

Influência dos cultivos de milho e guandu para produção de silagem na resistência do solo à penetração

Nogueira Guimarães, I.C.; de Faria Theodoro, G.[®]; Bueno Yamashita, N.Y.; de Oliveira Golin, H. e Padilha Rezende, R.

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Brasil.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Manejo do solo
Mecanização
Cajanus cajan
Zea mays

ADDITIONAL KEYWORDS

Soil management
Mechanization
Cajanus cajan
Zea mays

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 06.08.2018
Aceptado/Accepted: 22.06.2019
On-line: 15.10.2019
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
theodoro.gf@gmail.com

RESUMO

O uso intensivo de máquinas agrícolas no cultivo de plantas para produção de silagem pode ocasionar a compactação do solo e comprometer o desenvolvimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do cultivo de milho e guandu na resistência do solo à penetração (RP), cultivados em solo preparado de forma convencional. Dados de RP foram obtidos por meio de um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, até os 0,4 m de profundidade. Foram coletadas amostras de solo para se avaliar a umidade gravimétrica do solo e os valores de resistência mecânica do solo à penetração foram transformados em unidade padrão de pressão (MPa). O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso, com dois tratamentos representados pelos cultivos de milho e guandu em área de 2000 m² cada, divididos em 10 repetições e 4 perfis analisados em cada repetição. Os valores encontrados nos dois tratamentos foram críticos ao desenvolvimento vegetal e o solo cultivado com guandu apresentou menor resistência à penetração em quase todos os estratos analisados. Verificou-se que o potencial do guandu em descompactar o solo foi superior ao do milho.

Influence of corn and pigeon pea crop for silage production on soil resistance to penetration

SUMMARY

The intensive use of agricultural machinery can cause soil compaction and compromise the development of plants. The pigeon possesses attributes that classify it with potential in diminishing the soil compaction. The objective of this work was to evaluate the effects of corn and pigeon pea cultivation on soil resistance to penetration (PR), cultivated in conventional soil. RP data were obtained by means of a mechanical impact penetrometer model IAA / Planalsucar, up to 0.4 m depth. Soil samples were collected to evaluate soil gravimetric moisture and the values of mechanical resistance of the soil to the penetration were transformed into standard unit of pressure (MPa). The experimental design was a randomized complete block design, with two treatments represented by maize and pigeon fields in an area of 2000 m² each one, divided in 10 replicates and 4 profiles analyzed in each replicate. The values founded assumed critical levels of plant development and the soil with pigeon pea crop had lower resistance to penetration. The results showed that the loosening potential of soil cultivated with pigeon pea was higher than the corn crop.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é considerada a espécie de maior importância mundial em função de sua versatilidade em termos de utilização, sendo uma das principais fontes de alimentação humana e animal (Môro & Fritsche-Neto, 2017, p.12). Por outro lado, o guandu (*Cajanus cajan* L.) possui destaque especialmente por contribuir significativamente na fixação biológica de nitrogênio no solo (Alcântara et al., 2000, p.280-3; Marcelo et al., 2012, p.1560) e poder ser empregado na

alimentação animal pelo seu elevado teor de proteína bruta (Godoy & Santos, 2013, p.301).

Guimarães et al. (2017) avaliaram a produção de biomassa do milho para silagem em consórcio com diferentes populações de braquiária e feijão guandu anão em um Latossolo Vermelho Escuro e concluíram que a integração não afetou a produtividade da cultura principal. O feijão guandu elevou os valores de massa fresca e seca conforme aumento da densidade de

plantas, sendo que de 300 mil plantas.ha⁻¹ apresentou a maior produção.

Embora a semeadura direta seja uma prática conservacionista recomendada, alguns produtores rurais do Cerrado brasileiro encontram dificuldades em sua consolidação em função da rápida decomposição da matéria do solo e a impossibilidade de cultivo na entressafra para a formação de cobertura vegetal (Muraishi et al., 2005, p.203). Nestas ocasiões, o preparo periódico do solo é empregado e, quando realizado em condições desfavoráveis, pode provocar a degradação das qualidades físicas do solo (Theodoro et al., 2018, p.27). Conforme Silva et al. (2000, p.800), Souza et al. (2006, p.128) e Reichert et al. (2007, p.122), o cultivo do solo com o uso de máquina e implementos agrícolas contribui com o aumento da produtividade mas também pode ser a responsável pela deterioração mais rápida das condições físicas do solo. A compactação do solo ocorre em uma grande variedade de solos e climas, especialmente em locais com preparo ou pastejo animal quando o solo está com elevado teor de umidade (Hamza & Anderson, 2005, p.137).

