

Efeito de diferentes tipos de manejo do solo no desenvolvimento radicular da cultura do Milho, sob adubação silicatada ⁽¹⁾.

Isaias dos Santos Reis ⁽²⁾; Mariléia Barros Furtado ⁽³⁾; Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira ⁽⁴⁾; Welder José dos Santos Silva ⁽⁵⁾; Jorge de Oliveira Santos ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos próprios;

⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, Campus IV Chapadinha, Maranhão – santos.isaias78@gmail.com; ⁽³⁾ Professora Adjunta III da Universidade Federal do Maranhão; Chapadinha, Maranhão – marileia.furtado@ufma.br; ⁽⁴⁾ Doutorando, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal – gustavo.genetica@posgrad.fcav.unesp.br; ⁽⁵⁾ Mestrando, da Universidade Federal do Piauí - silvawelder@bol.com.br;

⁽⁶⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, Campus IV Chapadinha, Maranhão – jorgeosantos.oliveira3@gmail.com

RESUMO: O bom crescimento radicular das culturas está relacionado diretamente com as condições do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tipos de manejo do solo no desenvolvimento radicular da cultura do milho, sob adubação silicatada. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), constituído por quatro tratamentos e cinco repetições, a seguir: T1 – solo revolvido com enxada rotativa; T2 – solo revolvido com arado de disco; T3 – solo revolvido com grade aradora; T4 – sem revolvimento do solo. Todos os tratamentos receberam 800 kg.ha⁻¹ de silicato de cálcio (agrosilício). Os dados foram coletados aos 10, 20 e 30 dias após a semeadura quando a planta estava nos estádios 0, 1 e 2 respectivamente. O manejo do solo promoveu alterações no comprimento de raízes desde o estágio inicial de desenvolvimento da planta, sendo que o arado de disco foi o que proporcionou melhor crescimento radicular em comparação aos demais tratamentos. O implemento enxada rotativa não se mostrou eficiente para o desenvolvimento radicular da cultura.

Termos de indexação: *Zea mays* L., preparo de solo, raiz.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal muito importante, pois constitui a base da alimentação humana e animal. Com isso, a produção de milho tende a se expandir fortemente para suprir a demanda gerada pelo consumo de fontes de energia renováveis. Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se encontra entre os países com maior nível de produtividade, o que está relacionado à baixa tecnologia utilizada no país (NERI, 2009).

Além disso, outro motivo da baixa produtividade da cultura nos solos brasileiros se relaciona também, à baixa fertilidade e à alta saturação por alumínio. Isso ocorre, principalmente, nas regiões

de cerrado, onde os solos são bastante intemperizados, de baixa CTC e, conseqüentemente ácidos, possibilitando assim, uma resistência ao crescimento radicular da cultura no perfil do solo (PRADO & KORNDORFER, 2003).

O bom crescimento radicular das culturas está relacionado diretamente com as condições do meio. Dessa forma a calagem é considerada como uma das práticas que mais contribui para o aumento da eficiência dos adubos e conseqüentemente melhor desenvolvimento radicular (CARVALHO FILHO et al., 2007).

Além disso, sabe-se que a utilização de implementos agrícolas é de suma importância para a incorporação de corretivos beneficiando a produção de diversas culturas.

Sendo assim, o revolvimento do solo se caracteriza como facilitador do desenvolvimento radicular, promovendo assim a ótima distribuição das radículas como também o suprimento de nutrientes pelas raízes (ROSOLEM et al., 1999).

O silício não é considerado nutriente essencial às plantas (BARBOSA FILHO, 2000), porém sua aplicação se constitui em uma alternativa viável em plantas da família poaceae (gramíneas), devido a sua grande capacidade em acumular esse mineral (GOUSSAIN, 2002). De acordo com Silva e Bohnen (2001), o ácido monossilícico, Si(OH)₄, é prontamente absorvido pelas plantas e algumas espécies o absorvem em quantidades comparáveis ou bem superiores aos macronutrientes essenciais, pois o silício é um elemento que não causa danos à planta quando absorvido em alta quantidade (QUEIROZ, 2006).

São poucas as pesquisas relacionadas às fontes de silício aplicadas à produtividade do milho, porém, estudos indicam que há influência do silício na melhoria da eficiência do uso da água (XIAOPENG GAO, 2004), no combate a pragas de solo, tornando as plantas de milho mais resistentes (GOUSSAIN et al., 2002; PRADO & KORNDORFER, 2003) aumentando a produção de matéria seca (GUTIERREZ, 2008). Esses são

fatores que relacionados ao bom manejo do solo, podem influenciar diretamente na produtividade da cultura.

