

**FUNDAÇÃO CARMELITANA MÁRIO PALMÉRIO
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

André Soares dos Santos

**ANÁLISE MORFOLÓGICA DE SORGO SILAGEM SUBMETIDO A DIFERENTES
FONTES DE FÓSFORO EM CULTIVO PROTEGIDO**

**MONTE CARMELO/MG
2019/1**

André Soares dos Santos

**ANÁLISE MORFOLÓGICA DE SORGO SILAGEM SUBMETIDO A DIFERENTES
FONTES DE FÓSFORO EM CULTIVO PROTEGIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Agrônômica da Faculdade de Ciências
Humanas e Sociais da Fundação
Carmelitana Mário Palmério –
FUCAMP-, para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Agrônômica

Orientadora: Profa. Ma. Mônica Diene
Rodrigues de Oliveira

**MONTE CARMELO – MG
2019/1**

André Soares dos Santos

**ANÁLISE MORFOLÓGICA DE SORGO SILAGEM SUBMETIDO A DIFERENTES
FONTES DE FÓSFORO EM CULTIVO PROTEGIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Agrônômica, da Faculdade de Ciências
Humanas e Sociais da Fundação
Carmelitana Mário Palmério –
FUCAMP-, para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Agrônômica.

APROVADO em: ____ / ____ / ____

BANCA DE QUALIFICAÇÃO

Prof (a). Nome do professor (a)
Presidente da Banca Examinadora

Prof (a). Nome do professor (a)
Membro – FUCAMP

Prof (a). Nome do professor (a)
Membro – FUCAMP

Análise morfológica de sorgo silagem submetido a diferentes fontes de fósforo em cultivo protegido

André Soares dos Santos¹

Mônica Diene Rodrigues de Oliveira²

RESUMO: Objetivou-se nesse trabalho avaliar o desenvolvimento e aspectos morfológicos da cultura do sorgo (silagem) submetido a diferentes fontes de fósforo em cultivo protegido. A cultivar escolhida foi a de sorgo forrageiro para silagem (comercial), cultivo de verão. O experimento foi conduzido em vasos com capacidade volumétrica de 5 kg, em casa de vegetação. Foram realizados 4 tratamentos utilizando-se diferentes fontes de fósforo (SPS- superfosfato simples, MAP- fosfato monoamônio e top phós). Ao fim do experimento foram avaliadas as variáveis: Altura (cm), diâmetro de colmo (cm), peso (g) de massa verde e massa seca parte aérea e de raiz. Não houveram diferenças significativas para altura de plantas, diâmetro de colmo, massa verde e massa seca de parte aérea e massa verde de raízes. Em relação a produção de massa verde, todos os tratamentos apresentaram baixa produtividade de silagem, mas devem-se levar em consideração que a colheita do sorgo foi antecipada e a temperatura interna da casa de vegetação houve dias com altas temperaturas que pode ter interferido no desenvolvimento das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor*; Nutrição mineral; Adubação Fosfatada.

1 INTRODUÇÃO

O sorgo é uma planta pertencente a ordem *Poales*, família das *Poaceae*, subfamília *Panicoidae*, gênero *Sorghum*, espécie *Sorghum bicolor* L. Moench e é uma espécie monóica, autógama com uma porcentagem de alogamia entre 2 e 10% (PINHO; FIORINI; SANTOS, 2014). Acredita-se que o sorgo teve origem na África, apesar de algumas ênfases sugerirem que possa ter havido duas regiões de disseminação separadas: África e Índia. De acordo com registros arqueológicos, é provável que o sorgo foi domesticado por volta de 3000 a.C. ao tempo em que a plantação de outros cereais domesticados era introduzida no Egito Antigo, a partir da Etiópia (RIBAS, 2007).

