



## Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça

Emerson A. Bonelli<sup>1</sup>, Edna M. Bonfim-Silva<sup>2</sup>, Carlos E. A. Cabral<sup>1</sup>, Jader J. Campos<sup>1</sup>,  
Walcyline L. M. P. Scaramuzza<sup>3</sup> & Analy C. Polizel<sup>2</sup>

### RESUMO

As gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, possuem participação expressiva nas pastagens da região do Cerrado, mas poucos trabalhos se referem aos seus comportamentos em condição de compactação do solo. Objetivou-se, então, avaliar o desenvolvimento das gramíneas forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça sob níveis de compactação do solo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e três repetições, arranjados em esquema fatorial que envolveu duas gramíneas forrageiras e quatro níveis de compactação, 1,0; 1,2; 1,4 e 1,6 Mg m<sup>-3</sup>. Foram realizados dois cortes e as variáveis avaliadas foram: número de perfilhos (NP), massa seca da lâmina foliar (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca de raiz (MSR), relação folha/colmo (MSF/MSC); massa seca da parte aérea (MSPA) e relação MSPA/MSR. Os níveis de compactação do solo não influenciaram a produção do capim-piatã nos dois crescimentos da gramínea. O capim-mombaça apresentou redução na produção nos níveis de compactação do solo, no segundo crescimento.

**Palavras-chave:** densidade do solo, gramínea, manejo do solo

## Soil compaction: Effects on morphological and productive characteristics of Piatã and Mombaça grasses

### ABSTRACT

The grasses of the genera *Brachiaria* and *Panicum* have significant participation in the grasslands of the Cerrado region, but few studies relate their behavior in conditions of soil compaction. The objective was to evaluate the development of grasses *Brachiaria brizantha* v. Piatã and *Panicum maximum* v. Mombaça in increasing levels of soil compaction. The experiment was carried out in a greenhouse at Federal University of Mato Grosso. The experimental design was completely randomized with 8 treatments and 3 replications, arranged in a factorial design involving two grasses and four compaction levels, 1.0, 1.2, 1.4 and 1.6 Mg m<sup>-3</sup>. Two cuttings were made and the evaluated variables were: number of tillers (NT), dry matter of leaf blade (DMLB), dry matter of stem (DMS), dry matter of root (DMR), leaf/stem ratio (DMLB/DMS); dry matter of shoot (DMSH) and the DMSH/DMR ratio. The levels of soil compaction did not influence the production of grass Piatã in two growth periods. The Mombaça grass showed a reduction in production due to soil compaction in the second growth cycle.

**Key words:** bulk density, grass, soil management

<sup>1</sup> Mestrando FAMEV/UFMT, Avenida Fernando Corrêa s/n, Coxipó CEP 78060-900, Cuiabá, MT. Fone: (65) 3615-8675. Email: eabonelli@yahoo.com.br; carlos.eduardocabral@hotmail.com; jaderjcampos@gmail.com

<sup>2</sup> ICAT/UFMT. Rodovia Rondonópolis-Guiratinga, KM 06 (MT-270), Sagrada Família, CEP 78735-910, Rondonópolis, MT. Fone: (66) 3410-4098 Fax: (66) 3410-4090. Email: embonfim@hotmail.com; analypolizel@hotmail.com

<sup>3</sup> Departamento de Solos e Engenharia Rural/UFMT. Email: wlmperei@pop.com.br

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo com aproximadamente 200,3 milhões de cabeças (IBGE, 2008) e o pasto constitui o alimento basal de aproximadamente 96% dos animais abatidos no país (ANUALPEC, 2008). A produção de bovinos a pasto representa o diferencial da carne brasileira no mercado mundial por torná-la mais competitiva e suprir as expectativas de um mercado consumidor que almeja o consumo de alimentos mais saudáveis. Entretanto, a degradação das pastagens tem reduzido a eficiência desse sistema de produção. Estima-se que 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas do Brasil Central, que respondem por 55% da produção de carne nacional, se encontram em algum estágio de degradação (Macedo et al., 2000).

