

# RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL E PRODUÇÃO DE CAPIM-TIFTON 85 EM UM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO COMPACTADO

EDUARDO NUNES DE MAGALHÃES,<sup>1</sup> GERALDO CÉSAR DE OLIVEIRA,<sup>2</sup> EDUARDO DA COSTA SEVERIANO,<sup>3</sup> KÁTIA APARECIDA DE PINHO COSTA<sup>4</sup> E MATHEUS BORNELLI DE CASTRO<sup>5</sup>

1. Engenheiro agrícola, mestre em Ciência do Solo, UFLA

2. Professor-adjunto do Departamento de Ciência do Solo (DCS/UFLA)

3. Doutorando em Ciência do Solo (DCS/UFLA), bolsista do CNPq – severianoec@yahoo.com.br

4. Professora da Fesurv - Universidade de Rio Verde

5. Graduando em Agronomia (UFLA), bolsista do PIBIC/CNPq

## RESUMO

A compactação do solo, promovida pelo pisoteio animal e pelo tráfego de máquinas, é um dos grandes entraves à obtenção de elevadas produtividades das pastagens. Entretanto, os estudos de relação solo–pastagem não têm levado em consideração a descompactação biológica do solo, nem seus efeitos na produtividade. O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de massa seca do capim-tifton 85 em função de diferentes graus de compactação do solo e o potencial de recuperação da qualidade estrutural de um argissolo vermelho-amarelo, promovida pela planta forrageira. Desenvolveu-se o experimento em casa de

vegetação, mediante delineamento inteiramente casualizado, com o cultivo do capim-tifton 85 nos seguintes graus de compactação: 64%, 84%, 90%, 93% e 100%, obtidos pelo ensaio de Proctor Normal. Avaliaram-se os atributos físico-hídricos do solo, o intervalo hídrico ótimo e a produção de massa seca da forrageira. O capim-tifton 85 recuperou a estrutura do argissolo vermelho-amarelo. A descompactação do solo promoveu condições biofísicas do solo adequadas ao desenvolvimento da forrageira. A produção de massa seca aumentou com a sucessão dos cortes, independentemente do grau de compactação inicial do solo.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Cynodon* sp., descompactação biológica do solo, intervalo hídrico ótimo, recuperação de pastagem.

## ABSTRACT

### STRUCTURAL RECOVERY AND PRODUCTION OF TIFTON 85 GRASS IN COMPACTED RED-YELLOW ARGISOL

The soil compaction promoted for animal trampling and traffic of machines, is one of great impediments to attainment of raised pasture productivities. However, the soil-pasture relationship studies have not taken in consideration the biological soil descompaction, as well as its effect in productivity. This study objective was to evaluate dry mass production of Tifton 85 grass in function of different soil compaction degrees and potential of structural quality recovery of an Red-Yellow Argisol, promoted by forage plant. The experiment was carried out in green house, in

delineation entirely randomized, with the tifton 85 grass crop in the following degrees of compacting: 64%, 84%, 90%, 93% and 100%, gotten for the assay of Normal Proctor. The attributes had been evaluated the soil physical- hydric, least limiting water range and forage dry mass production. Tifton 85 grass recovered the structure of Red-Yellow Argisol. The soil descompaction promoted adequate soil biophysics conditions to forage development. The dry mass production increased with the cutting succession independent of initial degree of soil compaction.

**KEY WORDS:** Biological soil descompaction, *Cynodon* sp., least limiting water range, recovery of pastures.

## INTRODUÇÃO

A atividade pecuária no Brasil baseia-se no uso de pastagem como recurso alimentar e vem sofrendo mudanças significativas nos últimos anos, principalmente em virtude da competitividade existente no setor. Com o incremento da eficiência e da demanda, além da geração e da difusão de novas tecnologias, o conhecimento dos fatores que afetam a produtividade das pastagens é indispensável em sistemas de produção animal que buscam a máxima eficiência e lucratividade.

Diante da grande importância no contexto técnico-econômico dos sistemas de produção animal em pastagens, a planta forrageira tropical tem sido cada vez mais detalhada e estudada. Para tanto, suas necessidades em relação aos aspectos edafoclimáticos devem ser atendidas. Uma vez que os fatores do meio conferem respostas muito variáveis em termos de produtividade e qualidade da pastagem, o entendimento dos fatores que determinam a natureza da relação solo-planta-animal resulta em práticas de manejo racional, tornando os sistemas de produção animal a pasto mais competitivos e sustentáveis (CARVALHO, 2000).