¹ Graduado em Ciências Biológicas – Licenciatura pela Fundação Carmelitana Mário Palmério – FUCAMP
Graduando em Engenharia Agrônoma - Bacharelado pela Fundação Carmelitana Mário Palmério – FUCAMP
Contato: irai-andre@hotmail.com

² Professora Orientadora. Doutoranda do curso de Ciência e Tecnologia de Biocombustíveis pela Universidade Federal de Uberlândia e Universidade do Vale do Jequitinhonha e Mucuri
Contato: monicadiene@yahoo.com

Apesar de ser uma cultura muito antiga e desenvolvida em várias regiões do mundo, somente no final do século XIX no início da década de 70 iniciou sua expansão no Brasil, principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Paraná. Em Minas Gerais o seu cultivo vem aumentando bastante nos últimos anos, principalmente nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Noroeste Mineiro, como alternativa de cultivo de safrinha (ROSA, 2012).

O sorgo consegue desenvolver de maneira satisfatória entre 380 mm e 600 mm de precipitação e consegue resistir a longos períodos sem chuva (REGITANO; TABOSA; MIGUEL, 2016). É uma planta C₄ de dias curtos, de clima tropical e a temperatura ótima para seu desenvolvimento varia entre 16°C a 38°C (RIBAS, *apud* PINHO; FIORINI; SANTOS, 2014).

De acordo com Ribas (2014), o sorgo forrageiro para silagem vem mantendo estabilidade nesses últimos anos com áreas cultivadas entre 300 a 400 mil hectares por ano no Brasil. Em Minas Gerais e Rio Grande do Sul encontra-se as maiores áreas cultivadas com sorgo forrageiro devido ser os Estados maiores produtores de leite do País.

Para melhores rendimentos de silagem recomenda-se trabalhar com um estande de plantas entre 150 a 180 mil por hectare, abaixo ou acima dessa faixa há perdas de produtividade consideráveis, principalmente quando o estande de plantas fica acima de 180 mil por hectare, devido a competição entre plantas. Em campo tem sido obtido melhores resultados com o espaçamento de 0,45 m com espaçamentos mais reduzidos conseguem-se uma melhor distribuição de plantas e melhor controle de ervas invasoras devido ao sombreamento mais rápido entre linhas (GAIDA, 2014).

O fósforo é um dos macronutrientes mais importantes para produção agrícola nos solos da região do Cerrado, pois nestes ambientes a disponibilidade do elemento é muito baixa, então a adubação fosfatada é uma prática indispensável (SOUZA; LOBATO; REIN, 2004).

O fósforo é um componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos. Atua no metabolismo das plantas, na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. A deficiência de fósforo no início do ciclo vegetativo diminui o desenvolvimento da planta, onde a planta não conseguirá se recuperar mesmo aumentando o fornecimento de fósforo a níveis adequados. Sendo assim, o fornecimento adequado de fósforo é indispensável desde os estádios iniciais de desenvolvimento da planta (GRANT et. al., 2001).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento e aspectos morfológicos da cultura do sorgo silagem submetido a diferentes fontes de fósforo em cultivo protegido.

2 METODOLOGIA

Coletaram-se amostras compostas de solo na Fazenda Experimental da FUCAMP-Fundação Carmelitana Mário Palmério para análises químicas. Para tal, as amostras foram enviadas a Laboratório credenciado para fins de calagem, gessagem e adubação, além da classificação genética.

O experimento foi conduzido em vasos com capacidade volumétrica de 5 kg, em casa de vegetação nas coordenadas: Latitude: -18.73749559 S e Longitude: -47.51648559 O. Os vasos foram higienizados com água sanitária a 10% e após procederam-se a semeadura e fertilização do solo.

A cultivar escolhida foi a de sorgo forrageiro para silagem (comercial), cultivo de verão. Em cada vaso foi semeada 5 sementes, após 10 dias após emergência-DAE foi realizado desbaste deixando apenas 2 plantas por vaso. De acordo com os resultados da análise de solo não foi necessário a correção do solo, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1: Laudo de Análise de Solo

| Determinação | | Unidade |
|------------------------|------|------------------------------------|
| pH H ₂ O | 6,3 | |
| P | 5,7 | mg dm ⁻³ |
| K | 169 | mg dm ⁻³ |
| S | 6,18 | mg dm ⁻³ |
| Ca | 4,35 | cmol _c dm ⁻³ |
| Mg | 1,85 | cmol _c dm ⁻³ |
| Al | 0 | cmol _c dm ⁻³ |
| H + Al | 2,10 | cmol _c dm ⁻³ |
| M.O | 3,1 | dag kg ⁻¹ |
| SB | 6,63 | cmol _c dm ⁻³ |
| t | 6,63 | cmol _c dm ⁻³ |
| T | 8,73 | cmol _c dm ⁻³ |
| V | 76 | % |
| m | 0 | % |
| Textura muito argilosa | | |

Fonte: LABRAS, 2019

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 4 tratamentos e 7 repetições, totalizando 28 vasos que foram considerados como parcelas experimentais. A tabela 2 ilustra os tratamentos dispostos na casa de vegetação.