Objetivou-se com esse ensaio verificar o efeito de diferentes tipos de manejo do solo no desenvolvimento radicular da cultura do milho, em solo com adubação silicatada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), no município de Chapadina (3° 44' 30"S, 43° 21' 37"W e 105 m de altitude).

Segundo Köppen, o clima predominante da região é tropical úmido. Apresenta temperatura média anual de 27 °C e precipitações médias anuais de 1600 a 1800 mm (SELBACH & LEITE, 2008).

O solo é classificado segundo Santos et al. (2013), como Latossolo Amarelo distrófico (LAd), textura franco-arenosa.

Retirou-se amostras de solo na camada de 0 – 20 cm para a caracterização química e física, em que obteve-se os seguintes resultados: M.O: 8,36 g.dm⁻³; pH (em CaCl₂): 4,65; P: 3,2 mg.dm⁻³; K: 0,02 cmolc.dm⁻³; Ca: 0,27 cmolc.dm⁻³; Mg: 0,23 cmolc.dm⁻³; H+Al: 3,84 cmolc.dm⁻³; SB: 0,52 cmolc.dm⁻³; CTC: 4,43 cmolc.dm⁻³; V: 13,30%; Areia Grossa: 25,80; Areia Fina: 53,50; Silte: 12,10; Argila: 8,60.

A adubação foi realizada segundo as necessidades da cultura de acordo com a análise do solo e recomendação da literatura (COMISSÃO, 1999), em que aplicou-se no plantio, 50 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, 444,5 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 86 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. Foram aplicados, em cobertura, 136 kg ha⁻¹ de uréia. A adubação mineral (N, P, K) foi distribuída na linha de plantio, 5 cm abaixo da semente.

A aplicação do agrosilício em pó foi realizada à lanço, sendo observada cuidadosamente a precisão de aplicação no perímetro do experimento para gerar maior uniformidade.

O tamanho da área experimental era de 800 m², dividida em 20 parcelas com 21 m² cada, apresentando 8 m de comprimento e 4 m de largura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), constituído por quatro tratamentos e cinco repetições, a seguir: T1 – solo revolvido com enxada rotativa; T2 – solo revolvido com arado de disco; T3 – solo revolvido com grade aradora; T4 – sem revolvimento do solo. Todos os tratamentos receberam 800 kg.ha⁻¹ de silicato de cálcio (agrosilício), haja vista a correção do solo em anos anteriores.

O espaçamento utilizado foi o de 1 x 0,20 m. As parcelas foram dimensionadas com tamanho de 5 x

8m, onde foi semeada a cultura do milho, cultivar AG1051 (híbrido duplo) da Agrocere[®] de ciclo precoce.

Para fins de análise de raiz, foram consideradas apenas as três linhas centrais, onde foram utilizadas 3 plantas por linha, para as avaliações fitotécnicas, totalizando 21m². Desconsiderou-se 0,50m nas extremidades de cada parcela experimental.

Para avaliação do comprimento do sistema radicular foram abertas pequenas trincheiras nas entrelinhas (50 cm de profundidade), próxima à base das plantas, retirando-se o excesso de solo que ficou aderido às raízes, por meio de um pulverizador costal de 10 litros, que proporcionou jatos de água tipo leque com vazão de 600ml/min a fim de que as raízes ficassem totalmente expostas, possibilitando assim, fazer a leitura de seu comprimento por meio de uma fita métrica. Em seguida, foram feitas as medições do sistema radicular, durante os primeiros 30 dias após a emergência, segundo a classificação de Fancelli & Dourado Neto (2008), sendo: Estádio 0, período compreendido da germinação a emergência (10 DAS); Estádio 1, período que compreende o surgimento de quatro folhas bem desenvolvidas (20 DAS) e Estádio 2, período que compreende o surgimento de oito folhas bem desenvolvidas (30 DAS).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade. Utilizando-se o programa Assistat 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento radicular no estádio 0 (10 DAS).

Os resultados do crescimento radicular aos 10, 20 e 30 dias após a semeadura (DAS) se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de variância e teste de Tukey referente ao desenvolvimento radicular do milho no estádio 0 (10 DAS), estádio 1 (20 DAS) e estádio 2 (30 DAS).

