



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1064-1071>

## Desempenho de plantas de cobertura sob níveis de compactação em Latossolo Vermelho de Cerrado

Larissa B. de Lima<sup>1</sup>, Fabiano A. Petter<sup>1</sup> & Wilson M. Leandro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais/Universidade Federal de Mato Grosso. Sinop, MT. E-mail: [lima.larissab@gmail.com](mailto:lima.larissab@gmail.com); [petter@ufmt.br](mailto:petter@ufmt.br) (Autor correspondente)

<sup>2</sup> Departamento de Solos/Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO. E-mail: [wilsonufg@gmail.com](mailto:wilsonufg@gmail.com)

### Palavras-chave:

plantio direto  
rotação de culturas  
densidade do solo  
raízes

### RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho de plantas de cobertura em um Latossolo Vermelho de cerrado sob níveis de compactação. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 5, compostos de quatro plantas de cobertura (*Urochloa brizantha*; *Pennisetum glaucum* cv. ANM 17; *Crotalaria ochroleuca* e *Eleusine coracana* cv. ANPG 207) e cinco níveis de densidade do solo (1,1; 1,3; 1,5; 1,7 e 1,9 Mg m<sup>-3</sup>), com quatro repetições. Para *U. brizantha*; *P. glaucum*; *C. Ochroleuca* os maiores valores de altura, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar foram verificados nas densidades de 1,3 a 1,5 Mg m<sup>-3</sup>. Os maiores valores de fitomassa seca da parte aérea e fitomassa seca da raiz foram verificados para *E. coracana* e *U. Brizantha* nas densidades de até 1,62 e 1,54 Mg m<sup>-3</sup> respectivamente. Considerando o volume relativo de 90%, *E. coracana* e *U. Brizantha* se desenvolvem normalmente com densidade de até 1,65 Mg m<sup>-3</sup>. A distribuição percentual de raiz de *E. coracana* abaixo da camada compactada aumenta com o incremento nos níveis de densidade. *E. coracana* e *U. brizantha* se destacam como plantas com potencial de reduzir a compactação do solo.

### Key words:

tillage  
crop rotation  
soil bulk density  
root

## Performance of cover crops under different compaction levels in Oxisol in the Brazilian Savannah

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance of cover crops in an Oxisol in 'Cerrado' under compaction levels. The experimental design was in a randomized blocks in 4 x 5 factorial, composed by four cover crops (*Urochloa brizantha*; *Pennisetum glaucum* cv. ANM 17; *Crotalaria ochroleuca* and *Eleusine coracana* cv. ANPG 207) and five levels of soil density (1.1; 1.3; 1.5; 1.7 and 1.9 Mg m<sup>-3</sup>). For *U. brizantha*; *P. glaucum*; *C. Ochroleuca* higher values of height, stem diameter, leaf number and leaf area were observed at densities from 1.3 to 1.5 Mg m<sup>-3</sup>. The highest values of dry biomass of shoots, dry biomass of root and volume of root were observed for *E. coracana* and *U. Brizantha* in densities up to 1.62, 1.54 and 1.52 Mg m<sup>-3</sup>, respectively. Considering the relative volume of 90%, *E. coracana* and *U. Brizantha* develop normally until a density of 1.65 Mg m<sup>-3</sup>. The percentage distribution of the roots of *E. coracana* below the compacted layer increases with increasing density. *E. coracana* and *U. brizantha* stand out as plants with potential to reduce soil bulk density.



## INTRODUÇÃO

O cultivo de culturas anuais como a soja e o milho vem passando, desde a sua introdução no Brasil, por diversas mudanças, como alterações nas técnicas de manejo. Dentre as inovações pode-se destacar a adoção do sistema de plantio direto (SPD), que tem seu alicerce em três requisitos mínimos: não revolvimento do solo, rotação de culturas e manutenção de restos vegetais na superfície do solo.

Com o intuito de atender a um dos requisitos para o estabelecimento do SPD, tem-se buscado o cultivo de espécies visando à manutenção de palhada principalmente na entressafra, que apresentam elevada capacidade de produção de fitomassa seca e boa resistência à decomposição (Crusciol et al., 2005; Petter et al., 2013). No entanto, alguns entraves como a distribuição irregular e limitada disponibilidade hídrica no cerrado (Pacheco et al., 2008) e a compactação do solo (Castagnara et al., 2013) têm sido observados a campo em SPD. Segundo Stefanoski et al. (2013) a compactação do solo pelo tráfego de máquinas, originada da compressão do solo insaturado, é a principal causa da degradação física dos solos agrícolas.

Na compactação do solo há aumento de massa por unidade de volume resultando em aumento na densidade, na resistência à penetração de raízes e na microporosidade relativa, o que contribui para a redução linear da porosidade total e da macroporosidade (Beutler et al., 2005) e, conseqüentemente, pode causar modificações na retenção de água do solo decorrentes das alterações sofridas na distribuição do diâmetro de poros (Figueiredo et al., 2009).

Alguns estudos sobre compactação do solo têm utilizado a densidade do solo como indicador do nível de compactação (Centurion et al., 2006; Seixas & Souza, 2007). De acordo com Lanzanova et al. (2007), a densidade está entre os parâmetros físicos mais utilizados na quantificação da qualidade física do solo. Segundo esses autores a densidade do solo é mais afetada nos primeiros 15-20 cm de profundidade que, de certa forma, é a profundidade em que na maioria das vezes se encontra a camada adensada proporcionada pelo trânsito de máquinas em SPD ou pelo "pé-de-arado" (camada compactada abaixo da superfície do solo promovido pelo excesso de uso de implementos aradores de solo) no sistema convencional.

Portanto, as mudanças desses parâmetros físicos em razão do sistema de manejo do solo e das culturas podem implicar em alterações físicas que determinam condições ideais ou limitantes ao desenvolvimento vegetal e esta é variável entre as espécies cultivadas (Collares et al., 2008; Blainski et al., 2008). Para culturas como a soja e milho, tem-se observado limitação de desenvolvimento em densidades superiores a  $1,4 \text{ Mg m}^{-3}$  (Silva et al., 2006; Freddi et al., 2009). Todavia, segundo Freddi et al. (2009), em densidade a partir de  $1,18 \text{ Mg m}^{-3}$  em um Latossolo Vermelho já pode haver limitação do desenvolvimento do milho caso o conteúdo de água no solo fique abaixo do intervalo hídrico ótimo.

