

Atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho distrófico sob sistemas intensificados de produção de grãos em Sete Lagoas - MG.

Marina Luciana Abreu de Melo ⁽¹⁾; **Bruno Montoani Silva** ⁽²⁾; **Aline Martineli Batista** ⁽³⁾; **Eduardo Vieira Guimarães** ⁽⁴⁾; **Gabriela Soares Santos Araújo** ⁽⁵⁾; **Maíse Soares de Moura** ⁽⁶⁾; **Emerson Borghi** ⁽⁷⁾; **Samuel Petraccone Caixeta** ⁽⁸⁾.

⁽¹⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)/Bolsista CNPq; Sete Lagoas, MG; marinaluciana94@gmail.com; ⁽²⁾ Professor; UFSJ; ⁽³⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista PET-Agronomia; ⁽⁴⁾ Estudante de Bacharelado Interdisciplinar em Biosistemas; UFSJ/Bolsista UFSJ; ⁽⁵⁾ Estudante de Engenharia Agrônômica; UFSJ/Bolsista FAPEMIG; ⁽⁶⁾ Mestranda em Ciências Agrárias/Bolsista FAPEMIG ⁽⁷⁾ Pesquisador/Professor; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁸⁾ Professor; UFSJ

RESUMO: A ocorrência de veranicos no cerrado torna imperativa a busca por sistemas de produção que promovam a redução do estresse hídrico às culturas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho distrófico em sistemas de produção com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação no Cerrado mineiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 5 repetições e 7 tratamentos: médio investimento em adubação, monocultura soja (T1); médio investimento, monocultura milho (T2); médio investimento, sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T5); alto investimento, sucessão soja-pousio-milho (T6) e Cerrado em revegetação (CR). Coletaram-se amostras indeformadas nas profundidades de 0-5 e 15-20 cm e determinaram-se os atributos: água disponível (AD), água prontamente disponível (APD), microporosidade (Micro), mesoporosidade (Meso) e umidade crítica (Θ^*). Os atributos AD, APD e Θ^* foram influenciados pela distribuição do diâmetro dos poros, porém não apontaram os efeitos do consórcio com braquiária. Em relação à produtividade do milho, o atributo Θ^* apresentou o maior potencial de correlação, o que pode estar associado a sua relação com a taxa fotossintética das plantas.

Termos de indexação: milho, disponibilidade de água no solo, produtividade.

INTRODUÇÃO

No município de Sete Lagoas - MG, o bioma Cerrado é dominante, ocorrendo veranicos frequentes e irregulares, o que acarreta um déficit na produção de milho. Nesse contexto, destaca-se a importância do estabelecimento de sistemas de produção mais sofisticados, visando ao aumento de

produtividade e ao retorno de investimentos aos agricultores da região (Duarte & Kappes, 2015).

A água é um dos principais fatores de produção. Sua disponibilidade às plantas pode ser avaliada por meio da capacidade de extração da água retida no solo, via sistema radicular (Silva et al., 2015). Tradicionalmente, a água disponível é calculada como a faixa de umidade no solo entre a capacidade de campo (limite superior) e o ponto de murcha permanente (limite inferior), considerando que a água é igualmente disponível à cultura em toda essa faixa (Veihmeyer & Hendrickson, 1927).

Uma abordagem mais atual propõe o conceito de água prontamente disponível (Allen et al., 1998), no qual o limite inferior é substituído pela umidade crítica, tomando como base a redução linear da transpiração das plantas com o decréscimo da água disponível no solo (Thorntwaite & Mather, 1955). Dessa forma, a umidade crítica pode ser definida como o valor limítrofe no qual a cultura passa a sofrer estresse hídrico (Silva et al., 2015).

O armazenamento de água no solo, por sua vez, é relacionado à ocorrência de poros capilares ou microporos ($\varnothing \leq 50 \mu\text{m}$), os quais são capazes de reter e disponibilizar água às plantas (Ferreira et al., 1999; Silva et al., 2015). No entanto, o aumento da retenção de água no solo devido à elevação da microporosidade nem sempre resulta em maior disponibilidade hídrica para as plantas (Tollner et al., 1984; Dalmago et al., 2009).

Alguns autores incluem na microporosidade uma classe intermediária, denominada mesoporosidade. Luxmoore (1981) sugeriu uma classificação na qual os mesoporos apresentam diâmetro entre 10 e 100 μm . Dalmago et al. (2009) subdividiu a porosidade do solo em diferentes classes de diâmetro de mesoporos, definindo a primeira classe da mesoporosidade entre 8,9 e 50 μm (equivalente às tensões entre 6 e 33 KPa).

