



Revista Agrária Acadêmica

[Agrarian Academic Journal](#)

Volume 3 – Número 3 – Mai/Jun (2020)



doi: 10.32406/v3n32020/28-39/agrariacad

Avaliação do milheto submetido a diferentes doses de manganês. Evaluation of millet submitted to different doses of manganese.

Paulo Leão de Almeida¹, [Raiane Ferreira de Miranda](#)^{1*}, [José Maria Gomes Neves](#)¹, Antonio Clarette Santiago Tavares¹

¹ Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Almenara/MG – Brasil.

* Email: araianemiranda@gmail.com

Resumo

A aplicação de micronutrientes no solo normalmente é negligenciada pelo produtor, resultando em perdas na capacidade produtiva das culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de produção do milheto, em relação às adubações com Manganês. O estudo foi realizado em casa de vegetação em delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), consistindo em cinco doses de Manganês (Mn): 0 (condições naturais de Mn no solo); 6; 9; 12 e 15 kg ha⁻¹, aplicados na forma de solução nutritiva, e cinco repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 5 dm³, preenchido com 5 dm³ de amostras de uma camada sub superficial de 0,0-0,40 m de profundidade de um latossolo amarelo distrófico. Foram realizadas avaliações biométricas (altura de planta, diâmetro de caule e área foliar) aos 7, 31 e 53 dias após a germinação (DAG), e avaliações pós-colheita (volume de raiz, matéria seca de raiz, parte aérea e panícula, teor de Mn na parte aérea). Os resultados obtidos foram submetidos à análises de variância e regressão polinomial. A aplicação de Manganês no solo para cultivo de Milheto *Penisetum glaucum* influenciou significativamente o crescimento em altura e produção e matéria seca de raízes, nas doses de 6 e 3 kg ha⁻¹, respectivamente, para as condições edafoclimáticas do baixo Jequitinhonha.

Palavras-chave: *Penisetum glaucum*. Micronutrientes. Adubação mineral.

Abstract

Micronutrient application to soil is usually neglected by the producer, resulting in losses in the productive capacity of the crops. The objective of this work was to evaluate the millet yield potential in relation to manganese fertilization. The study was conducted in a greenhouse in a randomized block design (DBC), consisting of five doses of Manganese (Mn): 0 (natural conditions of Mn in the soil); 6; 9; 12 and 15 kg ha⁻¹, applied as a nutrient solution, and five replications. Each experimental unit consisted of a 5 dm³ vessel filled with 5 dm³ of samples from a 0.0-0.40 m deep sub-surface layer of a dystrophic yellow latosol. Biometric evaluations (plant height, stem diameter and leaf area) were performed at 7, 31 and 53 days after germination (DAG), and postharvest evaluations (root volume, root dry matter, shoot and panicle, Mn content on shoot). The results were submitted to analysis of variance and polynomial regression the application of manganese in the soil for cultivation of Millet *Penisetum glaucum* significantly influenced the growth in height and root yield and dry matter, at doses of 6 and 3 kg ha⁻¹, respectively, for the edaphoclimatic conditions of lower Jequitinhonha.

Keywords: *Penisetum glaucum*. Micronutrients. Mineral fertilization.

Introdução

No vale do Jequitinhonha, a pecuária é a principal atividade econômica da região, juntamente com o vale do Mucuri, estima-se ter um rebanho de 2.037.351 animais (SEAPA, 2018). No entanto, a produtividade dessa atividade encontra-se abaixo do que se pode esperar devido à qualidade inferior das forrageiras tropicais que se encontram disponíveis aos animais, sendo as principais forragens utilizadas as do gênero *Brachiaria* e o *Panicum*.

Tendo em vista a necessidade de se alcançar altos índices de produtividade, está havendo uma crescente preocupação em relação a escolha de cultivos mais resistentes, e manejos adequados. Nesse contexto, milheto (*Penisetum glaucum*) de destaca. Esta é uma planta forrageira da família das gramíneas, pertencente ao gênero *Penisetum*, C4 com uma altura média entre 1,5 a 3m de altura, podendo chegar a 5 m (DANTAS, NEGRÃO, 2010). A cultura é pouco difundida no Vale Jequitinhonha. Contudo, estudo com a cultura em diversas regiões do país tem mostrado que o milheto tem potencial para substituir as culturas como o milho, comumente utilizada para produção de forragens.

De uma maneira generalizada, as gramíneas apresentam alta sensibilidade a falta de disponibilidade de micronutrientes. Vários micronutrientes estão envolvidos na produção de clorofila, sendo que a deficiência pode acarretar queda na produtividade além de afetar a qualidade da produção. O manganês atua diretamente no desenvolvimento da clorofila e nos sistemas de enzimas da planta. É um elemento relativamente imóvel na planta, seguindo apenas um único sentido via xilema, das raízes até a parte aérea sendo depositado nas folhas e frutos, e os sintomas de deficiência são vistos nas folhas mais jovens, com uma cor pálida por entre os veios de folhas largas (TROEH, THOMPSON, 2007; HERNANDES, 2009).

Este estudo tem como finalidade avaliar a produção da cultura do milheto em relação à adubação com doses crescentes do micronutriente Mn (manganês).

