

Teor de clorofila e fitomassa aérea da soja cultivada em Latossolo sob adubação fosfatada e formononetina na região do Cerrado piauiense

Fabício Ribeiro Andrade¹; Júlio Cesar Azevedo Nóbrega²; Fatima Maria de Souza Moreira³; Rafaela Simão Abrahão Nóbrega²; Alan Mario Zuffo⁴; Alcinei Ribeiro Campos⁵

⁽¹⁾Aluno do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo - Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037 - CEP 37200-000 - Lavras MG, Brasil. E-mail: fabicioandradeagro@gmail.com; ⁽²⁾ Prof. Dr (a) Universidade Federal do Piauí (CPCE), Rod BR 135, Km 03, CEP: 64900 - 000 - Bom Jesus-PI, Brasil. E-mail: juliocnobrega@gmail.com, rafaela.nobrega@gmail.com; ⁽³⁾ Prof. Dr (a) Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência do Solo, Setor de Biologia, Microbiologia e Processos biológicos do Solo, Caixa Postal 3037 - CEP 37200-000 - Lavras MG, Brasil. E-mail: fmoreira@dcs.ufla.br; ⁽⁴⁾Aluno do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal do Tocantins, Caixa-postal: 66 - CEP 77402-011 - Gurupi, TO, Brasil. E-mail: alan_zuffo@hotmail.com; ⁽⁵⁾Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Piauí (CPCE), Rod. BR 135, Km 03, CEP: 64900-000, Bom Jesus-PI, Brasil. E-mail: jjalcinei@live.com.

RESUMO: O Cerrado piauiense vem se destacando no cenário agrícola brasileiro pela extensão territorial e os altos índices de produtividade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficácia do isoflavonóide formononetina como estimulante da micorrização no teor de clorofila e fitomassa aérea da cultura da soja, associado a diferentes doses de P₂O₅. O experimento foi realizado a campo na Fazenda Sabiá localizada no município de Currais, PI. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e 16 tratamentos, dispostos em esquema fatorial 4 x 4, sendo os fatores constituídos por quatro doses de fósforo (0; 26,7; 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e quatro doses do isoflavonóide formononetina (0; 0,5; 0,9 e 1,8 g kg⁻¹ de semente de soja). Aos 14 e 28 dias após a emergência, avaliou-se o stand de plantas de soja. Quando a cultura estava no estágio fenológico R1, procedeu à determinação da fitomassa seca da parte aérea, teor relativo de clorofila A, B e total. Todos os parâmetros avaliados não foram influenciados pela aplicação do isoflavonóide formononetina, assim como não se observou a interação entre este e as doses de P₂O₅. Para as doses de fósforo utilizadas observou-se efeito significativo para todos os parâmetros exceto para o stand de plantas.

Termos de indexação: interação fósforo-micorrizas, *Glycine max* (L.) Merrill, teor de clorofila.

INTRODUÇÃO

O Cerrado piauiense vem se destacando no cenário agrícola brasileiro pela extensão territorial e os altos índices de produtividade nos cultivos de soja, milho e arroz, principalmente em áreas de Latossolos (Pragana 2011). Por suas condições ambientais favoráveis (latitude, altitude, chuva, topografia, textura e estrutura do solo), este bioma, localizado na região sudoeste do estado do Piauí, tem ocupado posição de destaque no cenário nacional (Oliveira Junior et al., 2008).

No que diz respeito às características dos solos do Cerrado brasileiro, os mesmos apresentam condições desfavoráveis aos cultivos como a associação da alta acidez (pH baixo e elevada saturação por alumínio) com a baixa fertilidade natural dos solos, principalmente em relação à disponibilidade de fósforo (P) (Ernani et al., 2002), em virtude da alta capacidade de fixação do nutriente pelas argilas e pelos óxidos de ferro e alumínio (Novaes & Smyth, 1999).