Tem-se observado que a compactação do solo promovida pelo pisoteio animal e pelo tráfego de máquinas é um dos grandes entraves à obtenção de elevadas produtividades das pastagens (LIMA et al., 2004), levando à queda da sua capacidade de suporte animal, por reduzir gradativamente o vigor da forrageira e aumentar os processos erosivos do solo. Assim, torna-se necessário adequar o manejo aos fatores fitotécnicos, zootécnicos e edáficos dos sistemas de produção, para que seja evitada a sua degradação (OLIVEIRA et al., 2007).

Muitas pesquisas foram desenvolvidas para o melhoramento de plantas forrageiras, tornando-as aptas para explorar um maior volume do solo e eficientes no uso dos nutrientes. No que diz respeito à melhoria estrutural do solo, os maiores benefícios das gramíneas estão relacionados à alta densidade e à periódica renovação radicular, além da liberação de exsudatos na rizosfera que estimulam a atividade microbiana, levando à formação e à estabilização dos agregados do solo (SILVA & MIELNICZUK, 1997).

Das gramíneas forrageiras, destaca-se o capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.), que é o resultado do cruzamento do capim-tifton 68 com um acesso proveniente da África do Sul. Essa planta apresenta, como características, hastes grandes, são dotadas de folhas finas, de cor verde-escura, e rizomas bem desenvolvidos, além de uma boa relação folha-colmo, conferindo-lhe um bom valor nutritivo (SOARES FILHO et al., 2002). Trata-se de forrageira que apresenta grande velocidade de resposta a fatores químicos do solo, graças à alta densidade do seu sistema radicular.

Apesar dos estudos envolvendo a caracterização e o monitoramento físico-hídrico dos solos sob diferentes forrageiras (IMHOFF et al., 2000; MAGALHÃES et al., 2001; LEÃO et al., 2004), ainda não foi elucidado o potencial de rompimento de barreiras de impedimento mecânico impostas em solos compactados por essas plantas, bem como os seus efeitos sobre a produtividade.

Dos indicadores de qualidade estrutural do solo, o intervalo hídrico ótimo (IHO) se destaca, por integrar fatores físicos do solo relacionados ao crescimento das plantas em torno de um único parâmetro, como água, ar e resistência do solo à penetração do sistema radicular (SILVA et al., 1994), sendo considerado, por esse motivo, o indicador que melhor se correlaciona à produção vegetal (TORMENA et al., 2007).

O incremento na densidade do solo, provocado pela sua compactação, leva à redução do IHO, podendo criar restrições físico-hídricas severas às plantas forrageiras (LEÃO et al., 2004). Em pastagens irrigadas, como em sistemas de pastejo rotacionado ou em campos de produção de feno, as restrições físicas levam à redução da produtividade em resposta à irrigação, o que se deve à aeração deficiente sob condições de elevados conteúdos de água no solo (LAPEN et al., 2004).

Diante da importância da recuperação de pastagens no contexto solo-planta, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a produção do capim-tifton 85, em função da compactação do solo e o potencial de recuperação da qualidade estrutural de um argissolo vermelho-amarelo do Sul de Minas Gerais, promovida pela planta forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em casa de vegetação. Coletaram-se materiais de solo proveniente de um argissolo vermelho-

amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006), textura muito argilosa, do município de Lavras, MG, originado de gnaiss granítico. A caracterização granulométrica e os resultados do ataque sulfúrico e do complexo sortivo são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Utilizou-se a metodologia da EMBRAPA (1997).

**TABELA 1.** Granulometria e caracterização dos óxidos pelo ataque sulfúrico do argissolo vermelho-amarelo do município de Lavras, MG

Dp <sup>1</sup> (kg dm <sup>-3</sup> )	Granulometria <sup>2</sup>			Ataque sulfúrico <sup>3</sup>			Ki	Kr
	Areia	Silte	Argila	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
	----- (g kg <sup>-1</sup> ) -----							
2,55	195	152	653	182	189	46	1,64	1,42

<sup>1</sup> Dp: Densidade de partículas, determinada pelo método do balão volumétrico (média de quatro repetições); <sup>2</sup> Determinada pelo método da pipeta (média de quatro repetições); <sup>3</sup> Média de quatro repetições; Ki: relação molecular SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Kr: relação molecular SiO<sub>2</sub>: (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

**TABELA 2.** Complexo sortivo e matéria orgânica do argissolo vermelho-amarelo do município de Lavras, MG

T <sup>1</sup>	Ca	Mg	Al	H+Al	P	K	S	Zn	Fe	Mn	Cu	MO <sup>2</sup>	V <sup>3</sup>	m <sup>4</sup>	pH
	----- (cmolc dm <sup>-3</sup> ) -----					----- (mg dm <sup>-3</sup> ) -----						(g kg <sup>-1</sup> )	(%)		H <sub>2</sub> O
2,4	0,4	0,1	0,5	1,9	0,9	60	19	0,4	64	12	2,3	10	22	21	5,6

<sup>1</sup>T: Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; <sup>2</sup> MO: Matéria orgânica do solo; <sup>3</sup> V: Saturação por bases; <sup>4</sup> Saturação por alumínio.