Neste sentido e visando à preservação do não revolvimento do solo no SPD, algumas plantas podem apresentar desenvolvimento normal mesmo em condições de elevada densidade do solo, o que pode evitar ou minimizar a

compactação em função sobremaneira da profundidade e do volume do sistema radicular promovendo, então, a melhoria da estrutura, agregação e, conseqüentemente, da porosidade do solo (Santos et al., 2008). Melhoria da estruturação do solo, redução de perdas por erosão e contribuição para a descompactação do solo foram verificadas com o uso de algumas espécies de plantas de cobertura e/ou forrageiras (Negreiros Neto et al., 2010) e milho (Jimenez et al., 2008).

Em razão da necessidade de manutenção de palhada e do não revolvimento do solo, a utilização de plantas de cobertura que apresentam ao mesmo tempo boa produção de fitomassa e desenvolvimento radicular em solos compactados se torna ferramenta importante para o manejo das culturas e manutenção do SPD. Aliado a isto e não obstante a literatura reportar o estudo de plantas de cobertura em solo compactado, verifica-se que os resultados são divergentes apontando para as condições específicas de solo, manejo e culturas, o que dificulta a extrapolação de dados mesmo que dentro da mesma classe de solo pois envolve vários atributos como textura do solo e seus efeitos associados à retenção de água, coesão e só a partir daí determinarão a magnitude e o tipo de efeito (Braidia et al., 2010).

A dificuldade de estudar o desenvolvimento de plantas em solo compactado também foi reportada por Bennie (1996) e por Calonego et al. (2011). Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar o desenvolvimento de plantas de cobertura em solo com diferentes níveis de compactação na região do cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, em Goiânia, GO. O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação climática global de Köppen, com duas estações bem definidas: uma seca, que vai de maio a setembro e outra chuvosa, que vai de outubro a abril.

O solo utilizado no experimento foi classificado como Latossolo Vermelho apresentando as seguintes características físicas e químicas na camada de 0-20 cm: 420, 110 e 470  $\text{g kg}^{-1}$  de areia, silte e argila, respectivamente; P - 7,0  $\text{mg dm}^{-3}$ ; K - 39,0  $\text{mg dm}^{-3}$ ; Ca - 1,7  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg - 0,7  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; H - 4,3  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Al - 0,3  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; M.O. - 16,5  $\text{g dm}^{-3}$ ; CTC - 6,8  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 5 sendo os fatores constituídos por quatro espécies de plantas de cobertura (*Urochloa brizantha*; *Pennisetum glaucum* cv. ANM 17; *Crotalaria ochroleuca* e *Eleusine coracana* Pé-de-galinha cv. ANPG 207) e cinco níveis de compactação (1,1; 1,3; 1,5; 1,7 e  $1,9 \text{ Mg m}^{-3}$ ) com quatro repetições.

Visando à correção da acidez do solo realizou-se calagem com 2000  $\text{kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico em 6 de maio de 2013; após 30 dias procedeu-se à semeadura das plantas de cobertura com oito sementes por tubo e aos 15 dias após a emergência das plantas foi realizado desbaste deixando-se duas plantas por tubo. A adubação foi equivalente a 500  $\text{kg ha}^{-1}$  do formulado NPK (5-30-15) em cada tubo e aos 20

dias depois da emergência (DAE) foi realizada adubação de cobertura acrescentando o equivalente a  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de amônio. A irrigação foi realizada tendo, como parâmetro, 70-80% da capacidade de campo a qual foi determinada por parcelas extras de cada planta de cobertura em que se adicionou, em intervalos (dias) a quantidade de água para completar a capacidade de campo por meio da diferença de massa calculada do vaso no estado de 70-80% da capacidade de campo e da massa atual do vaso.

Cada parcela experimental foi composta de tubos de PVC de 0,35 m de altura e 0,1 m de diâmetro dividido em três camadas sendo uma camada superior e inferior com densidades iguais de  $1,1 \text{ Mg m}^{-3}$  e com 0,15 m cada uma. A camada compactada com as diferentes compactações variando de 1,3 a  $1,9 \text{ Mg m}^{-3}$  ficou alocada entre as duas partes com espessura de 0,05 m (Figura 1). As partes foram unidas com fita adesiva. Para evitar o crescimento das raízes internamente entre o solo e o PVC foi colocada uma camada de fita na borda superior do anel de compactação com espessura de aproximadamente 1 cm.

Os diferentes níveis de compactação foram obtidos pela relação:  $d = m/v$ ; em que: d - densidade do solo; m - massa; v - volume. O processo de compactação do solo na camada compactada ocorreu com a aplicação de golpes sucessivos de uma massa de ferro até completar a espessura de 0,05 m, com a respectiva quantidade de solo para obtenção das densidades desejadas: 1,1; 1,3; 1,5; 1,70 e  $1,9 \text{ Mg m}^{-3}$ , mantendo-se o solo com o teor de água em 70 a 80% da capacidade de campo.

Aos 60 DAE foram avaliadas as características biométricas cortando-se a parte aérea rente ao solo: altura de planta, com o auxílio de trena graduada em metro, medida do colo até o ápice, diâmetro do caule utilizando-se paquímetro digital graduado em milímetro; número de folhas; área foliar com o auxílio de um equipamento LI-3100 Área Meter (LI-COR Inc. Lincoln, NE, EUA) destacando-se as folhas da haste para efetuar a medida ( $\text{cm}^2$ ); fitomassa seca; posteriormente, o material vegetal foi secado em estufa com circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$  por 72 h e em seguida, pesada e quantificada a fitomassa seca da parte aérea (FSPA).

As colunas contendo o sistema radicular foram separadas em duas partes (camada superior e inferior à camada

compactada) e as raízes separadas do solo através de lavagem. O volume radicular foi avaliado segundo metodologia descrita por Cavalcante et al. (2011), no qual a raiz foi lavada e deixada por um período de secagem à sombra para retirada do excesso de água; em seguida, foram colocados na proveta de 1 L, valor padrão de água, cerca de 300 mL, no qual foram emergidas as raízes calculando-se o volume radicular pela diferença de volume de água deslocada na proveta. Para a fitomassa seca de raízes o material foi secado em estufa com circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$  por 72 h e em seguida pesada e quantificada a fitomassa seca de raízes (FSR).