Tabela 2: Sorteio dos tratamentos. Croqui dos tratamentos feitos em casa de vegetação. Monte Carmelo-MG, 2019

| | | | | |
|----------|----|----|----|----|
| Bloco 1: | T3 | T4 | T1 | T2 |
| Bloco 2: | T3 | T4 | T2 | T1 |
| Bloco 3: | T2 | T1 | T4 | T3 |
| Bloco 4: | T4 | T3 | T1 | T2 |
| Bloco 5: | T1 | T4 | T2 | T3 |
| Bloco 6: | T3 | T1 | T4 | T2 |
| Bloco 7: | T3 | T2 | T1 | T4 |

Legenda: T= Tratamentos

Organização: SANTOS, 2019

Utilizaram-se diferentes fontes de fósforo, sendo: Tratamento 1 (Testemunha), Tratamento 2 (SPS- superfosfato simples), Tratamento 3 (MAP- fosfato monoamônio) e tratamento 4 (Top phós). A fonte de N e K foi a mesma para todos os tratamentos, sendo, portanto, Uréia 45% de N e Cloreto de potássio-KCL 60% K₂O. A fertilização do solo foi feita de acordo com a recomendação de CFSEMG- 1999 para todos os tratamentos. A Tabela 3 apresenta as doses utilizadas em semeadura e em cobertura.

Tabela 3: Adubação Mineral utilizada nos tratamentos

| Produtividade matéria verde (t/ha ⁻¹) | Dose de N plantio | Dose de P ₂ O ₅ | Dose de K | Dose de N cobertura |
|---|------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| > 60 | 20 kg ha ⁻¹ | 70 kg ha ⁻¹ | 90 kg ha ⁻¹ | 140 kg ha ⁻¹ |

Fonte: CFSEMG (1999)

No tratamento 1 (Testemunha) foi utilizado na adubação de semeadura 44,44 kg ha⁻¹ de Uréia e 150 kg ha⁻¹ de KCL. No tratamento 2 (Superfosfato Simples-SPS) na adubação de semeadura foi utilizado 44,44 kg ha⁻¹ de Uréia, 150 kg ha⁻¹ de KCL e 388,88 kg ha⁻¹ de Superfosfato Simples-SPS.

No tratamento 3 (Thop phós) foi utilizado na adubação de semeadura 27,8 kg ha⁻¹ de Uréia, 150 kg ha⁻¹ de KCL e 250 kg ha⁻¹ de Top phós.

E por fim, no tratamento 4 (MAP - fosfato monoamônio) foi utilizado na adubação de semeadura 11,55 kg ha⁻¹ de Uréia, 150 kg ha⁻¹ de KCL e 134,61 kg ha⁻¹ de MAP.

A necessidade de P₂O₅ foi suprida na mesma quantidade para todos os tratamentos (exceto testemunha) e somente as fontes de fósforo que foram diferentes. A adubação

nitrogenada de cobertura foi realizada quando as plantas atingiram 30 cm de altura, onde utilizaram-se 311,11 kg ha⁻¹ de Uréia em todos os tratamentos.

O experimento teve início dia 11 de novembro de 2017 e foi finalizado dia 15 de fevereiro de 2018, totalizando 85 dias. Após 80 dias da emergência-DAE o experimento foi concluído e avaliaram-se as seguintes variáveis: altura (cm), diâmetro de colmo (cm), peso (g) de massa verde e massa seca da parte aérea e de raiz.

Para análise estatística dos resultados foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o Programa Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2008).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios para as variáveis analisadas e avaliadas no experimento.