Padronizou-se o material de solo passando-o por peneira de malha de 4,76 mm, segundo MEDEIROS et al. (2005). Nessa ocasião promoveu a calagem, o que elevou a saturação de bases para 60%, utilizando-se calcário dolomítico com valor do PRNT de 95%. As correções das deficiências nutricionais foram realizadas com a aplicação de 120 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 20 mg dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O; 4,0 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, 0,5 mg dm<sup>-3</sup> de B, 5,0 mg dm<sup>-3</sup> de Cu e 1,5 mg dm<sup>-3</sup> de Mn, em que se utilizaram, como fontes, ácido fosfórico, cloreto de potássio, sulfato de zinco, ácido bórico, sulfato de cobre e sulfato de manganês, respectivamente.

Antes da implantação do experimento e com a finalidade de determinação dos tratamentos, realizou-se o ensaio de Proctor Normal, segundo STANCATI et al. (1981). A curva de compactação do solo foi obtida ajustando-se a densidade do solo (Ds) em função do conteúdo gravimétrico

de água no solo (U) por meio de um polinômio do segundo grau ( $Y = aX^2 + bX + c$ ), conforme a Figura 1. A umidade ótima de compactação e a densidade máxima do solo foram obtidas pelas expressões 1 e 2, segundo DIAS JÚNIOR & MIRANDA (2000):

$$U_{ót} = (-b/2a); \quad (1)$$

$$Ds_{máx} = [- (b^2 - 4ac)/4a]; \quad (2)$$

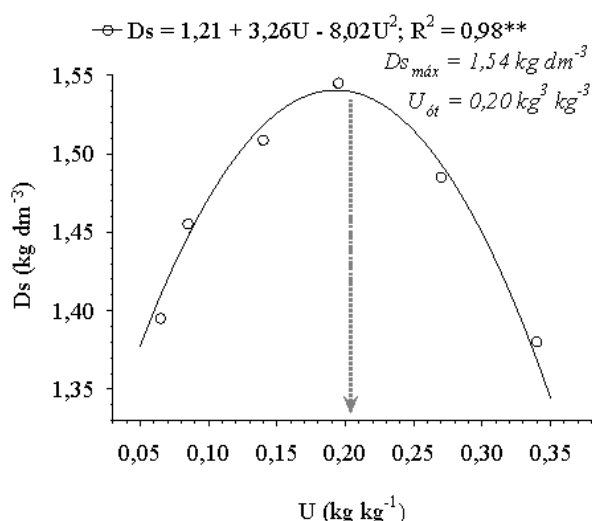
em que a, b e c são os coeficientes de ajuste da equação de regressão.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As parcelas experimentais consistiram em vasos com volume de 6,28 dm<sup>3</sup> (2 dm de diâmetro e 2 dm de altura). As densidades do solo foram obtidas artificialmente com a utilização de uma prensa hidráulica, segundo MEDEIROS et al. (2005), sendo os tratamentos

constituídos pelos graus de compactação (GC) de 64%, 84%, 90%, 93% e 100%, considerando o ramo seco da curva de compactação do solo (esquerda do vértice da parábola), com dezesseis repetições, totalizando oitenta parcelas. O grau de compactação foi calculado, segundo SANTOS et al. (2005), pela seguinte equação (3):

$$GC = D_{si}/D_{smáx}; \quad (3)$$

sendo que  $D_{si}$  é a densidade inicial do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ).



**FIGURA 1.** Curva de compactação [densidade do solo ( $D_s$ ,  $\text{kg dm}^{-3}$ ), em função do conteúdo de água no solo ( $U$ ,  $\text{kg kg}^{-1}$ )] do argissolo vermelho-amarelo, textura muito argilosa, do município de Lavras, MG.  $D_{s_{máx}}$ : densidade do solo máxima;  $U_{ót}$ : umidade ótima de compactação.

As densidades do solo inicial correspondentes aos graus de compactação foram, respectivamente, 1,00, 1,30, 1,38, 1,43 e 1,54, sendo o primeiro valor referencial da  $D_s$  simulando as condições de solo após a realização das operações deste. Para a avaliação do potencial de descompactação biológica do capim-tifton 85, baseou-se a composição dos demais tratamentos no valor de  $1,30 \text{ kg dm}^{-3}$  e superiores a esse, considerado por CANILLAS & SALOKHE (2002) como índice que reflete a qualidade de solos argilosos.

