quando submetida a 89,86% da dose de fósforo. A cultivar 1G233 apresentou o maior número de folhas (N°F) com média de 10,81 quando submetida a 73,32% da dose de fósforo.

**Tabela 3.** Valores de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC) e número de folhas por planta (N°F) de plantas de sorgo 50 dias após semeadura em função da adubação organomineral (ORG) e mineral (MAP).

CULTIVAR	ADUBAÇÃO	AP	DC	N°F
		(cm)	(cm)	p/planta
1G233	TESTEMUNHA	81,67a	6,00a	9,67a
	0	29,67b	1,40b	4,67b
	40	86,33a	5,80a	9,67a
	80	92,67a	6,00a	10,33a
	100	94,33a	5,80a	10,00a
	120	100,33a	6,00a	8,33a
	Média	80,83B	5,17A	8,78A
50A60	TESTEMUNHA	85,33a	6,00a	10,00a
	0	21,67b	1,10b	4,67b
	40	76,67a	6,00a	10,33a
	80	82,00a	6,20a	10,67a
	100	84,33a	6,00a	10,67a
	120	86,67a	6,20a	10,00a
	Média	72,78B	5,25A	9,39A
BRS658	TESTEMUNHA	145,67a	4,20a	10,33a
	0	23,33b	1,10b	4,33b
	40	127,67a	4,60a	9,67a
	80	119,67a	4,80a	10,33a
	100	131,33a	4,60a	9,67a
	120	152,67a	4,40a	10,33a
	Média	116,72A	3,95B	9,11A
1G233	AP	$y = 0,5294x + 44,666$ $R^2 = 0,78$	xmax 120,00	ymax 108,19
	DC	$y = -0,0007x^2 + 0,113x + 1,6518$ $R^2 = 0,93$	80,71	6,21
	N°F	$y = -0,0011x^2 + 0,1613x + 4,7426$ $R^2 = 0,99$	73,32	10,66
50A60	AP	$y = 0,4924x + 36,788$ $R^2 = 0,75$	120,00	95,58
	DC	$y = -0,0007x^2 + 0,1258x + 1,3811$ $R^2 = 0,93$	89,86	7,03
	N°F	$y = -0,001x^2 + 0,1577x + 4,9067$ $R^2 = 0,96$	78,85	11,12

	AP	$y = 0,9069x + 49,263$	$R^2 = 0,75$	120,00	158,09
BRS658	DC	$y = -0,0006x^2 + 0,0959x + 1,2641$	$R^2 = 0,95$	71,58	5,05
	N°F	$y = -0,0008x^2 + 0,1389x + 4,6227$	$R^2 = 0,93$	86,81	10,65

Letras minúsculas comparam, dentro de cada variedade, cada uma das doses do adubo organomineral com a testemunha. Para cada variedade, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Dunnet (5%). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott (5%).

Entre as cultivares avaliadas, não foi verificada diferença estatística significativa para os valores de MFPA, MSPA e MSR (Tabela 4). Esse resultado indica que as cultivares apresentaram comportamento semelhante quanto às variáveis analisadas. Dessa forma, considerando o elevado potencial produtivo de grãos, o material granífero demonstra aptidão para a produção de silagem, conforme destacado por May (2011), que ressalta a importância da alta produção de grãos como um fator vantajoso para a utilização desse material na produção de silagem.

Para as fontes de adubação, MFPA apresentou diferença significativa apenas para a dose 0% (sem adubação) de P do organomineral, que obteve valores inferiores em comparação à testemunha. Esse resultado evidencia a importância da adubação na promoção do desenvolvimento da planta, visto que a ausência de fertilizantes comprometeu o desempenho dessa variável.

Para a variável MSPA, as cultivares 50A60 e BRS658 apresentaram valores significativamente inferiores nas doses sem adubação (0%) e com baixos níveis de fertilizante (40%) de P do organomineral, em comparação à testemunha.

As cultivares 1G233 e 50A60 mostraram diferença significativa nos tratamentos com adubações de 0%, 40% e 80%. A cultivar 50A60, com 80% de adubação, apresentou desempenho superior à testemunha. A cultivar BRS658 na ausência de adubação apresentou valores médios inferiores à testemunha. Esses resultados destacam que a adubação influencia diretamente o desempenho da característica MSR. Isso evidencia que a ausência ou níveis baixos de adubo limitam o desenvolvimento das cultivares, enquanto níveis mais elevados garantem melhor desempenho.

