

Interferência de diferentes doses de inoculante na cultura do milho na absorção de fósforo, potássio, cálcio e magnésio ⁽¹⁾

Vanessa do Amaral Conrad⁽²⁾; Henrique Soares de Morais⁽³⁾; Marlene Estevão Marchetti⁽⁴⁾; Ademar Pereira Serra⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPQ

⁽²⁾ Estudante, FCA/Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970 – Dourados, MS, nessa_conrad@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante, FCA/Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970 – Dourados, MS, ryck_1403@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Professora, FCA/Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970 – Dourados, MS, e-mail: marlenemarchetti@ufgd.edu.br; ⁽⁵⁾ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (EMBRAPA-CNPQC) e-mail: ademar.serra@hotmail.com

RESUMO: A cultura do milho vem expandindo cada vez mais sua produção pelo fato de ser utilizado tanto para consumo humano como animal. Assim novas tecnologias são necessárias para aumentar a produtividade e reduzir seu custo de produção, sendo uma delas o uso de inoculante (*Azospirillum brasilensis*), para fornecimento de nitrogênio para a planta. Assim objetivou-se com esse trabalho estudar o uso diferentes doses de inoculante para fornecer o nitrogênio necessário ou parte dele na absorção de potássio, fósforo, cálcio e magnésio. O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS em 2012. A unidade experimental foi constituída por vasos de 13,5 kg de substrato (Latossolo Vermelho Distroférrico) com uma planta por vaso. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de inoculante (0; 100; 200; 300 mL do inoculante/25 kg de semente) e três diferentes formas de adubação nitrogenada (sem aplicação, aplicação total no plantio, 25% no plantio e 75% na cobertura, da dose recomendada). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Não houve interação entre a dose de inoculante e a forma de adubação, sendo que não ocorreu diferença significativa entre as diferentes doses de inoculante na absorção de fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Termos de indexação: macronutriente, *Zea mays*, *Azospirillum brasilense*.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas para a humanidade, pois é utilizado em diversas áreas, e como vem crescendo sua procura, novas regiões começam a serem exploradas ou intensifica-se o cultivo em áreas já cultivadas. A região do Cerrado tem sido uma das principais áreas de expansão agrícola no Brasil, pois apresenta tanto características favoráveis como limitantes à

produção agrícola. Dentre as características favoráveis, destaca-se a topografia plana, textura dos solos, a temperatura e a luminosidade adequadas e a boa drenagem dos solos. Porém sua maior restrição consiste na associação da alta acidez com a baixa fertilidade natural dos solos, principalmente em relação à disponibilidade de fósforo (Ernani et al., 2002).

Assim, devido à crescente busca por sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção, alguns autores têm apresentado como forma alternativa para a economia de fertilizante nitrogenado, a fixação biológica de nitrogênio (FBN), a qual pode suplementar ou, até mesmo, substituir a utilização destes fertilizantes (Reis Júnior et al., 1998).

A simbiose entre fungos e as raízes da maioria das espécies de plantas vasculares, entre elas as do milho, denomina-se micorrizas. Esta associação simbiótica mutualista proporciona um aumento da capacidade de absorção de água e nutrientes, com destaque para o fósforo, promovendo incremento na eficiência da adubação fosfatada (Moreira & Siqueira, 2002).

A FBN é um processo de transformação do N₂ na forma inorgânica combinada NH₃, e a partir daí, em formas reativas orgânicas e inorgânicas. A reação de redução do N₂ a NH₃ é realizada por microrganismos que contêm a enzima nitrogenase e são conhecidos como fixadores de N₂ ou diazotróficos (Júnior et al., 2006).

Várias bactérias diazotróficas foram isoladas na cultura de milho, destacando-se as espécies *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae*, sendo as espécies mais estudadas as do gênero *Azospirillum* (Reis et al., 2000).

Diversos trabalhos demonstram os efeitos benéficos desta simbiose no aumento do crescimento e na melhoria do estado nutricional da cultura do milho (Siqueira et al., 1989; Miranda & Miranda, 1997), na melhoria do sistema radicular com aumento do número de raízes laterais primárias e secundárias e no aumento do

teor de P na planta (Bressam & Vasconcelos, 2002), e no rendimento de massa seca e o acúmulo de nutrientes por plantas inoculadas (Reis Júnior et al., 2008).

Verificou que as micorrizas são ainda responsáveis pela absorção de outros nutrientes como potássio, zinco, cobre, boro, amônia e possivelmente nitrato, manganês, cálcio, magnésio e sulfato. (Tokeshi, 2013) verificou aumento nos teores de fósforo, zinco e cobre; porém reduziu os teores de potássio, cálcio, manganês, ferro e boro. No entanto controlou o excesso de cálcio, manganês, ferro e boro resultando no final em aumento de produtividade devido ao equilíbrio nutricional gerado na planta.

Assim objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de diferentes doses de inoculante no milho, sobre a absorção de fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido utilizando a cultura do milho, em condições de casa de vegetação, na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS, Brasil, em 2012/2013, localizada entre as coordenadas geográficas de 22°12' de latitude Sul e 54°56' de longitude Oeste e altitude de 452 m.