As mudas do capim-tifton 85 foram obtidas em um campo de produção de feno com, aproximadamente, 120 dias de idade. Realizou-se a

implantação em oito repetições, com o transplante de três estolões igualmente distribuídos por vaso. Já as demais repetições não foram cultivadas com a forragem, a fim de ser comparado o alívio provocado na estrutura do solo após a implantação da forrageira. A irrigação foi procedida de modo a manter constante o valor entre 80% e 100% da capacidade de campo.

Realizou-se um corte de uniformização aos 57 dias após o transplante, à altura de 10 cm do solo. Posteriormente, procedeu-se a três cortes de avaliação da forrageira, com intervalos de 27 dias para cada corte, à mesma altura descrita anteriormente. Durante a avaliação da forrageira, fizeram-se adubações de manutenção, com aplicação de  $160 \text{ mg kg}^{-1}$  de N e  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , mediante a utilização de ureia e cloreto de potássio, respectivamente. A primeira adubação de cobertura foi realizada após a uniformização das plantas, e as demais foram parceladas em duas aplicações por corte, sendo a primeira após o corte e a segunda aos sete dias após cada avaliação da forrageira. Colocaram-se os materiais obtidos dos cortes da forrageira em saco de papel, sendo pesados e levados à estufa de ventilação forçada, a  $65^\circ\text{C}$ , por 72 horas, para a determinação da massa seca da parte aérea, conforme metodologia de SILVA & QUEIROZ (2002).

Após o último corte de avaliação, coletaram-se duas amostras indeformadas por vaso, em cilindros com dimensões de 2,5 cm de altura e 6,5 cm de diâmetro, para determinações físico-hídricas do solo. Uma das amostras de cada vaso foi inicialmente saturada e submetida às tensões de 2, 4, 6 e 10 kPa na coluna de areia (REICHERT & REINERT, 2006) e de 33, 100, 500 e 1.500 kPa nos aparelhos extratores de Richards (EMBRAPA, 1997), para a determinação da retenção de água no solo.

As demais amostras foram ajustadas às tensões de 2, 6, 33 e 1.500 kPa e submetidas ao ensaio de resistência do solo à penetração (RP), segundo TORMENA et al. (1998), utilizando um penetrômetro eletrônico modelo MA 933, marca Marconi, com velocidade constante de  $100 \text{ mm min}^{-1}$ . Em seguida, as amostras foram secadas em estufa, a  $105^\circ\text{C}$ , por 48 horas, para a determinação

da densidade do solo ( $D_s$ ), segundo EMBRAPA (1997).

Considerou-se a microporosidade como sendo a água retida na tensão de 6 kPa (EMBRAPA, 1997). Determinou-se o volume total de poros (VTP) pela expressão 4,

$$\text{VTP} = (1 - D_s/D_p); \quad (4)$$

em que  $D_s$  = densidade do solo e  $D_p$  = densidade de partículas. A macroporosidade foi obtida pela diferença entre VTP e microporosidade, segundo metodologia descrita por EMBRAPA (1997).

A curva de retenção de água (CRA) foi obtida ajustando-se o conteúdo de água ( $\theta$ ) em função da densidade do solo ( $D_s$ ) e do potencial matricial ( $\Psi$ ), utilizando-se os procedimentos descritos por SILVA et al. (1994), conforme a seguinte equação (5),

$$\theta = 0,54 D_s^{0,47} \Psi^{-0,131}; R^2 = 0,92 \text{ ** } (n = 80) \quad (5)$$

em que  $\theta$  é o conteúdo de água no solo,  $D_s$  é a densidade do solo e  $\psi$  é o potencial matricial.

Os valores de resistência à penetração (RP), obtidos em  $\text{kgf cm}^{-2}$ , foram multiplicados pelo fator 0,098, para transformação em MPa. Obteve-se a curva de resistência do solo à penetração (CRP) ajustando-se os valores de RP em função do conteúdo volumétrico de água ( $\theta$ ) e da  $D_s$ , por meio do modelo não-linear proposto por BUSSCHER (1990), segundo a seguinte equação (6),

$$\text{RP} = 0,18 \theta^{-1,35} D_s^{5,33}; R^2 = 0,96 \text{ ** } (n = 80) \quad (6)$$

em que RP é a resistência do solo à penetração,  $\theta$  é o conteúdo de água no solo e  $D_s$  é a densidade do solo.