Em cultivos não irrigados, o incremento de água no solo está diretamente relacionado à precipitação

pluvial. Portanto, as práticas de cultivo devem focar a maximização do uso dessa água retida no solo (Serafim et al., 2013; Silva et al., 2015). Dessa forma, sistemas de produção com diversificação de espécies, associados a um manejo que favoreça o armazenamento de água no solo, constituem uma importante estratégia contra os efeitos decorrentes das adversidades climáticas.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi avaliar atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho distrófico e relacioná-los à produtividade da cultura do milho em sistemas de produção com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação na região do Cerrado mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma área experimental de produção de grãos, com 4,4 ha, da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas – MG (19°28' S, 44°15' W e altitude de 732 m). O clima regional é tipo Cwa, conforme Köppen. Variáveis climáticas foram monitoradas pela Estação Meteorológica da Embrapa (Figura 1). O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013). As análises foram executadas no Laboratório de Física do Solo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas.

A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta e o teor de matéria orgânica na camada de 0-5 cm pelo método Walkley-Black, segundo Embrapa (2011) (Tabela 1).

Entre agosto e outubro de 2014, foram realizadas operações de preparo do solo até 25 cm de profundidade, visando à construção da fertilidade para implantação de um sistema de plantio direto. A semeadura das culturas - milho cultivar AS 1581 PRO, soja cultivar BRS 7380 RR e *Brachiaria ruziziensis* - ocorreu em dezembro do mesmo ano.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições e sete tratamentos, que consistiram em faixas de plantio sob sistemas de produção em sequeiro com diferentes níveis de intensificação e investimento em adubação. Os sistemas investigados foram: médio investimento em adubação, monocultura soja (T1); médio investimento, monocultura milho (T2); médio investimento, sucessão soja-pousio-milho (T3); médio investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T4); alto investimento, sucessão soja-braquiária-milho (T5); alto investimento, sucessão soja-pousio-milho (T6) e Cerrado em revegetação (CR).

Em julho de 2015, um mês após a colheita da primeira safra, realizou-se a amostragem do solo. Amostras indeformadas de solo foram coletadas em cinco pontos georreferenciados por faixa, nas profundidades de 0-5 cm e 15-20 cm. Em

laboratório, as amostras foram limpas e revestidas com malha e goma de borracha.

Em sequência, as amostras foram saturadas por capilaridade para obtenção do volume total de poros (VTPd), como sendo igual à umidade de saturação (θ_s), ($m^3 m^{-3}$). Em mesa de tensão automatizada, as amostras foram submetidas à tensão de 6 KPa para determinação da capacidade de campo (CC) e da microporosidade (Micro). Em câmara de Richards, aplicou-se as tensões de 33 e 1500 KPa. A mesoporosidade foi definida como a faixa de umidade entre as tensões de 6 e 33 KPa e o ponto de murcha permanente (PMP) foi considerado equivalente à umidade em 1500 KPa. A água disponível (AD) foi obtida pela diferença entre CC e PMP. A água prontamente disponível (APD) foi calculada pela multiplicação da AD com a fração de depleção para a cultura do milho, 0,55, conforme Allen et al. (1998). A umidade crítica do solo para a cultura do milho (Θ^*) foi definida pela diferença entre CC e APD. As análises foram executadas conforme descritas em Embrapa (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de médias Skott-Knott a 5% de significância com auxílio da linguagem R pacote ExpDes (Ferreira et al., 2014).

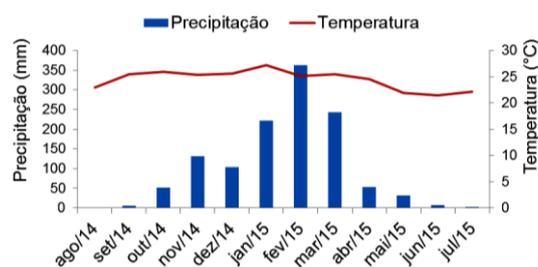


Figura 1 – Precipitação mensal acumulada e temperatura média mensal referentes ao período de agosto de 2014 a julho de 2015, Sete Lagoas, MG.

Tabela 1 – Teores de areia, silte, argila e matéria orgânica (MO) para os tratamentos avaliados.

Tratamentos	Areia	Silte	Argila	MO
T1	12,33	23,92	63,74	5,06
T2	11,43	14,40	74,53	4,07
T3	11,93	14,98	73,10	4,20
T4	11,53	17,10	71,37	4,30
T5	11,38	12,21	76,42	4,44
T6	12,61	31,41	63,74	4,31
CR	22,54	20,08	57,38	6,40

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se uma estação seca marcante e temperaturas médias mensais na faixa de 20 a 30°C (Figura 1). Em janeiro de 2015, foi registrado um verão com duração de 20 dias, seguido por uma

chuva intensa em fevereiro. Segundo Espinoza et al. (1980), a produtividade do milho na região do Cerrado é fortemente afetada pela ocorrência de veranicos na época chuvosa, os quais ocorrem, em geral, nos meses de janeiro ou fevereiro.