Material e métodos

O presente estudo foi realizado em casa de vegetação do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, localizado na cidade Almenara (16°13'47.56" S, 40°44'32.27" O, 269 m), Minas Gerais, Brasil. De acordo com a classificação climática de Köppen e Geiger o clima da região é Aw (tropical de savana), caracterizado por inverno seco e verão chuvoso, 877 mm é a pluviosidade média anual, temperatura média do ar é 22,1 °C.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), consistindo em cinco doses de Mn: 0 (condições naturais de Mn no solo); 6; 9; 12 e 15 kg ha⁻¹, aplicados na forma de solução nutritiva, e cinco repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso com capacidade de 5 dm³, preenchido com 5 dm³ de amostras de uma camada sub superficial (0,0-0,40 m) de um latossolo amarelo distrófico (SANTOS et al., 2018). As características químicas do solo encontram-se descritas a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do Latossolo Amarelo Distrófico utilizado para preenchimento das unidades experimentais no ensaio com manganês no milho no Instituto Federal do Norte de Minas Ferais, campus Almenara (2019).

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	M.O	V	Zn	Fe	Mn	Cu	B	
(H ₂ O)	mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----						-----%-----			mg dm ⁻³			
4,5	1,8	53	0,54	0,52	0,6	2,0	x	0,54	37,5	0,70	25,60	2,70	0,46	0,10	

O solo foi corrigido para elevação da saturação por bases à 60% (SOUZA; LOBATO, 2004). Para isso, foi realizada a calagem (RIBEIRO et al., 1999) 30 dias antes do plantio do milho, utilizando-se o calcário dolomítico (PRNT=82%), mantendo a massa de solo úmida (60% da capacidade de retenção) e incubada. A adubação mineral foi realizada conforme a análise de solo e atendendo as recomendações da cultura com base na finalidade de exploração para produção de silagem (ISRAEL FILHO et al., 2003). A adubação Nitrogenada na forma Sulfato de Amônio foi aplicada na semeadura (30 kg de N ha⁻¹), o Potássio foi aplicado na forma de Sulfato de Potássio (60 kg K ha⁻¹), o Fósforo na forma de Superfosfato Simples (100 kg de P ha⁻¹), e 80 kg de N ha⁻¹ em cobertura no início do perfilhamento (ISRAEL FILHO et al., 2003). No plantio foi utilizando o *Penissetum glaucum* BRS 1501, cultivar desenvolvida pelo Programa de Melhoramento da Embrapa, forrageiro precoce, com tolerância ao déficit hídrico, semeando 5 sementes por vaso. Decorridos sete dias após a emergência (DAG), foi realizado o desbaste mantendo 2 plantas por vaso.

A irrigação foi realizada em frequência diária, pelo método de pesagens dos vasos, mantendo o conteúdo de água no solo correspondente a capacidade de campo (θ_{cc}). Durante o experimento a temperatura média esteve entre 21 e 28° C, e umidade relativa entre 57 a 85%, havendo uma precipitação de 72 mm segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019).

Foram realizadas avaliações biométricas em três momentos, aos 7, 31 e 53 dias após a germinação (DAG), correspondendo às fases fenológicas ED5 (estádio de emborrachamento, de 28 a 35 dias após a emergência) e ED8 (estádio pastoso e farináceo, 49 a 56 dias após a emergência) (DURÃES et al., 2003).

Para a avaliação biométrica foram determinados: a altura das plantas (partindo da base do caule até a inserção da última bainha completamente visível); o diâmetro do perfilho (com o auxílio de um paquímetro, medido na base da planta, próximo a superfície do solo); e a área foliar. Para a determinação da área foliar, foram seguidos procedimentos propostos por (SCHIAVUZZO et al., 1998)(Equação 2):

$$AF = C \cdot L \cdot 0,835 \cdot N \quad \text{Equação 2}$$

em que AF é a área foliar (cm²), C é o comprimento (cm) e L é a largura (cm) da folha diagnóstico (primeira folha completamente desenvolvida com a bainha visível, leituras realizadas na porção mediana da folha); 0,835 é o fator de correção para área foliar da cultura, e N é o número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde.

Após colheita, foram realizadas avaliações de volume de raiz, matéria seca raiz, parte aérea (folhas e caule), panícula e teor de Mn. Para volume de raiz, foi utilizado um Becker

graduado, com volume conhecido, preenchido com água, em seguida as raízes foram inseridas no recipiente, e o volume determinado pelo deslocamento de água no Bécker. Para determinação da matéria seca, realizou-se cortes separando parte aérea e raiz, essas amostras foram colocadas em sacos de papel e levados à estufa de ventilação forçada a 65° C até a massa constante. A matéria seca da parte aérea foi triturada em Moinho tipo Willey, e submetida a digestão nitroperclórica para determinação do teor de Mn (MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e, em seguida, foi aplicada a análise de regressão polinomial. Foram testados os modelos matemáticos lineares e quadráticos, aplicando os modelos que obtiverem os melhores ajustes dos dados (FERREIRA, 2008). Foi adotado como critério de escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 5% de probabilidade pelo teste t. Quando significativos, os pontos máximos e mínimos foram obtidos por meio da derivação das equações.

Resultados

Durante o experimento que se estendeu entre os dias 06/04 a 14/06/2019, a temperatura do ar variou entre 21 a 28 °C, com Umidade Relativa (UR) entre 57 e 85% (Figura 1).