Na determinação dos limites superiores do IHO, consideraram-se o conteúdo de água no solo na capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ) e/ou aquele em que a porosidade de aeração ( $\theta_{PA}$ ) é considerada adequada ao desenvolvimento da cultura. Os limites inferiores foram considerados como

conteúdo de água no solo correspondente ao ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ) e/ou aquele correspondente à resistência à penetração limitante ao desenvolvimento das plantas, segundo critérios propostos por SILVA et al. (1994).

Para a obtenção da  $\theta_{CC}$ , substituiu-se o valor de tensão de água no solo correspondente a 10 kPa na equação 5, obtendo-se a 7, enquanto que a  $\theta_{PA}$  correspondeu ao conteúdo de água no solo em que a porosidade de aeração é  $0,10 \text{ dm}^3 \text{ dm}^{-3}$  (SILVA et al., 1994), obtida pela equação 8. O  $\theta_{PMP}$  foi obtido substituindo-se o potencial matricial correspondente a 1500 kPa na equação 5, dando origem à 9, ao passo que a  $\theta_{RP}$  foi obtida substituindo-se o valor da RP por 2,5 MPa (CAMARGO & ALLEONI, 1997) na equação 6, resultando na 10,

$$\theta_{CC} = 0,40 D_s^{0,47} \quad (7)$$

$$\theta_{PA} = (\text{VTP} - 0,1) \quad (8)$$

$$\theta_{PMP} = 0,21 D_s^{0,47} \quad (9)$$

$$\theta_{RP} = [2,5 / (0,18 D_s^{5,33})]^{-1,35} \quad (10)$$

em que  $\theta_{CC}$  é o conteúdo de água no solo correspondente à capacidade de campo;  $\theta_{PA}$  é a porosidade de aeração;  $\theta_{PMP}$  é o ponto de murcha permanente;  $\theta_{RP}$  é a resistência do solo à penetração;  $D_s$  é a densidade do solo e VTP é o volume total de poros.

Obteve-se o IHO ajustando-se os limites do conteúdo de água no solo em função da  $D_s$ , segundo descrito por SILVA et al. (1994). A densidade do solo crítica ao desenvolvimento das plantas ( $D_{sc}$ ) foi considerada como o valor de  $D_s$ , em que o IHO=0. Determinou-se a água disponível (AD) pela diferença entre os conteúdos volumétricos de água na capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ) e no ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), quando estes foram os limites superiores e inferiores do IHO.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, segundo delineamento inteiramente casualizado. Procedeu-se às comparações das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O potencial de recuperação da estrutura do solo pelo capim-tifton 85 foi determinado ajustando-se os IHOs obtidos antes e após o cultivo, em função do grau de compactação e com base nas

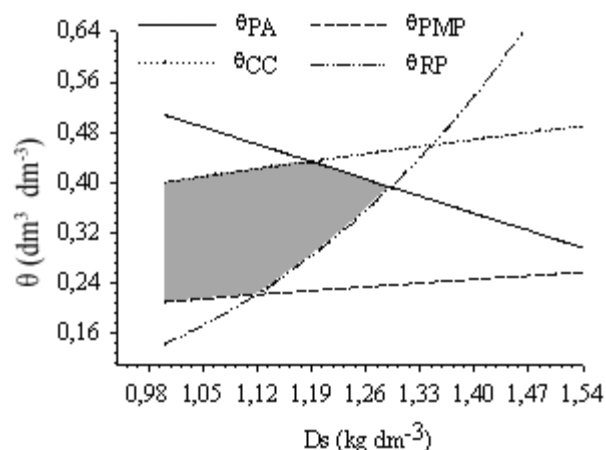
alterações nos atributos físicos do solo provocadas pelo capim-tifton 85.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da retenção de água no solo na  $\theta_{CC}$  e  $\theta_{PMP}$  com o incremento na compactação do solo observado na Figura 2 pode ser atribuído à maior quantidade de partículas disponíveis para a retenção de água por unidade de volume de solo (VAN DEN BERG, 1997). A partir da  $D_s$  1,12 kg  $dm^{-3}$ , a  $\theta_{RP}$  passou a limitar o desenvolvimento das plantas, pela imposição de camada de impedimento mecânico sob baixos conteúdos de água no solo. Por outro lado, a partir da  $D_s$  de 1,19 kg  $dm^{-3}$ , a aeração do solo pode restringir o desenvolvimento das plantas sob elevados conteúdos de água no solo (LAPEN et al., 2004), atingindo o valor de  $D_{sc}$  em 1,28 kg  $dm^{-3}$ , no qual as plantas terão seu crescimento afetado por restrições físicas do solo, em virtude da nulidade do IHO em qualquer conteúdo de água no solo. Esses resultados corroboram os encontrados por TORMENA et al. (1998) em um latossolo da mesma classe textural do solo estudado.

