

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM ÁREA DE PASTAGEM DE CAPIM TIFTON, INFLUENCIADA PELO PISOTEIO E IRRIGAÇÃO

PENETRATION RESISTANCE IN AREA OF PASTURE TIFTON INFLUENCED BY TRAMPLING AND IRRIGATION

**Jose Luiz Rodrigues TORRES¹; Dilson José RODRIGUES JUNIOR²;
Guilherme Acacio SENE³; Diogo Gonzaga JAIME³; Dinamar Marcia da Silva VIEIRA⁴**

1. Professor, Doutor em Produção Vegetal do Instituto Federal de Educação e Tecnologia Triângulo Mineiro - IFTM – Campus Uberaba, MG, Brasil. jlrtorres@iftm.edu.br; 2. Bolsista de Iniciação Científica da Fapemig, Graduando em Zootecnia do IFTM, Uberaba, MG, Brasil; 3. Professor, Doutor, IFTM, Uberaba, MG, Brasil; 4. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, graduanda do curso de tecnólogo em Gestão Ambiental do IFTM, Uberaba, MG, Brasil.

RESUMO: O impacto causado pelo pisoteio bovino tem sido apontado como causador da compactação do solo em áreas de pastagens cultivadas e naquelas onde ocorre a integração lavoura-pecuária. O objetivo deste estudo foi avaliar a influencia do pisoteio bovino na resistência mecânica a penetração numa pastagem constituída de capim Tifton 85, com e sem irrigação, em Uberaba-MG. O experimento foi montado num esquema fatorial 2x6x4, sendo dois tratamentos, compostos por área com irrigação (T1) e sem irrigação (T2) com cobertura de Tifton 85, seis profundidades, com avaliações a cada 0,10 m até 0,60 m, com quatro. Avaliou-se a resistência mecânica do solo a penetração com o penetrômetro de impacto, a densidade e umidade volumétrica do solo nas profundidades avaliadas e a produção de massa verde. A resistência a penetração foi influenciada pela umidade do solo nas áreas com e sem irrigação; o pisoteio animal causou o aumento da densidade do solo no tratamento não irrigado; Existe correlação positiva entre densidade e umidade, negativa entre as variáveis umidade, densidade e resistência a penetração. A maior produção de fitomassa ocorreu sempre na área irrigada.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação. Densidade. Umidade. Gramíneas

INTRODUÇÃO

A produção animal, baseada no uso de pastagens, consiste em uma das alternativas mais competitivas e rentáveis da pecuária brasileira, entretanto, a degradação das pastagens cultivadas tem representado uma ameaça à sustentabilidade do sistema de produção de carne no Brasil (SANTOS et al., 2010). A maior parte dos estudos que abordam o problema relaciona o processo de degradação com as interações entre fatores zootécnicos (taxa de lotação animal), da planta (perda de vigor, alteração morfológica) e do solo (atributos químicos), enquanto que o problema da degradação física do solo tem sido deixado em segundo plano (LEÃO et al., 2004).

O manejo de solo em pastagem ainda encontra-se incipiente, apesar de problemas bastante graves relacionados com a degradação dos atributos físicos destas áreas. A compactação de solos de pastagens cultivadas ou nativas é generalizada nas diversas regiões do país e tem causado preocupação, pois a produtividade das forrageiras utilizadas vem diminuindo rapidamente (COSTA et al., 2003), além disso, tem sido apontada como um dos principais problemas evidenciados nas áreas sob pastejo intensivo. O impacto causado pelo pisoteio bovino sobre o solo e os conseqüentes reflexos

sobre alguns atributos físicos, tem sido atribuído ao fato de seu peso ser distribuído em uma menor área atingida pelo seu casco. Schneider et al. (1978) constataram que um bovino com peso entre 70 a 500 kg exerce uma pressão de compactação de 0,07 a 0,21 MPa, enquanto que um trator de esteira exerce somente 0,01 a 0,02 MPa de pressão. Sousa et al. (1998) trabalhando com a influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo calcularam os valores da massa, área do casco e pressão de animais no solo e observaram que a pressão exercida pelo bovino foi 106,5% maior que aquela exercida pelo trator.