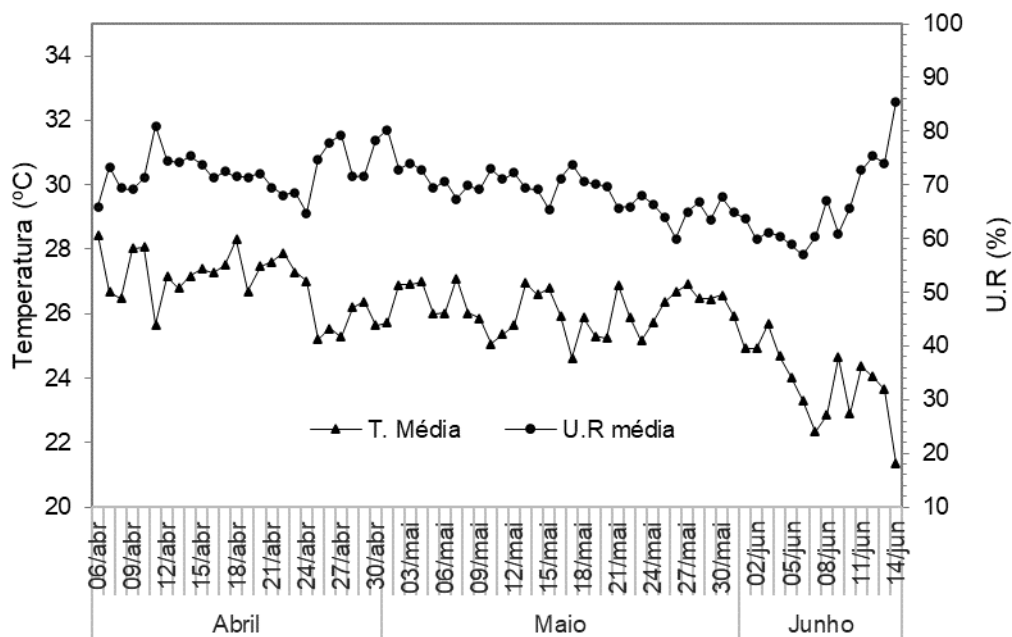


Figura 1 - Temperatura Média e Umidade Relativa média do ar para o município de Almenara-MG (abril/junho 2019)

As condições de temperatura, UR e precipitação no período supracitado, provocaram alterações na lâmina de irrigação aplicada. Houve uma precipitação média de 72,2 mm, fazendo com que houvesse uma diminuição na frequência de irrigação (Figura 2), o que se deve a cobertura da casa de vegetação (sombrite 75%).

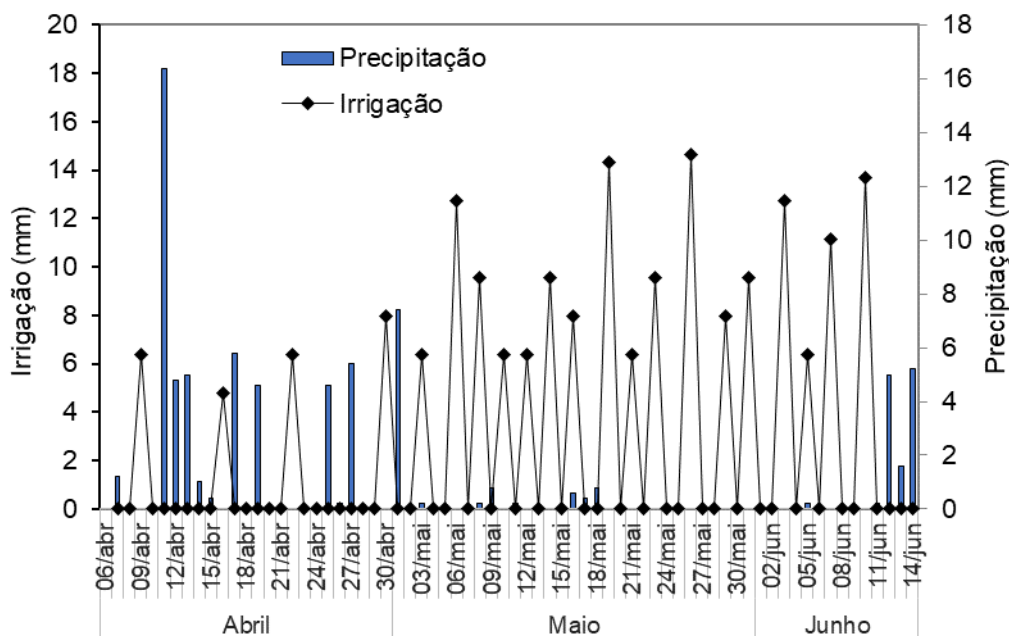


Figura 2 - Irrigação utilizada durante o ciclo da cultura do milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 e precipitação média durante o experimento com diferentes doses de Manganês (Mn) cultivado em casa de vegetação no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Almenara no ano de 2019

Aos 7 DAG foram avaliados diâmetro de caule, altura de planta e área foliar, antes da adubação com Mn, para que fossem comparados com os dados colhidos aos 31 e 53 DAG, e obter assim os resultados de incremento estabelecido pelo fornecimento do micronutriente à planta via solo. Nesse período, o milho apresentava em média 5,5 cm de altura, 1,54 mm de diâmetro e 22,9 cm² de área foliar.

Na Figura 3, estão representados os dados aos 31 e 53 DAG para altura da planta de milho, representados por equação quadrática, significativa ($P \leq 0,5$). Para 31 DAG, a dose máxima de Mn foi 7,38 kg ha⁻¹, proporcionando assim uma produção máxima de altura em 85,05 cm. Para 53 DAG, a dose máxima de Mn foi 7,28 kg ha⁻¹, proporcionando produção máxima de 115,33 cm.