Analisando-se os valores de  $D_s$  correspondentes aos graus de compactação avaliados, observa-se que, com exceção da  $D_s$  de 1,00 kg  $dm^{-3}$  ( $GC = 64\%$ ), a compactação do solo promoveu valores de  $D_s > D_{sc}$ , sugerindo severa degradação estrutural potencialmente capaz de restringir o pleno desenvolvimento do capim-tifton 85, mesmo estando o solo com umidade próxima à capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ) (TORMENA et al., 2007), a qual foi mantida ao longo do experimento.

Avaliando a influência da escarificação biológica do solo provocada pelo cultivo da crotalária em um argissolo vermelho-amarelo arênico, ABREU et al. (2004) não verificaram diferenças nas relações entre massa e volume do solo ao compararem com a condição do solo sem cultivo, o que se deve à morfologia pivotante do sistema radicular dessa cultura. Os dados da Tabela 3 demonstram a agressividade do sistema radicular da forrageira em estudo e o seu potencial de recuperação da qualidade estrutural do solo por meio da descompactação biológica deste.



**FIGURA 2.** Variação do conteúdo volumétrico de água ( $\theta$ ,  $dm^3 dm^{-3}$ ) com a densidade do solo ( $D_s$ ), do argissolo vermelho-amarelo (PVA), para os limites críticos de capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ), ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), porosidade de aeração ( $\theta_{PA}$ ) e resistência do solo à penetração ( $\theta_{RP}$ ). IHO = intervalo hídrico ótimo  $D_{sc}$ : densidade do solo crítica à produção vegetal.

Se, por um lado, a compactação do solo pode ser benéfica, por aumentar a retenção de água, como visualizado na Figura 1, pelo aumento da  $\theta_{CC}$ , e na Tabela 3, pelo incremento na microporosidade, por outro, quando excessiva, ela pode se tornar prejudicial, por reduzir a macroporosidade a valores críticos a uma boa aeração do solo (OLIVEIRA et al., 2003). Considerando os valores de macroporosidade inferiores a 0,10  $dm^3 dm^{-3}$  como limitantes ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas cultivadas (OLIVEIRA et al., 2007), observa-se que, à exceção dos vasos cujos materiais de solos se encontravam com densidade de 1,0 kg  $dm^{-3}$ , todos os demais apresentavam condições consideradas limitantes ao melhor desenvolvimento do capim (Tabela 3). A avaliação realizada após o cultivo evidenciou a franca recuperação da estrutura do solo, haja vista os valores de macroporosidade superiores àquele considerado crítico.

Observa-se que houve um incremento de 10% na  $D_s$  correspondente ao GC de 64%, o que ocorreu à custa da redução de parte da macroporosidade (de 0,23  $dm^3 dm^{-3}$  para 0,16  $dm^3 dm^{-3}$ ; Tabela 3). Isso ocorreu, provavelmente, em virtude da pressão das raízes do capim sobre o

solo, promovendo a reconsolidação das partículas (SILVA & MIELNICZUK, 1997). Quando se compara a variação temporal desses dois atributos para os demais GC, verifica-se que o capim-tifton 85 promoveu significativas reduções na Ds e aumentos na macroporosidade. Para o GC de 100%, a Ds reduziu 22%, ao passo que a macroporosidade do solo aumentou em 4.333%

(de 0,003 para 0,13  $\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$ ) após o cultivo do capim. A recuperação da qualidade estrutural do solo, além de representar melhores condições para a produção vegetal, assume grande importância no contexto ambiental, graças à forte correlação entre a macroporosidade e a infiltração de água no solo (SALES et al., 1999), resultando na redução do processo erosivo.

**TABELA 3.** Atributos físicos de um argissolo vermelho-amarelo distrófico do município de Lavras, MG, antes e após o cultivo do capim-tifton 85<sup>1</sup>