Oliveira Filho et al. (2016, p.716) relataram que com o incremento das áreas agrícolas, há maior preocupação com os problemas relacionados à compactação do solo no Brasil, resultante da intensificação das operações mecanizadas. A presença de uma estrutura maciça adensada nas camadas superficial e subsuperficial aumenta a densidade do solo, reduz a porosidade e a aeração com, conseqüentemente, menor penetração e desenvolvimento de raízes de plantas como o milho (Corsini et al., 1999, p.296).

A manutenção de uma cobertura vegetal na superfície do solo aumenta os teores de matéria orgânica e melhora as características físicas do solo (Suzuki et al., 2007, p.1165). De forma complementar, encontra-se a rotação de culturas com espécies vegetais que possuam um sistema radicular profundo e vigoroso (Hamza & Anderson, 2005, p. 137).

Embora haja a atribuição da qualidade biodescompactadora do solo à algumas espécies vegetais (Müller et al., 2001, p.535), os resultados são incipientes. Em condições de casa-de-vegetação, Severiano et al. (2010) constatou que a agressividade do sistema radicular do capim-tifton 85 recuperou a qualidade estrutural de um Argissolo Vermelho-Amarelo, por meio da descompactação biológica. Valicheski et al., (2012) constatou que níveis mais intenso de tráfego restringiu o desenvolvimento das raízes de nabo forrageiro, ao contrário da aveia preta, que por ter um sistema radicular fasciculado explorou maior volume de solo. Avaliando o desempenho de adubos verdes, Alvarenga et al. (1995) relataram que o guandu foi a espécie com maior potencial para penetração de raízes no solo. Azevedo et al. (2007) descreveram o guandu como uma planta que pode melhorar as condições físicas dos solos por possuir um sistema radicular profundo e ramificado que, torna-o capaz de resistir ao estresse hídrico, possibilita o romper camadas adensadas de solos. Por outro lado, com o objetivo de avaliar a influência da compactação do solo nas características morfológicas e produtivas de feijão guandu, Farias et al. (2013) observaram que

as plantas manifestaram restrições em seu desenvolvimento, indicando que o guandu foi pouco eficiente como planta capaz de reduzir a compactação do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos cultivos de milho e guandu na resistência de um Latossolo Vermelho muito argiloso solo à penetração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (lat 20°25' S 54°50' W e Alt. 470m), no município de Terenos, Mato Grosso do Sul, Brasil. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho, com textura muito argilosa (660 g.kg⁻¹ argila, 210 g.kg⁻¹ areia, 130 g.kg⁻¹ silte) e o clima da região identificado como Aw – Clima tropical, com inverno seco (Kottek et al., 2006, p.261). O solo estava ocupado por intensa vegetação espontânea e capim braquiária que foram dessecados por meio de aplicação de glifosato (3 L.ha⁻¹) na primeira quinzena de abril de 2017.

O delineamento experimental empregado foi de blocos ao acaso, em faixas, com dois tratamentos e 10 repetições; cada parcela experimental foi representada por uma área de 4 m², onde foram realizadas análises de quatro perfis de solo com o penetrômetro. O valor de cada parcela foi obtido por meio da média aritmética destas avaliações.

Utilizando-se um trator de 90 cavalos e 3.580kg, foi realizada uma operação com grade aradora de 14 discos recortados, com 36 polegadas em área total para criar condições favoráveis ao preparo primário do solo e se obter a uniformização da área antes da semeadura conforme Theodoro et al. (2018, p.28). O preparo convencional consistiu em uma operação com arado com quatro discos lisos de 42 polegadas, seguida de quatro operações com a grade niveladora.

Após o preparo do solo, foi realizada a semeadura mecanizada do milho híbrido simples Status TG no dia 27 de outubro de 2017, para se obter a população final de 78 mil plantas por hectare, em espaçamento de 0,5 m entre linhas. O guandu cv. BRS Mandarin foi semeado de forma adensada no mesmo dia, obtendo-se a população final de 256 mil plantas por hectare, com o mesmo espaçamento entre linhas. O cultivo adensado do guandu foi realizado para a produção de maior biomassa e formação de caules mais finos, afim de facilitar o seu corte. Cada espécie foi cultivada em faixas, com 2000 m² cada.

