



## Capacidade de suporte de carga de um Latossolo cultivado com oleaginosas em sucessão a soja e milho.

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

<sup>(1)</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Rondônia, UNIR, Rolim de Moura, RO. E-mail: anderson.bergamin@unir.br; fabio.souza@unir.br <sup>(2)</sup> 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; <sup>(3)</sup> Graduada em Agronomia pelo Centro Universitário da Grande Dourados, UNIGRAN. E-mail: luarapessatto08@hotmail.com

**RESUMO:** As operações mecanizadas em lavouras com condições inadequadas de umidade resultam na compactação do solo, com efeitos danosos à qualidade física. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adoção das diferentes sucessões de culturas oleaginosas, na capacidade de suporte de carga de um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa. O estudo foi realizado a campo, na área da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias - UFGD, no município de Dourados, MS, no ano agrícola de 2009/10. As espécies oleaginosas foram cultivadas em sistema plantio direto no outono-inverno sendo: girassol (*Helianthus annuus* L.), canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa*), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) e níger (*Guizotia abyssinica*), semeadas em sucessão às culturas da soja e do milho cultivadas no verão, e a sucessão soja/milho (verão/outono-inverno). No florescimento das culturas de outono-inverno, foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada em cilindros metálicos, na profundidade de 0-5 cm. O cultivo de níger no outono-inverno em sucessão a soja ou milho, reduz a capacidade de suporte de carga do solo.

**Termos de indexação:** pressão de preconsolidação, compactação do solo.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a utilização e a produção de combustíveis renováveis têm sido apoiadas por políticas públicas. Nessa realidade atual, o biodiesel surge como uma alternativa para a diminuição da dependência de derivados de petróleo e como um novo mercado para as culturas oleaginosas anuais, principalmente com época de semeadura no período de outono-inverno, tais como o girassol, canola, crambe, cártamo e níger.

A intensificação da exploração agrícola, por meio do cultivo de até três safras por ano (Arantes, 2011), aliada ao uso e ao manejo inadequado do solo tem provocado compactação, causando modificações negativas nos atributos físicos do solo (Stone & Silveira, 2001).

A compactação ocasionada pelo tráfego de máquinas agrícolas é a principal causa da degradação física dos solos pela redução de seu espaço poroso (Carneiro et al., 2009) e aumento da pressão de preconsolidação (Silva et al., 2009).

Para avaliar a capacidade de suporte de carga de solos, o ensaio de compressão uniaxial tem sido utilizado para obter a pressão de preconsolidação ( $\sigma_p$ ) a partir da curva de compressão (Santos, 2006). Esses modelos de capacidade de suporte de carga são importantes, pois indicam a máxima pressão que o solo suporta em diferentes umidades sem causar compactação adicional (Silva et al., 2009). Considerando que a  $\sigma_p$  varia em função da umidade e que existe relação significativa e negativa entre as duas variáveis, pode-se afirmar que a  $\sigma_p$  pode ser estimada a partir da umidade, por meio de modelos matemáticos (Lima & Silva, 2006).

Portanto, o entendimento de como as culturas oleaginosas cultivadas no outono-inverno influencia na capacidade de suporte de carga do solo torna-se essencial para o adequado manejo de cada sistema.

Neste contexto, objetivou-se com este estudo avaliar a influência da adoção das diferentes sucessões de culturas oleaginosas, na capacidade de suporte de carga de um Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa.

### 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. O local situa-se em latitude 22°13'58"S, longitude de 54°59'30"W e altitude de 410 m. O solo foi um Latossolo Vermelho distroférico, cuja análise textural, determinada pelo método da pipeta (Embrapa, 1997) foi 531 g kg<sup>-1</sup> de argila, 249 g kg<sup>-1</sup> de silte e 220 g kg<sup>-1</sup> de areia nos primeiros 10 cm de profundidade.

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 no delineamento de blocos casualizados, contendo



11 tratamentos, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de culturas oleaginosas cultivadas em sistema plantio direto no 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*), semeadas em sucessão às culturas da soja e do milho cultivadas no verão, e a sucessão soja/milho (verão/outono-inverno), a mais usual na região.