A escolha inadequada da forrageira, o mau uso das práticas de conservação de solos, a ausência de manutenção da fertilidade do solo e a alta taxa de lotação animal, são as principais causas de degradação de pastagens. Esta altera as propriedades físicas do solo, sendo a causa primária de sua compactação (Leão et al., 2004; Peron & Evangelista, 2004; Zanine et al., 2005; Pietola et al., 2005).

As alterações nas propriedades físicas do solo tornam imprescindível a utilização de espécies de cobertura capazes de romper camadas compactadas (Gonçalves et al., 2006). Severiano et al. (2003), observaram que a produção de matéria seca de *Brachiaria decumbens* se reduziu com o aumento da resistência a penetração e densidade do solo, apresentando o menor resultado para valores de 2,4 MPa e 1,37 Mg m<sup>-3</sup>. Silva Filho et al. (2010), ao avaliarem áreas de pastagens utilizadas a 20 anos observaram, na camada de 0-10 cm de um Latossolo, resistência a penetração de 2,6 vezes maior do que é tolerado para o desenvolvimento de raízes, o que mostra a necessidade do manejo adequado das pastagens, visto que essas áreas se apresentam em degradação. Gonçalves et al. (2006) obtiveram, na busca por espécies que tenham capacidade de romper camadas compactadas, bons resultados com o milheto ADR500, o qual apresentou maior produção de matéria seca na parte aérea e, nas camadas superior, compactada e inferior, maior densidade de comprimento radicular. Severiano et al. (2010) apontaram capim tifton 85 como uma forrageira capaz de promover descompactação, ao estudá-lo cultivado em um Argissolo.

Dentre as gramíneas que possuem participação expressiva nas pastagens da região do Cerrado se encontram as gramíneas dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* (Braz et al., 2004; Oliveira et al., 2007), em que poucos são os dados, na literatura, que se referem ao seu comportamento diante da condição de compactação do solo.

Desta forma se objetivou, com este trabalho, avaliar as características produtivas e morfológicas das gramíneas forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça, sob níveis de compactação do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação localizada na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da

Universidade Federal de Mato Grosso (FAMEV), na cidade de Cuiabá, MT.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos e três repetições, arranjos em esquema fatorial que envolveu duas gramíneas forrageiras, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça, e quatro níveis de compactação, 1,0; 1,2; 1,4 e 1,6 Mg m<sup>-3</sup>. Esses níveis foram testados no ensaio com Proctor normal, conforme a norma NBR 7182 (ABNT, 1986).

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho Amarelo, apresentando as seguintes características químicas e físicas: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,2; P: 20,4 mg dm<sup>-3</sup>; K: 94 mg dm<sup>-3</sup>; Ca: 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 1,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S: 6,2 mg dm<sup>-3</sup>; H: 3,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Zn: mg dm<sup>-3</sup>; Cu: 1,1 mg dm<sup>-3</sup>; Fe: 257 mg dm<sup>-3</sup>; Mn: 78,6 mg dm<sup>-3</sup>; B: 0,21 mg dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica: 27,8 mg dm<sup>-3</sup>; areia: 696 g kg<sup>-1</sup>; silte: 66 g kg<sup>-1</sup> e argila: 238 g kg<sup>-1</sup>. O solo foi peneirado em malha de 2 mm, antes de ser transferido para as unidades experimentais.

A unidade experimental foi constituída pela sobreposição e encaixe de dois anéis de PVC rígido, com diâmetro de 200 mm. O anel superior, com altura de 60 mm e encaixe macho de 5 mm nas duas extremidades, e o anel inferior com 145 mm de altura, com encaixe fêmea de 5 mm na extremidade superior. Na parte inferior da unidade experimental havia uma tela antiáfidos com malha de 1 mm, fixada com anel de borracha obtido pela secção transversal de câmara de ar de motocicleta. No encaixe dos anéis foi realizado um acabamento com fita adesiva.

Os anéis inferiores foram preenchidos com massa de solo com densidade de 1,0 Mg m<sup>-3</sup>, enquanto os superiores tiveram os níveis de compactação já citados anteriormente. A massa de solo destinada ao anel superior foi compactada com a utilização de uma prensa hidráulica Charlott PH5T. Para eliminar o espelhamento provocado pela prensa, escarificou-se levemente a superfície das amostras, mantendo-se uma camada superior de solo não compactado de 5 mm.