Os dados avaliados foram submetidos à análise de variância sendo que se utilizou, para os fatores quantitativos, da regressão linear e polinomial para auxiliar na escolha do modelo que se ajustasse aos dados para cada espécie de planta de cobertura, bem como os valores do coeficiente de determinação associado a cada modelo de regressão. A significância dos parâmetros das equações foi determinada utilizando-se o teste “F”.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas e o diâmetro do caule foram influenciados significativamente pela densidade do solo sendo que os maiores valores de altura de plantas e diâmetro do caule para milheto (*Pennisetum glaucum* cv. ANM 17), *Urochloa brizantha* e *Crotalaria ochroleuca* foram verificados nas densidades de 1,3 a  $1,5 \text{ Mg m}^{-3}$  (Figura 2A e B). Já para capim pé-de-galinha (*Eleusine coracana* cv. ANPG 207) os maiores valores para esses parâmetros foram observados na densidade de  $1,7 \text{ Mg m}^{-3}$ , evidenciando boa capacidade de crescimento em solo com densidade considerada elevada para a maioria das culturas.

Esses resultados divergem dos obtidos por Dezordi et al. (2013) para milheto e *U. brizantha*, que verificaram redução na altura de plantas com densidades de 1,2 a  $1,4 \text{ Mg m}^{-3}$  em Latossolo Vermelho. Possivelmente esta divergência pode estar associada à profundidade de compactação realizada nos experimentos uma vez que no ensaio dos autores citados a camada compactada estava a 0,05 m de profundidade enquanto que no presente estudo a camada compactada se situou na profundidade de 0,15 a 0,20 m. A maior área do solo sem compactação na camada superior no presente estudo proporcionou um ambiente que restringisse com menor intensidade o desenvolvimento inicial das plantas.

O número de folhas e a área foliar também foram afetados pelos níveis de densidade do solo (Figura 3A e B). Assim como para a altura de plantas e diâmetro do caule, os maiores valores de número de folhas e área foliar foram verificados nas densidades de 1,3 a  $1,5 \text{ Mg m}^{-3}$ , independente da espécie avaliada. Esses dados são condizentes com os reportados por Santos et al. (2008), que verificaram maior área foliar com densidade de até  $1,4 \text{ Mg m}^{-3}$ . A maior área foliar foi verificada para *U. brizantha*, demonstrando seu potencial para a cobertura do solo, mesmo em densidades elevadas. Este aspecto é importante em sistema integrados de manejo visto que a maior área foliar proporciona maior cobertura e sombreamento do solo inibindo a germinação das sementes de algumas plantas daninhas possibilitando, desta forma, que