De acordo com Gaggero (1998), dois aspectos requerem atenção no manejo animal sobre pastagens: a pressão de pastejo e a movimentação dos animais. Estes mesmos autores estimam a carga estática exercida pelos bovinos como variável entre 112 e 165 kPa, Durante a movimentação do gado a mesma se multiplica, sendo consideravelmente maior.

O grau de compactação causado pelo pisoteio bovino é influenciado pela textura e umidade do solo, sistema de pastejo e altura de manejo da pastagem (LEÃO et al., 2004). No entanto, o efeito deste pisoteio sobre os atributos físicos são mais pronunciados nas camadas superficiais do solo, conforme constatado por Trein

et al. (1991), que observaram que o pastejo intensivo de bovinos em uma pastagem de aveia preta e trevo causaram o aumento da resistência à penetração de 0,84 para 4,03 MPa, na camada de 0,0 a 0,07 m de profundidade.

A camada compactada pode ser identificada mediante a avaliação de alguns atributos físicos, sendo que um dos parâmetros mais utilizados para expressar o grau de compactação de um solo tem sido a resistência mecânica a penetração das raízes, que pode ser quantificada com o uso de penetrômetros. Em áreas de pastagens e as principais diferenças geralmente ocorre nas camadas superficiais (BEAUTLER; CENTURION, 2004). Diante disso, conduziu-se este trabalho com objetivo de avaliar a influencia do pisoteio bovino na resistência mecânica a penetração (RP) numa pastagem constituída de capim Tifton 85, com e sem irrigação, em Uberaba-MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido numa área experimental em Uberaba, na microregião do Triângulo Mineiro, localizada entre a latitude de 19°39'19" S e longitude de 47°57'27" W, numa área de pastagem de capim Tifton, com e sem irrigação, após 16 meses de pastejo rotacionado (Jan/2008 a ab/2009). O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, com verão quente e chuvoso, inverno frio e seco. Ocorre um período chuvoso de outubro a abril, tendo uma estação seca de maio a setembro e outra chuvosa de dezembro e janeiro, com temperatura média anual de 23,2 °C, com máxima de 30,2 °C e mínima de 17,6 °C (VALLE JUNIOR et al., 2011), com precipitação mínima de 1600 mm ano⁻¹ e de 360,35 horas (ABDALA et al., 2011).

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006) de textura franco-argilo-arenosa, relevo local suave ondulado, apresentando na camada de 0,0-0,20 m, 180 g kg⁻¹ de argila, 770 g kg⁻¹ de areia e 50 g kg⁻¹ de silte.

O experimento foi montado num esquema fatorial 2x6x4, sendo dois tratamentos, compostos por área com irrigação (T1) e sem irrigação (T2) com cobertura de Tifton 85, seis profundidades, com avaliações a cada 0,10 m até 0,60 m, com quatro repetições, em parcelas de 65,1 m de comprimento por 31,7 de largura (2063,7 m²), num delineamento inteiramente casualizado.

A resistência mecânica do solo à penetração (RP) foi determinada com o uso de penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de

ponteira cônica de 30° (STOLF, 1991). Em cada parcela realizou-se três determinações da RP. As subparcelas (profundidades) foram compostas por seis profundidades, a cada 0,10 m até 0,60 m. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos (dm⁻¹), tendo sido transformados em kgf cm⁻² através da equação $R \text{ (kgf cm}^{-2}\text{)} = 5,6 + 6,98 N$ (SENE et al., 1985). Posteriormente, estes valores foram multiplicados pela constante 0,098 para transformação em unidades MPa, conforme Arshad et al. (1996).

A densidade do solo (Ds) foi determinada pelo método do anel volumétrico (BLAKE; HARTGE, 1986) e a umidade volumétrica (Uv) do solo pelo método proposto pela Embrapa (1997), nas mesmas profundidades avaliadas para compactação.

A irrigação da pastagem foi feita por microaspersores e o volume de água fornecido foi de 40 mm ano⁻¹. As características do sistema de irrigação são: vazão da bomba = 21,6 m³ h⁻¹, precipitação do aspersor de 4,2 mm h⁻¹ e lâmina bruta aplicada por posição de 26 mm.