Foi utilizado com substrato, material de um Latossolo Vermelho Distroférrico (Embrapa, 2006), que foi coletado na camada de 0-20 cm, sendo realizada quatro amostragens com peso aproximado de 500 g, cada, que foram secadas ao ar, destorroadas e passadas em peneira com malha de 2 mm, para a determinação das características químicas e físicas. Cadê os resultados das caac. Físicas??

Os resultados foram: pH em água = 5,1; pH em CaCl_2 = 4,2; matéria orgânica = 8,2 g kg^{-1} ; P = 0,5 mg dm^{-3} ; K = 0,7 mmol_c dm^{-3} ; Ca = 1,0 mmol_c dm^{-3} ; Mg = 0,4 mmol_c dm^{-3} ; Al = 16,8 mmol_c dm^{-3} ; H+Al = 8,3 cmol_c dm^{-3} ; SB = 14,5 mmol_c dm^{-3} ; T = 97,8 mmol_c dm^{-3} e V % = 14,9.

Com base nos resultados da análise química do solo foi realizada a calagem para a correção da acidez do solo, utilizando-se o calcário dolomítico finamente moído (PRNT=84%), calculando a quantidade para elevar a saturação por bases a 60%, e a recomendação da adubação utilizada foi 20 kg de Nitrogênio, 80 kg de Fósforo e 70 quilos de Potássio por ha.

Os vasos foram mantidos úmidos por meio da adição de água destilada e incubados por 30 dias. Após esse período foi realizada a semeadura do milho, concomitante com a adubação de semeadura. As sementes foram tratadas com

fungicida (Thiram®) na dose proporcional a 100 g i.a por 100 kg de semente.

A unidade experimental foi constituída por vaso contendo 13,5 kg de substrato. Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 4 x 3, sendo os fatores estudados constituídos por quatro doses de inoculante (0; 100; 200; 300 mL do inoculante/25 kg de semente) e três formas de aplicação das doses recomendadas de nitrogênio (sem aplicação, aplicação total no plantio, 25% no plantio e 75% em cobertura). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, cujos tratamentos foram repetidos quatro vezes a fim de minimizar erros experimentais.

Anterior à prática da semeadura foi realizada a adução de potássio (K_2O), fósforo (P_2O_5), enxofre (S) e micronutrientes conforme as exigências da planta, com base nas análises química do solo, sendo o potássio parcelado 1/3 na semeadura e 2/3 após 40 dias.

A cultivar de milho utilizada foi a DKB 390 YG, com 98% de germinação e pureza. Anterior à semeadura, 45 minutos antes, as sementes de milho foram inoculadas com o produto comercial Azototal®, contendo as bactérias *Azospirillum brasilensis* (Estirpes AbV5 e AbV6), apresentando uma concentração mínima de 2,0 x 10⁸ unidade formadora de colônia/mL., na dosagem de 100 mL do inoculante líquido para cada 25kg de semente. Em cada vaso foram semeadas cinco sementes de milho, sendo realizado posteriormente o desbaste, mantendo-se uma planta por vaso.

As plantas foram coletadas quando atingiram o estágio V6. Após a coleta do material vegetal, os mesmos foram lavados com água destilada e secos em estufa com circulação forçada de ar à 65°C até massa constante. Logo após, as amostras do material vegetal seco foram passadas em moinho tipo Willey com peneira de 2 mm, e foram levadas para digestão nítrico-perclórico ($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$) para determinação de fósforo, potássio, cálcio e magnésio segundo metodologia descrita em Malavolta (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade e para as características significativas pelo teste F foram ajustadas equações de regressão, sendo que a escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados foi por meio do coeficiente de regressão e significância, utilizando-se o programa computacional SAEG 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não ocorreram diferenças significativas entre as diferentes doses de inoculante estudadas na absorção de fósforo, potássio, cálcio e magnésio pelo milho no estágio

R1 ($p > 0,05$), como pode-se observar nas **Figuras 1, 2, 3 e 4**.

Resultados contrários aos obtidos nessa pesquisa foram relatados por Tokeshi (2013) que constatou que as micorrizas são capazes de aumentar a absorção de nutrientes como potássio, zinco, cobre, boro, amônia e possivelmente nitrato, manganês, cálcio, magnésio e sulfato. Em seu trabalho, ocorreu o aumento nos teores de fósforo, zinco e cobre; porém reduziu os teores de potássio, cálcio, manganês, ferro e boro.

Bressam & Vasconcelos (2002), concluiu que com o uso de inoculantes ocorre um maior acúmulo de nutrientes por planta, assim aumentando sua massa seca e seu teor de nutrientes, principalmente do fósforo, devido as bactérias auxiliarem em sua fixação.

Com esses resultados preliminares é sugerido que se repita a metodologia com a finalidade de se observar se há repetibilidade desses resultados com o tempo, testando essa variável com outros. Vários autores têm relatado que ocorre aumento na absorção dos nutrientes com a utilização do inoculante (Bressam & Vasconcelos, 2002; Tokeshi, 2013; Reis Júnior et al., 2008; Moreira & Siqueira, 2002; Siqueira et al., 1989).