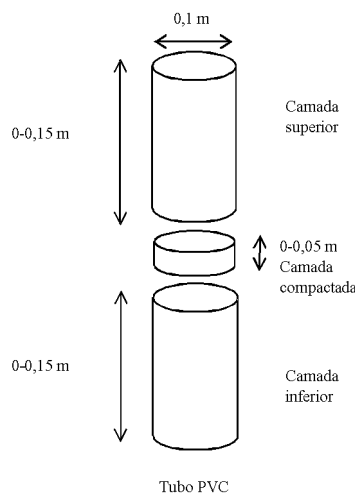
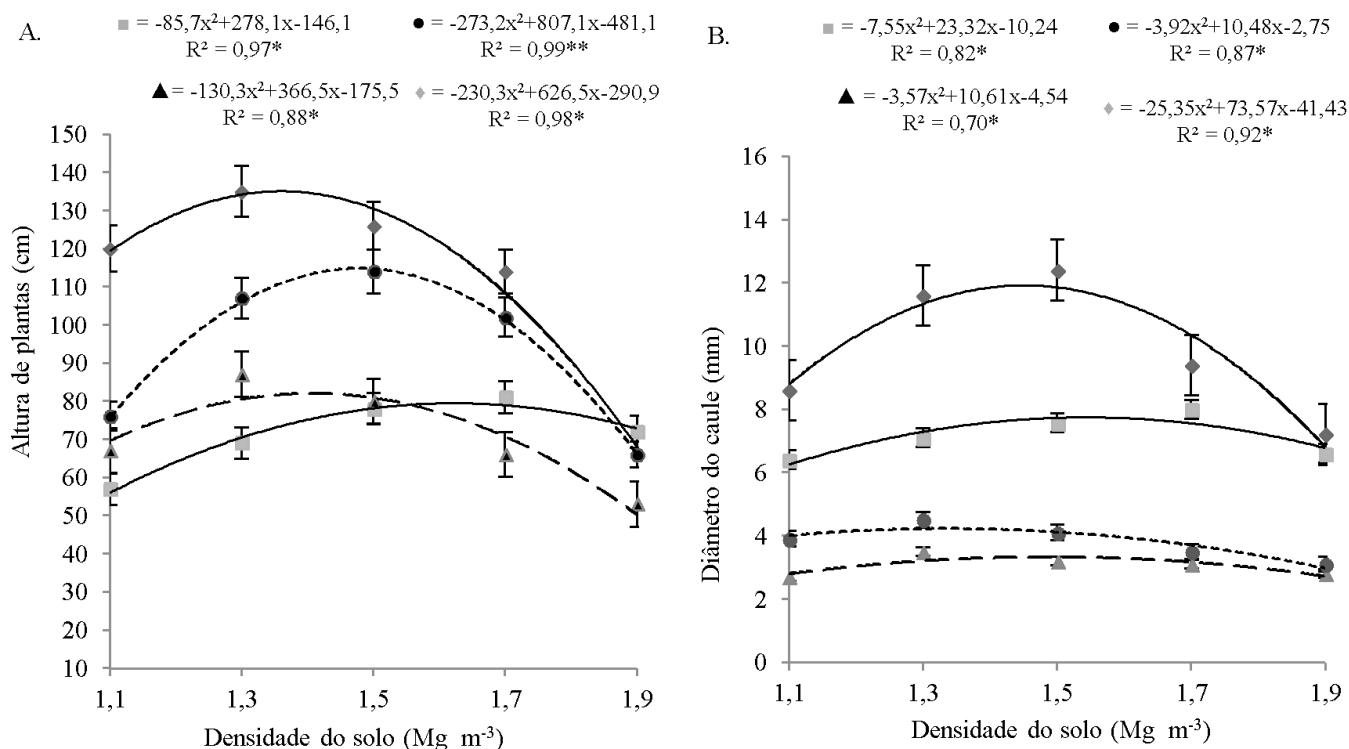
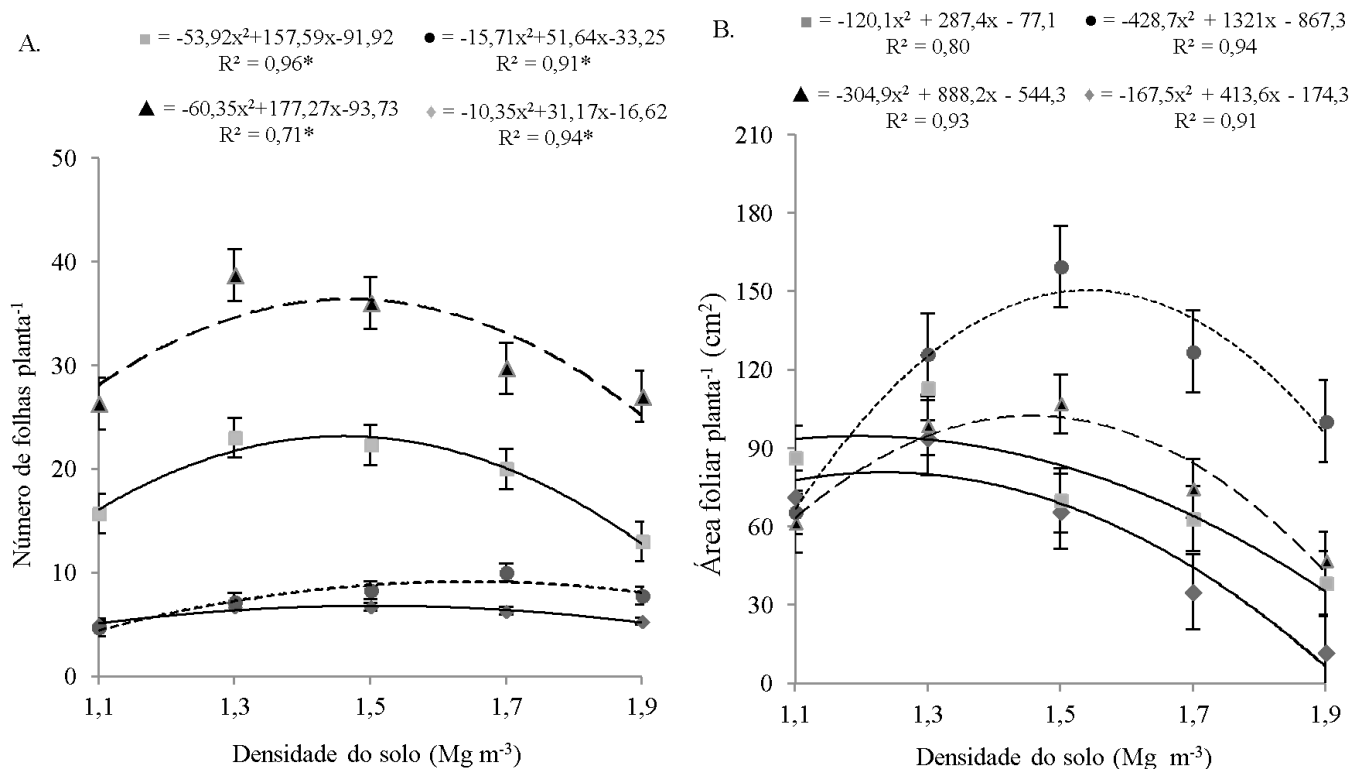


Figura 1. Esquema representativo da montagem dos anéis com as camadas superior, inferior e compactada



■Pé-de-galinha ANPG 207; ●*Urochloa brizantha*; ▲*Crotalaria ochroleuca*; ◆Milheto ANM 17; \* e \*\*Significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste F

Figura 2. Altura (A) e diâmetro do caule (B) de plantas de cobertura sob níveis de densidade de um Latossolo Vermelho, com respectivo desvio padrão



■Pé-de-galinha ANPG 207; ●*Urochloa brizantha*; ▲*Crotalaria ochroleuca*; ◆Milheto ANM 17; \* e \*\* significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste F

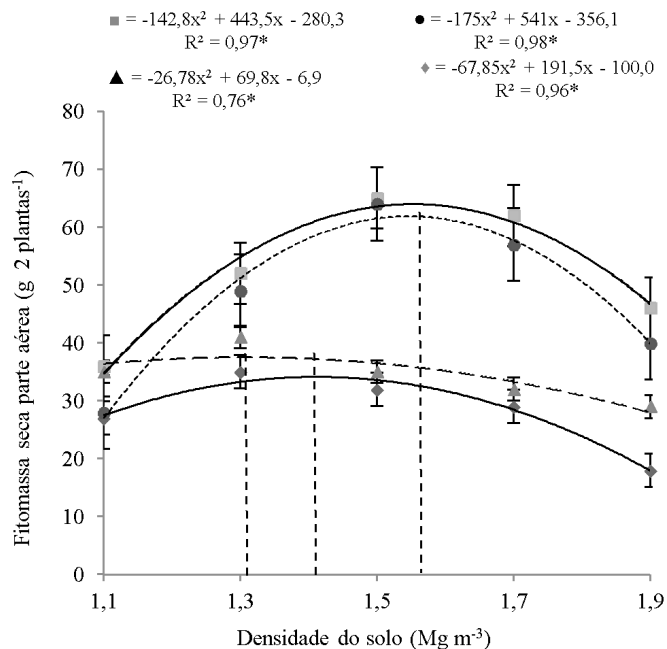
Figura 3. Número de folhas (A) e área foliar (B) de plantas de cobertura sob níveis de densidade de um Latossolo Vermelho, com respectivo desvio padrão

a cultura inicie o seu desenvolvimento com menor competição inicial (Queiroz et al., 2010). Assim, como para a altura de plantas, nota-se que na menor densidade, quando comparada com a densidade de  $1,3 \text{ Mg m}^{-3}$  a área foliar também tende a ser menor, fato este que pode estar relacionado a um contanto

solo-raiz maior em função principalmente do seu recente preparo nos tubos proporcionando menor absorção de água e nutrientes.