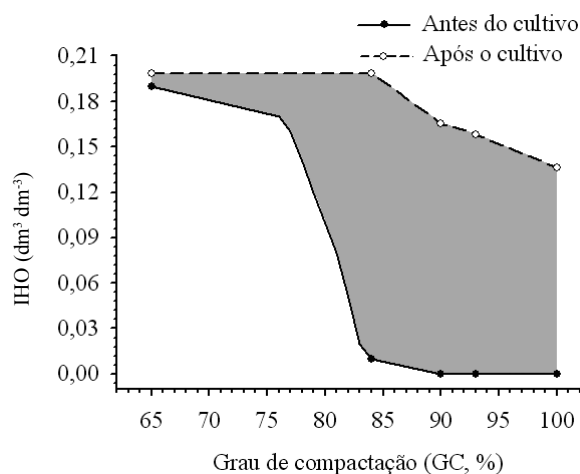
GC (%)	Ds (kg $\text{dm}^{-3}$ )		Macroporosidade ( $\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$ )		Microporosidade	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
64	1,00bC	1,10aB	0,23aA	0,16bA	0,35bC	0,41aA
84	1,30Ab	1,12bB	0,07 bB	0,17aA	0,42aB	0,39bA
90	1,38aB	1,17bAB	0,04 bB	0,15aA	0,42aB	0,39bA
93	1,43aAB	1,18bAB	0,01bBC	0,14aAB	0,46aA	0,42bA
100	1,54aA	1,20bA	0,003bC	0,13aAB	0,47aA	0,41bA

<sup>1</sup> Para cada parâmetro analisado, médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha (antes e após) e maiúscula na coluna não diferem entre si, para cada variável, pelo teste Tukey, a 5% de significância. GC: grau de compactação; Ds: densidade do solo; Macro: macroporosidade do solo; Micro: microporosidade do solo. Valores de GC antes do cultivo do capim-tifton 85.

Em análise dos efeitos do cultivo do capim no IHO (Figura 3), observa-se que o incremento na disponibilidade de água às plantas, em todos os graus de compactação avaliados, deve ter favorecido o maior desenvolvimento de raízes metabolicamente ativas que, por sua vez, contribui sucessivamente com o aumento da descompactação do solo. Assim, sugere-se que o capim-tifton 85, cultivado em solos com camada de impedimento mecânico, tende a sofrer alterações morfofisiológicas das raízes, o que, associado à alta densidade e à periódica renovação radicular (SILVA & MIELNICZUK, 1997), resulta na recuperação da qualidade estrutural, de modo a beneficiar o crescimento das plantas, por reduzir as restrições físicas ao desenvolvimento destas.

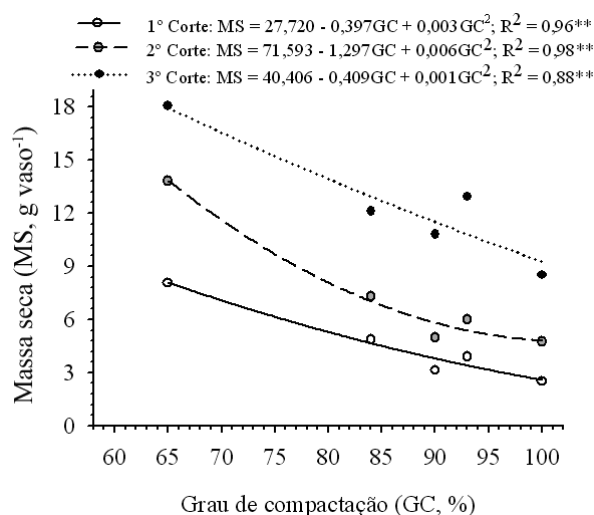
Corroborando a afirmação anterior, a Figura 4 mostra que, à medida que a forrageira recupera a qualidade estrutural do solo, a produção de massa seca também vai sofrendo incremento. Entretanto, apesar de o capim-tifton 85 ter sido muito eficiente na melhoria da estrutura do argissolo vermelho-amarelo em estudo, a produção de massa seca da

forragem nos três cortes avaliados foi comprometida com o aumento do grau de compactação.



**FIGURA 3.** Alterações no intervalo hídrico ótimo (IHO,  $\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$ ), em função do grau de compactação (GC, %), do argissolo vermelho-amarelo (PVA) cultivado com capim-tifton 85.  $\Delta$  IHO = efeito do cultivo da forrageira no incremento do intervalo hídrico ótimo.

Além da severa restrição física imposta pelo IHO do solo antes do cultivo (Figura 2), FERRERAS et al. (2001) salientam que valores de grau de compactação superiores a 85% provocam grandes reduções no volume de macroporos, o que pode ser verificado na Tabela 3. Esse fato compromete seriamente o crescimento e o rendimento das forrageiras, em virtude da energia metabólica gasta pela planta no rompimento da camada compactada. Por outro lado, os incrementos na produção observados na sucessão dos cortes indicam que as respostas positivas ocorrem à medida que a recuperação da qualidade estrutural do solo é alcançada, em função da maior conversão de fotoassimilados em massa seca.



**FIGURA 4.** Produção de massa seca ( $g\ vaso^{-1}$ ) do capim-tifton 85, em função do grau de compactação do solo (%).