Os resultados, para as variáveis MFPA, MSPA e MSR, evidenciam que a ausência ou o baixo nível de adubação compromete o desempenho dessas variáveis, enquanto níveis mais elevados atendem adequadamente à demanda nutricional das cultivares. De acordo com as equações de regressão, as doses de organominerais para a obtenção dos maiores valores de MFPA, MSPA e MSR variaram de 86 a 120% das doses de fósforo recomendada (Tabela 4).

A cultivar 1G233 apresentou a maior MFPA (149,69 g) quando submetida a 86,01% da dose de fósforo do organomineral, seguida da BRS658 (146,86 g) e da 50A60 (139,88 g). O maior valor de massa seca de raiz foi observada na cultivar 1G233 (11,02 g) com a dose máxima de fósforo (120%). E essa cultivar também apresentou o maior valor de MSPA (25,35 g) quando submetida a 86,81% da dose de fósforo.

**Tabela 4:** Valores médios de Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Massa Seca da Raiz (MSR) de plantas de sorgo 50 dias após semeadura em função da adubação organomineral (ORG) e mineral (MAP).

CULTIVAR	ADUBAÇÃO	MFPA	MSPA	(g)	
				MSR	
1G233	TESTEMUNHA	128,17a	27,10a	9,87a	
	0	1,43b	0,30b	0,47b	
	40	122,73a	20,87b	7,73b	
	80	141,80a	24,73a	7,57b	
	100	135,83a	22,40a	9,97a	
	120	137,20a	24,37a	10,10a	
	Média	111,19A	19,96A	7,62A	
50A60	TESTEMUNHA	122,53a	22,03a	8,80a	
	0	1,37b	0,27b	0,53b	
	40	103,13a	19,43a	6,00b	
	80	136,47a	22,10a	10,73b	
	100	132,53a	21,20a	10,13a	
	120	129,30a	22,47a	8,87a	
	Média	104,22A	17,92A	7,51A	
BRS658	TESTEMUNHA	142,27a	21,50a	8,27a	
	0	0,90b	0,27b	0,17b	
	40	121,67a	22,30a	7,80a	
	80	141,43a	23,83a	8,10a	
	100	125,63a	23,30a	7,10a	
	120	139,87a	24,00a	7,23a	
	Média	111,96A	19,20A	6,44A	
1G233	MSPA	$y = -0,0193x^2 + 3,3243x + 6,5452$ $R^2 = 0,98$		xmax	ymax
	MSPA	$y = -0,0032x^2 + 0,5556x + 1,2379$ $R^2 = 0,95$		86,01	149,69
	MSR	$y = 0,074x + 2,1363$ $R^2 = 0,82$		86,81	25,35
50A60	MSPA	$y = 0,074x + 2,1363$ $R^2 = 0,82$		120,00	11,02
	MSPA	$y = -0,0168x^2 + 3,0287x + 3,4225$ $R^2 = 0,99$		91,88	139,88
	MSPA	$y = -0,0029x^2 + 0,5059x + 1,2074$ $R^2 = 0,96$		87,22	23,27
50A60	MSPA	$y = -0,0029x^2 + 0,5059x + 1,2074$ $R^2 = 0,96$		96,77	10,53
	MSR	$y = -0,0011x^2 + 0,2129x + 0,2249$ $R^2 = 0,96$			

	MFPA	$y = -0,0184x^2 + 3,2092x + 6,9301$	$R^2 = 0,94$	87,20	146,86
BRS658	MSPA	$y = -0,0033x^2 + 0,5723x + 1,4525$	$R^2 = 0,94$	86,71	26,24
	MSR	$y = -0,0013x^2 + 0,2038x + 0,5858$	$R^2 = 0,93$	78,38	8,57

Letras minúsculas comparam, dentro de cada variedade, cada uma das doses do adubo organomineral com a testemunha. Para cada variedade, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Dunnet (5%). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott (5%).

Entre as cultivares avaliadas, não foi detectada diferença estatística significativa para os valores de SPAD A e SPAD B em nenhum dos tratamentos (Tabela 5). Para o fator adubação observou-se impacto significativo, principalmente na ausência de fósforo, com redução nos valores de SPAD (A e B). Além disso, não foram detectadas diferenças estatísticas nas médias entre as doses com 40, 80, 100 e 120% de fósforo e a testemunha (MAP).

Em relação à variável SPAD B, verificou-se diferença estatística significativa para doses inferiores ou iguais a 40%, com os melhores resultados observados nas doses de 80%, 100% e 120%. Os resultados destacam a importância de doses adequadas de adubação para manter níveis ótimos de clorofila, evidenciado pelos valores de SPAD A e SPAD B. Segundo Oliveira (2016) em seu estudo na cultura, observou que a adubação organomineral promoveu incremento significativo nos teores de clorofila em relação aos tratamentos sem adubação ou com adubação mineral.

