



Intervalo hídrico ótimo de um Latossolo cultivado com soja e milho em sucessão a oleaginosas de outono-inverno

Anderson Cristian Bergamin⁽¹⁾; Antonio Carlos Tadeu Vitorino⁽²⁾; Luiz Carlos Ferreira de Souza⁽²⁾; Fábio Régis de Souza⁽¹⁾; Luara Pessatto Pará Bergamin⁽³⁾.

⁽¹⁾ Professor Adjunto da Universidade Federal do Rondônia, UNIR, Rolim de Moura, RO. E-mail: anderson.bergamin@unir.br; fabio.souza@unir.br ⁽²⁾ Professor Associado da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD. Bolsista do CNPq. E-mails: antoniovitorino@ufgd.edu.br; luizsouza@ufgd.edu.br; ⁽³⁾ Graduada em Agronomia pelo Centro Universitário da Grande Dourados, UNIGRAN. E-mail: luarapessatto08@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Rondônia, UNIR. E-mail: joawitorzf@hotmail.com

RESUMO: Práticas de manejo para melhorar e manter a qualidade física do solo são fundamentais para a sustentabilidade de sistemas agrícolas. Objetivou-se com este trabalho avaliar o intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distroférico, cultivado no verão com soja e milho em sucessão a culturas anuais de outono-inverno potencialmente produtoras de biodiesel. O estudo foi realizado a campo, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias - UFGD, no município de Dourados, MS. Os tratamentos consistiram das culturas da soja e do milho cultivadas no verão em sistema plantio direto, semeadas em sucessão às culturas oleaginosas com potências a produção de biodiesel: girassol (*Helianthus annuus* L.), canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa*), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) e níger (*Guizotia abyssinica*), e a sucessão soja/milho safrinha (verão/outono-inverno), a mais usual na região. A porosidade de aeração foi o atributo que mais limitou o intervalo hídrico ótimo em todas as sucessões. Com o aumento nos valores de densidade do solo o intervalo hídrico ótimo foi reduzido pela porosidade de aeração e pela resistência do solo à penetração. O intervalo hídrico ótimo é um adequado indicador de alterações da estrutura do Latossolo Vermelho distroférico ocasionadas pelos cultivos da soja e do milho em sucessão às culturas potencialmente produtoras de biodiesel. O cultivo tanto da soja quanto do milho em sucessão à cultura do níger apresenta potencial para a melhoria da estrutura do solo, proporcionando maiores valores do intervalo hídrico ótimo.

Termos de indexação: qualidade física do solo, disponibilidade hídrica, porosidade de aeração.

INTRODUÇÃO

Na agricultura brasileira, as culturas de soja e de milho ocupam lugar de destaque na produção de grãos, sendo grande parte desta produção originada

de cultivos realizados sob o sistema plantio direto. Nesse sistema a semeadura é feita sem preparo do solo, mantendo os restos culturais na superfície, reduzindo a erosão, proporcionando maior acúmulo de matéria orgânica e de nutrientes no solo (Bayer et al., 2000).

Um indicador de qualidade física do solo para o crescimento das plantas utilizado por vários pesquisadores é o intervalo hídrico ótimo (IHO) (Silva et al., 1994; Tormena et al., 1998; Calonego et al., 2011; Lima et al., 2012) que é definido como o conteúdo de água no solo em que não ocorrem limitações hídricas ao crescimento das plantas devido à disponibilidade de água, aeração e resistência do solo à penetração das raízes (Silva et al., 1994; Tormena et al., 1998; Tormena et al., 2007), sendo parâmetro físico do solo que integra em uma única medida os efeitos da estrutura do solo nos fatores físicos que diretamente influenciam o crescimento das raízes e da parte aérea das plantas.

Assim, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o IHO de um Latossolo Vermelho distroférico, cultivado no verão com soja e milho em sucessão a culturas anuais de outono-inverno potencialmente produtoras de biodiesel.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, MS, no ano agrícola de 2009/2010. O local situa-se em latitude 22°13'58"S, longitude de 54°59'30"W e altitude de 410 m. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. A região apresenta precipitação pluvial média anual de 1.400 mm e as temperaturas médias anual variam de 18°C a 25°C nos meses mais frio e mais quente, respectivamente (Peixoto, 2002). O solo utilizado neste estudo foi um Latossolo Vermelho distroférico argiloso. O resultado da análise granulométrica na camada de 0-10 cm, determinada pelo método da



pipeta (Embrapa, 1997) indicou 531 g kg⁻¹ de argila, 249 g kg⁻¹ de silte e 220 g kg⁻¹ de areia.