Tipo de preparo	CR (10 DAS) ^{ns}	CR (20 DAS) ^{**}	CR (30DAS) [*]
Enxada Rotativa	8,10 a	17,32 b	22,76 b
Arado de Disco	7,84 a	28,60 a	31,94 a
Grade Aradora	8,38 a	25,90 a	26,36 ab
Testemunha	7,78 a	19,96 b	22,98 b
C.V.%	11,47	10,40	10,40

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{*} significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. CR (Comprimento da Raiz), DAS (Dias Após a Semeadura).

Pode-se observar que, para o efeito da incorporação do silicato de cálcio na correção do solo, não houve diferenças significativas do crescimento radicular entre os tratamentos, nos primeiros dias de desenvolvimento da cultura do milho. Carvalho Filho et al. (2007), trabalhando com diferentes doses de silicato de cálcio, também não constataram diferenças significativas no crescimento radicular do milho no estágio 0; inferindo que a correção do solo é mais importante, pela sua elevação do pH, do que as crescentes doses aplicadas neste estágio (LEITE et al., 2006).

Observando a capacidade de revolver o solo segundo os parâmetros de crescimento nos primeiros dias após o plantio, a grade aradora, em média, foi superior a todos os tratamentos. Porém, mesmo com os menores valores, o arado de disco mostrou uma tendência ao potencial de destorroamento do solo, não diferindo estatisticamente, mas possibilitando formação radicular semelhante à dos outros tratamentos.

Desenvolvimento radicular no estágio 1 (20 DAS).

No período de desenvolvimento compreendido entre a germinação até a emissão da quarta folha verdadeira (Estádio 1), os tratamentos exerceram efeitos significativos sobre o desenvolvimento radicular.

Apesar do arado de disco ter promovido maior desenvolvimento radicular do que os demais implementos, este não diferiu estatisticamente da grade aradora, já que ambos possibilitaram maior movimentação do solo em relação aos outros tratamentos.

As maiores médias de comprimento de raiz nestes tratamentos se devem, provavelmente, ao fato de que possa ter havido uma relação crescente da perda de resistência ao longo do perfil do solo, já que esses implementos conseguem atingir profundidades maiores quando usados em plantios convencionais.

Assim, esse aumento no comprimento radicular pode ter sido ocasionado, segundo Melo Ivo et al. (1999), pela quebra da compactação do perfil do solo, pois o desenvolvimento normalmente ocorre entre os torrões ou agregados e são os poros frequentemente mais afetados por perturbações provocados pela utilização de implementos usados em sistemas convencionais de plantio.

A enxada rotativa, nesse segundo estágio de desenvolvimento radicular do milho, promoveu menor crescimento radicular não diferindo, entretanto, da testemunha (sem revolvimento). Rosolem et al. (1999) estudando crescimento de radículas de plântulas de milho sob a influência de diferentes tipos compactação do solo observaram

que as raízes tiveram uma tendência ao crescimento quanto maior o adensamento do solo, corroborando com os resultados obtidos, os quais mostram que as raízes desenvolvidas em solo manejado com enxada rotativa tiveram menor crescimento, pois esse implemento possui uma atividade de pulverização muito intensa, tornando o solo mais solto, o que dificulta o seu crescimento.

Assim, pode-se constatar nos resultados obtidos que, os efeitos dos tratamentos possibilitaram diferentes tipos de resistência de impedância ao crescimento das radículas, sendo válido inferir que o estudo realizado para verificar o desenvolvimento das raízes no perfil do solo é um método adequado para se detectarem as condições adversas ou não ao seu desenvolvimento, bem como avaliar o efeito das alterações introduzidas por sistemas de preparo do solo (MELLO IVO et al., 1999).

Desenvolvimento radicular no estágio 2 (30 DAS).

Os resultados mostram que o solo revolvido com o arado de disco, promoveu maior crescimento de raízes em comparação aos demais tratamentos, não diferindo, entretanto, da grade aradora. Esses resultados são atribuídos ao maior revolvimento do solo pelo arado de disco, o qual inverte a leiva, atuando a uma profundidade superior a 20 cm, o que permitiu melhor infiltração das raízes como também sua distribuição no perfil do solo.