Os maiores valores de fitomassa seca da parte aérea (FSPA) foram verificados para capim pé-de-galinha ANPG 207 e *U.*

*brizantha* na densidade calculada de 1,55 e 1,54  $\text{Mg m}^{-3}$  (linha tracejada - Figura 4) respectivamente; todavia, não diferindo ( $p > 0,05$ ) entre si; já para *C. ochroleuca* e Milheto ANM 17 os maiores valores de FSPA foram verificados na densidade calculada de 1,3 e 1,41  $\text{Mg m}^{-3}$  respectivamente. Os resultados para FSPA corroboram os obtidos por Guimarães et al. (2013) para milho que também verificaram maior produção de



■Pé-de-galinha ANPG 207; ●*Urochloa brizantha*; ▲*Crotalaria ochroleuca*; ◆Milheto ANM 17; \* Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F

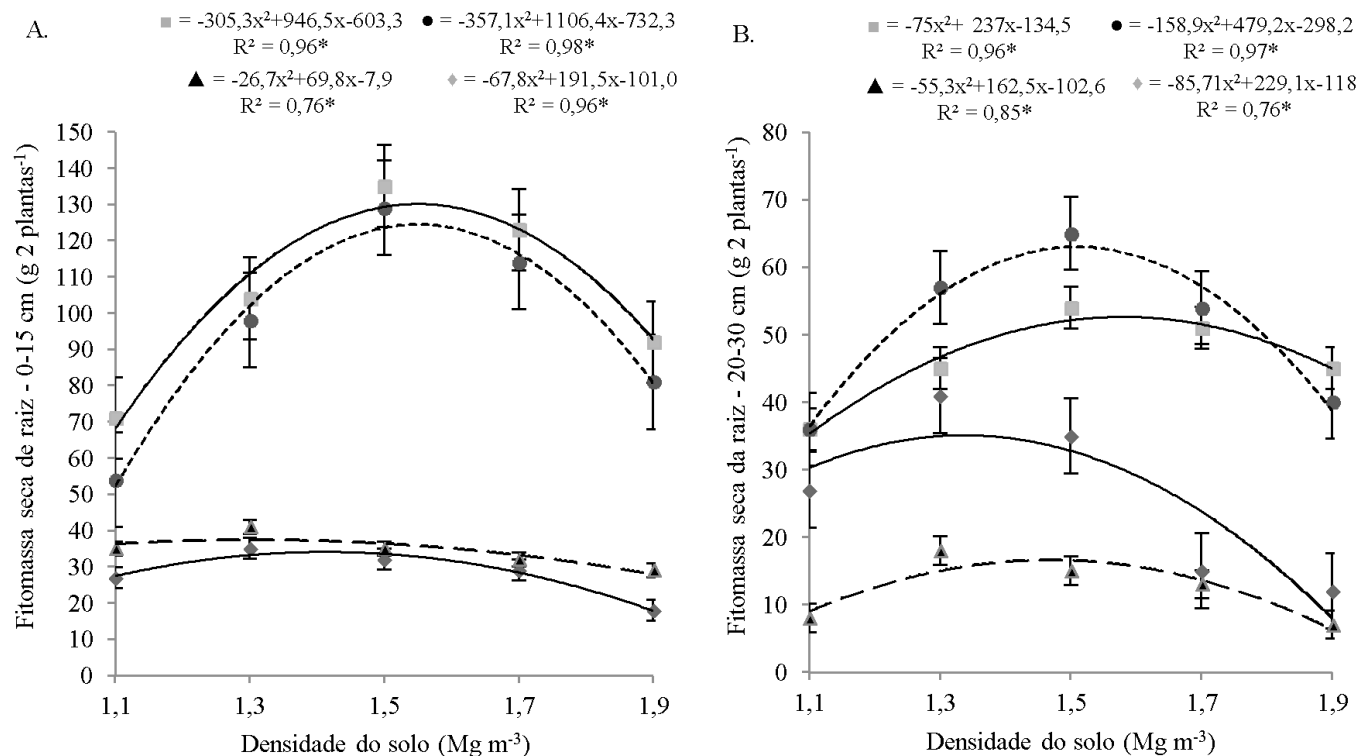
Figura 4. Fitomassa seca da parte aérea de plantas de cobertura sob níveis de densidade de um Latossolo Vermelho, com respectivo desvio padrão

fitomassa seca com densidade em torno de 1,28 a 1,46  $\text{Mg m}^{-3}$  e Foloni et al. (2006) para *C. Juncea*. Comparativamente, para *U. brizantha* e capim pé-de-galinha, Santos et al. (2008) e Gonçalves et al. (2006) respectivamente, também não observaram redução de FSPA em densidade de até 1,6  $\text{Mg m}^{-3}$  corroborando os resultados do presente estudo.

A produção de FSPA de capim pé-de-galinha e *U. brizantha* foi, em média, 80% superior quando comparada a *C. ochroleuca* e milho ANM 17 na densidade de 1,5  $\text{Mg m}^{-3}$ . Desta forma e considerando que no SPD é desejável uma elevada produção de cobertura morta, sobretudo em regiões com período de entressafra com limitação pluviométrica, essas espécies se apresentam como boas alternativas para manutenção da palhada e dos teores de matéria orgânica, mesmo em solos compactados.