Existem no solo diversos microrganismos que estão intimamente relacionados à qualidade do solo ou que são benéficos para o crescimento, desenvolvimento e produção de plantas. Dentre estes, destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Plantas bem micorrizadas se desenvolvem mais rapidamente, são mais bem nutridas e mais tolerantes ao déficit hídrico e estresses causados por fatores tóxicos e por doenças.

No Brasil, assim como em outros países, tem sido demonstrado que a contribuição das micorrizas para absorção de macronutrientes como o P pode chegar até 80%, para micronutrientes a 60% e de 10 a 25% para os demais macronutrientes (Siqueira et al., 2010). Como consequência, a inoculação destes fungos em soja, por exemplo, pode reduzir entre 30 e 50%. No entanto, o desenvolvimento tecnológico para uso comercial desses simbiontes tem sido bastante limitado, por serem eles biotróficos obrigatórios (Novais & Siqueira, 2009). Contudo, a aplicação de produtos capazes de estimular e acelerar o estabelecimento de FMAs nativos apresenta grande potencial de aplicação na agricultura extensiva.

Nesse sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficácia do isoflavonóide formononetina como estimulante da micorrização na cultura da soja, associado a diferentes doses de P₂O₅ em Latossolo Amarelo distrófico no Cerrado piauiense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado a campo na Fazenda Sabiá (Serra das Laranjeiras) localizada no município de Currais, PI, cujas coordenadas geográficas são 08° 36' 32" de latitude sul e 44° 38' 54" de longitude oeste, com altitude média de 564 m, na safra agrícola 2011/2012, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrófico – LAd (Pragana, 2011), textura franco argilo arenosa (argila: 188; silte: 50 e Areia: 762 g kg⁻¹). Realizou-se a caracterização química do solo amostrado antes a instalação do experimento, na camada de 0 - 0,20 m de profundidade: pH (em água)= 5,3; H+Al (cmol_c dm⁻³)= 3,8; Ca (cmol_c dm⁻³)= 1,2; Mg (cmol_c dm⁻³)= 0,40; P (mg dm⁻³)= 6,9; K (mg dm⁻³)= 23; MO (g kg⁻¹)= 21,3; CTC (cmol_c dm⁻³)= 5,5 e V%= 30,3. Dessa forma o teor inicial de P foi classificado como baixo segundo CFSEMG (1999).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e 16 tratamentos, dispostos em esquema fatorial 4 x 4 sendo os fatores constituídos por quatro doses de fósforo (0; 26,7; 40 e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e quatro doses do isoflavonóide formononetina (0; 0,5; 0,9 e 1,8 g kg⁻¹ de sementes) formulada na forma do produto comercial Myconate[®] pela empresa Plant Health Care (PHC), INC-Pittsburg, EUA, que corresponde a aplicação de 0, 25, 50 e 100% da dose recomendada que é de 77,28 g ha⁻¹. A fonte de adubo fosfatado usado foi o super simples (18 % de P₂O₅). Cada parcela foi constituída por 6 m de comprimento e 3 m de largura, com linhas de plantio espaçadas de 0,50 m, sendo a área de cada parcela de 18 m² (6 x 3 m). Como área útil foi considerada as três fileiras centrais, excluindo 1 m de cada extremidade.

A cultivar de soja utilizada no experimento foi a M-soy 8766 RR[®], considerada de ciclo tardio, crescimento determinado, recomendada para área de abertura de Cerrado, e solos com fertilidade de baixa a média. As sementes foram tratadas com inseticida + fungicida (Standak Top[®]) e na ocasião do plantio as mesmas foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, estirpes SEMIA 5079 e 5080 e posteriormente receberam as doses de isoflavonóide. Antes da semeadura da soja, foi aplicado o herbicida glifosato na dose de 1.080 g ha⁻¹ i.a. para eliminação de plantas de cobertura e invasoras. O controle de plantas daninhas em pós-emergência foi realizado com a soja no estágio de três folhas (V3), utilizando-se o herbicida glifosato na dose de 1.080 g ha⁻¹ i.a.

