



Nível crítico de fósforo no solo para a soja em área no perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi, CE

Clarice da Silva Barros⁽¹⁾, José Alex do Nascimento_Silva⁽²⁾, Leonardo Tals Lima de Araújo⁽²⁾, Natanael Santiago Pereira⁽³⁾, Ana Maria Oliveira Ferreira⁽¹⁾, Arilene Franklin Chaves⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Tecg. Irrigação. Laboratório de solos, água e tecidos vegetais do IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte;

⁽²⁾ Estudantes de graduação em agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, e-mails: alex-0193@hotmail.com, leotals@gmail.com, anna_marya14@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de doutorado do programa de pós-graduação em Manejo de Solo e Água da Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró, RN. email: natanael@ifce.edu.br; ⁽⁴⁾ Estudante de doutorado do programa de pós-graduação em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, email: arileneffc@yahoo.com.br.

RESUMO: O objetivo com este trabalho foi determinar o nível crítico de P para a cultura da soja irrigada em um Cambissolo Eutrófico no perímetro irrigado Jaguaribe Apodi, Ceará. O experimento foi conduzido em condições de campo na Unidade de Ensino e Pesquisa (UEPE) do IFCE, em Limoeiro do Norte, CE. Sendo o sistema de irrigação utilizado a aspersão, por meio de pivot central. Foi utilizado o delineamento em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos testados foram cinco doses de P₂O₅ (0, 50, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) na forma de superfosfato simples [Ca (H₂PO₄)₂ CaSO₄]. As doses de adubação fosfatada influenciaram significativamente os teores de P no solo. A recuperação de P pelo Mehlich-1 nas condições estudadas é de 10,4% da quantidade aplicada. O nível crítico estimado é de 23 mg dm⁻³ de P no solo.

Termos de indexação: Glycine max, Fosfato, Mehlich

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um dos nutrientes mais exigidos pela cultura da soja e ao mesmo tempo, apresenta-se como um fator limitante para o desenvolvimento das culturas em solos tropicais, essa carência ocorre em virtude do material de origem dos solos predominantes no Brasil, devido a baixa mobilidade do P no solo e à forte interação do P com outros nutrientes no solo (Corrêa et al, 2004), como ocorre com o Cálcio (Ca), que está presente em abundância nos solos da Chapada do Apodi. Esses fatores justificam o fato do setor agrícola brasileiro ser um dos grandes consumidores de adubo fosfatado no mundo.

O P é um elemento de extrema importância para que as plantas completem seu ciclo, e compõe a estrutura de várias macromoléculas, dentre as quais estão os: ácidos nucleicos, a

membrana fosfolipídica das células, as moléculas de ATP (Adenosina trifosfato), enzimas, cofatores, sendo fundamental para a ocorrência de várias reações bioquímicas essenciais para a manutenção da vida dos vegetais (Taiz & Zeiger, 2004).

O P tem uma dinâmica bastante complexa no solo por sofrer influência do teor de água e compactação do solo, além de efeitos de precipitação com cátions no solo, como o Ca. Em razão disso, diferentes métodos de extração de formas biodisponíveis de P foram desenvolvidos. Um destes é o método Mehlich-1, também chamado de solução duplo-ácida, que é uma solução constituída de uma mistura de HCl 0,05 M e H₂SO₄ 0,0125 M, que extrai o P por dissolução seletiva das frações mais lábeis através da redução do pH (Tedesco et al., 1995). Por meio da solubilização pelos íons H⁺, este extrator promove principalmente a dissolução de fosfatos de cálcio, porém pouco P ligado ao Fe e ao Al. O sulfato, por troca iônica, desloca o P adsorvido com fraca energia nos óxidos hidratados de ferro e alumínio, além de diminuir a readsorção do fósforo removido pelos íons H⁺ (Bortolon et al, 2009a).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo determinar o nível crítico de P para a cultura da soja no perímetro irrigado Jaguaribe Apodi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na Unidade de Ensino e Pesquisa (UEPE) do IFCE, em área do perímetro irrigado Jaguaribe Apodi, em Limoeiro do Norte, CE. O solo é do tipo Cambissolo Eutrófico latossólico (Embrapa, 2006). O clima é semi-árido, com temperatura superior a 18 °C no mês mais frio, classificado como BSw.h. segundo Köppen, caracterizada por uma estação chuvosa, nos meses de janeiro a maio, sendo janeiro e abril os mais chuvosos, e outra, seca, de



julho a dezembro.

Foi realizada uma análise química e física inicial, conforme métodos descritos por Silva (2009), a partir de amostra composta das camadas de 0 a 20 cm, respectivamente: pH em H₂O (1:2,5) = 7,2; Matéria orgânica (M.O.) = 25,16 g kg⁻¹; P (Mehlich) = 3 mg kg⁻¹; Na⁺ = 0,87 mmolc dm⁻³; K⁺ = 5,12; Ca²⁺ = 65,5 mmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 19,2 mmolc dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 mmolc dm⁻³; Condutividade elétrica (C.E.) = 0,80 dS m⁻¹; 550 g kg⁻¹ de areia; 202 g kg⁻¹ de silte e 248 g kg⁻¹ de argila.