Independente da espécie avaliada houve efeito significativo da densidade do solo sobre a fitomassa seca de raiz (FSR) acima e abaixo da camada compactada (Figura 5A e B). Tanto acima, quanto abaixo da camada compactada, os maiores valores de FSR foram verificados para capim pé-de-galinha. Para *C. ochroleuca* e milho ANM 17 os maiores valores de FSR foram obtidos na densidade de 1,3  $\text{Mg m}^{-3}$  independente da camada avaliada enquanto para capim pé-de-galinha e *U. brizantha* abaixo da camada compactada, os maiores valores de FSR foram verificados na densidade calculada de 1,62  $\text{Mg m}^{-3}$  e 1,52 respectivamente. Ausência de sensibilidade de capim pé-de-galinha e *U. brizantha* na FSR em densidades de até 1,6  $\text{Mg m}^{-3}$  também foi verificada por Gonçalves et al. (2006) e Santos et al. (2008) respectivamente.

Com exceção do milho ANM 17, as demais espécies apresentaram aproximadamente o dobro de FSR na camada superior comparada à camada inferior. Os menores valores



■Pé-de-galinha ANPG 207; ●*Urochloa brizantha*; ▲*Crotalaria ochroleuca*; ◆Milheto ANM 17; \* Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F. Camada compactada de 15 a 20 cm

Figura 5. Fitomassa seca de raízes de plantas de cobertura acima (A) e abaixo (B) da camada compactada com diferentes densidades em um Latossolo Vermelho, com respectivo desvio padrão

de FSR abaixo da camada compactada foram verificados para *C. ochroleuca* enquanto que os maiores valores foram para *U. brizantha*. Considerando a máxima produção de FSR nas respectivas densidades, *U. brizantha* apresentou-se 261% superior à *C. ochroleuca* evidenciando alta e baixa capacidade de desenvolvimento do sistema radicular em solo compactado para essas espécies, respectivamente.

Esta superioridade se deve principalmente à eficiência enzimática na carboxilação do CO<sub>2</sub> atmosférico de *U. brizantha*, resultando em maior produção de FSPA e, em consequência, maior alocação de fotoassimilados para as raízes. Tal fato ganha importância à medida que no início do desenvolvimento das braquiárias em geral, a alocação de fotoassimilados é direcionada para as raízes (Petter et al., 2013). Outro aspecto a ser considerado é que em solos compactados há predomínio na formação de raízes laterais e finas (Calonego et al., 2011) e sendo *U. brizantha* uma gramínea com crescimento radicular fasciculado este aspecto é facilitado. A melhor adaptação das gramíneas a solos compactados foi relatada por Santos et al. (2008).

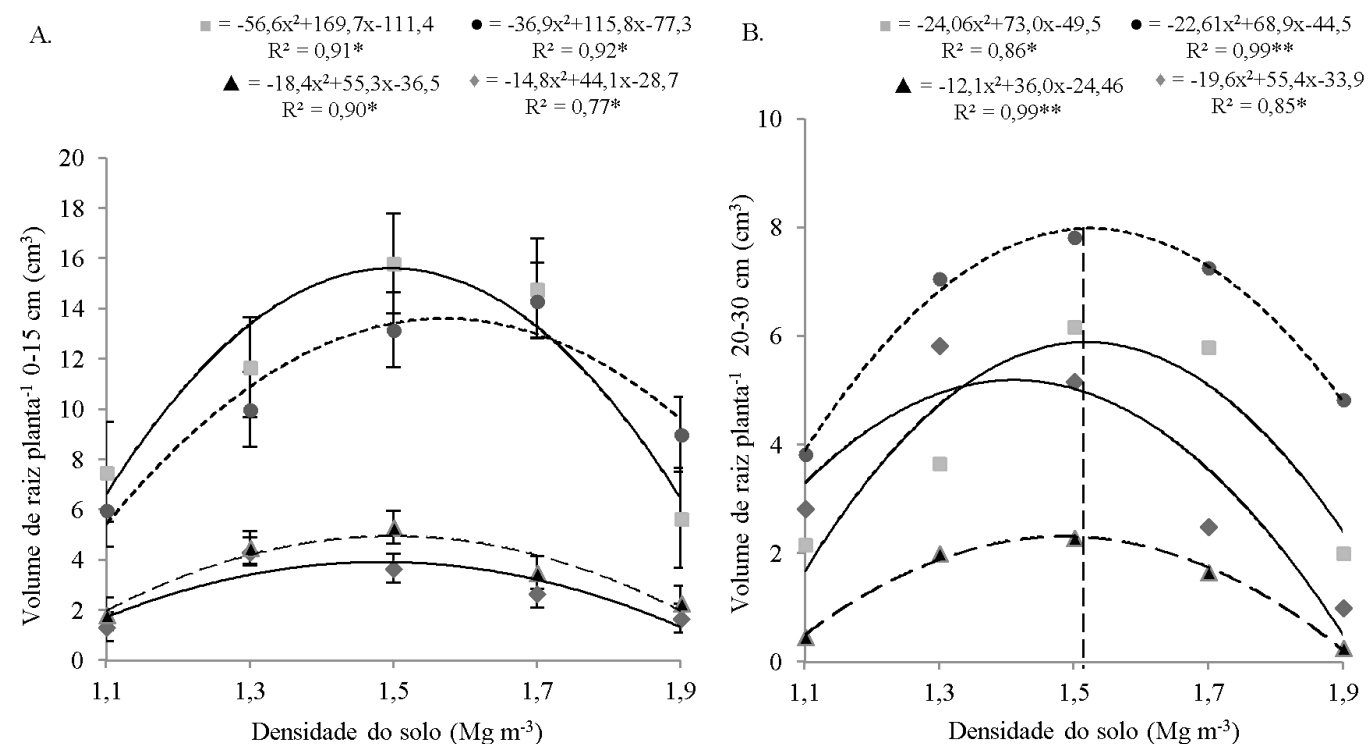
Tal como a FSR, o volume de raiz na camada superior também foi influenciado pelas densidades do solo independente da espécie avaliada (Figura 6A e B), com os maiores valores na densidade de 1,5 Mg m<sup>-3</sup>, corroborando os resultados de Calonego et al. (2011), Jimenez et al. (2008) e Gonçalves et al. (2006) para densidades próximas a 1,5 Mg m<sup>-3</sup>. Na camada superior à compactação o volume de raiz de capim pé-de-galinha e *U. brizantha* foi aproximadamente quatro vezes maior comparado à *C. ochroleuca* e milho ANM 17. Já na camada inferior à compactada novamente se verifica maior volume de raiz para *U. brizantha* e capim pé-de-galinha; no entanto, o milho também se destaca principalmente até a densidade

calculada de 1,41 Mg m<sup>-3</sup>, corroborando os resultados de Guimarães et al. (2013) que verificaram maior valor para este parâmetro na densidade de 1,46 Mg m<sup>-3</sup>.