A coleta de amostras para produção de massa verde foi realizada antes dos animais entrarem nos piquetes (parcelas) para iniciar o pastejo, em uma área de 1m², sendo coletadas 4 amostras por piquete, onde toda a vegetação nesta área era cortada a uma altura de 0,05 m, quantificada e os valores expressos em tonelada por hectare. A quantidade de animais por piquete foi calculada de acordo com a produção de massa verde e seca produzida e a área do piquete, em 3 dias de ocupação, sob uma pressão de pastejo de 6%, em intervalos de 24 dias, conforme proposto por Gardner (1986).

Nos resultados obtidos foi realizada a análise de variância, aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentadas as evoluções ocorridas nos testes de resistência mecânica do solo a penetração (RP) 16 meses após a implantação da pastagem. Observou-se que os maiores valores de RP ocorreram na camada de 0,0-0,10 m de 2,71 MPa e 4,46 MPa e na camada 0,10-0,20 m de 2,75 MPa e 3,90 MPa, para a área com irrigação (T1) e sem irrigação (T2), respectivamente (Figura 1). Nestas camadas ocorreram diferenças significativas (Tukey 5%) entre os tratamentos avaliados (Tabela 1).

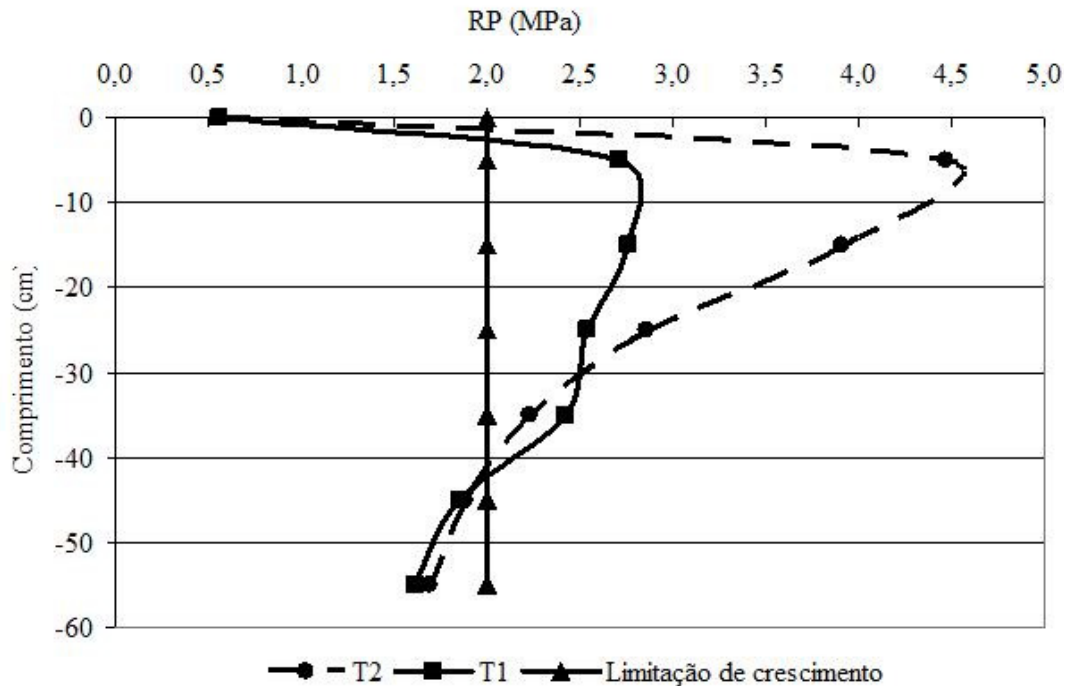


Figura 1. Resistência mecânica à penetração (RP) medida a cada 0,10 m até 0,60 m de profundidade, em área com (T1) e sem irrigação (T2), dezesseis meses após a implantação da pastagem com capim Tifton (Janeiro/2008 a abril/2009), em Uberaba-MG.