Os teores de Cu, Fe, Mn e Zn, extraídos com a solução de DTPA pH 7,3 na camada de 0 a 20 cm foram: Cu = 1,80; Fe = 12; Mn = 33,8; Zn = 0,5; enquanto que o teor de B, extraído com ácido clorídrico 0,05 M, foi de 1,72 mg dm⁻³.

Foi utilizado o delineamento em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos testados foram cinco doses de P₂O₅ (0; 50, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹) na forma de superfosfato simples [Ca (H₂PO₄)₂ CaSO₄]. Cada parcela foi composta por oito linhas de plantio com cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m, totalizando 20 m², sendo considerada como área útil apenas as quatro fileiras centrais e desprezando-se 1,0 m em cada uma das extremidades.

O preparo da área consistiu em limpeza seguida de aração e gradagem foi realizada a semeadura e, simultaneamente, os tratamentos de adubação, que foram aplicados a 5 cm da linha de plantio e incorporados superficialmente com enxada.

As sementes da cultivar M-SOY 9144 RR foram previamente umedecidas com água açucarada a 25% e misturadas ao inoculante turfoso, na proporção de 5 g para 1 kg de sementes. O plantio da soja foi realizado manualmente no espaçamento entre linhas de 0,5 m, sendo utilizadas 30 (trinta) sementes por metro linear. Após o estabelecimento das plantas, foi efetuado o desbaste permanecendo quinze plantas por metro (300.000 plantas ha⁻¹). Aos 27 dias após a semeadura (DAS) foi realizada adubação nitrogenada de cobertura, na dose de 100 kg ha⁻¹, na forma de sulfato de amônio com 20,9% N, 21,9% S e 0,03% B (ulexita).

O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão, por meio de pivô central, sendo o manejo da irrigação realizado de acordo com os dados da evaporação do tanque "Classe A" e com o Kc da cultura em cada fase de desenvolvimento.

A colheita foi realizada manualmente no dia 19/12/2012, aos 112 dias após a semeadura (DAS), na área útil de cada parcela, as plantas cortadas rentes ao solo e levadas ao laboratório para separação dos grãos do restante da parte aérea, posteriormente, submetida à secagem em

estufa a 65° C, durante 72h. Para avaliação da produção da cultura, foram consideradas a produção de grãos, com umidade corrigida para 12%.

Ao final do ensaio, foi realizada uma coleta da camada superficial do solo (0-20 cm de profundidade), de modo a obter-se uma amostra composta, a qual foi obtida a partir de 4 amostras simples retiradas da parcela útil, ao longo do sulco de plantio. Nessas amostras foram determinados os teores de P recuperado pelo extrator Mehlich-1 (HCl 0,05 M + H₂SO₄ 0,0125 M), numa relação solo: extrator 1: 10 (5 cm³ de solo para 50 mL de solução extratora). A dosagem de P do extrato foi realizada conforme Silva (2009).

Para avaliação da resposta das características estudadas às doses de adubação foi utilizado o modelo de Lineweaver-Burk, desenvolvido de acordo com Lana et al. (2005): 1/Y = a + b*(1/X), onde Y é a característica avaliada; a, o intercepto; b, o coeficiente de regressão linear; e X, a dose de P₂O₅ aplicada, correspondente ao tratamento.

Para o modelo acima descrito, o máximo valor da característica avaliada (kmax) é numericamente igual a 1/a; e a quantidade de P₂O₅ para atingir 50% de Kmax (Ks) é obtida pela divisão do coeficiente da regressão linear pelo intercepto (b/a) (Lana, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que as doses de adubação fosfatada influenciaram significativamente os teores de P no solo (Figura 1).

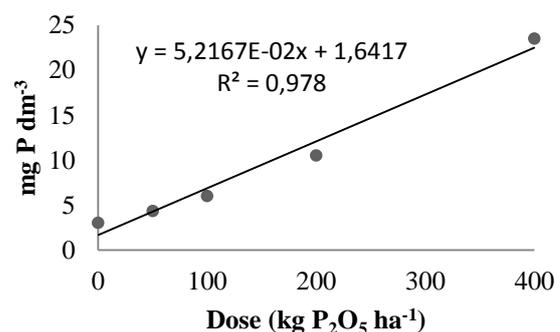


Figura 1 – Teor de P no solo em função da dose de fosfato aplicada.

O aumento dos teores de P no solo em função da adição de fertilizantes foi também observado por Corrêa et al. (2004) e por Freire et al. (2012).

Ao avaliar o efeito de doses de fosfato e resíduos de plantas sobre a dinâmica do P no solo, Corrêa et al (2004) argumentaram que o aumento do teor de P pode ser explicado em parte pela



diminuição da adsorção desse elemento à medida que sua concentração no solo é aumentada.

Observa-se que para cada kg de P_2O_5 adicionado, houve um acréscimo linear de aproximadamente $0,052 \text{ mg P dm}^{-3}$ no solo (Figura 1). Considerando o volume da camada de 0-20 cm, há uma recuperação pelo extrator em torno de 10,4 % da quantidade de P aplicada.