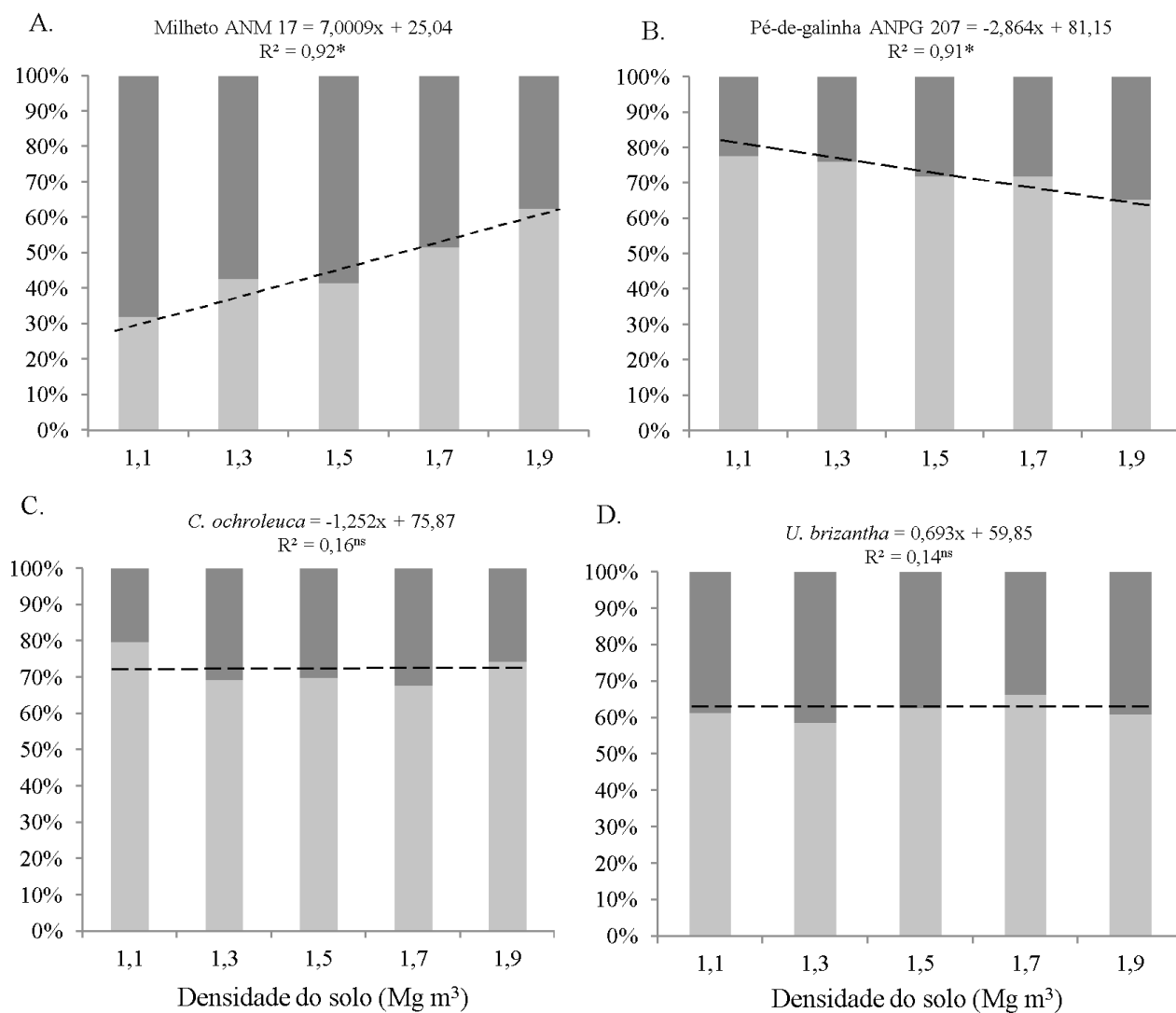
Considerando o máximo volume radicular de capim pé-de-galinha e *U. brizantha*, verifica-se que na camada superior à compactada os valores foram 156 e 68% superiores, portanto, à camada inferior respectivamente. Considerando a camada inferior à compactada, o máximo volume de raiz estimado foi verificado na densidade calculada de 1,52 Mg m<sup>-3</sup> (linha tracejada - Figura 6B), valor este próximo ao obtido para FSPA porém, considerando a produção relativa a 90% do volume para ambas as espécies, a densidade calculada foi de aproximadamente 1,65 Mg m<sup>-3</sup>.

A distribuição percentual de raízes na camada superior e inferior à compactada foi significativamente influenciada pela densidade do solo para milho ANM 17 e capim pé-de-galinha (Figuras 7A e B). O milho ANM 17 apresentou uma distribuição percentual de raiz que evidencia redução do volume na camada inferior à compactada e aumento da camada superior com o incremento dos níveis de compactação (Figura 7A). Já o capim pé-de-galinha apresenta comportamento inverso, ou seja, aumento do volume percentual de raiz na camada inferior à compactada com o aumento dos níveis de compactação (Figura 7B)

Apesar da redução do volume radicular na camada inferior à compactada comparado à superior, o capim pé-de-galinha mantém aumento percentual nesta camada em solos compactados. Referida característica é importante de vez que proporciona aumento de bioporos e, em contrapartida, melhor infiltração de água, melhora a formação e a estabilização de agregados no solo e após a decomposição das raízes pode contribuir para o aumento da matéria orgânica e atividade



■Pé-de-galinha ANPG 207; ●*Urochloa brizantha*; ▲*Crotalaria ochroleuca*; ◆Milho ANM 17; \* e \*\*Significativo a 0,05 e 0,01 de probabilidade pelo teste F; Camada compactada de 15 a 20 cm  
 Figura 6. Volume do sistema radicular de plantas de cobertura) acima (A) e abaixo (B) da camada compactada com diferentes densidades em um Latossolo Vermelho com respectivo desvio padrão



\*Significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> Não significativo; Camada compactada de 15 a 20 cm

Figura 7. Distribuição percentual de raízes de plantas de cobertura acima (■) e abaixo (■) da camada compactada com diferentes densidades em um Latossolo Vermelho

microbiana. Com isto há melhoria das condições físicas do solo e melhor desempenho do sistema radicular das espécies do cultivo subsequente.