Em cada vaso foram semeadas 15 sementes na profundidade de 5 mm. Sete dias depois se realizou o desbaste, mantendo-se cinco plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida utilizando-se a metodologia proposta por Silva et al. (2006).

Foi realizada uma adubação para o estabelecimento da forrageira utilizando-se 200 mg dm<sup>-3</sup> de N, 200 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 mg dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O, 20 mg dm<sup>-3</sup> de S, e se utilizando as seguintes fontes: uréia, superfosfato simples, cloreto de potássio e sulfato de cálcio, respectivamente.

As variáveis avaliadas foram: número de perfilhos (NP), massa seca da lâmina foliar (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca de raiz (MSR), relação folha/colmo (MSF/MSC); massa seca da parte aérea (MSPA) e relação massa seca da parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR).

Realizaram-se, após 42 dias, a contagem do número de perfilhos por vaso e a coleta da parte aérea. As plantas foram cortadas a 5 cm da superfície do solo. O material vegetal foi fracionado em colmo e lâmina foliar, fazendo-se a composição morfológica das forrageiras; em seguida, o material vegetal foi secado em estufa (65 °C por 72 h), pesado e quantificadas as MSPA e MSC, com as quais se determinou a relação folha/colmo.

Decorridos 46 dias do primeiro corte, realizou-se o segundo corte nas plantas. Além de se avaliar as mesmas variáveis do primeiro corte, quantificou-se a massa seca da raiz (estufa a 65 °C por 72 h) e se determinou a relação MSPA/MSR. Enfim, os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativa ( $p < 0,05$ ), para os níveis de compactação, determinou-se a regressão e, quando significativa para as gramíneas forrageiras, utilizou-se o teste de Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu comportamento distinto das gramíneas forrageiras em relação aos dois períodos avaliados. Deste modo, no primeiro período de crescimento as gramíneas não sofreram efeito da compactação, mas diferiram entre si em todas as variáveis avaliadas, demonstrando que, ao primeiro corte do experimento, realizado 42 dias após a emergência, as plantas não estavam totalmente estabelecidas, razão pela qual não responderam à compactação. Na formação de pastagens a primeira entrada de animais deve ocorrer de 40 a 60 dias após a semeadura ou até mesmo chegar a 90 dias, pois neste período as gramíneas atingem a altura mínima de pastejo (Hack et al., 2007).

No primeiro corte o capim-mombaça apresentou, em todas as variáveis, médias superiores às do capim-piatã (Tabela 1). Esta diferença era esperada tendo em vista que se trata de gramíneas com características morfológicas distintas. O capim-mombaça e o capim-piatã possuem produções anuais de matéria seca de até 15,0 e 9,5 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Costa, 2008). Em ambas as gramíneas a relação folha/colmo foi superior à relação crítica de 1,0, proposta por Pinto et al. (1994). A maior relação folha/colmo do capim-mombaça pode ser utilizada como índice de valor nutritivo da forragem, assim como a altura do pasto e a disponibilidade de matéria seca facilitam a apreensão de forragem pelo animal e, desta forma, seu comportamento durante o pastejo (Alden & Whitaker, 1970).

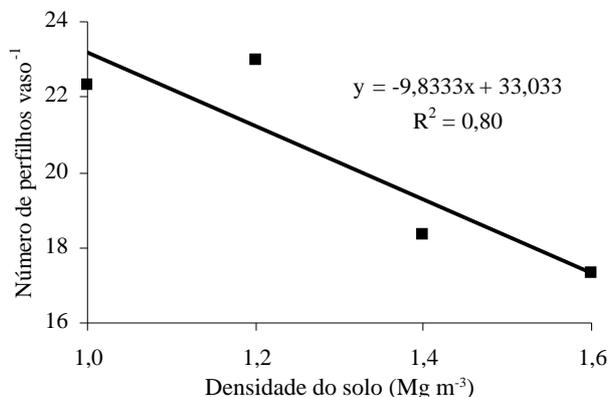
**Tabela 1.** Atributos morfológicos e produtivos do capim-mombaça e capim-piatã, durante o primeiro período de avaliação