A análise granulométrica indicou que T1, T2, T3, T4, T5 e T6 foram aplicados em um solo de textura muito argilosa e a área de CR está sobre um solo de textura argilosa. Um maior teor de MO foi observado na área de CR, corroborando com Oliveira et al. (2004), os quais compararam o ambiente nativo a áreas aradas (**Tabela 1**).

Observou-se que, para os atributos AD e APD, em ambas as profundidades, houve diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para o tratamento T6, em relação aos demais sistemas de produção (T1, T2, T3, T4 e T5) (**Tabela 2**). Esperava-se uma diferenciação favorável aos sistemas com uso de braquiária (T4 e T5), em virtude de seu sistema radicular propiciar a criação de bioporos, os quais promovem o fluxo de água no solo (Muller et al., 2001). Entretanto, cabe ressaltar que as análises foram realizadas logo após a primeira safra. Portanto, é possível que os benefícios desse consórcio ainda não possam ser evidenciados pelos atributos físico-hídricos do solo. Calonego et al. (2011), estudando os efeitos do cultivo de braquiária em consórcio com o milho, constataram que este favorece as condições físicas do solo na camada de 20-40 cm após dois anos consecutivos de cultivo.

Tabela 2 – Água disponível (AD), Água Prontamente Disponível (APD), Micro, Meso e Θ^* de um Latossolo Vermelho distrófico para os tratamentos avaliados nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm.

Tratamentos	AD	APD	Micro	Meso	Θ^*
	----- m ³ m ⁻³ -----				
0-5 cm					
T1	0,16 a	0,09 a	0,42 a	0,08 a	0,34 a
T2	0,14 a	0,08 a	0,40 a	0,08 a	0,33 a
T3	0,17 a	0,09 a	0,41 a	0,09 a	0,32 a
T4	0,15 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,32 a
T5	0,14 a	0,08 a	0,38 b	0,09 a	0,30 b
T6	0,21 b	0,11 b	0,44 a	0,12 b	0,32 a
CN	0,12 c	0,06 c	0,31 c	0,06 c	0,26 c
CV (%)	10,26	10,30	5,37	14,18	5,23
5-10 cm					
T1	0,15 a	0,08 a	0,43 a	0,08 a	0,35 a
T2	0,14 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,33 a
T3	0,15 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,33 a
T4	0,15 a	0,08 a	0,41 a	0,08 a	0,33 a
T5	0,16 a	0,09 a	0,42 a	0,08 a	0,33 a
T6	0,19 b	0,10 b	0,42 a	0,12 b	0,32 a
CN	0,12 a	0,07 a	0,35 b	0,07 a	0,28 b
CV (%)	13,98	13,95	7,59	17,15	6,84

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para a profundidade de 0-5 cm, todas as áreas

cultivadas expressaram valores de AD, APD, Micro e Meso superiores aos do ambiente natural (CR) (**Tabela 2**). De acordo com Silva et al. (2005), a disponibilidade de água pode ser modificada pelo revolvimento do solo, o qual acarreta alterações na distribuição do diâmetro dos poros. Dessa forma, pode-se inferir que o preparo do solo promoveu a desagregação da sua estrutura na camada mais superficial, o que implicou a fragmentação dos macroporos em meso e microporos. Com o aumento da mesoporosidade, houve a elevação do conteúdo de água disponível no solo, o que foi demonstrado pela correlação estatística entre Meso e os atributos AD e APD analisados (**Tabela 2**). Essa constatação é ratificada pelo estudo de Dalmago et al. (2009) em um Argissolo Vermelho, no qual os autores verificaram que uma maior frequência de mesoporos com diâmetros maiores implica menor energia de retenção da água disponível às plantas.

Quanto à umidade crítica (Θ^*), foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sistemas de produção apenas para o tratamento T5, na camada de 0-5 cm. Para o tratamento CR, a Θ^* foi inferior a das áreas cultivadas em ambas as camadas. Os mesmos comportamentos foram observados para o atributo Micro (**Tabela 2**). Esses resultados indicam que a diminuição da microporosidade ocasionou a redução do valor de umidade crítica, o que pode ser explicado pelo fato desta constituir parte daquela.