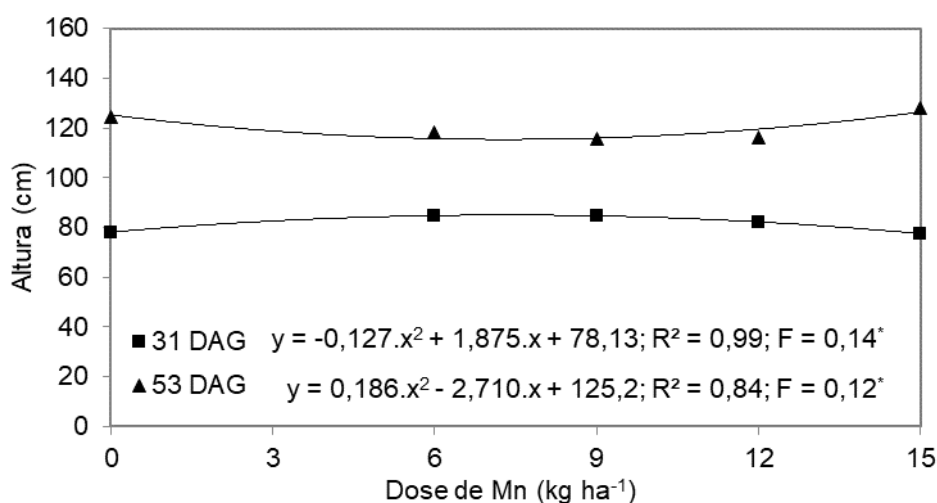


Figura 3 - Altura das plantas aos 31 e 53 dias após a germinação (DAG) de milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. *-Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Quanto ao diâmetro do caule (Figura 4), aos 31 e 53 DAG, não foram observados incrementos significativos sob essa variável, a despeito do fornecimento de Mn.

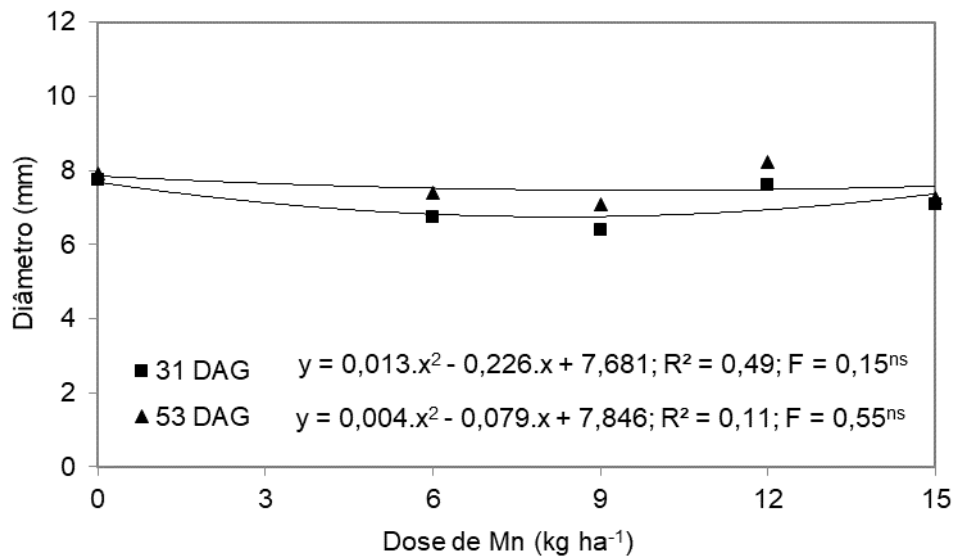


Figura 4 - Diâmetro na base do caule aos 31 e 53 dias após a germinação (DAG) de milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. ^{ns}-não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Quanto a área foliar (Figura 5) aos 31 DAG foram obtidos os resultados e apresentados pela equação quadrática, significativa a 5%, sendo a dose máxima de Mn de 6,51 kg ha⁻¹, proporcionando uma produção máxima de 621,85 cm² de área foliar. Para 53 DAG, não foi observado efeito significativo.