Variáveis	Capim-mombaça	Capim-piatã
NP (perf vaso <sup>-1</sup> )	17,50 a	13,00 b
MSF (g vaso <sup>-1</sup> )	13,96 a	4,54 b
MSC (g vaso <sup>-1</sup> )	4,46 a	2,23 b
MSF/MSC (g g <sup>-1</sup> )	3,14 a	2,04 b
MSPA (g vaso <sup>-1</sup> )	18,42 a	6,77 b

NP - Número de perfis; MSF - massa seca das folhas; MSC - massa seca do colmo; MSF/MSC - relação folha/colmo; MSPA - massa seca da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%

No segundo crescimento o número de perfis do capim-piatã não apresentou efeito da densidade do solo apresentando, em média, 12,5 perfis vaso<sup>-1</sup>. O capim-mombaça foi afetado pelos níveis de compactação, cujo comportamento foi descrito por um modelo linear (Figura 1). Com o aumento da densidade do solo ocorreu redução no número de perfis, resultado semelhante ao de Medeiros et al. (2005), ao trabalharem com a cultura do arroz, quando

observaram redução linear no número de perfis com o aumento dos níveis de compactação, evento justificado pela redução na aeração do solo e na mineralização da matéria orgânica. A gramínea priorizou sua estrutura sob condição limitante, translocando os fotoassimilados para as raízes, as quais não foram afetadas pelos níveis de compactação.