Salienta-se que os valores de  $D_s$  após o cultivo do capim-tifton 85 em qualquer tratamento se situaram entre 1,10 e 1,20  $kg\ dm^{-3}$  (Tabela 3). Conseqüentemente, os valores dos graus de compactação também apresentaram reduções, situando-se entre 71% e 78%, em todas as condições avaliadas. O aumento na produção de massa seca da forrageira no grau de compactação inicial de 64% (Figura 4) pode estar relacionado à reconsolidação das partículas do solo, o que promoveria melhor contato solo-raiz e condições

biofísicas favoráveis ao desenvolvimento da planta, evidenciando o efeito benéfico de certa compactação do solo (FERRERAS et al., 2001).

## CONCLUSÕES

O capim-tifton 85 recuperou a qualidade estrutural do argissolo vermelho-amarelo. A descompactação biológica do solo promoveu condições biofísicas do solo adequadas ao desenvolvimento da forrageira. A produção de massa seca aumentou com a sucessão dos cortes, independentemente do grau de compactação inicial do solo.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p. 519-531, 2004.
- BUSSCHER, W.J. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to common water content. *Transactions of the ASAE*, v. 33, p. 519-524, 1990.
- CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 132 p.
- CANNILAS, E. C.; SALOCKE, V. M. A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. *Soil Tillage Research*, Amsterdam, v. 65, p. 221-230, 2002.
- CARVALHO, C.A.B. **Padrões demográficos de perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Cynodon ssp. manejadas em quatro intensidades de pastejo**. 2000. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2000.
- DIAS JÚNIOR, M.S.; MIRANDA, E.E.V. Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 24, p. 337-346, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212 p.



- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 306 p.
- FERRERAS, L. A.; BATTISTA, J. J. de; AUSILIO, A.; PECORARI, C. Parâmetros físicos del suelo em condiciones no perturbadas y bajo laboreo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 161-170, 2001.
- HILLEL, D. **Introduction to soil physics**. San Diego: Academic, 1982. 364 p.
- IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicações da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1493-1500, 2000.
- LAPEN, D.R.; TOPP, G.C.; GREGORICH, E.G.; CURNOE, W.E. Least limiting water range indicators of soil quality and corn production, eastern Ontario, Canada. **Soil Tillage Research**, v. 78, p. 151-170, 2004.
- LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; MACEDO, M.C.M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V.P.B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 415-423, 2004.
- LIMA, C. L. R.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; LEÃO, T. P. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 945-951, 2004.
- MAGALHÃES, R.T.; KLIEMANN, H.J.; OLIVEIRA, I.P. Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do Sistema Barreirão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, p. 7-13, 2001.
- MEDEIROS, R. D. ; SOARES, A. A. ; GUIMARÃES, R. M. Compactação do solo e manejo da água. I: Efeitos sobre a absorção de N, P, K, massa seca de raízes e parte aérea de plantas de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 940-947, 2005.
- OLIVEIRA G.C.; SEVERIANO, E.C.; MELLO, C.R. Dinâmica da resistência à penetração de um Itossolo vermelho da Microrregião de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 265-270, 2007.
- REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p.1931-1935, 2006.
- SALES, L.E.O.; FERREIRA, M.M.; OLIVEIRA, M.S.; CURI, N. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2091-2095, 1999.
- SANTOS, G.A.; DIAS JUNIOR, M.S.; GUIMARÃES, P.T.G.; FURTINI NETO, A.E. Diferentes graus de compactação e fornecimento de fósforo influenciando no crescimento de plantas de milho (*zea mays* L.) cultivadas em solos distintos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 740-752, 2005.
- SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. **Soil Science Society of American Journal**, v. 58, p.1775-1781, 1994.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 2002. 235 p.
- SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 311-317, 1997.
- SOARES FILHO, C.V.; RODRIGUES, L.R.A.; PERRI, S.H.V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiaru**, v. 24, p. 1377-1384, 2002.
- STANCATI, G.; NOGUEIRA, J. B.; VILAR, O. M. **Ensaio de laboratório de mecânica dos solos**. São Carlos: USP, 1981. 208 p.
- TORMENA, C.A.; ARAÚJO, M.A.; FIDALSKI, J.; COSTA, J.M. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um latossolo vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 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**, v. 22, p. 573-581, 1998.
- VAN DEN BERG, B.P. Soil bulk density as influenced by grazing intensity and soil type on a shrotgrass prairie site. **Journal of Range Management**, v. 35, p. 586-588, 1997.

Protocolado em: 29 out. 2007. Aceito em: 15 ago. 2008.