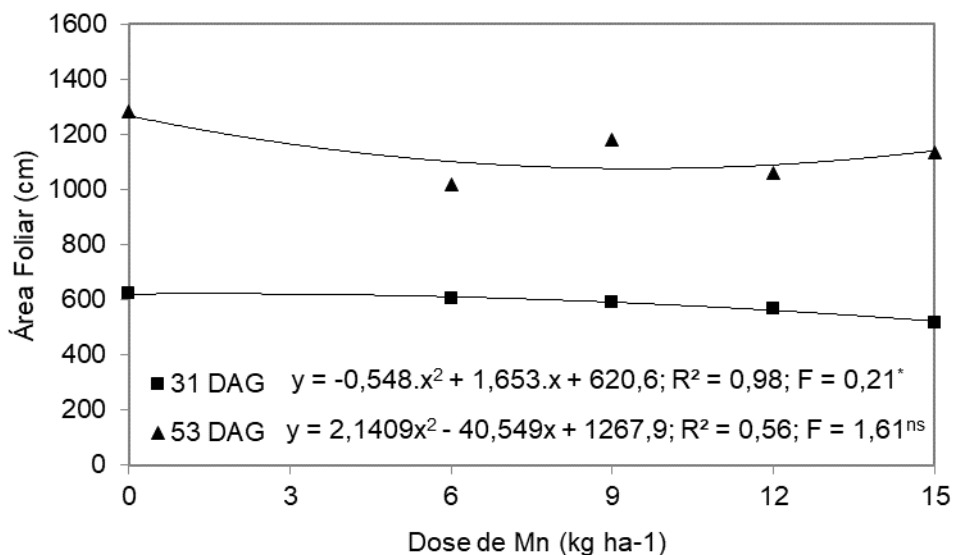


Figura 5 - Área foliar aos 31 e 53 dias após a germinação (DAG) de milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. * e ^{ns}-significativo e não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Quanto ao volume de raiz (Figura 6), os resultados foram apresentados pela equação linear, não significativa ($P \geq 5\%$).

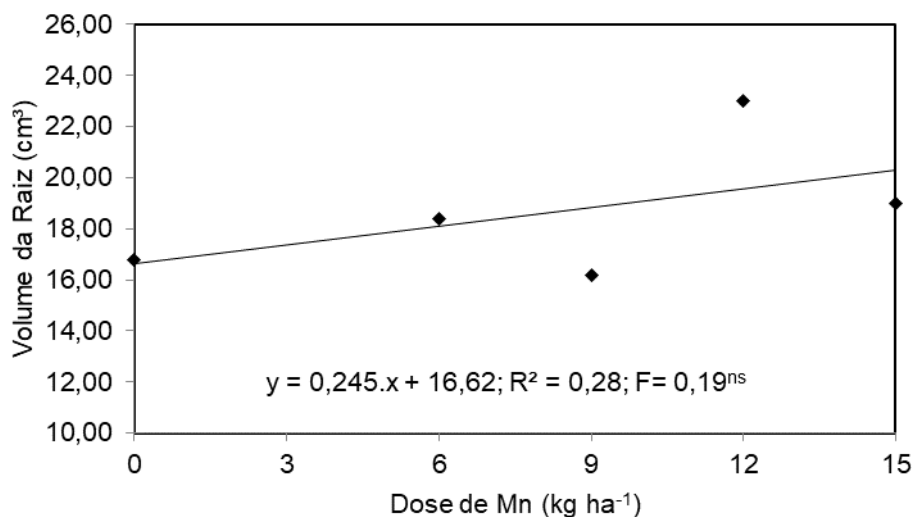


Figura 6 - Volume da Raiz para o experimento do cultivo de milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. ^{ns}-não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Na Figura 7 estão representados os dados de massa seca de raiz para o milho. Os resultados ajustaram-se a uma equação quadrática, significativa a 5%. Para um maior peso da raiz a dose máxima de Mn foi 9,83 kg ha⁻¹, proporcionando assim um peso máximo em 6,26 g.

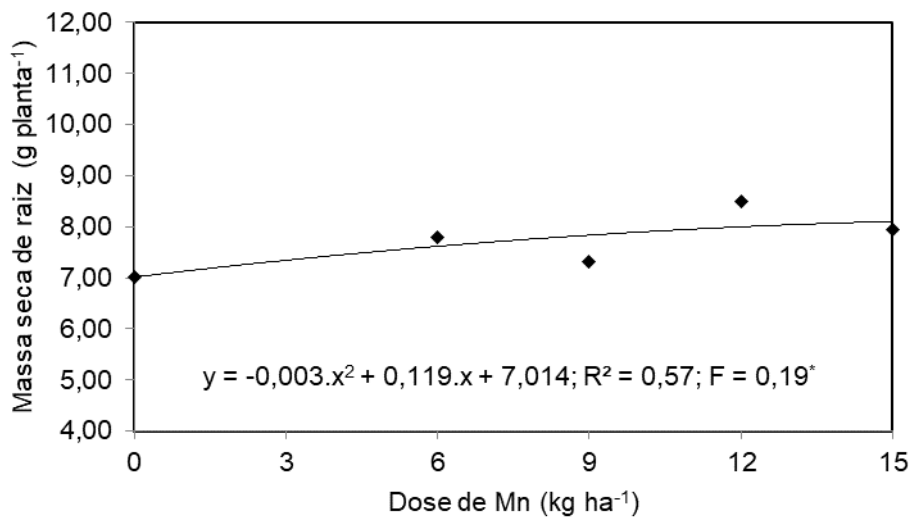


Figura 7 - Peso da Raiz para o experimento do cultivo de milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. ^{*}significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Quanto a massa seca de parte aérea (Figura 8), não foi observado efeito significativo em função das doses de Mn.

