

DINÂMICA DE NUTRIENTES NO SISTEMA SOLO-PLANTA SOB CULTIVO DE SOJA (*Glycine max* L.) NA PRESENÇA DE POLÍMEROS ORGÂNICOS

MARÍLIA L. CARNEIRO¹, LUIZ HENRIQUE MARCANDALLI², BRUNA M. DE QUEIROZ³, SONIA M. DE S. PIEDADE⁴, JARBAS H. DE MIRANDA⁵

¹ Estudante de Graduação, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, USP, Piracicaba – SP, marilialcarneiro@usp.br.

² Engenheiro Agrônomo, Coordenador de Projetos, UPL Brasil, Piracicaba – SP, luizmarcandalli@gmail.com.

³ Estudante de Graduação, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, USP, Piracicaba – SP, bruna.mq97@gmail.com.

⁴ Professora Associada, Universidade de São Paulo, Depto. de Ciências Exatas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP.

⁵ Professor Associado, Universidade de São Paulo, Depto. de Engenharia de Biosistemas, ESALQ/USP, Piracicaba – SP.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A soja é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, sendo a principal cultura do agronegócio brasileiro. Nesse sentido, a fim de explorar os potenciais produtivos dos cultivos, sem aumentar fronteiras agrícolas, houve uma crescente demanda por novas tecnologias para incremento de produtividade, como os polímeros absorventes. Assim, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a dinâmica de macro e micronutrientes, no sistema solo-planta (soja), na presença do polímero orgânico UPDT (*United Phosphorus Drought Technology*). Para tal, foram coletadas amostras de solo, solução de solo e de conteúdo foliar e realizadas análises químicas, permitindo determinar a concentração dos seguintes nutrientes: cobre e zinco. Dessa forma, mediante análises estatística, avaliou-se a influência do UPDT na dinâmica e/ou retenção dos nutrientes zinco e cobre no sistema Solo-Planta (soja), comprovando que a utilização do polímero superabsorvente favoreceu a retenção da solução de solo, tornando-a mais disponível às plantas ao longo do tempo, dessa forma, reduzindo a lixiviação dos nutrientes e aumentando a economia de aplicação de água.

PALAVRAS-CHAVE: dinâmica de nutrientes, soja, polímeros.

DYNAMICS OF NUTRIENT IN SYSTEM SOIL-PLANT UNDER SOYBEAN CULTIVATION (GLYCINE MAX L.) IN SOIL AMENDED WITH ORGANIC POLYMER

ABSTRACT: Soybean is a crop of great economic importance to Brazil, being the main crop of Brazilian agribusiness. Thus, demand for new technologies such as absorbent polymers are increasing because they lead to further exploit the productive potential of crops without increasing agricultural boundaries. Overall, this research aims to evaluate the dynamics of macro and micro-nutrients in the soil-plant system (soybean), in the presence of the organic polymer UPDT (*United Phosphorus Drought Technology*). For this purpose, soil, soil solution and leaf content samples will be collected and chemical analyzes will be performed, allowing to determine the concentration of the following nutrients: Copper and Zinc. Through statistical analysis, it will be sought to evaluate the influence of UPDT on the dynamics and / or retention of zinc and copper in the Soil-Plant system, was evaluated, proving that the use of absorbent polymers favored the retention of soil solution to the plant, reduced leaching of nutrients and increased efficiency in saving water application.

KEYWORDS: nutrient dynamics, soy, polymers.

INTRODUÇÃO: O uso indiscriminado da água pode acarretar à redução de sua oferta, mediante a sua poluição e degradação ambiental, provocada por atividades humanas. Dessa

forma, é necessário que ocorra uma racionalização de seu consumo, acrescida do estabelecimento de estratégias de reuso, tanto nas práticas agrícolas quanto nas atividades cotidianas residenciais, comerciais e industriais. Assim sendo, tecnologias que busquem pela sustentabilidade do setor agrário são crescentes a cada ano. Dentre essas inovações podem ser destacados os polímeros absorventes, os quais são macromoléculas, de material hidrofílico com capacidade de absorver grandes quantidades de água ou soluções aquosas, usualmente designados como hidro-absorventes (SANTOS et al., 2015). O UPDT (United Phosphorus Drought Technology) é um polímero vegetal, 100% orgânico com capacidade de reter até 500% de seu volume, com a água que infiltra no solo. Essa característica pode garantir a hidratação da cultura por mais tempo e reduzir a perda do potencial produtivo em época da estiagem. Sua expansão auxilia na manutenção dos nutrientes no solo e diminui a perda por lixiviação. Portanto, a pesquisa tem como objetivo não somente o aspecto de retenção hídrica pelo polímero, mas também avaliar a sua capacidade e influência na dinâmica dos micronutrientes (no caso, zinco e cobre) no sistema Solo-Planta (soja), mediante avaliações estatísticas.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido junto ao Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba, SP (22° 43’ 33” S, 47° 38’ 00” O, com 511 m de altitude). A primeira etapa do experimento ocorreu em ambiente protegido com o plantio da cultura da soja em vasos preenchidos com material de solo coletado no município de Piracicaba - SP, Latossolo Vermelho Amarelo, série “Sertãozinho”, classificado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA (2013). Os vasos foram distribuídos conforme o modelo estatístico adotado, delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial. O modelo estatístico deste delineamento é dado pela eq.1:

$$y_{ij} = \mu + b_j + T_i + e_{ij} \quad (1)$$

Em que:

Y_{ij} = observação referente ao tratamento i no bloco j ;

μ = média geral (ou constante comum a todas as observações);

B_j = efeito do j -ésimo bloco, com $j = 1, 2, \dots, j$;

T_i = efeito do i -ésimo tratamento, com $i = 1, 2, \dots, i$;

E_{ij} = erro experimental, tal que $e_{ij} \sim \text{NID}(0; \sigma^2)$.

Neste caso, optou-se pela formação de três fileiras e cada uma contendo todos os 9 tratamentos. A numeração adotada corresponde, respectivamente, a concentração de calcário (0 g m^{-3} , 1 g m^{-3} e 2 g m^{-3}), a concentração de polímero superabsorvente (0 g m^{-3} , 1 g m^{-3} e 2 g m^{-3}), incorporado a 7 cm de profundidade, e o número da repetição (R1, R2 e R3). O monitoramento da umidade do solo ocorreu com o uso de tensiômetro (mantido próximo à capacidade de campo) e as soluções do solo extraídas por extratores de solução nas profundidades de 20cm e 40 cm, para verificar a capacidade de retenção do polímero vegetal UPDT (*United Phosphorus Drought Technology*) tanto em água quanto em nutrientes. Foram coletadas três amostras de solo, nos vasos, e encaminhadas ao laboratório de física do solo para elaboração das curvas de retenção de água. No total, foram estabelecidos nove pontos para a curva, sendo que os valores de umidade gravimétrica para as tensões de 1, 2, 4, e 10 kPa foram obtidos na mesa de tensão, e os valores para as tensões de 30, 50, 100, 500 e 1500 kPa foram feitos nas câmaras de Richards (KLUTE, 1986). Com os valores de umidade volumétrica obtidos na curva de retenção, realizou-se o seu ajuste numérico pelo modelo de

van Genuchten (1980) pelo programa computacional RETC (*RETention Curve*), com intuito de descrever as propriedades hidráulicas dos solos não saturados. Após a coleta das amostras foram realizadas as análises laboratoriais: de solo, solução de solo e tecido vegetal. A determinação dos elementos ocorreu pelos seguintes métodos: boro em água quente; enxofre em fosfato de cálcio; molibdênio por colorimetria; cobre, ferro, manganês e zinco em extrator DTPA e cálcio, fósforo, magnésio e potássio em resina. A análise estatística, foi realizada com o auxílio da Profa. Sônia Maria de Stefano Piedade (Departamento de Ciências Exatas (LCE), ESALQ/USP). Os resultados coletados na experimentação foram avaliados mediante análise de variância (ANOVA) dentro do software SAS (*Statistical Analysis System*), buscando-se responder como se dará a interação dos diferentes tratamentos nos diferentes níveis (VIEIRA, 2006). Além disso, serão obtidos os coeficientes de correlação (R^2) entre os diferentes parâmetros e também será realizado o teste de hipótese de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Até o presente momento, foram avaliados os nutrientes: cobre e zinco, com as concentrações apenas no solo. Ambos os nutrientes foram fortemente retidos na fase sólida do solo, principalmente adsorvidos aos óxidos, e, portanto, a escolha de um solo com alto teor de argila, para a experimentação, resultou em uma maior concentração desses íons ao solo. O cobre foi o nutriente que apresentou uma menor alteração de concentração no solo, exceto pelos tratamentos sem calcário e o comportamento do nutriente nas profundidades de 20 cm e 40 cm foi semelhante (Figura 1a). Notou-se que o cobre nos tratamentos sem calcário e com as concentrações de 0 g m^{-3} e 1 g m^{-3} de polímero vegetal, obteve concentração superior aos demais tratamentos, resultado que pode indicar que a falta do calcário manteve o pH do solo inadequado, implicando diretamente na adsorção do cobre nas cargas do solo e, portanto, as suas concentrações no solo foram superiores. Porém, na concentração de 2 g m^{-3} de polímero vegetal e 0 g m^{-3} de calcário houve uma redução, podendo indicar efeito da utilização do polímero superabsorvente, mantendo o cobre mais disponível na solução do solo e não mais adsorvido no solo.