A área foi manejada sob plantio direto por dez anos até o inverno de 2009, em um sistema de rotação de culturas envolvendo soja e milho no verão e milho safrinha e aveia no outono-inverno. No ano agrícola de 2009/10, o experimento foi realizado em delineamento experimental de blocos casualizados, contendo 11 tratamentos, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram das culturas da soja e do milho semeadas em outubro de 2009 em sistema plantio direto no verão, após as sucessões de culturas oleaginosas potencias a produção de biodiesel de outono-inverno: girassol (*Helianthus annuus* L.), canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa*), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) e níger (*Guizotia abyssinica*), e a sucessão soja/milho (verão/outono-inverno), a mais realizada na região. As culturas foram semeadas utilizando-se uma semeadora de plantio direto, com espaçamento entrelinhas para as culturas de outono-inverno e para a soja de 0,45 m, enquanto para o milho cultivado no verão foi de 0,90 m.

Após a colheita das culturas da soja e do milho verão foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada, por meio de cilindros metálicos com 6,45 cm de diâmetro interno e 2,54 cm de altura, na profundidade de 0-5 cm. As amostras foram retiradas nas entrelinhas das culturas. As parcelas mediram 35 m de comprimento e 14 m de largura, perfazendo uma área total de 490 m². Em cada parcela e profundidade foram coletadas sete amostras, totalizando 28 amostras para cada tratamento.

O IHO foi determinado adotando os procedimentos descritos em Silva et al. (1994). Os valores de θ associados com o potencial matricial, a RP e a porosidade de aeração foram, respectivamente: a umidade na capacidade de campo (θ_{CC}) ou teor de água no potencial de -0,01 MPa (Reichardt, 1988); a umidade no ponto de murcha permanente (θ_{PMP}) ou teor de água no potencial de -1,5 MPa (Savage et al., 1996); teor de água volumétrico do solo em que a resistência do solo à penetração (θ_{RP}) atinge 2,0 MPa (Taylor et al., 1966); e pelo teor de água volumétrico em que a porosidade de aeração (θ_{PA}) é de 0,10 m³ m⁻³ (Gable & Siemer, 1968).

Os ajustes dos dados para as curvas de retenção de água e de resistência do solo à penetração foram realizados pelo método de regressão não linear, por meio do programa computacional Statistica 7.0 (Statsoft, 2007).

Na **Figura 1** estão apresentados os IHO para cada sucessão de cultura, na camada de 0-5 cm. Por meio deste, foi possível observar as maiores limitações impostas pela estrutura do solo ao IHO quando cultivado com as sucessões canola/milho, girassol/soja, canola/soja e crambe/soja (**Figura 1**). Observa-se maior frequência de sucessões com a cultura da soja que propiciaram degradação da qualidade física do solo. Esses resultados podem ser justificados pelos valores de densidade do solo e macroporosidade nessas sucessões, assim, verifica-se que com o aumento na densidade do solo e a redução da macroporosidade, o IHO é reduzido, como também relatado por Lima et al. (2012).

O valor do θ_{PA} manteve-se acima do θ_{CC} para valores de densidade do solo de até 1,30; 1,36; 1,32; 1,36; 1,36; 1,36; 1,35; 1,33; 1,32; 1,34 e 1,31 Mg m⁻³, para as sucessões milho/soja, girassol/milho, canola/milho, cártamo/milho, crambe/milho, níger/milho, girassol/soja, canola/soja, cártamo/soja, crambe/soja e níger/soja, respectivamente (**Figura 1**). Valores estes semelhantes aos observados por Blainski et al. (2009) que foi de 1,35 Mg m⁻³ em um Nitossolo Vermelho distroférico muito argiloso cultivado com feijão e por Kaiser et al. (2009) em um Latossolo Vermelho muito argiloso manejado em sistema plantio direto que observaram a porosidade de aeração passando a ser limitante com densidades acima de 1,32 Mg m⁻³.

A maior ocorrência de valores de densidade do solo em que $\theta_{PA} < \theta_{CC}$ sugere que, nas sucessões canola/milho, girassol/soja, canola/soja e crambe/soja, estas culturas estão mais propícias a sofrerem estresses por aeração em condições de elevada umidade do solo, como também relatado por Tormena et al. (2007). Esse estresse é ocasionado quando o valor de densidade do solo está acima do limite de densidade estabelecido pela θ_{PA} , proporcionando redução no volume de macroporos e da drenagem do solo (Lima et al., 2012; Blainski et al., 2012).