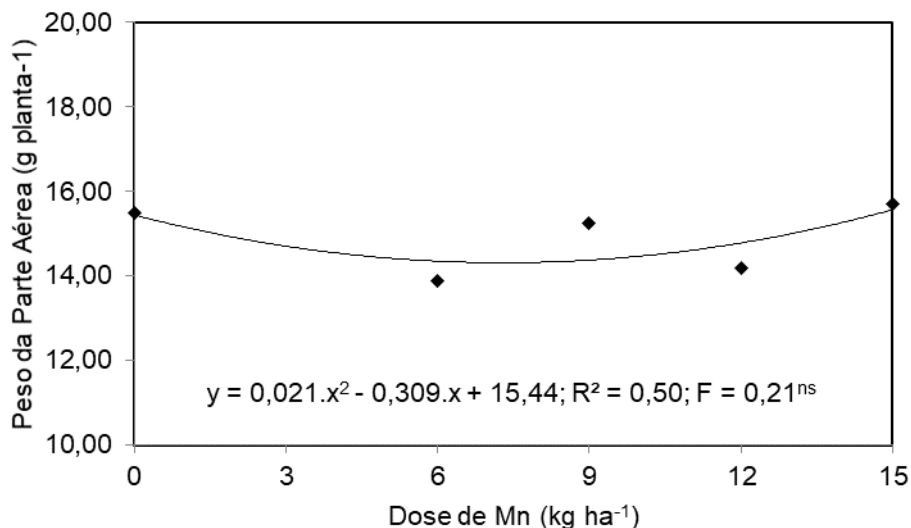


Figura 8 - Peso da Parte Aérea para o experimento do cultivo de milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Na Figura 9 estão representados os dados que se referem ao peso da panícula da planta de milho durante o experimento. Os resultados foram obtidos e apresentados pela equação quadrática, não significativa a 5%.

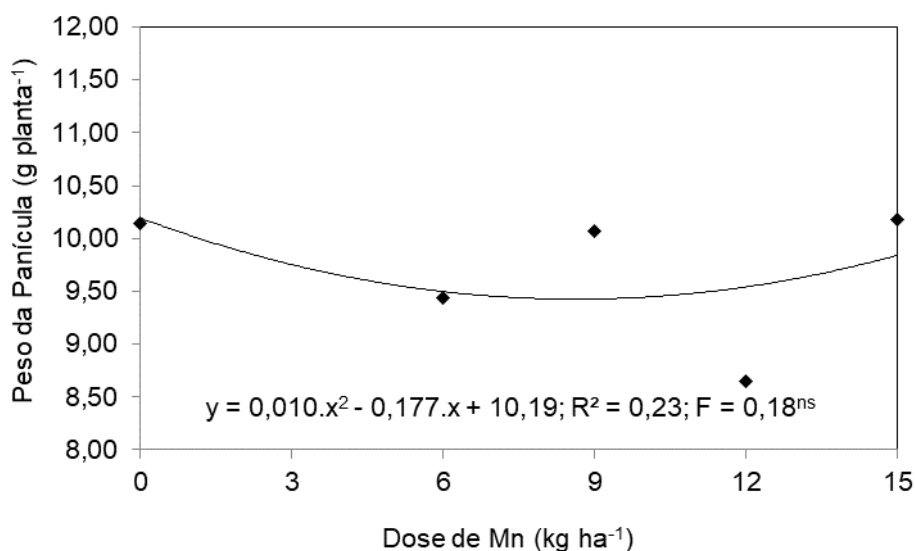


Figura 9 - Peso da Panícula para o experimento do cultivo de milho (*Penissetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

O teor de Mn foliar (Figura 10) ajustou-se equação linear positiva, sendo a máxima dose de Mn 3,38 kg ha⁻¹, proporcionando assim um teor máximo de Mn em 104,05 mg kg⁻¹.

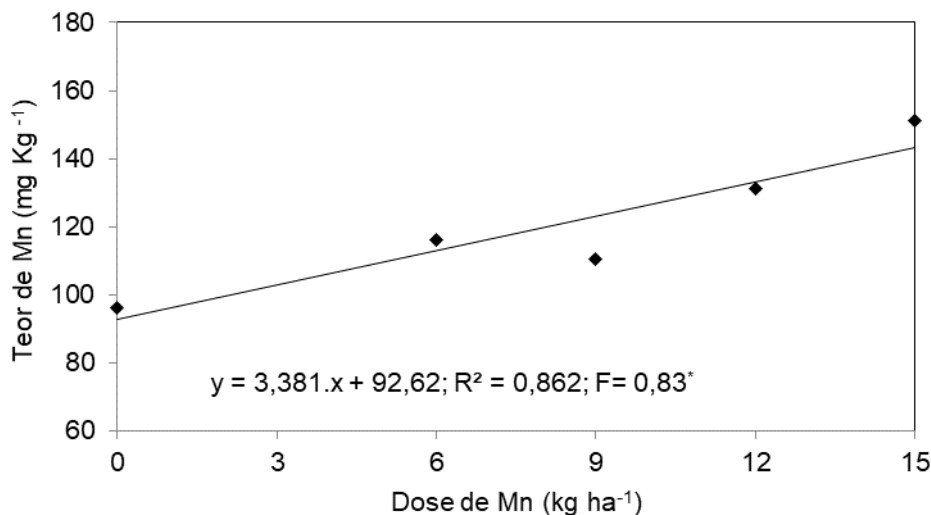


Figura 10 - Teor de Manganês (Mn) para o experimento do cultivo de milho (*Penisetum glaucum*) BRS 1501 em função da aplicação de manganês no solo. *-Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Discussão

A lâmina d'água aplicada durante o ciclo da cultura foi de 136,28 mm de irrigação (Figura 2), à medida que se fizesse necessário. E a lâmina total de irrigação e precipitação foi de 208,48 mm, estando dentro do exigido pela cultura. Segundo Torres (2018), o milho possui alta resistência ao déficit hídrico, ou seja, alta tolerância à seca, podendo completar seu ciclo com precipitações abaixo de 300 mm, sendo cultivado no Oeste da Índia, onde a pluviosidade anual é de 130 a 180 mm. Dessa forma, com a irrigação e a precipitação, foi disponibilizado a todos os tratamentos e repetições uma quantidade igual de lâmina d'água, sendo o suficiente para atender as necessidades hídricas do milho. O que permite inferir que os resultados foram provenientes da adubação com diferentes níveis de Mn.