Tabela 4: Médias das variáveis analisadas

| Tratamentos | Altura (cm) | DC (cm) | MVA (g) | MSA (g) | MVR (g) | MSR (g) |
|-------------|-------------|---------|----------|---------|----------|-----------|
| T1 | 158,36 a | 1,24 a | 191,07 a | 49,64 a | 191,57 a | 95,36 a |
| T2 | 163,68 a | 1,26 a | 208,86 a | 54,36 a | 132,43 a | 49,50 b |
| T3 | 160,00 a | 1,29 a | 211,28 a | 56,57 a | 193,36 a | 93,28 a |
| T4 | 166,86 a | 1,19 a | 198,64 a | 51,64 a | 145,21 a | 65,21 a b |
| CV% | 12,63 | 7,42 | 23,53 | 23,67 | 26,25 | 33,07 |

Fonte: SANTOS, 2019

Legendas: T1 = Testemunha T2 = Superfosfato simples T3 = Top phós T4 = MAP/ DC = Diâmetro de Colmo/ MVA = Massa Verde Aérea/ MSA = Massa Seca Aérea. MVA = Massa Verde Raiz/ MSR = Massa seca Raiz/ Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

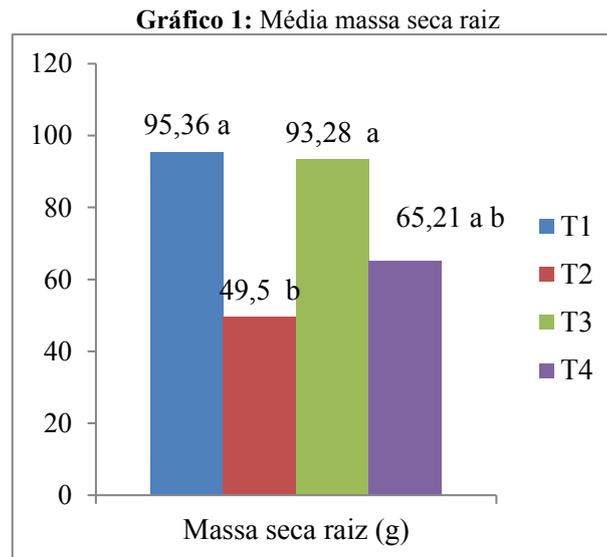
Não houveram diferenças significativas para altura de plantas, diâmetro de colmo, massa verde e massa seca de parte aérea e massa verde de raiz, houveram apenas tendências a melhores resultados quando utilizaram-se como fonte de fósforo o fertilizante (Thop phós). Tal fato pode ter ocorrido devido a composição química do fertilizante, que contém: 3% de N; 28% de P₂O₅; 10% de Ca; 5% de S; 0,12% de Cu; 0,12% de B; 0,3% de Mn e 0,3% de Zn.

O Top phós, além de ser fonte de P₂O₅ e N (macronutrientes), também tem na sua composição micronutrientes que também são essências para as plantas. Segundo Galvão (2004) a utilização de micronutrientes nos solos do cerrado aumenta bastante o rendimento de diversas culturas tornando-a uma prática indispensável.

Santinato, et. al., (2015) realizaram um experimento parecido em cafeeiro irrigado

por gotejamento no Cerrado de Rio Paranaíba, MG–1º biênio, onde avaliaram diferentes fontes de P (Top phós, MAP e superfosfato triplo) em quatro níveis de adubação. A fonte de P que apresentou maior produtividade também foi o Top phós, seguida por MAP e superfosfato triplo, independentemente da dose avaliada, com aumento na produção de 29%; 22% e 5%, respectivamente.