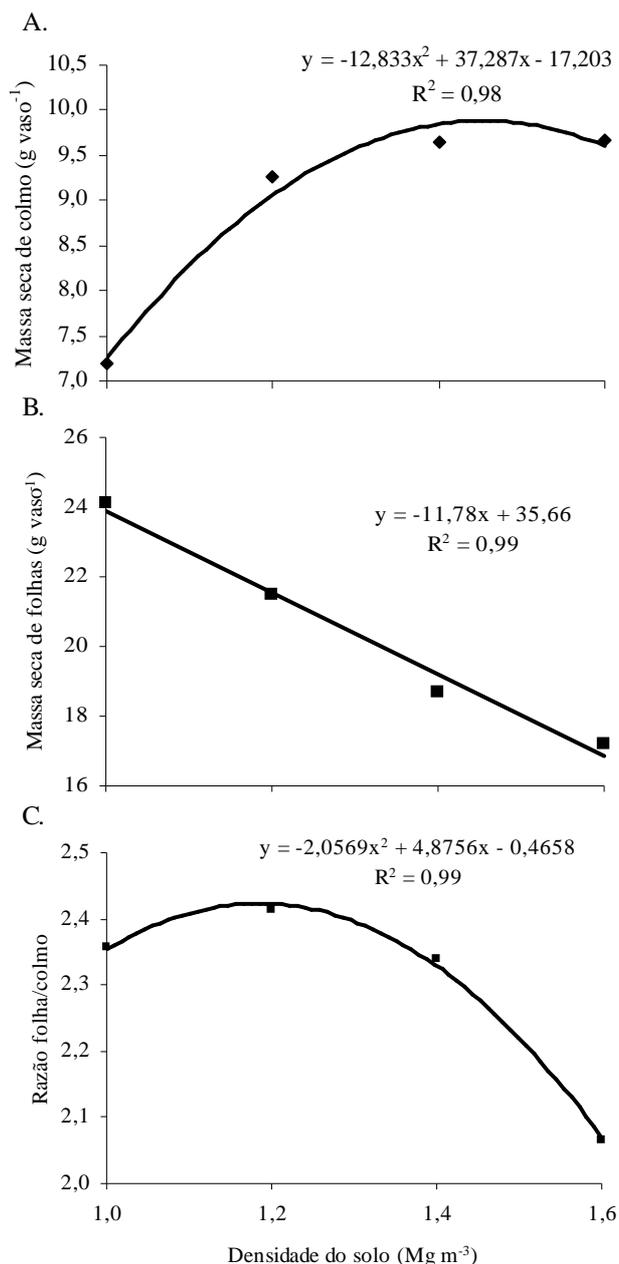


**Figura 1.** Número de perfis (NP) do capim-mombaça sob níveis de compactação no segundo período de crescimento

A produção de colmo, folha e relação folha/colmo das gramíneas foram afetadas pela compactação do solo (Figura 2A, B e C). Com relação à produção de MSC, o capim-mombaça não sofreu efeito da faixa de compactação, com média de 9,17 g vaso<sup>-1</sup>; ao contrário, para o capim-piatã foi descrito um modelo quadrático em resposta aos níveis de compactação (Figura 2A). O aumento da MSC para o capim-piatã ocorreu até a densidade de 1,4 Mg m<sup>-3</sup>, o que não é desejado, pois este é um dos principais redutores de digestibilidade, por apresentar fração lignificada (Santos et al., 2008b).

No que se refere à MSF, o comportamento foi inverso, e o capim-piatã não sofreu efeito da densidade do solo, enquanto o capim-mombaça apresentou redução linear na MSF com o aumento do nível de compactação (Figura 2B). O capim-piatã apresentou em média 8,77 g vaso<sup>-1</sup> de MSF. Ambas as forrageiras foram prejudicadas com o efeito da compactação do solo, do ponto de vista de qualidade da forragem, pois no capim-piatã ocorreu aumento da MSC e, no capim-mombaça, redução da MSF.

A relação folha/colmo é uma variável de grande importância para a nutrição mineral e para o manejo das plantas forrageiras. Alta relação folha/colmo representa forragem de elevado teor de proteína, digestibilidade e consumo, capaz de atender às exigências nutricionais dos ruminantes, garantindo maior ganho de peso ou produção de leite pelos animais (Wilson, 1982). No presente trabalho foi possível observar que a relação folha/colmo do capim-piatã esteve inalterada aos níveis de compactação do solo, diferente do observado para o capim-mombaça, do qual o modelo quadrático descreveu o comportamento dessa forrageira diante da limitação física do solo (Figura 2C). O capim-piatã obteve, em média, relação folha/colmo de 0,99. A densidade de 1,2 Mg m<sup>-3</sup> proporcionou a maior relação folha/colmo do capim-mombaça, densidade esta recomendada para o bom desenvolvimento da maioria das

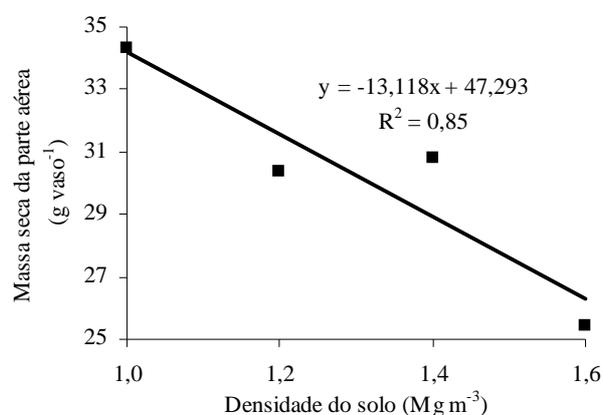


**Figura 2.** Massa seca de colmo (A) do capim-piatã, massa seca de folhas (B) e relação folha/colmo (C) do capim-mombaça sob os níveis de compactação no segundo período de crescimento

culturas (Kiehl, 1979), inclusive a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Silva et al., 2006).

No que se refere à MSPA, não ocorreu respostas significativas para o capim-piatã, apresentando média de 17,17 g vaso<sup>-1</sup> de MSPA. O capim-mombaça teve o comportamento descrito por um modelo linear (Figura 3), reduzindo a MSPA sempre que a densidade do solo aumentou. Santos et al. (2008b), estudando respostas de forrageira à compactação do solo, não verificaram diferença entre a MSPA de *Brachiaria brizantha* entre as densidades de 1,0 a 1,6 Mg m<sup>-3</sup>. Foloni et al. (2006), concluíram que a MSPA das forrageiras mucuna preta e do labe labe apresentou redução de produção em função do aumento da compactação do solo com ajuste a modelo linear