O efeito positivo da adubação contendo Mn sobre o crescimento do *Pennisetum glaucum* deve-se as funções de transporte do mineral desde a solução solo, raízes até a parte aérea (folhas e frutos), pois uma vez que o micronutriente é absorvido pela raiz, o mesmo é transportado até a parte aérea onde será incorporado como composto orgânico ou mesmo como ativador enzimático (PRADO, 2008).

Como o Mn é um micronutriente que atua diretamente no metabolismo da planta, apresenta importante função nos processos de transporte de elétrons na fotossíntese, composição química de enzimas atuando como cofator ou ativador, estando presente em sua grande maioria nas folhas e nos grãos, ocasionando assim uma perda no diâmetro do caule, devido sua pouca incorporação no local (PRADO, 2008).

Os resultados obtidos para área foliar, podem estar associado ao fato de que o momento que o milho começa a emitir a panícula e conseqüentemente produzir os grãos, a planta começa demandar mais nutrientes para produção do fruto, diminuindo assim a produção de área foliar.

Segundo Prado (2008), o Mn é transportado por uma única direção, do sistema radicular para a parte aérea da planta, sendo o sentido contrário uma situação atípica, pois a concentração no Floema muito baixa, fazendo com que sua movimentação seja limitada. O Mn acumula-se nas folhas não sendo redistribuído para outras partes, enquanto o que se encontra nas raízes é rapidamente translocado até as folhas onde realizam diversos processos metabólicos.

Para o peso de matéria seca da raiz, houve uma resposta negativa de acordo a aplicação de manganês, uma vez que o micronutriente é translocado assim que é absorvido através da solução do solo. Segundo Malavolta et al. (2008), em estudos realizados com a cultura da soja, a medida que se aumentou as doses de Mn, houve uma diminuição no crescimento das raízes. Assim como relatado por Mingotte et. al. (2011) o aumento da dose de Mn aumentou significamente a massa seca da parte aérea e conseqüentemente diminuição no crescimento das raízes devido à translocação do micronutriente do sistema radicular para a parte aérea.

No estudo do manganês no sistema planta, segundo Prado (2008), o nutriente que se encontra no solo ainda em forma sólida ($MnSO_4$), é mineralizado e liberado para a solução do solo (Mn^{+2} , Mn^{3+} e Mn^{4+}), onde há o contato íon-raiz, havendo a interceptação radicular e absorção. No interior da raiz, o Mn^{+2} é transportado via xilema até a parte aérea da planta, podendo ser redistribuída das folhas velhas para as mais novas ou o contrário. Essa mobilização do nutriente, explica maior teor de Mn na parte aérea da planta e coaduna como maior crescimento de planta aos 31 DAG.

Na planta o Mn participa do metabolismo de forma complexa, atuando na fotossíntese (fotólise), funções estruturais e ativação de enzimas importantes para a produção e acúmulo de matéria seca. No entanto, neste estudo, apesar do Mn proporcionar maior crescimento na planta de milho (31 DAG), não foi observado aumento de matéria seca na parte aérea. Em trabalho com milho e sorgo, o efeito positivo do Mn na produção e massa seca com aplicação foliar e associação ao silício (OLIVEIRA, 2019).

O Mn está associado diretamente com processos fisiológicos da planta, atuando na diminuição de danos causados por doenças, pois o nutriente é ativador de enzimas importantes na biossíntese de metabólicos secundários que dificultam a proliferação de patógenos. A deficiência de Mn diminui a alongação celular, podendo reduzir o gradiente radical, indicado na inibição do metabolismo, havendo menor fluxo de carboidratos, já o excesso pode causar toxidade a planta causando uma distribuição irregular de clorofila. Durante o estudo, não foi possível notar nenhum desses sintomas citados anteriormente, seja deficiência ou toxidez, o que evidencia que as doses aplicadas não causaram prejuízo ao desenvolvimento do milho.

Desse modo, pode-se inferir que o milho é uma cultivar altamente resistente a solos ácidos e de baixa fertilidade. O Mn é o segundo micronutriente mais abundante em solos tropicais perdendo apenas para Ferro (Fe). De acordo com a análise inicial do solo, havia uma concentração de $5,4 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mn, valor considerado baixo na literatura. No entanto, por apresentar tolerância a fatores adversos, esta concentração pode ser suficiente ao desenvolvimento da planta.

Como o experimento foi realizado em vasos em casa de vegetação, e em adição a escassez de trabalhos com milho e adubação com micronutrientes, recomenda-se continuação deste trabalho em campo, associado a avaliação bromatológica para utilização da forragem na alimentação animal. Haja vista o potencial desta cultura para a região do médio Jequitinhonha, dado as condições de baixa precipitação, temperaturas elevadas, solos com baixa fertilidade e atividade econômica concentrada na pecuária.

Conclusão

A aplicação de Manganês no solo para cultivo de Milheto *Penissetum glaucum* se torna uma prática inviável do ponto de vista econômico, uma vez que o Mn influenciou significativamente apenas para o crescimento em altura e produção e matéria seca de raízes, nas doses de 6 kg ha⁻¹, respectivamente, para as condições edafoclimáticas do baixo Jequitinhonha, sendo que a planta obteve desenvolvimento satisfatório apenas com o Mn nas condições naturais do solo.