A adubação potássica consistiu em 130 kg ha⁻¹ de

K₂O, sendo que 80 kg foram aplicados na linha de plantio e o restante realizado em cobertura quando a cultura estava entre os estádios fenológico V4 e V5. Durante todo o ciclo da cultura o controle de pragas foi realizado obedecendo aos níveis de controle e para o controle de doenças foi realizada aplicação de produtos preventivos à incidência, com os produtos recomendados para a cultura.

Aos 14 e aos 28 dias após a emergência (DAE), avaliou-se o stand de plantas de soja na área útil da parcela. Quando a cultura estava no estágio fenológico R1, procedeu à mensuração da fitomassa seca da parte aérea (FSPA), teor relativo de clorofila A (TRCa), teor relativo de clorofila B (TRCb) teor relativo de clorofila total (TRCt) utilizando cinco plantas por parcela para amostragem. O teor relativo de clorofila foi determinado, utilizando um aparelho portátil Clorofilog CFL 1030 Falker, sendo utilizado para amostragem o terceiro trifólio totalmente desenvolvido considerando do ápice para base (folha diagnóstico), amostrando-se três trifólios por parcela.

Após a análise de variância e, no caso de haver significância (p< 0,05), os fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão polinomial utilizando o programa computacional SigmaPlot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do isoflavonóide formononetina não apresentou efeito significativo (p<0,05) sob as variáveis analisadas, bem como a interação entre este e as doses de fósforo (**Tabela 1**). A utilização de doses de P₂O₅ influenciou significativamente (p<0,05) pelo teste F, todos os parâmetros avaliados, exceto o stand de plantas aos 14 e 28 DAE (**Tabela 1**). Ausência do efeito da formononetina e doses de P sobre o stand de plantas de soja corroboram com resultados obtidos por Ferreira (2012).

O incremento nas doses de P₂O₅ promoveu aumento linear no teor relativo de clorofila A (**Figura 1A**), teor relativo de clorofila B (**Figura 1B**), teor relativo de clorofila total (**Figura 1C**). Martins & Pitelli (2000) verificaram em seu estudo decréscimo nos teores relativos de clorofila A e B em plantas de soja quando estas foram submetidas a doses crescentes de P, enquanto Oliveira et al. (2012), ao trabalhar com diferentes cultivares de feijão submetidas as doses de 20 e 120 kg ha⁻¹ de P no plantio, verificaram para o teor relativo de clorofila total efeito positivo da adubação fosfatada. Segundo Epstein & Bloom (2004) o P pode contribuir de forma indireta para os teores relativos de clorofila nas folhas, pois atua no processo de fotossíntese, em



função do nutriente exercer papel crucial na constituição do NADPH e ATP.

As doses de P_2O_5 influenciaram significativamente a fitomassa seca da parte aérea (Figura 1D) da soja, tendo a equação de regressão ajustada ao modelo quadrático da curva, com máximo de fitomassa em torno de 15,23 g por planta, atingida com a dose de 74 kg ha⁻¹ de P_2O_5 . A dose de P_2O_5 , visando atingir a produção máxima de fitomassa depende do tipo de solo e espécie vegetal. Mabapa et al. (2010) verificaram resposta para a fitomassa de planta, com a utilização de 30 kg ha⁻¹ e Corrêa et al. (2004) até a dose de 100 kg ha⁻¹ de P_2O_5 .

O P desempenha papel importante na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, atuando assim, na divisão e crescimento celular, dentre outros processos do desenvolvimento vegetal (Epstein & Bloom, 2004). Dessa forma a deficiência de P ocasiona uma redução na parte aérea foliar através da limitação do número e da expansão das folhas, da ramificação da parte aérea, da redução da taxa de assimilação de carbono e da senescência prematura das folhas (Marschner, 2002), fato que explica a baixa produção de fitomassa das plantas cultivadas na ausência de P_2O_5 .

CONCLUSÕES

A aplicação de formononetina não influenciou os teores relativos de clorofila (A, B e Total) e de fitomassa seca das plantas de soja, comportamento inverso ao observado para as doses de fósforo, que proporcionaram aumento de todas as variáveis avaliadas.