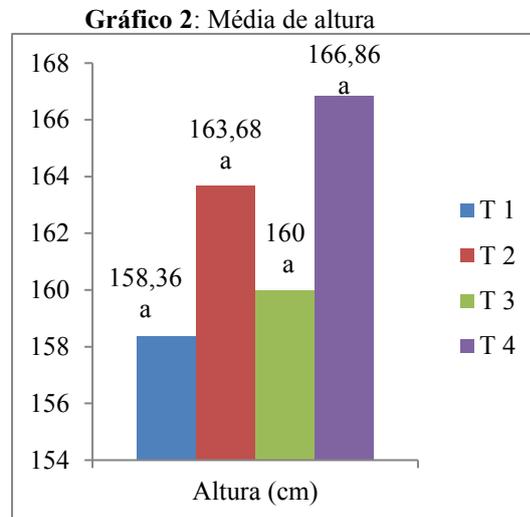
No Gráfico 1 observa-se que a variável massa seca de raiz (MSR) apresentou diferença significativa, apresentando a média mais baixa que a da testemunha. Sugere-se que a alta quantidade de argila neste solo pode ter contribuído com a adsorção de fósforo, tornando-o indisponível para absorção pela planta, mas não interferiu no desenvolvimento da planta, já que as variáveis da parte aérea não apresentaram diferenças estatísticas. Outros pesquisadores como Souza et.al., (2004) também afirmam que os solos do cerrado têm alta capacidade para reter o fósforo na fase sólida, diminuindo a sua disponibilidade para as plantas.



Fonte: SANTOS, 2019

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = Testemunha/ T2 = Superfosfato simples/ T3 = Top phós/ T4 = MAP

Em relação à altura de plantas (Gráfico 2) e massa verde (Tabela 5) todos os tratamentos apresentaram valores abaixo da produtividade esperada pelo cultivar utilizado, pois o esperado era altura de 2,70 m a 3,0 m e 40 t ha⁻¹ de massa verde.



Fonte: SANTOS, 2019

Legenda: Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1 = Testemunha/ T2 = Superfosfato simples/ T3 = Top phós/ T4 = MAP

Tabela 5: Estimativa de produção de silagem (Massa Verde da parte aérea) t ha⁻¹

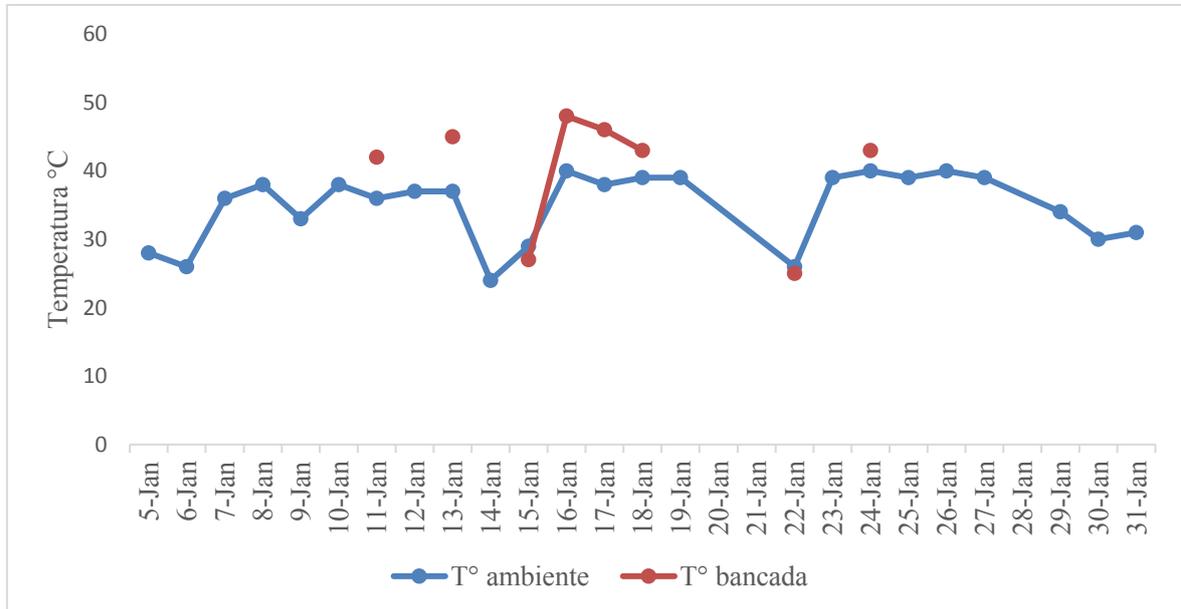
| Tratamentos | População de plantas ha ⁻¹ | População de plantas ha ⁻¹ |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | (120 mil) | (130 mil) |
| T1 | 22,92 t ha ⁻¹ | 24,84 t ha ⁻¹ |
| T2 | 25,06 t ha ⁻¹ | 27,15 t ha ⁻¹ |
| T3 | 25,35 t ha ⁻¹ | 27,46 t ha ⁻¹ |
| T4 | 23,83 t ha ⁻¹ | 25,82 t ha ⁻¹ |