Tabela 1. Resistência a penetração (RP), densidade do solo (Ds) e Umidade volumétrica (Uv) avaliada numa Latossolo Vermelho distrófico, dezesseis meses após a implantação da pastagem com capim Tifton, em Uberaba-MG.

Profundidades	Tratamentos					
	Com irrigação (T1)			Sem irrigação (T2)		
	RP	Ds	Uv	RP	Ds	Uv
	MPa	kg dm ⁻³	cm ³ cm ⁻³	MPa	kg dm ⁻³	cm ³ cm ⁻³
0,0-0,10	2,71 aA	1,56 aA	0,19 a	4,46 bA	1,48 bB	0,11 b
0,10-0,20	2,75 aA	1,53 aA	0,16 a	3,90 bA	1,39 bB	0,12 a
0,20-0,30	2,54 aB	1,56 aA	0,20 a	2,85 aB	1,54 aA	0,14 a
0,30-0,40	2,22 aB	1,57 aA	0,20 a	2,42 aB	1,55 aA	0,15 a
0,40-0,50	1,85 aC	1,58 aA	0,20 a	1,88 aC	1,54 aA	0,14 a
0,50-0,60	1,60 aC	1,59 aA	0,20 a	1,69 aC	1,52 aA	0,14 a
CV (%)	17,71			20,74		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para os mesmos parâmetros, diferem entre si (Tukey 5%)

Os resultados obtidos corroboram com aqueles observados por Lanzanova et al. (2007) em Jari-RS, que avaliando pastagem composta de aveia preta e azevem, observaram que a alta taxa de lotação de animais em curto espaço de tempo causou a compactação na camada superficial do solo. Trein et al. (1991) observaram que o pastejo intensivo de bovinos causou o aumento da RP de 0,84 para 4,03 MPa, na camada de 0,0 a 0,07 m de profundidade. Ralich et al. (2008) obtiveram resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, pois destacaram que os maiores valores de RP ocorrem nas camadas superficiais (0,0 a 0,10 m) em áreas sob pastagem, devido ao pisoteio animal.

Schneider et al. (1978) destaca que isto se ocorre devido ao peso do animal ser distribuído em uma menor área atingida pelo seu casco, fato este não observado na área em estudo.

Analisando os valores obtidos para RP, estes foram considerados alto e muito alto, respectivamente, de acordo com tabela proposta por Arshad et al. (1996), sendo que estes já estão causando efeitos restritivos ao crescimento das plantas, como destacado por alguns autores, que afirmam que a resistência à penetração limitante ao crescimento radicular é de 2 MPa (TORMENA et al., 1998; BEUTLER et al., 2006), enquanto que

Grant e Lafond (1993) afirmam que a faixa restritiva está entre 1,5 e 3,0 MPa.

Na avaliação da densidade do solo (Ds) foram observadas diferenças significativas nas camadas mais superficiais entre os tratamentos (T1 e T2). Em profundidade, estas diferenças só ocorreram na área não irrigada (Tabela 1), contudo, estes valores ainda encontram-se abaixo do valor de 1,60 kg dm⁻³, estabelecido por Silva e Rosolem (2001) como crítico para o desenvolvimento das culturas. Albuquerque et al. (2001) no município de Lages-SC, estudando os efeitos da integração lavoura-pecuária nos atributos físicos do solo, constataram que a compactação do solo é causada pelo intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas e pelo pisoteio animal, causando aumento da Ds na camada superficial. Vizzotto et al. (2000) destacaram que o pisoteio animal ocasiona aumento da Ds e redução da porosidade total nos primeiros 0,05 m da superfície do solo. Contudo, Bassani (1996), utilizando carga animal média de 775 kg ha⁻¹ de peso vivo e resíduo mínimo de 1500 kg ha⁻¹ de matéria seca composta de aveia + azevém, não encontrou compactação do solo, tendo atribuído à massa de forragem o efeito atenuante do choque da pata bovina no solo.

Os valores obtidos para resistência a penetração (RP), densidade do solo (Ds) e umidade

volumétrica (Uv) apresentaram correlações significativas entre si, sendo positiva para densidade e umidade, porém negativa para as outras correlações avaliadas (Tabela 2).