Referências bibliográficas

- DANTAS, C. C. O.; NEGRÃO, F. M. Características agrônômicas do Milheto (*Pennisetum glaucum*). **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 37, Ed. 142, Art. 958, 2010.
- DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F. G. **Fisiologia da planta de milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Circular Técnico 28. 1ª ed., p. 65-71, set. 2003.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Symposim** (Lavras), v. 6, 36-41, 2008.
- HERNANDES, A. **Influência do manganês no crescimento e na composição mineral de mudas de caramboleira**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.
- INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**: Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>> Acesso em 13 fev. 2019.
- ISRAEL FILHO, A. P.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. P.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da Cultura de Milheto**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Circular Técnica 29, dez. 2003, 65p.
- MALAVOLTA, E.; JUNIOR, L. J.; MORAES, F. M.; CABRAL, P. C. Influência Genotípica na absorção e na toxidez de manganês em soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 173-181, 2008.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: Potafós, 1997, 319p.
- MINGOTTE, C. L. F.; SANTOS, R. L. C.; PRADO, M. L.; FLORES, A. R.; TOGORO, H. A.; SILVA, S. A. J.; POLITI, S. L.; PINTO, S. A.; AQUINO, S. D. Manganês na nutrição e na produção de massa seca de capim mombaça. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 879-887, 2011.
- OLIVEIRA, K. S. **Pulverização foliar de manganês com adição de silício é viável para plantas de milho e de sorgo**. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, 2019.
- PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008, 408p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999, 359p.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHIAVUZZO, P. F.; MONTEIRO, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; BANKUTI, A. Determinação do fator de correção para estimativa da área foliar em Braquiária Marandu, cultivada em doses de nitrogênio. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1998. São Paulo. **Resumos...** São Paulo: USP, 1998. v.1, p.498.

SEAPA. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Bovinocultura: leite e corte.** Belo Horizonte, jun. 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Pecuaria/2018/Jun/bovinocultura_leite_corte_jun_2018.pdf> Acesso em: 13 fev. 2019.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: Correção do solo e adubação.** Brasília, 2004, 416p.

TORRES, R. R. **Resposta da irrigação na produção de forragem de milho.** 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo.** Tradução Prof. Durval Dourado Neto e Manuella Nóbrega Dourado. 6ª ed. São Paulo: Andrei. 2007, 429p.

Recebido em 30 de março de 2020
Retornado para ajustes em 7 de maio de 2020
Recebido com ajustes em 12 de maio de 2020
Aceito em 14 de maio de 2020

Outros artigos dos autores

[Desenvolvimento inicial de mudas para porta-enxertos de goiabeira em resposta às doses de fósforo.](#) Jéssica Samara Sousa Rodrigues Ferreira, José Maria Gomes Neves, Raiane Ferreira de Miranda, João Alison Alves de Oliveira, Paula Aparecida dos Santos, Sirlei da Conceição Dias. **Revista Agrária Acadêmica**, v.3, n.1, Jan-Fev (2020), p. 69-75

[Adequação do tratamento pré-germinativo para sementes de *Tamarindus indica* L.](#) Anne Kelly da Silva, José Maria Gomes Neves, Wagner Rogério Leocádio Soares Pessoa, Sebastião Pereira do Nascimento, Marcondes Araújo da Silva, Paula Aparecida dos Santos. **Revista Agrária Acadêmica**, v.1, n.3, Set-Out (2018), p. 41-48

Artigos relacionados

[Doses de adubação potássica na cultura da rúcula \(*Eruca sativa* L.\) em solo com média disponibilidade de potássio.](#) Natália Barreto Meneses, Letícia Serpa dos Santos, Fabricio Simone Zera, Francisco Soler-Neto. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.4, Jul-Ago (2019), p. 135-139

[Avaliação do desenvolvimento da alface \(*Lactuca sativa* L.\) sob diferentes coberturas do solo.](#) Edimar Aparecido Ferreira, Aldaísa Martins da Silva de Oliveira, João Antônio da Silva, Ricardo Alexandre Lambert. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.3, Mai-Jun (2019), p. 76-81

[Degradação de moléculas herbicidas no solo sob diferentes temperaturas.](#) Viviane Wruck Trovato, Rômulo Penna Scorza Júnior. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.2, Mar-Abr (2019), p. 105-117

[Influência da incorporação de materiais orgânicos associada ao manejo do solo na atividade microbiana durante o ciclo da batata.](#) Juliana Zucolotto, Roberto Stefani Takahashi, Carlos Francisco Ragassi, Pedro Henrique Sakai de Sá Antunes, Paulo Cesar Tavares de Melo, Elke Jurandy Bran Nogueira Cardoso, José Laercio Favarin. **Revista Agrária Acadêmica**, v.1, n.4, Nov-Dez (2018), p. 29-38

[Erosão e valoração econômica de reposição nutricional em solo cultivado com cana queimada e não queimada em Campos dos Goytacazes – RJ.](#) Nivaldo José Ponciano, Ana Carolina Guzzo Monteiro, Sérgio Gomes Tosto, Paulo Marcelo de Souza, Cláudio Roberto Marciano. **Revista Agrária Acadêmica**, v.1, n.3, Set-Out (2018), p. 6-15