Legendas: T1 = Testemunha T2 = Superfosfato simples T3 = Top phós T4 = MAP t = Toneladas

Em relação a produtividade de massa verde aérea devem-se levar em consideração que a colheita do sorgo foi antecipada, realizada aos 85 DAS- Dias após Semeadura e a recomendação da cultivar é de 100 a 110 DAS para ensilagem. A antecipação da colheita se deve ao fato de as plantas iniciarem a senescência precocemente, isto pode ter ocorrido devido as altas temperaturas da casa de vegetação, além da limitação do desenvolvimento de raízes proporcionado pela condução em vasos.

A média de temperatura ficou em 35 °C na parte interna da casa de vegetação, mas houve dias que a temperatura interna chegou a 40°C e a temperatura da bancada foi de aproximadamente 48°C (Gráfico 3). Pesquisadores como Ribas apud Pinho, Fiorino e Santos (2014) afirmam que a temperatura ótima para o desenvolvimento do sorgo é de 16°C a 38°C.

Gráfico 3: Temperatura interna da casa de vegetação, Monte Carmelo-MG, Janeiro 2018



Fonte: SANTOS, 2019

De acordo com Taiz e Zeiger (2009) em estufas e casa de vegetação o aumento da umidade e a pouca circulação de ar diminui a taxa de resfriamento das folhas e pode causar estresse térmico e retardar o crescimento integral da planta e podem inibir a fotossíntese. Altas temperaturas acima de 40°C ocorrem a desnaturação enzimática e diminuição da respiração (OLIVEIRA; et. al., 2006; MARENCO; LOPES, 2007).

4 CONCLUSÃO

Houveram diferenças estatísticas significativas apenas para o parâmetro massa seca de raiz. Sugerem-se que sejam realizados experimentos a campo para confirmação dos resultados.

5 REFERÊNCIAS

CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação.** Comissão de Fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999.

FERREIRA, Daniel Furtado. **SISVAR:** um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

GAIDA, E. R. **Silagem de Sorgo**: da produção à utilização. Atlântica Sementes. 2014. Disponível em: < <http://www.atlanticasementes.com.br/noticias/silagem-de-sorgo-da-producao-a-utilizacao/> >. Acesso em: 11 abr. 2018.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: Correção do solo e adubação. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2004. P. 185 – 226.

GRANT, C. A.; et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas, Piracicaba**, n. 95, 2001.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. Respiração. In: _____. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2007. P. 107- 164.

OLIVEIRA, L. M. et al. Fatores abióticos e produção vegetal. In: OLIVEIRA, L. M.; PAIVA, R. **Fisiologia e Produção Vegetal**. 1. ed. Lavras, MG: UFLA, 2006. p.32- 47.

PINHO, R. G. V.; FIORINI, I. V. A.; SANTOS, A. O. Botânica. In: BÓREM, A.; PIMENTAL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. p. 37- 57.

REGITANO, N. A.; TABOSA, J. N.; MIGUEL, A. A. **Sorgo forrageiro**: alternativa para a alimentação de rebanhos no Semiárido. Petrolina: Embrapa, 2016, 2p. Instruções Técnicas da Embrapa Semiárido, 127.

RIBAS, P. M. **Importância econômica**. Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE), 2007.

RIBAS, P. M. Origem e Importância Econômica. Botânica. In: BÓREM, A.; PIMENTAL, L.; PARRELLA, R. **Sorgo do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. p. 9- 35.

ROSA, W. J. Cultura do sorgo. **Departamento Técnico da Emater–MG**, 2012.

SANTINATO, R.; et. al. **Estudo de fontes de P (Top Phós, MAP e superfosfato triplo) em quatro níveis de adubação em cafeeiro irrigado por gotejamento no cerrado de Rio Paranaíba, MG–1º biênio**. 2015.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: Correção do solo e adubação. 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2004. P. 147 – 168.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; trad. SANTARÉM, ER et. al. Fisiologia do estresse. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. P. 738-774.