AGRADECIMENTOS

A Fazenda Sabiá pelo apoio logístico; ao CNPq pelo apoio financeiro (EDITAL MCT/CNPQ/CT-AGRO Nº 69/2009) e bolsa de produtividade; a CAPES pelas bolsas de mestrado e; ao PROCAD – NF 2009 pelo intercâmbio entre a UFPI e UFLA.

REFERÊNCIAS

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (Viçosa, Minas Gerais). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa, 1999. 322p.

CORRÊA, J. C.; MAUAD, M. & ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39:12, 1231-1237, 2004.

ERNANI, P. R.; BAYER, C. & MAESTRI, L. Corn yield as affected by liming and tillage system on an acid Brazilian Oxisol. Agronomy Journal 94: 305-309, 2002.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Ed. Plantas, 2004. 403 p.

FERREIRA, D. A. Avaliação da eficácia de estimulante de micorrização em soja e milho em diferentes doses de fósforo no solo. 2012. 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO.

MABAPA, P. M.; OGOLA, J. B. O.; ODHIAMBO, J. J. O.; WHITBREAD, A. & HARGREAVES, J. Effect of phosphorus fertilizer rates on growth and yield of three soybean (*Glycine max*) cultivars in Limpopo Province. African Journal of Agricultural Research 5:2653-2660, 2010.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 2002. 889p.

MARTINS, D. & PITELLI, R. A. Efeito da adubação fosfatada e da calagem nas relações de interferência entre plantas de soja e capim marmelada. Planta Daninha 18:331-347, 2000.

NOVAES, R. F. & SMYTH, T. J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. 1 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1999, 319p.

NOVAIS, C. B. & SIQUEIRA, J. O. Aplicação de formononetina na colonização e esporulação de fungos micorrízicos em braquiária. Pesquisa Agropecuária Brasileira 44:496-502, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; PROCHNOW, L. I. & KLEPKER, D. Eficiência agrônômica de fosfato natural reativo na cultura da soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira 43:623-631, 2008.

OLIVEIRA, T. C.; SILVA, J.; SALGADO, F. H. M.; SOUSA, S. A. & FIDELIS, R. R. Eficiência e resposta à aplicação de fósforo em feijão comum em solos de cerrado. Revista Verde 7:16-24, 2012.

PRAGANA, R. B. Reconhecimento de solos da serra do quilombo no município de Bom Jesus-Piauí e diagnóstico da qualidade destes solos cultivados sob o sistema plantio direto. 2011. 158f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. B. N & TSAI, S. M. Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil. Lavras: UFLA, 2010.716p.

Tabela 1 - Análise de variância das características agrônômicas e fisiológicas da soja em função das doses de formonometina e fósforo em Latossolo Amarelo distrófico com baixo teor de fósforo na região do Cerrado piauiense.

FV	S 14 DAS	S 28 DAS	FSPA
Formononetina (F)	1,11 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,24 ^{ns}
Fósforo (P)	0,12 ^{ns}	0,10 ^{ns}	15,06 ^{**}
F x P	0,23 ^{ns}	0,29 ^{ns}	1,43 ^{ns}
CV (%)	29,77	26,79	15,98
FV	TRCa	TRCb	TRCt
Formononetina (F)	1,21 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,26 ^{ns}
Fósforo (P)	8,11 ^{**}	12,24 ^{**}	18,30 ^{**}
F x P	0,70 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,81 ^{ns}
CV (%)	5,08	8,25	3,36

FV: fontes de variação; S 14 DAS: stand aos 14 dias após a semeadura; S 28 DAS: stand aos 28 dias após a semeadura; TRCa: teor relativo de clorofila A; TRCb: teor relativo de clorofila B; TRCt: teor relativo de clorofila total; FSPA: fitomassa seca da parte aérea.