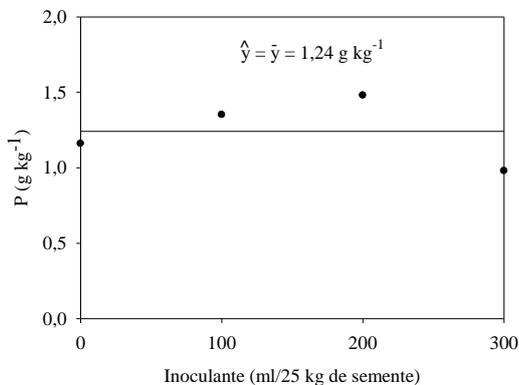


Figura 1 – Absorção de fósforo pelo milho DKB 390 YG sob diferentes doses de inoculante.

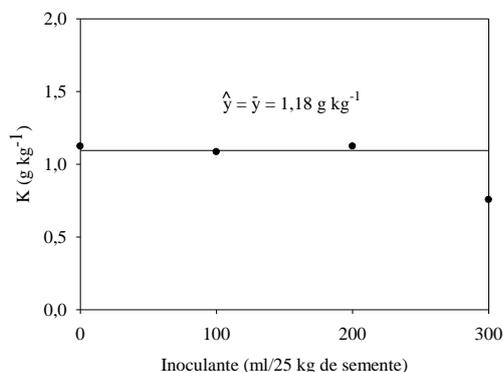


Figura 2 – Absorção de potássio pelo milho DKB 390 YG sob diferentes doses de inoculante.

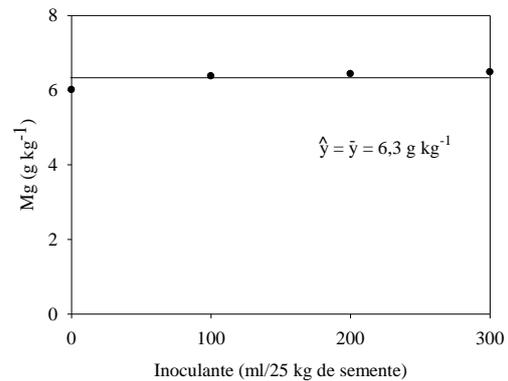


Figura 3 – Absorção de cálcio pelo milho DKB 390 YG sob diferentes doses de inoculante.

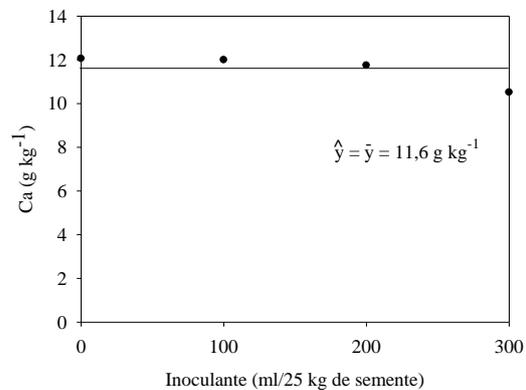


Figura 4 – Absorção de magnésio pelo milho DKB 390 YG sob diferentes doses de inoculante.

CONCLUSÕES

Não ocorreu diferenças significativas entre as diferentes doses de inoculante sob a absorção de fósforo, potássio, cálcio e magnésio no milho DKB 390 YG.

REFERÊNCIAS

BRESSAM, W. & VASCONCELLOS, C.A. Alterações morfológicas no sistema radicular do milho induzidas por fungos micorrízicos e fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.4, p. 509-17, 2002.

Efeito dos Agrotóxicos no Solo por. TOKESHI, Hasime em: <http://www.cpmo.org.br/artigos/Efeito_Agrotoxicos_Solo_Tokeshi.pdf> Acesso em 26 de abril de 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Rio de Janeiro, Editora EMBRAPA, 2006. 169p.

ERNANI, P. R. et al. Corn yield as affected by liming and tillage system on an acid Brazilian Oxisol. *Agronomy Journal*, v. 94, n.2, p. 305-9, 2002.



MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, p. 232-258, 1997.

MIRANDA, J. C. C. & MIRANDA L. N. Micorriza arbuscular. In M. A. T. VARGAS & M. HUNGRIA (Ed.). Biologia dos Solos dos Cerrados. Embrapa – CPAC, Planaltina. 1997. p.67-123.

MOREIRA, F.M.S.; J.O. SIQUEIRA. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

REIS JUNIOR, F. B. dos; MACHADO, C. T. de T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 1139-1146, 2008.

REIS JÚNIOR, F. B.; DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; REIS, V. M.; MACHADO, A. T. Seleção de genótipos de milho e arroz mais eficientes quanto ao ganho de N através de fixação biológica de N₂. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, nov. 1998. 23 p. (Documento, n. 73).

REIS, V. M.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in gramineae and palm trees. Critical Review in Plant Sciences, Amsterdam, v. 19, n. 3, p. 227-247, 2000.

SIQUEIRA, J. O. et al. Ocorrência de micorrizas vesiculararbusculares em agro e ecossistemas do Estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.24, n.12, p.1499-1506, 1989.