Após a colheita da soja e do milho verão foram semeadas mecanicamente as oleaginosas de outono-inverno em abril de 2010, utilizando-se uma semeadora-adubadora de plantio direto, com sete linhas e espaçadas entre si de 0,45 m. A adubação para as oleaginosas consistiu de 0,2 Mg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-20-20 (NPK). A semeadura do milho safrinha (cv. DKB 350) foi realizada mecanicamente em fevereiro de 2010, em sucessão à cultura da soja, utilizando-se uma semeadora-adubadora de plantio direto, com sete linhas, espaçadas entre si de 0,45 m, regulada para distribuir 0,2 Mg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-20-20 e uma quantidade de sementes suficiente para obter uma população de 55 mil plantas por hectare.

No florescimento das culturas de outono-inverno, foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada em cilindros metálicos com 6,45 cm de diâmetro e 2,54 cm de altura, centralizando-os na camada 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 m<sup>2</sup>. Em cada parcela e profundidade foram coletadas sete amostras, totalizando 28 amostras para cada tratamento.

Após o preparo das amostras, essas foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água até atingir cerca de dois terços da altura do anel para posterior estabilização do teor de água. As 28 amostras de cada tratamento e profundidade foram divididas em sete grupos de quatro amostras, e cada grupo submetido às seguintes tensões: 0,006; 0,01; 0,033; 0,066; 0,1; 0,3 e 1,5 MPa, utilizando mesa de tensão (0,006 MPa) e câmara de Richards para as demais tensões, conforme Klute (1986). Quando as amostras atingiram o equilíbrio nas referidas tensões, estas foram levadas para o consolidômetro automático, modelo CNTA-IHM/BR-001/07, para o ensaio de compressão uniaxial. As pressões crescentes aplicadas a cada amostra foram: 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1.600 kPa, sendo cada uma aplicada até que 90% da deformação máxima fosse alcançada (Taylor, 1948).

A curva de compressão do solo foi obtida colocando-se as pressões aplicadas no eixo das abscissas versus a densidade do solo obtida ao final

de cada estágio de aplicação de cada pressão, no eixo das ordenadas, sendo determinada a pressão de preconsolidação ( $\sigma_p$ ) para cada amostra. A seguir, as pressões de preconsolidação ( $\sigma_p$ ) com os valores de umidade volumétrica ( $\theta$ ) foram ajustadas por meio do programa computacional Statistica 7.0 (Statsoft, 2007), a uma regressão exponencial decrescente do tipo [ $\sigma_p = 10^{(a+b\theta)}$ ], determinando-se os modelos de capacidade de suporte de carga do solo (CSC).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a CSC do solo na profundidade de 0-5 cm segue a ordem: milho/cártamo, milho/crambe, soja/girassol, milho/girassol, milho/canola, soja/crambe, soja/milho, soja/canola, soja/cártamo, soja/níger, milho/níger (**Figura 1**). Observou-se maior CSC para o solo sob as sucessões milho/cártamo e milho/crambe ao longo de todo o intervalo de umidade (**Figura 1**).

Na camada de 0-5 cm, comparando os modelos de CSC das culturas potencialmente produtoras de biodiesel em sucessão à soja e ao milho (verão) com o modelo de CSC da sucessão mais praticada na região (soja/milho), observa-se que as sucessões milho/cártamo, milho/crambe, soja/girassol, milho/girassol+milho/canola e soja/crambe apresentaram maiores CSC (**Figura 1**). Isso contribuiu para que a suscetibilidade do solo à compactação seja diminuída; contudo, elevadas densidades também podem limitar o crescimento radicular das plantas (Bergamin et al., 2010).

Do ponto de vista prático, visando condições de sustentabilidade da estrutura do solo, o monitoramento da umidade do solo, a tentativa de realização das atividades mecanizadas em condição de umidade inferior à limitante, indicada no modelo de CSC é eficiente em reduzir o risco de compactação causado pelo tráfego de máquinas (Souza et al., 2012).