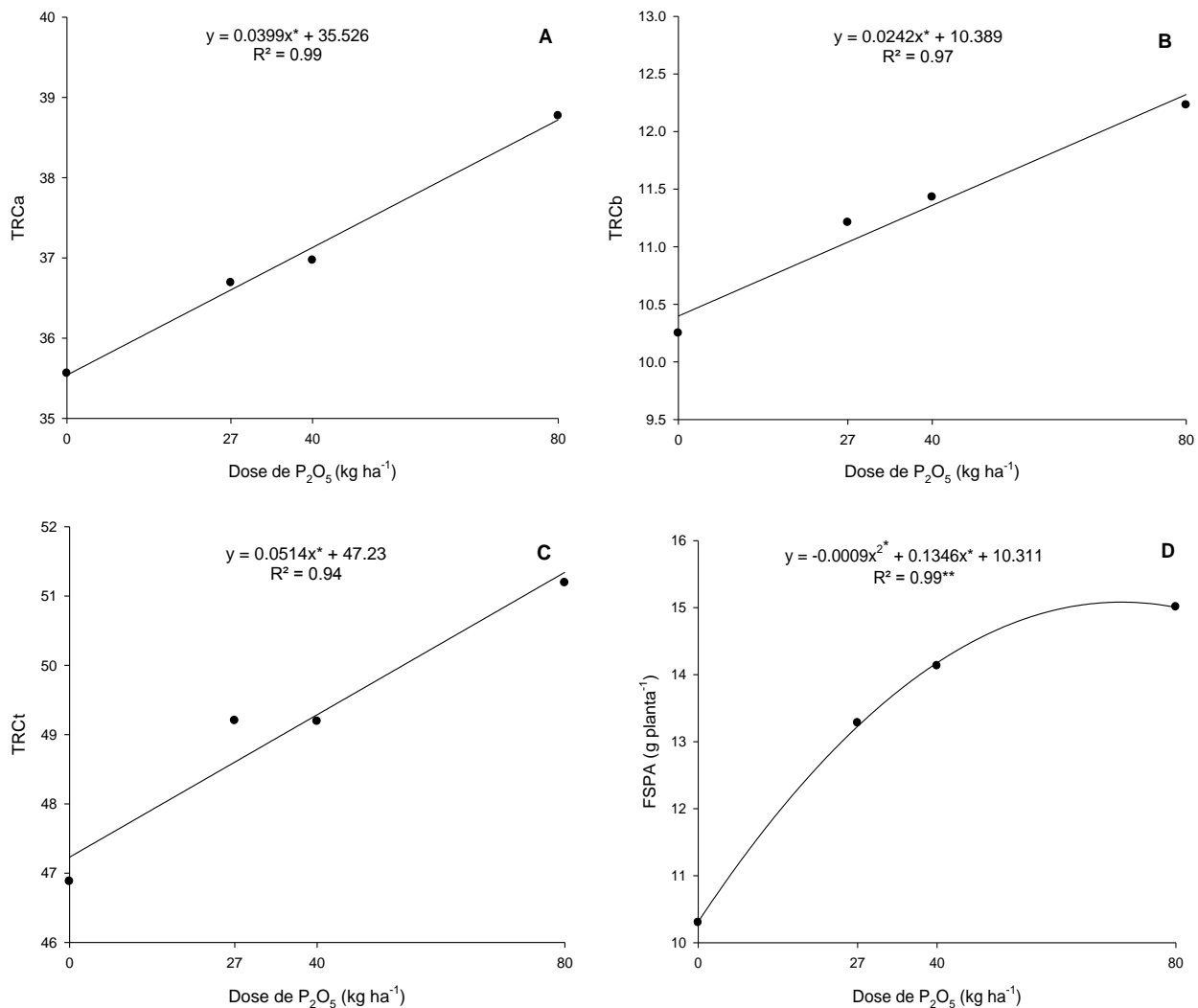


Figura 1 - Teor relativo de clorofila A (A), teor relativo de clorofila B (B); teor relativo de clorofila total (C) e fitomassa seca da parte aérea de plantas (D) de soja em função de doses de formonometina e fósforo em Latossolo Amarelo distrófico no Cerrado piauiense. ns: não significativo; ** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “t” de Student, respectivamente.