



Variabilidade espacial do pH e teores de Macronutrientes em diferentes profundidades, em áreas com e sem cultivo de milho

Marcelo Augusto Rocha Limão^{1*}, Adriana da Silva Santos², Guilherme Veloso da Silva³,
João Paulo de Oliveira Santos⁴, Paulo Henrique de Almeida Cartaxo⁵

¹Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Brasil. (*Autor correspondente: marceloliimao@gmail.com).

²Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

³Doutorando em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Brasil.

⁴Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

⁵Mestrando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

RESUMO

O conhecimento da variabilidade espacial dos atributos de solo e de cultura apresenta-se como ferramenta vantajosa para analisar a variabilidade de rendimento verificada e aperfeiçoar o manejo em áreas agrícolas por meio de um gerenciamento agrícola. Este trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade do pH e macronutrientes em profundidade, em solos com e sem cultivo de milho (*Zea mays* L.). A coleta das amostras de solo foi realizada em uma propriedade localizada no município de São Domingos, Paraíba, onde já havia sido cultivada seis vezes. Ambas as amostras foram coletadas aleatórias, em cada ambiente (com cultivo e sem cultivo) sendo retiradas amostras simples em cada subárea, na camada de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm de profundidade, formando amostras compostas de cada uma destas profundidades em quatro repetições. De cada amostra composta foram analisados o pH e os teores de Ca, Mg, P, NA, K e H+Al. Maiores teores de P e K foram verificados nos primeiros 10cm do solo com cultivo. Ambientes cultivados com milho apresentam variabilidade espacial em relação aos macronutrientes nas diferentes profundidades do solo. Não houve diferenças entre nenhuma das variáveis analisadas em solos sem cultivo. O pH não variou em relação a área com ou sem cultivo de milho, bem como nas diferentes profundidades do solo.

Palavras-Chaves: Nutrição mineral, Atributos do solo, *Zea mays*.

Spatial variability of pH and Macronutrient contents at different depths, in areas with and without corn cultivation

ABSTRACT

Knowledge of the spatial variability of soil and crop attributes is an advantageous tool to analyze the verified yield variability and improve management in agricultural areas through agricultural management. This study aims to evaluate the variability of pH and macronutrients in depth, in soils with and without corn (*Zea mays* L.). The collection of soil samples was carried out in a property located in the municipality of São Domingos, Paraíba, where it had already been cultivated six times. Both samples were collected randomly, in each environment (with and without cultivation) simple samples were taken in each subarea, in the layer 0 to 10 cm, 10 to 20 cm and 20 to 30 cm deep, forming samples composed of each of these depths in four repetitions. From each composite sample, the pH and Ca, Mg, P, NA, K and H + Al contents were analyzed. Higher levels of P and K were verified in the first 10 cm of the cultivated soil. Environments cultivated with corn show spatial variability in relation to macronutrients at different soil depths. There were no differences between any of the variables analyzed in soils without cultivation. The pH did not vary in relation to the area with or without corn cultivation, as well as in the different depths of the soil.

Keywords: Mineral nutrition, Soil attributes, *Zea mays*.

Limão, M.A.R., Santos, A.S., Silva, G.V., Santos, J.P.O., Cartaxo, P.H.A. (2019). Variabilidade espacial do pH e teores de Macronutrientes em diferentes profundidades, em áreas com e sem cultivo de milho. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.1, n.1, p.42-46.



1. Introdução

A produtividade das lavouras de milho vem ganhando cada dia mais espaço, seja pra produção de grãos ou até mesmo para forragem (Valderrama et al., 2011). Contudo, é imprescindível a adoção de novas tecnologias para a incorporação de nutrientes no solo para atender a demanda do mercado. De acordo com os dados do Agrianual (2014) um dos principais custos do cultivo do milho são os gastos com nutrição mineral, porém, é uma excelente e eficaz técnica para adquirir os tão desejados níveis de produtividade, o que possibilita o aumento do lucro do produtor.