Por exemplo, um pulverizador autopropelido (4x2) utilizado em operações agrícolas exerce em uma passada uma pressão de 452 kPa sobre a superfície do solo (Silva et al., 2006), assim essa máquina deve trafegar no solo em condição de umidade inferior a 0,29; 0,29; 0,31; 0,34; 0,34; 0,36; 0,37; 0,38; 0,39 e 0,44 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na sucessão milho/níger, soja/cártamo, soja/níger, soja/canola, soja/milho, soja/crambe, milho/girassol = milho/canola, soja/girassol, milho/crambe e milho/cártamo, respectivamente (**Figura 1**), para não causar compactação adicional na camada de 0-5 cm de profundidade. Assim, a mecanização dos tratos culturais deve ser realizada obedecendo a esses dados, para evitar a degradação estrutural do solo.



As menores CSC do solo ao longo do intervalo de umidade volumétrica foram obtidas pelas sucessões soja/níger e milho/níger, tornando o solo mais suscetível à compressão; contudo, melhorou a qualidade física do solo. Possivelmente esse resultado esteja relacionado à presença do sistema radicular da cultura atuando na redução da densidade e também pelo aporte de material orgânico ao solo. Carneiro et al. (2008) observaram elevado aporte de material vegetal do níger ( $> 14 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), incrementando a atividade microbiana e consequentemente melhorando sua estrutura.