De acordo com as equações de regressão, as doses de organominerais para a obtenção dos maiores valores de SPAD A e SPAD B variaram de 73 a 120% das doses de fósforo recomendada (Tabela 5). A cultivar 1G233 apresentou a maior teor de clorofila A (40,12) quando submetida a 87,00% da dose de fósforo do organomineral, seguida da BRS658 (37,85) e da 50A60 (29,84). O maior valor de teor de clorofila B foi observada na cultivar BRS658 (15,28) com a dose máxima de fósforo (120%). A relação entre o teor de clorofila e as diferentes doses de adubo organomineral fosfatado indica que as cultivares graníferas apresentaram maiores concentrações de clorofila A e B quando adubadas com menores quantidades de fósforo.

**Tabela 5:** Valores médios de SPAD A e SPAD B 50 dias após semeadura em função das doses de fontes de adubação organomineral (ORG) e mineral (MAP) de plantio.

CULTIVAR	ADUBAÇÃO	SPAD				
		A	B			
1G233	TESTEMUNHA	38,43a	13,90a			
	0	26,07b	4,60b			
	40	37,37a	12,47a			
	80	38,37a	13,30a			
	100	39,50a	9,27b			
	120	37,90a	12,30a			
	Média	36,27A	10,97A			
50A60	TESTEMUNHA	40,13a	14,43a			
	0	26,30b	4,70b			
	40	38,27a	11,47b			
	80	38,53a	13,43a			
	100	37,67a	12,90a			
	120	34,90a	10,93a			
	Média	35,97A	11,31A			
BRS658	TESTEMUNHA	39,50a	14,63a			
	0	23,40b	3,70b			
	40	33,03a	8,10b			
	80	35,27a	14,23a			
	100	38,20a	12,80a			
	120	37,20a	14,14a			
	Média	34,43A	11,27A			
1G233	SPAD A	$y = -0,0018x^2 + 0,3132x + 26,497$ $R^2 = 0,97$	xmax	87,00	ymin	40,12
	SPAD B	$y = -0,0013x^2 + 0,1974x + 5,194$ $R^2 = 0,72$		75,92		12,69
50A60	SPAD A	$y = -0,0024x^2 + 0,3549x + 26,723$ $R^2 = 0,97$		73,94		29,84
	SPAD B	$y = -0,0015x^2 + 0,2263x + 4,708$ $R^2 = 0,99$		75,43		13,24
BRS658	SPAD A	$y = -0,0012x^2 + 0,2609x + 23,667$ $R^2 = 0,98$		108,71		37,85
	SPAD B	$y = 0,0902x + 4,4591$ $R^2 = 0,89$		120,00		15,28

Letras minúsculas comparam dentro de cada variedade, cada uma das doses do adubo organomineral com a testemunha. Para cada variedade, médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Dunnet (5%). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (5%).

Com isso é perceptível que, as doses intermediárias de adubação, variando entre 70% e 120%, na maioria dos casos demonstraram garantir um desempenho agrônomo superior a

cultura do sorgo. Essas doses se destacaram em variáveis importantes, como altura de planta, diâmetro de colmo e teor de clorofila (SPAD A e SPAD B), evidenciando a relevância da adubação equilibrada para o desenvolvimento das culturas.

## **5. CONCLUSÃO**

Os resultados mostraram que, visando a produção de forragem, as cultivares apresentaram maior produção de matéria seca da parte aérea quando adubadas com 86,91% da dose recomendada de fósforo organomineral. Além disso, a ausência ou a aplicação de baixas doses de adubo organomineral reduziu o crescimento vegetativo, evidenciando a necessidade de doses adequadas de fósforo para o desenvolvimento radicular, fotossíntese e acúmulo de biomassa.

A partir da dose de 70% de fósforo proveniente do adubo organomineral, observou-se desenvolvimento no crescimento das plantas semelhantes ao da testemunha com adubação mineral.

A cultivar 1G233 apresentou os melhores resultados produtivos quando submetida à dose máxima de fósforo do organomineral, superando as demais cultivares na maioria dos parâmetros analisados.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Carlos Juliano Brant; PINHO, Renzo Garcia Von; RODRIGUES, José Avelino Santos; BRANT, Renata da Silva; MENDES, Marcelo Cruz. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 278-285, 2011.

ALBUQUERQUE, C.; PARRELA, R. D. C.; TARDIN, F.; BRANT, R.; SIMOES, D.; FONSECA JUNIOR, W. B.; SILVA, K. D. J. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos**. Sete Lagoas: ABMS, 2010.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 1, p. 1-10, fev. 2003.