O guandu foi cortado em torno de 15 centímetros da altura do solo com o uso de uma roçadeira acoplada a trator, aos 97 dias após à semeadura. Procedeu-se à colheita do milho por meio de ensiladeira acionada pela tomada de potência na fase fenológica R5 (grãos duros), com 2/3 da linha do leite em evidência no grão (silagem). Após o corte, os restos culturais do guandu permaneceram na superfície do solo. A resistência do solo à penetração foi estimada por meio de um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf, 50 dias após as operações mecanizadas de corte e colheita.

Os dados foram obtidos em impactos por centímetros até a profundidade de 40 cm e, em seguida, transformados para a unidade de pressão MPa por meio da fórmula descrita por Stolf (1991). A coleta de amostras do solo foi realizada nas profundidades 0,0-0,20 e 0,20-0,40m para a avaliação da umidade gravimétrica de acordo com o método descrito por Embrapa (1997). Houve a coleta da precipitação pluviométrica por meio de um pluviômetro portátil durante os 30 dias que antecederam às sementeiras.

A interpretação dos resultados foi feita conforme a classificação da resistência do solo empregada pelo United States Department of Agriculture (USDA), citada por Gomes Júnior et al., (2016). Os efeitos dos tratamentos em cada profundidade foram analisados separadamente e, quando necessário, as médias foram transformadas em \sqrt{x} . As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

A umidade gravimétrica média obtida nas camadas do solo em ambas às áreas e na profundidade de 0,0-0,2m foi de 0,17 kg.kg⁻¹, enquanto que de 0,0-0,4 m foi 0,25 kg.kg⁻¹ (área cultivada com guandu) e 0,26 kg.kg⁻¹ (área cultivada com milho). A umidade do solo esteve baixa em função da pouca precipitação pluviométrica acumulada (18 mm) que houve nos 30 dias que antecederam às avaliações (Figura 1).

Foram encontrados valores distintos de resistência à penetração no solo em todos os estratos analisados e entre os tratamentos (Figura 2). Utilizando como referência a classificação empregada pelo USDA, observou-se que na profundidade de 0 a 5cm o solo com guandu apresentou alta RP (2,45 Mpa), enquanto que

no cultivado com milho muito alta RP (6,79 MPa). Nas camadas seguintes, houve aumento progressivo na resistência à penetração, na segunda camada o solo com milho apresentou RP extremamente alta (9,14 MPa) e com guandu uma RP muito alta (4,88 MPa). A partir da terceira (10 a 15cm), quarta (15 a 20 cm) e quinta (20 a 25 cm) camadas, o aumento da RP foi amenizado já que no solo com guandu foram constatados 5,58, 5,84 e 6,41 MPa (muito alta RP) e com milho com valores de 7,79, 8,01 e 8,40 MPa (alta e extremamente alta RP). No próximo estrato (25 a 30cm) foi observado comportamento diferente entre os tratamentos, em guandu a RP continuou alta (6,67 MPa) e no milho a RP reduziu (7,80 MPa). Nas duas últimas camadas (30 a 40cm), houve redução na RP no solo cultivado tanto com guandu (5,87 e 5,43 MPa) quanto com milho (7,19 e 6,59 MPa).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste presente trabalho mostraram diferenças significativas na resistência do solo à penetração em quase todos os estratos mensurados entre os tratamentos. Em todas as profundidades, os valores de RP apresentaram limitações críticas ao crescimento e desenvolvimento das plantas, pois o valor mínimo encontrado de resistência foi de 2,45 MPa na área com o estabelecimento do guandu. Houve maior resistência à penetração no segundo estrato mais próximo à superfície.

Embora Foloni et al. (2003, p.951) tenham constatado que o sistema radicular do milho não seja capaz de romper uma camada compactada de solo com resistência mecânica da ordem de 1,4 MPa, Seki et al. (2015, p.467) observaram uma produtividade semelhante do