A nutrição mineral de plantas diz respeito à absorção e emprego dos elementos químicos na maioria das culturas, onde desempenha função importantíssima no desenvolvimento e no crescimento das mesmas, bem como a resistência ao interesse intrínseco, fornecendo suprimentos para a ciência básica da agricultura (Epstein & Bloom, 2006).

Em regiões tropicais, a exemplo do Brasil, é de fundamental importância à aplicação de adubos, sejam eles químicos ou orgânicos, principalmente quando a exigência de nutrientes da cultura é bem maior que a quantidade de nutrientes contida no solo (Natale et al. 2012). Nas várias regiões do País, a cultura do milho proporciona algumas diferenças em relação ao uso de fertilizantes (Coelho & França 2009). Pode-se obter o aumento na produtividade do cultivo de milho em áreas irrigadas com fertirrigação sem aumentar a área cultivada (Christofidis 2002) desde que se faça o monitoramento necessário no solo e na planta e atrelado a isso, o posterior manejo dos mesmos.

A importância sobre o conhecimento da diferença dos atributos do solo e da cultura torna-se uma ferramenta extremamente eficaz no processo de análise da variabilidade e de rendimento, com o principal intuito de aprimorar o manejo em áreas agrícolas por meio de um gerenciamento estreitamente pontual que leve em consideração essas informações pontuais de solo e de culturas (Silva et al., 2003; Mendes; Fontes & Oliveira, 2008; Amado et al., 2009). Diante disso, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a variabilidade do pH e macronutrientes em diferentes profundidades, em solos com e sem cultivo de milho (*Zea mays* L.).

2. Material e Métodos

Para realização dessa pesquisa, o solo foi coletado em uma fazenda localizada no município de São Domingos, Paraíba. A sede municipal apresenta coordenadas geográficas de 37° 56' 31" longitude Oeste e 06° 48' 50" de latitude Sul. De acordo com a classificação de Köppen (1936), o clima local é classificado como semiárido (BSWH' quente e seco) com média anual de precipitação de 800 mm e temperatura de 28 °C, com chuvas de verão, o período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8 mm.

A área de estudo já havia sido cultivada seis vezes (2 vezes por ano) com a cultura do milho, sendo utilizados os seguintes tratamentos durante cada cultivo: como adubação foram feitas quatro aplicações de MAP (monoamônio fosfato) – 100 kg de P₂O₅, dez aplicações de Ureia – 250 kg (46% N), oito de sulfato de potássio – 200 kg (60% K₂O), uma de sulfato de zinco – 25 kg, uma de ácido bórico – 25 kg, quatro aplicações de sulfato de magnésio – 100 kg e quatro de nitrato de cálcio – 100 kg. Sendo feitas duas gradagens cruzadas com grade aradora. A irrigação utilizada foi a localizada por gotejamento, com fita gotejadora de 16 mm, sendo a distância entre gotejadores de 0,30 m e vazão do gotejador de 1,6 L/h. As lâminas aplicadas foram calculadas usando como base uma ETo de 8 mm diários e o tempo de irrigação durante o ciclo variou de 1,5 até 3 h diários.

A coleta das amostras de solo foi aleatória em cada ambiente (com cultivo e sem cultivo) sendo retiradas amostras simples em cada subárea (Quatro subdivisões dentro de cada área), na camada de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm de profundidade, formando amostras compostas em quatro repetições.

As referidas amostras foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados onde

posteriormente foram encaminhadas para o Laboratório de análises de solo do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar na Universidade Federal de Campina Grande (CCTA-UFCG), no município de Pombal – PB, para a realização das análises de pH e teores de macronutrientes (Ca, Mg, P, NA, K e H+Al), utilizando a metodologia proposta pela EMBRAPA (2009).

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições para cada macronutrientes, dos referidos sistemas de cultivo, empregou-se o arranjo fatorial 3x2, sendo o fator profundidade em três níveis (10, 20 e 30 cm) e fator sistema de cultivo dois níveis (área de cultivo de milho e área nativa). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de cada macronutrientes foram transformados para o arco de seno $\sqrt{x/100}$.