O θ_{RP} apresenta-se como limite inferior do IHO (**Figura 1**) na profundidade onde se observam restrições ao crescimento das raízes, a exemplo do que foi descrito por Tormena et al. (1998) e Lima et al. (2012). Para a camada de 0-5 cm, do Latossolo Vermelho distroférico em estudo cultivado com soja e milho em sucessão a diferentes culturas oleaginosas, isso ocorre para valores de densidade do solo acima de 1,26; 1,40; 1,42; 1,40; 1,43; 1,38; 1,34; 1,39; 1,29 e 1,40 Mg m⁻³, em que o θ_{RP} manteve-se acima do θ_{PMP} , para as sucessões milho/soja, canola/milho, cártamo/milho, crambe/milho, níger/milho, girassol/soja, canola/soja, cártamo/soja, crambe/soja e níger/soja, respectivamente, no entanto a sucessão

RESULTADOS E DISCUSSÃO



girassol/milho o limite inferior foi o θ_{PMP} em todos os valores de densidade do solo (**Figura 1**).

Nos cultivos tanto do milho e quanto da soja em sucessão ao níger não foram obtidos valores de D_s , observando nesses cultivos menores restrições ao desenvolvimento das plantas, comparado às demais sucessões. Enquanto, as sucessões canola/milho, girassol/soja, canola/soja e crambe/soja apresentaram maiores frequências de $D_s > D_{sc}$, indicando que as maiores restrições, decorrentes da aeração e da resistência do solo à penetração, estiveram associadas a essas sucessões, que podem estar limitando o desenvolvimento e crescimento das plantas, por meio da restrição a disponibilidade hídrica, devido ao menor IHO.

Tormena et al. (2007) relataram que a menor proporção de valores de $D_s > D_{sc}$ reduz a ocorrência de condições físicas altamente restritivas às plantas. Assim, quanto maior a D_{sc} , menor será a probabilidade de a planta permanecer em condições de estresse (Calonego et al., 2011).

CONCLUSÕES

O intervalo hídrico ótimo é um adequado indicador de alterações da estrutura do Latossolo Vermelho distroférico ocasionadas pelos cultivos da soja e do milho em sucessão às culturas potencialmente produtoras de biodiesel.

O cultivo tanto da soja quanto do milho em sucessão a cultura do níger apresenta potencial para a melhoria da estrutura do solo, por aumentar a sua disponibilidade hídrica dada pelo intervalo hídrico ótimo.

REFERÊNCIAS

BAYER, C. et al. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 54:101-109, 2000.

BLAINSKI, E. et al. Intervalo hídrico ótimo num Nitossolo Vermelho distroférico irrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:273-281, 2009.

CALONEGO, J. C.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Intervalo hídrico ótimo e compactação do solo com cultivo consorciado de milho e braquiária.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:2183-2190, 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p.

GRABLE, A. R. & SIEMER, E. G. Effects of bulk density aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. *Soil Science Society of American Journal*, 32:180-186, 1968.

LIMA, V. M. P. et al. Intervalo hídrico ótimo como indicador de melhoria da qualidade estrutural de Latossolo degradado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:71-78, 2012.

PEIXOTO, P. P. P. Bases para aproveitamento e gerenciamento de recursos hídricos na região de Dourados-MS. 2002. 98 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 12:211-216, 1988.

ROQUE, A. A. O. et al. Atributos físicos do solo e intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distrófico sob controle de tráfego agrícola. *Ciência Rural*, 41:1536-1542, 2011.

SAVAGE, M. J. et al. Lower limit of soil water available. *Agronomy Journal*, 88:844-851, 1996.

SILVA, A. P.; KAY, B. D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. *Soil Science Society of America Journal*, 58:1775-1781, 1994.

STATSOFT. Statistica (data analysis software system) - version 8.0. Tulsa: StatSof, 2007.

TAYLOR, H. M.; ROBERSON, G. M.; PARKER JR., J. J. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. *Soil Science*, 102:18-22, 1966.

TORMENA, C. A. et al. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:211-219, 2007.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:573-581, 1998.