A baixa taxa de recuperação de P pelo extrator Mehlich-1 pode ser explicada pela readsorção do P durante o tempo de decantação (16 h), o que reduz a capacidade de extração, principalmente para solos com textura mais argilosa (Freire et al, 2012; Bortolon et al, 2009b).

Outro fator que deve ser levado em consideração para justificar o baixo rendimento do extrator na recuperação do P é a concentração da adubação fosfatada no sulco de plantio associada à baixa mobilidade do P no solo (Corrêa et al, 2004). Acqua et al. (2013) afirmam que devido a essa baixa mobilidade, o P é também um dos elementos de maior variabilidade no solo, cuja magnitude depende do efeito residual de corretivos e do tipo, frequência e quantidade dos fertilizantes aplicados. Apesar disso, houve um bom ajuste entre as doses e teores recuperados pelo extrator (Figura 1).

Observou-se que mesmo na maior dose aplicada a produtividade foi pouco maior que 80 %, considerando o modelo de Lineweaver-Burk, para obtenção da máxima produtividade possível (Figura 2). Esse resultado pode ser explicado pela quantidade elevada de Ca no solo, o que pode ter levado a uma possível precipitação do P na forma de fosfato de cálcio, limitando, assim, a absorção do P pela planta (Freire et al, 2012).

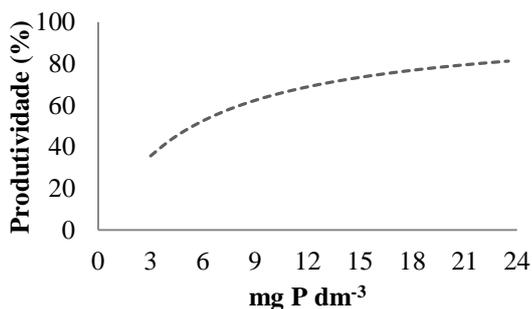


Figura 2 – Porcentual da produtividade máxima estimada pelo modelo de Lineweaver-Burk em função dos teores de P no solo.

Além disso, a composição química do adubo fosfatado utilizado ($Ca (H_2PO_4)_2 \cdot CaSO_4$), com aproximadamente 20% CaO (14,3% Ca) provavelmente prejudicou a dissolução do adubo, devido a reação alcalina do solo.

O teor de P necessário para alcançar 50 % da produtividade máxima (Figura 1) é de $5,42 \text{ mg dm}^{-3}$, para o qual a dose estimada é de

aproximadamente 72 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Considerando o nível de adubação que proporcionou o máximo rendimento ($400 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$), o nível crítico estimado é de 23 mg dm^{-3} de P (Mehlich-1), para o solo estudado.

CONCLUSÕES

As doses de adubação fosfatada influenciaram significativamente os teores de P no solo.

A recuperação de P pelo Mehlich-1 nas condições estudadas é de 10,4% da quantidade aplicada.

O nível crítico estimado é de 23 mg dm^{-3} de P no solo.

REFERÊNCIAS

ACQUA, N.H.D.; SILVA, G.P.; BENITES, V.M.; ASSIS, R.L. & SIMON, G.A. Métodos de amostragem de solos em áreas sob plantio direto no Sudoeste Goiano. R. Bras. Eng. Agríc. Amb. 17. 2013, p. 117-122.

BORTOLON, L.; GIANELLO, C.; SCHLINDWEIN, J. A. Avaliação da disponibilidade de fósforo no solo para o milho pelos métodos mehlich-1 e mehlich-3. Scientia Agraria, [S.l.], p. 305-312, jul. 2009a.

BORTOLON, L.; SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Métodos de extração de fósforo e potássio no solo sob sistema plantio direto. Ciênc. rural, v. 39, n. 8, 2009b, p. 2400-2407.

CORRÊA, J. C. MAUAD, M. ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.12, 2004, p.1231-1237.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

FREIRE, Maria BG dos S.; FREIRE, Fernando J. Nível crítico de fósforo por diferentes extratores químicos em Neossolo Flúvico alcalino cultivado com milho. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v. 7, n. 4, 2012, p. 590-596.

LANA, R.P.; GOES, R.H.T.B.; MOREIRA, L.M. et al. Application of Lineweaver-Burk data transformation to explain animal and plant performance as a function of nutrient supply. Livestock Production Science, v.98, p.219-224, 2005.



LANA, R.P. Respostas biológicas aos nutrientes. Viçosa: Editora CPD, 2007. 177p.

MOREIRA, Fátima Lorena Magalhães et al. Adsorção de fósforo em solos do Estado do Ceará. Revista Ciência Agronômica, v. 37, n. 1, 2008, p. 7-12.

SCHERER, E. E. Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo húmico de Santa Catarina. Bras. Ci. Solo, v. 22, 1998, p. 57-62.

SILVA, F. C. da. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 627p.

TAIZ, L., ZEIGER, E. Nutrição Mineral. In: TAIZ, L., ZEIGER, E. (eds.) Trad. Santarém, R.E. et al. Fisiologia Vegetal. 3a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 95- 113.

TEDESCO, M.J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).