3. Resultados e Discussão

As médias de pH em água apresentaram-se estatisticamente iguais nas diferentes profundidades estudadas tanto na área com cultivo quanto na sem cultivo de milho, não diferindo entre si. Porém, foi possível observar que as médias do pH das amostras coletadas em solos sem cultivo são ligeiramente mais ácidas quando comparadas às médias encontradas nas amostras de área cultivada (Tabela 1). Tal observação pode ser um reflexo das adubações com Ca^{+2} e Mg^{+2} realizadas periodicamente na área, onde os mesmos contribuem para a manutenção do pH próximo à neutralidade, por se tratarem de íons básicos.

Os teores de Cálcio (Ca^{+2}) das diferentes profundidades do solo cultivado foram diferentes estatisticamente, onde foi encontrado o maior acúmulo na profundidade de 20 – 30, assemelhando-se à amostra de 10 – 20 cm, ambas apresentando 17,7 e 15,72 mg/dm^3 de solo respectivamente, onde está estreitamente relacionado com o pH do solo, que, comumente pode acumular resíduos orgânicos ou minerais em camadas mais profundas e apresentar os melhores teores. Burin (2002) observou em seus trabalhos que o pH das camadas do solo influencia diretamente nos teores dos nutrientes como o Cálcio e o Magnésio.

Pode-se afirmar que houve variabilidade nas áreas cultivadas devido a incorporação constante de adubação para suprir as necessidades da cultura, visto que necessita de nutrientes para o seu pleno crescimento e acúmulo de reservas para o seu desenvolvimento, florescimento e enchimento de grãos (Loss et al., 2009). Outrora, na área sem cultivo, pode-se observar que não ocorre variabilidade por não haver consumo constante de nutrientes.

Tabela 1 - Médias de pH e teores de macronutrientes de amostras de solos coletados em área com e sem cultivo de milho irrigado em diferentes profundidades.

Profundidade	pH	Ca^{+2}	Mg^{+2}	P	Na	K	H + Al
mg/dm^3							
Com Cultivo							
0 – 10	6,82 a	12,4 b	7,97 a	10,89 a	0,52 a	9,96 a	4,98 a
10 – 20	6,70 a	15,72 ab	7,45 a	7,90 b	0,24 a	1,64 b	4,80 a
20 – 30	6,93 a	17,7 a	5,82 a	7,45 b	0,20 a	2,83 b	4,67 a
Sem Cultivo							
0 – 10	6,54 a	11,52 a	9,75 a	8,99 a	0,12 a	1,30 a	5,22 a
10 – 20	6,67 a	15,3 a	7,67 a	7,84 a	0,24 a	0,47 a	5,15 a
20 – 30	6,62 a	15,0 a	7,35 a	6,77 a	0,15 a	0,25 a	5,00 a
CV (%)	2,15	20,53	27,71	15,27	17,43	18,27	6,60

Valores correspondentes às médias originais de quatro repetições. Análise realizada com dados transformados em $y = \text{arc sen } \sqrt{p/100}$. Médias seguidas pela mesma letra (maiúscula na coluna e minúscula na linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de Fósforo (P) nas amostras de solos com cultivo demonstraram diferenças estatísticas, uma vez que o maior teor foi encontrado na profundidade de 0 – 10 cm, sendo esse superior estatisticamente as demais profundidades. Este fato pode estar relacionado à baixa mobilidade do referido nutriente no solo, permanecendo em teores mais acentuados no local onde foram realizadas as aplicações de monoamônio fosfato – MAP (Steiner et al., 2011). Já as amostras de solo sem cultivo não apresentaram diferenças estatísticas entre si, sendo que a maior média encontrada foi na amostra de 0 – 10 cm de profundidade, atingindo 8,99 mg/dm³.