de regressão. Por outro lado, Silva et al. (2006), observaram o comportamento quadrático da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em resposta aos níveis de compactação, e a densidade que proporcionou maior crescimento da parte aérea foi de 1,2 Mg m<sup>-3</sup>. Ao contrário, Gonçalves et al. (2006), ao tentarem identificar espécies que rompessem camadas compactadas, perceberam que o milheto ADR 500 e o capim pé de galinha, tiveram a mesma produção de MSPA, independente dos níveis de compactação do solo, resultados semelhante aos de Rodrigues et al. (2009), ao observarem efeito da compactação na produção da parte aérea do milho. Tubeileh et al. (2003), ressaltaram que a cultura do milho sob compactação não apresentou restrição de crescimento nos estádios iniciais mas ocorreu redução na produção da parte aérea, a partir dos 42 dias após o plantio.



**Figura 3.** Massa seca da parte aérea (MSPA) das forrageiras capim-mombaça e capim-piatã sob os níveis de compactação no segundo período de crescimento

A MSR do capim-mombaça e o capim-piatã não tiveram resposta quanto aos níveis de compactação. O capim-mombaça teve MSR maior que o capim-piatã, o que é justificado pelas diferenças morfológicas e estruturais entre essas forrageiras. No metabolismo de ambas as forrageiras o sistema radicular funcionou como dreno demonstrando que, provavelmente, as plantas direcionaram os fotoassimilados para esta região, permitindo o mesmo desenvolvimento radicular sob diferentes níveis de compactação, fato que não ocorreu com a parte aérea. Rosolem et al. (2002), não observaram efeito da compactação do solo na MSR do milheto (*Penisetum americanum*) e sorgo (*Sorghum bicolor*), corroborando com os resultados por Foloni et al. (2003), com a cultura do milho.

Rodrigues et al. (2008), afirmam haver variação na relação fonte/dreno, na qual a planta direciona a energia da produção de MSPA para a formação de seu sistema radicular. Por outro lado, outros resultados foram alcançados por Guimarães & Moreira (2001), que observaram, quarenta dias após a emergência, que a MSR do arroz se reduziu com o aumento da densidade do solo, o que demonstra sensibilidade desta gramínea ao processo de compactação do solo. A relação MSPA/MSR não sofreu efeito dos níveis de compactação, corroborando com os resultados de Guimarães & Moreira (2001) e Rosolem et al. (1995), indicando comportamento semelhante sobre as MSPA e MSR.

Ao avaliar todas as variáveis, percebe-se que o capim-mombaça se mostrou mais tolerante que o capim-piatã, aos níveis de compactação, tendo em vista que este respondeu apenas em MSC e o capim-piatã demonstrou sensibilidade por meio das variáveis NP, MSF, MSF/MS e MSPA.

## CONCLUSÕES

1. Os níveis de compactação do solo não influenciaram a produção do capim-piatã nos dois crescimentos da gramínea;
2. O capim-mombaça apresentou redução na produção nos níveis de compactação do solo, no segundo crescimento.