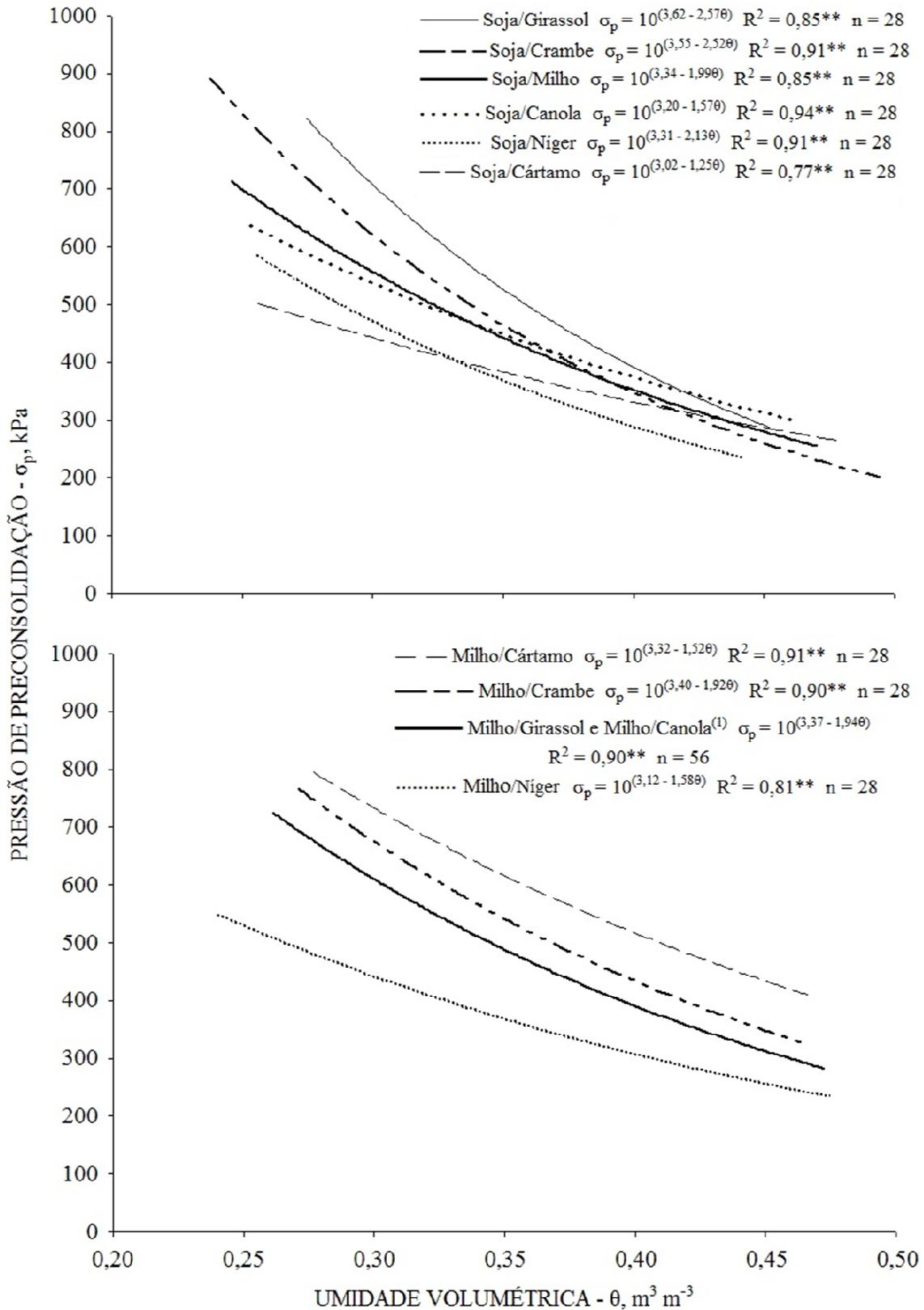
### CONCLUSÕES

O cultivo de níger no outono-inverno em sucessão à soja ou milho, reduz a capacidade de suporte de carga do solo.

As diferenças entre as sucessões de culturas com relação à pressão de preconsolidação diminuem à medida que a umidade volumétrica do solo aumenta.

### REFERÊNCIAS

- ARANTES, A. M. Cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) produção de biomassa, grãos, óleo e avaliação nutritiva da silagem. 2011. 34p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável). Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP.
- BERGAMIN, A. C. et al. Compactação em um Latossolo Vermelho distroférrico e suas relações com o crescimento radicular do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:681-691, 2010.
- CARNEIRO, M. A. C. et al. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. *Bragantia*, 67:455-462, 2008.
- CARNEIRO, M. A.C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:147-157, 2009.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: KLUTE, A. Methods of soil analysis - physical and mineralogical methods. 2 ed. Madison: ASA – SSSA, 1986. p.635-662.
- LIMA, C.L.R. & SILVA, A.P. Estimativa da capacidade de suporte de carga do solo a partir da avaliação da resistência à penetração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:217-223, 2006.
- OLIVEIRA, G.C. et al. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:327-336, 2004.
- SANTOS, G.A. Capacidade de suporte de carga de um Latossolo cultivado com cafeeiros sob métodos associados de controle de plantas daninhas. 2006. 115 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- SANTOS, G.A et al. Suscetibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras na cultura cafeeira. *Coffee Science*, 5: 23-136, 2010.
- SILVA, R.B. et al. Atributos físicos, mecânicos e dinâmicos do solo como indicadores do impacto do cultivo e do tráfego em perímetros irrigados. *Irriga*, 11:384-401, 2006.
- SILVA, R.B. et al. Estimation and evaluation of dynamic properties as indicators of changes on soil structure in sugarcane fields of Sao Paulo State – Brazil. *Soil and Tillage Research*, 103:265- 270, 2009.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Statistical methods. 8 ed. Ames: Iowa State University Press, 1989. 503 p.
- SOUZA, G.S. et al. Compressibilidade do solo e sistema radicular da cana-de-açúcar em manejo com e sem controle de tráfego. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 47:603-612, 2012.
- STATSOFT. Statistica (data analysis software system) - version 8.0. Tulsa: StatSof, 2007.
- STONE, L. F. & SILVEIRA, P. M. da. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25:395-401, 2001.
- TAYLOR, D.W. Fundamentals of soil mechanics. New York: J. Wiley, 1948. 700 p.



**Figura 1** - Modelos de capacidade de suporte de carga para um Latossolo Vermelho distroférrico, na profundidade de 0-5 cm, cultivado com diferentes sucessões de culturas. <sup>(1)</sup> Modelos não se diferenciaram estatisticamente pelo teste de Snedecor & Cochran (1989), sendo, uma única equação ajustada.