Em relação aos teores de Potássio (K), as amostras coletadas em solo com cultivo demonstraram uma diferença significativa entre si, visto que na profundidade de 0 – 10 cm de profundidade obteve a maior média 9,96 mg/dm³, diferindo estatisticamente das demais. Sendo esse um reflexo das seguidas adubações potássicas realizadas na área. Já as amostras de solo sem cultivo não demonstraram diferenças estatísticas entre si, onde foi observado maior acúmulo na profundidade de 0 – 10 cm, atingindo 1,30 mg/dm³, essa diferença pode ser relacionada à adição de matéria orgânica ao solo naturalmente. Os teores mais elevados de Potássio (K) foram encontrados em camadas superiores de 0-10 cm de profundidade e decrescem continuamente na medida em que aumenta a profundidade das camadas, o que pode indicar que o K fica estreitamente acumulado nas camadas superficiais, apresentando pouca ou nenhuma mobilidade no solo para camadas mais profundas (Steiner et al., 2011).

Já os teores H + Al não apresentaram diferenças estatísticas nas diferentes profundidades, nas amostras de solo com e sem cultivo. No entanto, os valores de P observados nos solos cultivados são ligeiramente maiores em relação ao solo não cultivado, por conta principalmente das adubações com fontes de Ca⁺² e Mg⁺² que agem de forma a reduzir os teores de H + Al presentes no solo, tornando-o mais apto ao cultivo.

4. Conclusões

Ambientes cultivados com milho apresentam variabilidade espacial em relação aos macronutrientes nas diferentes profundidades do solo.

Áreas sem cultivo não apresentam variabilidade espacial do pH e teores de macronutrientes no solo.

Para esse estudo, os maiores teores de P e K são verificados nos primeiros 10cm do solo, principalmente em solos cultivados com milho.

O pH não variou em relação a área com ou sem cultivo de milho, bem como nas diferentes profundidades do solo.

5. Referências

Agrianual (2014). **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo, maio. Disponível em: <<http://www.agrianual.com.br>>. Acesso em: 14/02/ 2019.

Amado, T. J. C. *et al.* (2009). Atributos químicos e físicos de LATOSSOLOS e sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33 (4), 831-843.

Burin, A. (2002). **Desenvolvimento do sorgo granífero (*Sorghum bicolor*) e do feijão (*Phaseolus vulgaris*) em resposta a diferente adubação (orgânica e mineral)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, PR, Brasil.

Christofidis, D. (2002). Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Revista ITEM (Irrigação &**

Tecnologia Moderna), 54 (2), 46-55.

Coelho, A. M., França, G. E. (2009). **Nutrição e adubação do milho** (1a ed.). Brasília. 10.

EMBRAPA – Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (2009). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**, Brasília, julho. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00083136.pdf>. Acesso em: 11/01/2019.

Epstein, E., Bloom, A. J. (2006). **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas** (2ª ed.) Londrina. 403.

Loss, A., Pereira, M.G., Teixeira, M.B., Lima, F.M., Oliveira, A.B., Cruz, R.B. (2009). Frações orgânicas do solo em áreas sob manejo agroecológico em Capivari, Duque de Caxias, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, 4 (3), 245-251.

Mendes, A. M. S., Fontes, R. L. F., Oliveira, M. (2008). Variabilidade espacial da textura de dois solos do Deserto Salino, no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Ciência Agrônômica**, 39 (1), 19-27.

Natale, W., Rozane, D. E., Parent, L. E., Parent, S.E. (2012). Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 34 (4), 1294- 1306.

Steiner, F., Costa, M. S. S. De., Costa, L. A. M. De., Pivetta, L. A., Castoldi, G. (2011). Atributos químicos do solo em diferentes sistemas de culturas e fontes de adubação. **Global Science and Technology**. 4 (1), 16–28.

Valderrama, M., Buzetti, S., Benett, C. G. S., Andreotti, M., Filho, M. C. M. T. (2011). Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 41 (2), 254-263.