O tratamento com enxada rotativa, por sua vez, proporcionou menor crescimento radicular em função da pouca movimentação do solo a maiores profundidades. Mello Ivo et al. (1999) observam em seus trabalhos com desenvolvimento radicular de milho que houve forte presença de desenvolvimento superficial das raízes nos tratamentos que não foram revolvidos e enfatizam que essas características são decorrentes de canais deixados por raízes mortas de vegetações anteriores.

De maneira geral, ao longo do desenvolvimento das raízes, a grade aradora apresentou resultados semelhantes ao arado de disco. No entanto, a utilização da grade aradora possibilita a redução de operações no solo, atuando como removedora e niveladora ao mesmo tempo, assumindo assim, um papel importante na conservação do solo.

CONCLUSÕES

O manejo do solo promove alterações no comprimento de raízes desde o estágio inicial de desenvolvimento da planta;

O solo manejado com arado de disco, por inverter a leiva, permite melhor desagregação, o que favorece o maior crescimento de raízes a maiores profundidades;

Os implementos, arado de disco e grade aradora incorpora melhor o corretivo usado (agrossilício);

O implemento enxada rotativa não é eficiente para o desenvolvimento radicular das plantas de milho.

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; PRABHU, A.S.; DATNOFF, L.E.; KORNDORFER, G.H. Importância do silício para a cultura do arroz. **Informações Agronômicas. Piracicaba**. n.89, p.1-8. Encarte Técnico. Março/2000.

CARVALHO FILHO, A.C.; PEREIRA, L.J.; CORTEZ, J.W.; CARVALHO, L.C.C.; DRUMOND, L.C. D. Agressividade da adubação com silicato sobre a germinação do milho. **Scientia Agraria**, v.8, n. 2, p.199-203,2007.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5º aprox. Viçosa: UFV, p.359, 1999.

FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D..**Produção de Milho**. Livro Ceres. Piracicaba, Ed.2,p.31-35, 2008.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N. L. ; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* (J.e.Smith) (Lepidoptera: noctuidae). **Neotropical Entomology**. n.31, v.2.April - June 2002.

GUTIERREZ, R.S.; NOVELINO, J.O; MARCHETTI, M.E.; INOCÊNCIO, M.F.; VITORINO, A.C.T. Atributos de crescimento de plantas de milho em função da fertilização com fosfato e silicato. **Fertbio, desafios para o solo com eficiência e qualidade ambiental**. 2008.

LEITE, G. H. M. N.; ELTZ, F. L. F; AMADO, T. J. C.; COGO, N. P.; Atributos químicos e perfil de enraizamento de milho influenciados pela calagem em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v.30, p.685-693, 2006.

MELLO IVO, W. M. P. & MIELNICZUK, J.. Influência da estrutura do solo na distribuição e na morfologia do sistema radicular do milho sob três métodos de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p135-143, 1999

NERI, D.K.P.; GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; GÓES, G. B.; MARROCOS, S.T. P.; Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.e. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural**, v.39, n.6, set, 2009.

OLIVEIRA, L. A.; CASTRO, N. M. Ocorrência de Sílica nas Folhas de *Curatella americana* L. e de *Davilla*

elliptica St. Hil. **Revista Horizonte Científico**, 2002. Disponível online www.propp.ufu.br/revistaeletronica/B/OCORRENCIA.pdf.

PRADO, R.M.; KORNDORFER, G.H. Efeitos da escória de siderurgia sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.) cultivado em um latossolo vermelho amarelo distrófico. **Científica**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.9-17, 2003.

QUEIROZ, A. A. Interação de silicato cálcio e magnésio granulado em mistura com adubos fosfatados solúveis. **Dissertação (Mestrado em agronomia/ solos)**. Universidade Federal de Uberlândia. p.119f. 2006.

ROSOLEM, C. A.; FERNANDEZ, E. M.; ANDREOTTI, M.; CRUSCIOL, C. A. C.. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.821-828, maio 1999.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SELBACH, J. F.; LEITE, J. R. S. A. **Meio ambiente no Baixo Parnaíba: olhos no mundo, pés na região**. EDUFMA, 2008, 216p.

SILVA, L. S.; BOHNEN, H. Rendimento e acúmulo de nutrientes pelo arroz em solução nutritiva com e sem a adição de silício. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.771-777, 2001.

XIAOPENG GAO; CHUNQIN ZOU ; LIJUN WANG; FUSUO ZHANG. Silicon improves water use efficiency in maize plants. **Journal of plant nutrition**, p. 1457-1470, 2005.