BENITES, V. de M.; CORREA, J. C.; MENEZES, J. F. S.; POLIDORO, J. C. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: **WORKSHOP INTERNACIONAL Y TALLER NACIONAL VALORIZACIÓN DE RESIDUOS, OPORTUNIDAD PARA LA INNOVACIÓN, 2013**, Pucón, Chile. Anais... Chile: CIDGRO, 2013.

BOREM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARELLA, R. A. C. **Sorgo do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Editora da UFV, 2014. p. 17-34.

BORGES, A. L. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Cap. 14. p.263 -303.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 1, n. 1 (2019), Brasília, Conab, 2019.

CORREIA, A. I. L. **Contribuição para a melhoria da qualidade nutricional do sorgo**. 2010. Tese (Doutorado em Bioquímica) – Universidade de Aveiro, Portugal, 2010.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S. BICUDO, S.J.; ALBUQUERQUE. A. W.; SANTOS, J. R.; MACHADO. C G. Nutrição do milho e da Brachiaria decumbens cultivado em consórcio em diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Águas de Lindóia v. 30 p. 733-739, 2008.

DE SOUSA, R. T. X. **Fertilizante organomineral para a produção de cana-de-açúcar**. 2014. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

JÚNIOR, J. J. A.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; JUSTINO, P. R. V.; SILVA, W. T. R.; CREMONESE, H. S. Utilização de adubação organomineral na cultura da soja. In: **COLÓQUIO ESTADUAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR & CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR**, 2017. **Anais...** [S.l.: s.n.], 2017. (ISSN 2527-2500).

KÖHLER, T. W.; KUNDE, R. J.; PEREIRA, I. S.; BAMBERG, A. L. Produção de mudas de calêndula em substratos à base de resíduos agroindustriais e lodo proveniente do tratamento de esgoto. **Revista da Mostra de Trabalhos de Conclusão de Curso**, Bagé, RS, v. 1, n. 1, 2017. ISSN 2595-3605.

MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O.; RODRIGUES, J. A. S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2003.

MAY, A.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; RODRIGUES, J. A. S.; LANDAU, E. C.; PARRELA, R. A. C.; MASSAFERA, R. **Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012**. 1. ed. Documentos, p. 28. Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Sete Lagoas, MG.

MENDES, A. M. S. **Introdução à fertilidade do solo**. In: **CURSO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 2007, Barreiras. Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos - UEP Recife, 2007.

MENEZES, C. B. de (ed.). **Melhoramento genético de sorgo**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 546 p.

OLIVEIRA, D. P. **Fontes de matéria orgânica para a formulação de fertilizantes organominerais peletizados no desenvolvimento da cultura do sorgo.** 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

PAUL, C. Agrônomo del sorgo: programa del mejoramiento del ICRISAT para América Latina. El Salvador: Centro de Tecnologia Agricola, 1990.

PEREIRA, Anete Marília. **Múltiplos Olhares sobre a Região Norte de Minas.** *Revista Cerrados*, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2006. Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES.

PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. 327 p.

PEREIRA JUNIOR, E. B.; HAFLE, O. M.; OLIVEIRA, F. T.; OLIVEIRA, F. H. T.; GOMES, E. M. Produção e qualidade de milho-verde com diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável.** Mossoró, v.7, n. 2, abr./jun. 2012, p 277-282.

PINHO, R. G.; FIORINI, I. V. A.; SANTOS, A. O. **Botânica.** In: BOREM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELA, R. (Org.). **Sorgo: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. p. 37-57.

QUEIROZ, V. A. V.; RODRIGUES, J. A. S.; MENEZES, C. B.; SCHAFFERT, R. E. **Palestras do I Simpósio Sorgo na Alimentação Humana no Brasil: perspectivas.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 91 p.

RIBAS, P. M. **Cultivo do sorgo. Importância econômica.** Embrapa Milho e Sorgo. *Sistemas de produção*, 2007.

SARTO, M. V.; STEINER, F.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; LÁZARO, R. L. **Crescimento do Sorgo Granífero em Função da Adubação Organomineral e Química em Solos de Diferente Textura.** In: **XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGOS**, 2010.

TOZETTI, A. D.; BILLIA, R. C.; SILVA, C.; CERVIGNI, G.; GOMES, O. M. T.  
Avaliação de progênies de milho na presença e ausência de adubo. **Revista Científica  
Eletrônica de Agronomia**, Garça, v. 6, n. 5, p. 1-5, jun. 2004.