Na área irrigada (T1) ocorreram os maiores valores de densidade e umidade, enquanto que a resistência a penetração diminuiu, quando comparado a área sem irrigação, que teve densidade e umidades menores e elevada RP.

O aumento no valor da densidade nas camadas superficiais da área irrigada, quando comparado a área sem irrigação, ocorre devido ao pisoteio animal, contudo isto também deve causar a diminuição da macroporosidade e conseqüentemente ocorrer maior acúmulo de água, pois estas variáveis (Ds e Uv) tem alta correlação, sendo que isto foi observado nas camadas superficiais. Além disso, observou-se que os valores de RP correlacionaram negativamente com a densidade e umidade (Tabela 2), ou seja, quanto maior foram estas duas variáveis, menor foi a RP. Resultados semelhantes a estes foram observados por Fraga e Salcedo (2004), Santos et al. (2010), Vizzotto et al., (2000) que destacaram que o pisoteio animal causou o aumento da densidade em seus estudos, cujo efeito da compactação foi potencializado nos períodos de maior umidade.

Tabela 2. Correlações de Pearson entre os valores de resistência a penetração (RP), densidade do solo (Ds) e Umidade volumétrica (Uv) avaliada dezesseis meses após a implantação da pastagem com capim Tifton, em Uberaba-MG.

Variável analisada	Coefficiente de correlação
Com irrigação (T1)	
Ds x Uv	0,90
Uv x RP	- 0,65
Ds x RP	- 0,83
Sem irrigação (T2)	
Ds x Uv	0,74
Uv x RP	- 0,88
Ds x RP	- 0,69

As correlações foram significativas a 5% de probabilidade (Teste t)

Na área sem irrigação observou-se menores valores densidade, sendo que estes não foram influenciados pelo pisoteio animal, menor umidade e maior resistência a penetração nas camadas superficiais do solo. A correlação positiva existente entre Ds e Uv, baixa correlação negativa entre Ds e RP, associada à elevada correlação negativa entre Uv e RP (Tabela 2) revelam que o teor de água no solo influenciou decisivamente para que ocorressem maiores valores de RP nas camadas superficiais da área não irrigada. Araújo et al. (2004) obtiveram resultantes semelhantes em seu estudo, pois

destacaram que a resistência a penetração aumentou à medida que a umidade do solo diminuiu. Entretanto, Martins et al., (2010) observaram que a RP se manteve constante mesmo com a diminuição da umidade e justificou que isto se deve ao alto conteúdo de matéria orgânica observado no solo e a pequena atuação das forças de coesão entre as partículas do solo.

Com relação à produção de fitomassa verde, pode-se observar que estas sempre foram maiores na área irrigada (T1), tendo as maiores produtividades

registradas nos meses de fevereiro e março, quando comparados aos outros períodos do ano (Figura 2),