Considerando atributos das plantas de cobertura desejáveis para sua inserção no manejo do SPD e sistemas integrados de cultivo, como produção de fitomassa da parte aérea, cobertura do solo, fitomassa e volume de raízes, verifica-se que em condições de solo compactado as espécies capim pé-de-galinha e *U. brizantha* se destacam como promissoras nessas condições de cultivo podendo, assim, ser indicadas como plantas com potencial descompactador.

## CONCLUSÕES

1. O capim pé-de-galinha e *U. brizantha* apresentaram bom desenvolvimento de parte aérea e raiz com densidades de até 1,65 Mg m<sup>-3</sup> e são boas alternativas para uso no manejo preventivo da compactação e/ou em solos compactados.

2. Para *C. ochroleuca* e milheto ANM 17 o melhor desenvolvimento foi verificado na densidade de 1,3 e 1,41 Mg m<sup>-3</sup>, respectivamente.

## LITERATURA CITADA

- Bennie, A. T. P. Growth and mechanical impedance. In: Waisel, Y.; Eshel, A.; Kafkafi, U. (ed.). *Plants Roots: The hidden half*. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p.453-470.
- Beutler, A. N.; Centurion, J. F.; Roque, C. G.; Ferraz, M. V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.843-849, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000600002>
- Blainski, E.; Tormena, C. A.; Fidalski, J.; Guimarães, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.975-983, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000300007>
- Braida, J. A.; Reichert, J. M.; Reinert, D. J.; Veiga, M. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e Argissolo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.131-139, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000200003>
- Calonego, J. C.; Gomes, T. C.; Santos, C. H.; Tiritan, C. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura em solo compactado. *Bioscience Journal*, v.27, p.289-296, 2011.

- Castagnara, D. D.; Zoz, T.; Castro, A. M. C.; Zoz, A. Oliveira, P. S. R. Crescimento de *Stylosanthes* cv. Campo Grande em diferentes níveis de densidade de um Latossolo Vermelho. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, p.230-250, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000200007>
- Cavalcante, I. H. L. Siva, R. R. S. Albano, F. G.; Lima, F. N. Marques, A. S. Foliar spray of humic substances on seedling production of papaya (pawpaw). *Jornal of Agronomy*, v.10, p.118-122, 2011. <http://dx.doi.org/10.3923/ja.2011.118.122>
- Centurion, J. F.; Centurion, M. A. P. da C.; Beutler, A. N.; Rossini, L. A.; Freddi, O. da S.; Souza Neto, E. L. de. Compactação do solo no desenvolvimento e na produção de cultivares de soja. *Científica*, v.34, p.203-209, 2006.
- Collares, G. L.; Reinert, D. J.; Reichert, J. M.; Kaiser, D. R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade do feijão e trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.933-942, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000300003>
- Crusciol, C. A. C.; Cottica, R. L.; Lima, E. V.; Andreotti, M.; Moro, E.; Marcon, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.161-168, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000200009>
- Dezordi, G. B.; Mendes, K. F.; Macedo, F. G.; Camacho, M. A.; Coletti, A. J.; Gouveia, R. G. L. Desenvolvimento aéreo e radicular de espécies vegetais em Latossolo Vermelho distroférico sob compactação induzida. *Scientia Plena*, v.9, p.1-9, 2013.
- Figueiredo, C. C.; Santos, G. G.; Pereira, S.; Nascimento, J. L.; Alves Júnior, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.146-151, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000200006>
- Foloni, J. S. S.; Lima, S. L.; Bull, 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000100006>
- Freddi, O. S.; Centurion, J. F.; Duarte, A. P.; Peres, F. S. C. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em Latossolo Vermelho. II - Intervalo hídrico ótimo e sistema radicular. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.805-818, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000400006>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100008>
- Guimarães, C. V.; Assis, R. L.; Simon, G. A.; Pires, F. R.; Ferreira, R. L.; Santos, D. C. Desempenho de cultivares e híbridos de milho em solo submetido à compactação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.1188-1194, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001100009>
- Jimenez, R. L.; Gonçalves, W. G.; Araújo Filho, J. V.; Assis, R. L.; Pires, F. R.; Silva, G. P. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um Latossolo Vermelho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.116-121, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000200002>
- 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*, v.31, p.1131-1140, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500028>
- Negreiros Neto, J. V.; Santos, A. C. dos; Santos, P. M.; Santos, T. M.; Faria, A. F. G. Atributos físicos de solos sob a consorciação gramíneas-leguminosas no norte do estado do Tocantins. *Engenharia na Agricultura*, v.18, p.140-150, 2010. <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v18n02a05>
- Pacheco, L. P.; Pires, F. R.; Monteiro, F. P.; Procópio, S. O.; Assis, R. L.; Carmo, M. L.; Petter, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.815-823, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700005>
- Petter, F. A.; Pacheco, L. P.; Zuffo, A. M.; Piauilino, A. C.; Xavier, Z. F.; Santos, J. M.; Miranda, J. M. S. Desempenho de plantas de cobertura submetidas à déficit hídrico. *Semina: Agrárias*, v.34, p.3307-3320, 2013.
- Queiroz, L. R.; Galvão, J. C. C.; Cruz, J. C.; Oliveira, M. F.; Tardin, F. D. Supressão de plantas daninhas e produção de milho-verde orgânico em sistema de plantio direto. *Planta Daninha*, v.28, p.263-270, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000200005>
- 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, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582008000100013>
- Seixas, F.; Souza, C. R. Avaliação e efeito da compactação do solo, devido à frequência de tráfego, na produção de madeira de eucalipto. *Revista Árvore*, v.31, p.1047-1052, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000600009>
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000100004>
- Stefanoski, D. C. S. G. G.; Marchão, R. L.; Petter, F. A.; Pacheco, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.1301-1309, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001200008>