Por outro lado, o zinco foi o nutriente que apresentou um incremento de concentração no solo, na profundidade de 20 cm (Figura 1b), ocorreu um aumento ou estabilidade nas concentrações do nutriente à medida que as doses de UPDT aumentaram. O incremento crescente de 1 g m^{-3} de calcário nos tratamentos, implicou em uma redução da concentração do zinco.

Tais resultados corroboram com CAMARGO et al. (1982) em que observaram que os teores de zinco solúveis em DTPA de solos do Estado de São Paulo diminuíram com o aumento do pH quando se adicionou calcário. Na profundidade de 40 cm, os tratamentos com 1 g m^{-3} e 2 g m^{-3} de polímero vegetal mantiveram o mesmo comportamento da profundidade de 20 cm, mas em concentrações um pouco inferiores. Porém o tratamento com 0 g m^{-3} de polímero vegetal foi o com maior diferença de comportamento, de modo que o tratamento com 1 g m^{-3} de calcário foi o que obteve maior concentração, pois a correção do pH pelo calcário em superfície permitiu que o zinco estivesse mais disponível na camada mais subsuperficial.

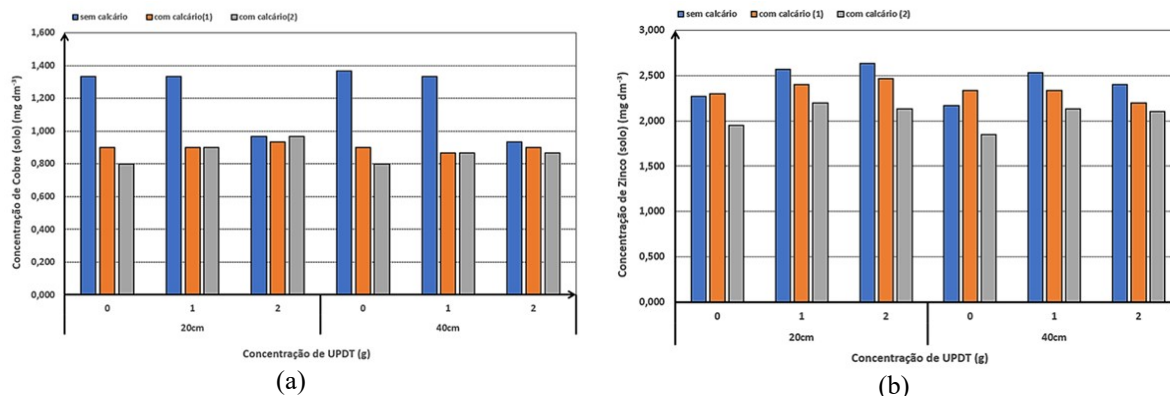


Figura 1. Concentração de Cobre (a) e Zinco (b) no solo (mg dm⁻³) sob diferentes concentrações do UPDT (0 g cm⁻³, 1,0 g cm⁻³ e 2,0 g cm⁻³) com e sem a aplicação de calcário.

CONCLUSÕES: Pode-se concluir que: mediante aos dados obtidos até o presente, a utilização do polímero superabsorvente favoreceu a retenção de solução de solo, fornecendo os nutrientes para as plantas. A capacidade de armazenamento do polímero evita a lixiviação imediata dos elementos essenciais, ou seja, os nutrientes permanecem retidos junto ao polímero e não foram “lixiviados” para águas subterrâneas (lençol freático), diminuindo então a possibilidade de contaminação. Notou-se que ocorreu variação nas concentrações de nutrientes conforme variou-se o tratamento adotado.

AGRADECIMENTOS: O primeiro autor e o orientador são gratos à FAPESP pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor (Processo FAPESP: 2019/23204-7) e à UPL pelo apoio financeiro e técnico à pesquisa.

REFERÊNCIAS:

CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S.; DECHEN, A.R. **Efeitos do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e ferro do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 6:83-8,1982.

EMBRAPA. SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. rev. ampl. Brasília: 2013. 353p.

KLUTE, A. **Water retention: laboratory methods.** In: KLUTE, A. (ed.). Methods of soil analysis. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, v.1, 1986, p.635-686.

SANTOS, R.V.; PONTES, K.V.; COSTA, G.M. **Polímeros superabsorventes: processo de produção, aplicações e mercado.** 2015.

VAN GENUCHTEN, M.Th. **A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils.** Soil Science Society of America Journal, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

VIEIRA, S. **Análise de Variância (ANOVA).** 1ª edição, São Paulo, 2006.