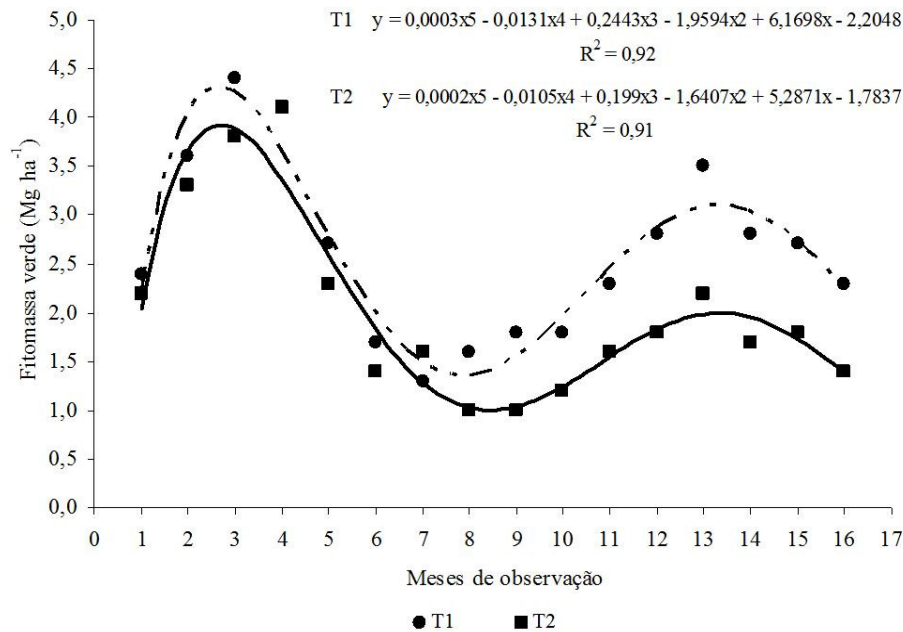


Figura 2. Produção de fitomassa verde nos piquetes em amostragens em intervalos de 25 dias, na área irrigada (T1) e não irrigada (T2), no período de Jan/2008 a ab/2009, m Uberaba-MG.

Pode-se afirmar que a maior produção de fitomassa ocorreu devido à irrigação, mesmo no período mais chuvoso do ano (setembro a março). Com a maior quantidade de material vegetal sobre a superfície do solo observou-se a diminuição da pressão causada pelo pisoteio animal e conseqüentemente ocorreu menor compactação. Esta afirmativa é sustentada pelos valores observados de densidade do solo nas áreas com e sem irrigação, pois as diferenças não foram significativas em profundidade para a área irrigada, enquanto que na área não irrigada ocorreu diferença na camada de 0,10-0,20 m, o mesmo acontecendo entre tratamentos e nas camadas superficiais (Tabela 1).

Balssani (1996) destaca em seu estudo que a maior produção de fitomassa verde nas áreas de pastagem atua como um colchão e amortecem o pisoteio animal. Silva et al. (2003) e Sarmiento et al. (2008) relataram que o pisoteio animal sobre o solo é potencializado quando o pastejo é realizado em solos com umidade elevada e com baixa cobertura vegetal, o que evidencia a necessidade de manutenção da cobertura vegetal adequada sobre os solos, a fim de mitigar esse efeito do pisoteio sobre a qualidade física dos solos.

Esta maior produção de fitomassa verde também possibilitou o aumento do número de animais por piquete, obtendo um pico máximo de

11, 13 e 12 unidade animal (UA) nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2008, enquanto que nas áreas de sequeiro, no mesmo período, o pico máximo foi de 10, 12 e 12 UA, respectivamente.

As melhores condições edafoclimáticas que as plantas tiveram para se desenvolver nas áreas irrigadas favoreceram a produção de massa verde e seca. Por isso mesmo, durante o período estudo (16 meses), em intervalos de 24 dias, os animais voltaram 20 vezes aos piquetes iniciais. Mesmo com uma maior taxa de lotação na área irrigada, os valores obtidos de RP foram sempre inferiores quando comparados a área não irrigada.

CONCLUSÕES

A resistência a penetração foi maior nas camadas superficiais do solo e diferiram significativamente entre os tratamentos avaliados.

A resistência a penetração foi influenciada pela umidade do solo nas áreas com e sem irrigação; o pisoteio animal causou o aumento da densidade do solo no tratamento não irrigado.

Existe correlação positiva entre densidade e umidade, negativa entre as variáveis: umidade, densidade e resistência à penetração.

A maior produção de fitomassa ocorreu sempre na área irrigada.

ABSTRACT: The impact caused by cattle trampling has been implicated to cause soil compaction in areas of cultivated pastures and in those where there is the integration of crops and livestock. The objective of this study was to evaluate the influence of cattle trampling on the penetration resistance of grass in a pasture constituted Tifton 85, with and without irrigation, in Uberaba-MG. The experiment was arranged in a 2x6x4 factorial design, two treatments, consisting of area under irrigation (T1) and without irrigation (T2) with coverage of Tifton 85, six deep, with assessments every 0.10 m to 0.60 m, with four. We evaluated the mechanical resistance to penetration with an impact penetrometer, density and volumetric soil water content at depths evaluated and green mass production. Resistance to penetration was influenced by soil moisture in areas with and without irrigation, cattle trampling caused the increased density of the soil in non-irrigated, there was a positive correlation between density and moisture, the negative correlation between moisture content, density and resistance to penetration. The highest production of biomass always occurred in the irrigated area.