Houve baixa correlação entre AD, APD, Θ^* e produtividade relativa para a cultura do milho (**Figura 2**), possivelmente em razão da ausência de contraste entre os tratamentos cultivados com milho na primeira safra (T2, T3 e T4) (**Tabela 2**). No entanto, verificou-se que Θ^* foi o atributo que melhor se correlacionou com produtividade relativa ($r = 0,1315$) (**Figura 2**). Considerando Θ^* como o valor limítrofe para a ocorrência de estresse hídrico (Silva et al., 2015), um teor de água no solo na Θ^* implica fechamento estomático e consequente redução da taxa fotossintética, o que afeta negativamente o metabolismo da planta (Jong Van Lier, 2010).

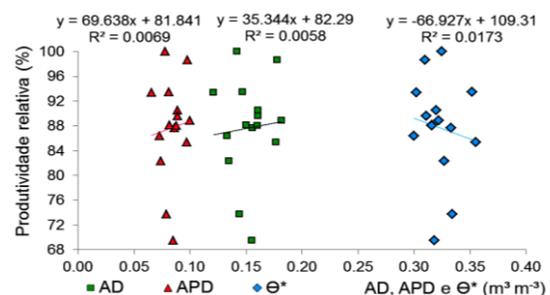


Figura 2 – Correlações entre água disponível (AD), água prontamente disponível (APD), umidade crítica (Θ^*) e produtividade relativa para a cultura do milho, Sete Lagoas, MG.

CONCLUSÕES

Os atributos AD, APD e Θ^* foram influenciados pela distribuição do diâmetro dos poros. Entretanto, estes não apontaram os benefícios do consórcio com braquiária, possivelmente em razão das análises terem sido realizadas logo após a primeira safra. Em relação à produtividade do milho, o atributo Θ^* apresentou o maior potencial de correlação, o que pode ser associado a sua relação com a taxa fotossintética das plantas.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Milho e Sorgo, ao CNPq, à FAPEMIG e à UFSJ.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. **FAO, Rome**, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.
- CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. Costa. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, p. 2183-2190, 2011.
- DALMAGO, G. A.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I.; KRUGER, C. A. M. B.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 13, p. 855-864, 2009.
- DUARTE, A. P. & KAPPES, C. Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil. **Informações Agronômicas**, Campinas, n. 152, dezembro, 2015.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro - RJ: Documento 182, Embrapa Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Embrapa Produção de Informação, 2011.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 353 p. 2013.
- ESPINOZA, W.; AZEVEDO, J.; ROCHA, L. A. Densidade de plantio e irrigação suplementar na resposta de três variedades de milho ao déficit hídrico na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 1, p. 85-95, 1980.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. **Applied Mathematics**, Alfenas, v. 5, n. 19, p. 2952, 2014.
- FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de latossolos da região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 507-514, 1999.
- JONG VAN LIER, Q. Disponibilidade de água às plantas. **Física do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 283-98, 2010.
- JONG VAN LIER, Q. de. The critical soil water content and its relation to soil water dynamics. **Scientia Agricola**, Porto Alegre, v. 54, n. SPE, p. 45-50, 1997.
- KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. A faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e a sua relação com a densidade do solo ao longo de um perfil de um Latossolo roxo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, p.959-964, 2000.
- LUXMOORE, R. J. Micro, meso and macroporosity of soil. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 45, p. 671-672, 1981.
- MULLER, M. M. L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influencia da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 531-538, 2001.
- OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S. & CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v.28, n.2, p.327-336, 2004.
- SERAFIM, M. E.; OLIVEIRA, G. C. D.; LIMA, J. M. D.; SILVA, B. M.; ZEVIANI, W. M.; LIMA, V. M. Disponibilidade hídrica e distinção de ambientes para cultivo de cafeeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 362-370, 2013.
- SILVA, B. M.; G. C.; SERAFIM, M. E.; SILVA, É. A.; FERREIRA, M. M.; NORTON, L. D.; CURI, N. Critical soil moisture range for a coffee crop in an oxidic latosol as affected by soil management. **Soil and Tillage Research**, Lavras, v. 154, p. 103-113, 2015.
- SILVA, M. A. S; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 544-552, 2005.
- THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in climatology/Laboratory of Climatology. Drexel Institute of Technology**, Centerton, v. 8, n. 1, 1955.
- TOLLNER, E. W.; HARGROVE, W. L.; LANGDALE, G. W. Influence of conventional and no-till practices on soil physical properties in the southern Piedmont. **Journal of soil and water conservation**, Ankey, v. 39, n. 1, p. 73-76, 1984.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H. The relation of soil moisture to cultivation and plant growth. **Soil**

Science, Oxford, v. 3, p. 498-513, 1927.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"