## LITERATURA CITADA

- Alden, W. G.; Whitaker, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the inter relationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.21, p.755-766, 1970.
- ANULPEC 2008. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 380p.
- Braz, A. J. B. P.; Silveira, P. M.; Kliemann, H. J.; Zimmermann, J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.34, p.83-87, 2004.
- Costa, J. A. A. Capim-Piatã homenageia povo indígena Tupi Guarani. *Informativo Piatã*, Embrapa Gado de Corte, ano 1, 2 ed., 2008. <http://www.unipasto.com.br/admin/arquivos/file/informativo2.pdf>. 19 Fev. 2010.
- Foloni, J. S. S.; Calonego, J. C.; Lima, S. L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.947-953, 2003.
- Foloni, J. S. S.; Lima, S. L.; Büll, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.49-57, 2006.
- Gonçalves, W. G.; Jimenez, R. L.; Araújo Filho, J. V.; Assis, R. L.; Silva, G. P.; Pires, F. R. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.67-75, 2006.
- Guimarães, C. M.; Moreira, J. A. A. Compactação do solo na cultura do arroz de terras altas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.703-707, 2001.
- Hack, E. K.; Bona Filho, A.; Moraes, A.; Carvalho, P. C. F.; Martinichen, D.; Pereira, T. N. Características estruturais e produção de leite em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetidos a diferentes alturas de pastejo. *Ciência Rural*, v.37, p.218-222, 2007.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal 2008. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2008/default.shtm>. 16 Fev. 2010.
- Kiehl, J. E. Manual de edafologia: Relações solo-planta. 1.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.
- 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.
- Macedo, M. C. M.; Kichel, A. N.; Zimmer, A. H. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. *Comunicado Técnico*. Embrapa Gado de Corte, n.62, p.1-4, 2000. <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT62>. 21 Fev. 2010.
- Medeiros, R. D.; Soares, A. D.; 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, T. K.; Macedo, R. L. G.; Santos, I. P. A.; Higashikawa, E. M.; Venturin, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.748-757, 2007.
- Peron, A. J.; Evangelista, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, p.655-661, 2004.
- Pietola, L.; Horn, R.; Yli-Halla, M. Effects of trampling by cattle on the hydraulic and mechanical properties of soil. *Soil & Tillage Research*, v.82, p.99-108, 2005.
- Pinto, J. C.; Gomide, J. A.; Maestri, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.23, p.313-326, 1994.
- Rodrigues, P. N. F.; Rolim, M. M.; Neto, E. B.; Pedrosa, E. M. R.; Oliveira, V. S. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.94-99, 2009.
- Rodrigues, R. C.; Mourão, G. B.; Brennecke, K.; Luz, P. H. C.; Herling, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.394-400, 2008.
- Rosolem, C. A.; Almeida, A. C. S.; Sacramento, L. V. S. Sistema radicular e nutrição da soja em função da compactação do solo. *Bragantia*, v.53, p.259-266, 1995.
- Rosolem, C. A.; Foloni, J. S. S.; Tiritan, C. S. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. *Soil & Tillage Research*, v.65, p.109-115, 2002.
- Santos, J. B.; Lázari, T. M.; Camelo, G. N.; Oliveira, T. A.; Figueiredo, J. L. A. Competição entre soja resistente ao glyphosate e plantas daninhas em solo compactado. *Planta Daninha*, v.26, p.123-130, 2008a.
- Santos, L. C.; Bonomo, P.; Silva, C. C. F.; Pires, A. J. V.; Veloso, C. M.; Patês, N. M. S. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes adubações. *Ciência Animal Brasileira*, v.9, p.856-866, 2008b.

- Severiano, E. C.; Oliveira, G. C.; Dias Júnior, M. S.; Costa, K. A. P.; Castro, M. B.; Magalhães, E. N. Potencial de descompactação de um Argissolo promovido pelo capim-tifton 85. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.39-45, 2010.
- Severiano, E. C.; Oliveira, G. C.; Sarmento, P. H. L.; Moraes, M. F. Alterações estruturais do solo e produção de *Brachiaria decumbens* em Latossolo do Cerrado. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Goiânia. Anais... Bauru: SBEA, 2003. CD-Rom
- Silva, G. J.; Maia, J. C. S.; Bianchini, A. Crescimento da parte aérea de plantas cultivadas em vaso, submetidas à irrigação subsuperficial e a diferentes graus de compactação de um Latossolo Vermelho-escuro distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.31-40, 2006.
- Silva Filho, E. P.; Cottas, L. R.; Marini, G. B. S. Avaliação da compactação dos solos em áreas de pastagens e florestas em Porto Velho - Rondônia. *Boletim de Geografia*, v.28, p.145-155, 2010.
- Tubeileh, A.; Groleau Renaud, V.; Plantureaux, S.; Guckert, A. Effect of soil compaction on photosynthesis and carbon partitioning within a maize-soil system. *Soil & Tillage Research*, v.71, p.151-161, 2003.
- Wilson, J. R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Hacker, J. B. (ed.) *Nutritional limits to production from pastures*. Farnham Royal: CAB, 1982. p.111-131.
- Zanine, A. M.; Santos, E. M.; Ferreira, D. J. Possíveis causas da degradação das pastagens. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v.6, p.1-23, 2005.