KEYWORDS: Compaction. Density. Humidity. Grasses.

REFERÊNCIAS

- ABDALA, V. L.; NISHIYAMA, L.; TORRES, J. L. R. Uso do solo e cobertura vegetal na bacia do alto curso do rio Uberaba, Triângulo Mineiro, Sudeste do Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 12, n. 37, p. 258 – 267, mar/2011.
- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da interação lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 717-723, 2001.
- RAUJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 337-345, 2004.
- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J., eds. *Methods for assessing soil quality*. **Soil Science Society of America**, p. 123-141, 1996.
- BASSANI, H. J. **Propriedades físicas do solo e produtividade de milho induzida pelo plantio direto e convencional em área pastejada e não pastejada**. Santa Maria, 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 1996.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; SILVA, A.P.; BARBOSA, J. C. Intervalo hídrico ótimo e produtividade de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 639-45, 2006.
- BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 581-588, jun. 2004.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison, American Society of Agronomy, p. 363-375, 1986.
- COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 527–535, 2003.
- EMBRAPA/SCNLS. **Manual de métodos de análise de solos**, Rio de Janeiro, 1997, 212p..
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa – Solos, 2006, 306p.FRAGA, V. S.; SALCEDO, I. H. **Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsystems farming**. *Soil Science Society of America Journal*, v. 68, n. 1, p. 215-224, 2004.

GAGGERO, M. R. **Alterações das propriedades físicas e mecânicas do solo sob sistemas de preparo e pastejo**. Porto Alegre, UFRGS, 1998, 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

GARDNER, A. L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília. EMBRAPA – CNPGL, 1986, 197p..

GRANT, C. A.; LAFOND, G. P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 73, p. 223-232, May 1993.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1131-1140, 2007.

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**, Campinas, v. 28, p. 415-423, 2004.

MARTINS, C. A. S.; PANDOLFI, F.; PASSOS, R. R.; REIS, E. F.; CABRAL, M. B. G. Avaliação da compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n.1, p. 79-83, Jan/Fev. 2010.

RALISCH, R.; MIRANDA, T. M.; OKUMURA, R. S.; BARBOSA, G. M. C.; GUIMARÃES, M. F. SCOPEL, E.; BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 12, n.4, p. 381–384, 2008.

SANTOS, J. T.; ANDRADE, A. P.; SILVA, I. F.; SILVA, D. S.; SANTOS, E. M.; SILVA, A. P. G. Atributos físicos e químicos do solo de áreas sob pastejo na micro região do Brejo Paraibano. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 12, dez, 2010.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L. R. de A.; CRUZ, M. C. P. da; LUGÃO, S. M. B.; CAMPOS, F. P. de; CENTURION, J. F.; FERREIRA, M. E. Atributos químicos e físicos de um Argissolo cultivado com *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob lotação rotacionada e adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 183-193, 2008.

SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Influência do pisoteio de bovinos em áreas florestais. **Revista Floresta**, v. 19, n. 1, p. 19-23, 1978.

SENE, M.; VEPRASKAS, M. J.; NADERMAN, G. C.; DENTON, H. P. **Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling**. **Soil Science Society**, v. 49, p. 422-427, 1985.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 253 – 260, 2001.

SILVA, W. S.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba, MG. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 665-674, 2003.

SOUSA, A. R.; SILVA, A. B.; RESENDE, M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBC, p. 256-257, 1998.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, p. 299-235, 1991.

TREIN, C. R.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, p. 105-111, 1991.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciado por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 301-309, 1998.

VALLE JUNIOR, R. F.; PASSOS, A. O.; ABDALA, V. L.; RAMOS, T. G. Diagnóstico das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Tijuco, Prata-MG, utilizando tecnologia SIG. **Global Science Technology**, v. 4, n. 1, p. 105 – 114, jan/abr. 2011.

VIZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, 2000.