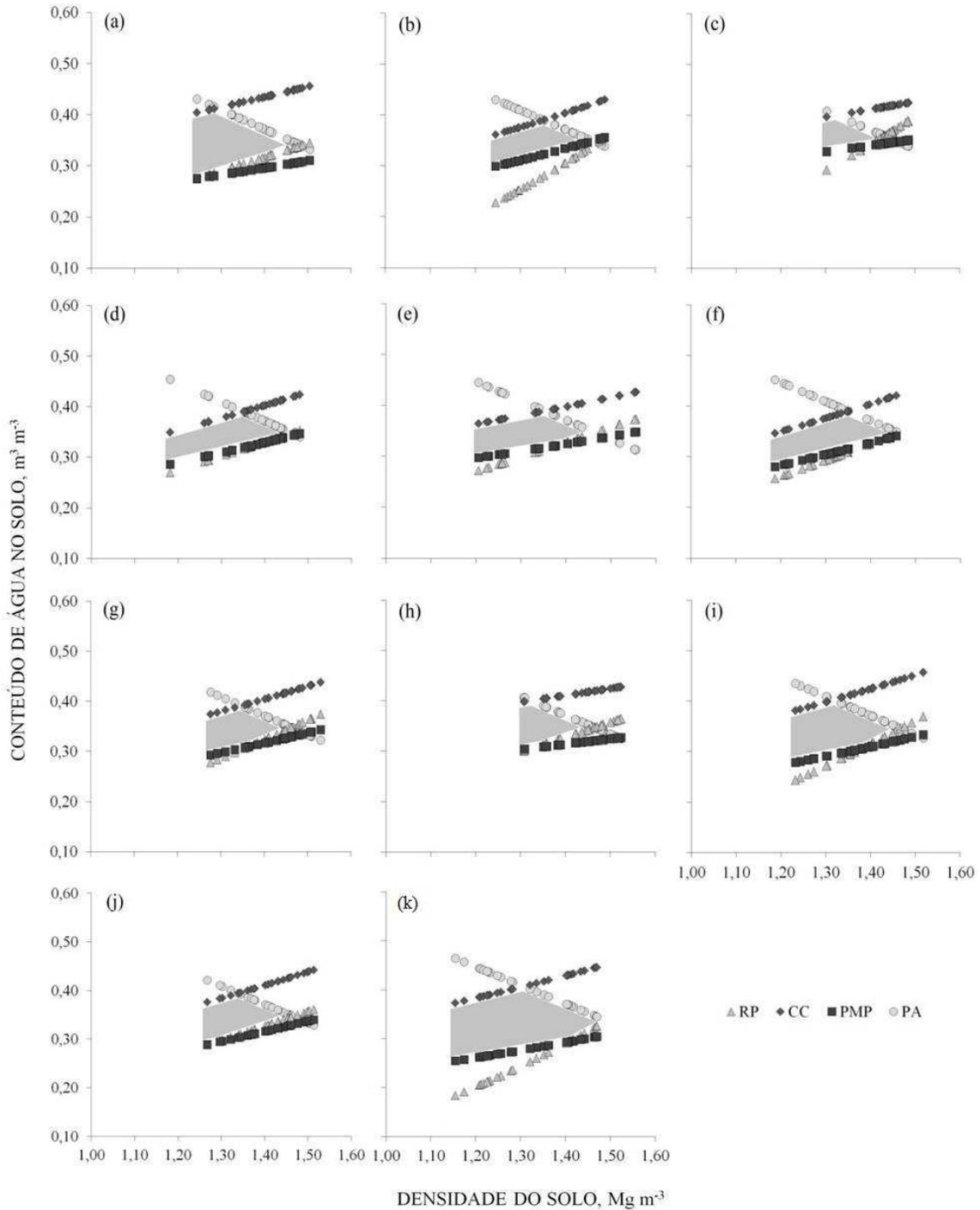


Figura 1 - Variação dos teores de água do solo na capacidade de campo (θ_{CC}), ponto de murcha permanente (θ_{PMP}), porosidade de aeração de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (θ_{PA}) e resistência do solo à penetração de $2,0 \text{ MPa}$ (θ_{RP}), em função de alterações na densidade de um Latossolo Vermelho distroférrico cultivado com as sucessões milho/soja (a), girassol/milho (b), canola/milho (c), cártamo/milho (d), crambe/milho (e), níger/milho (f), girassol/soja (g), canola/soja (h), cártamo/soja (i), crambe/soja (j) e níger/soja (k), na profundidade de 0-5 cm. A área em cor cinza corresponde ao intervalo hídrico ótimo do solo.