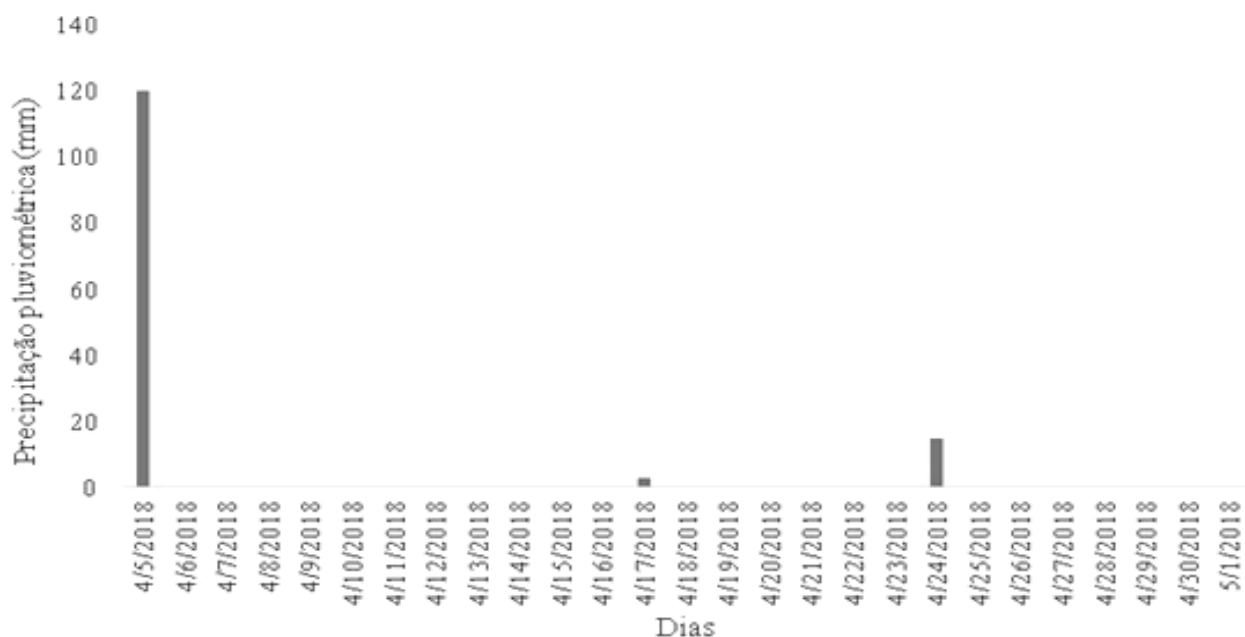


Figura 1. Precipitação pluviométrica nos dias que antecederam a avaliação da resistência à penetração no solo (dados coletados com pluviômetro) (Rainfall in the previous days of the soil penetration resistance evaluation (data collected with rain gauge)- Terenos MS).

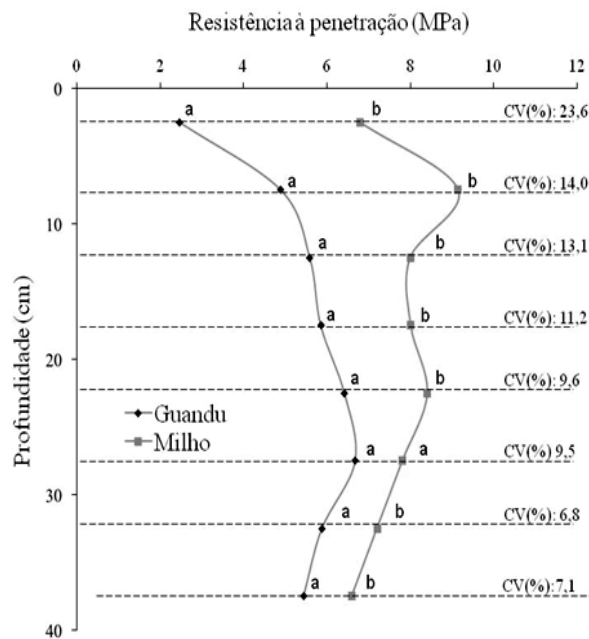


Figura 2. Influência dos cultivos de milho e guandu na resistência à penetração (MPa) em um Latossolo Vermelho de textura muito argilosa - Terenos MS. * Médias na linha seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de significância. * C.V.(%): coeficiente de variação. (Influence of maize and pigeon pea on resistance to penetration (MPa) in a very clayey Red Oxisol - Terenos MS. * Averages in the row followed by the same letter in the row do not differ by the Tukey test at 5% significance. * C.V. (%): Coefficient of variation).

milho cultivado em solo com diferentes níveis de densidade do solo causados por diferentes operações de preparo.

De acordo com as variações na resistência à penetração (**Figura 2**), percebeu-se que houve variações significativas entre os tratamentos. Os dados apontam que em ambos os casos existiu menor resistência à penetração nas camadas mais próximas à superfície do solo, com aumento da resistência nas camadas subsuperficiais e seguido de decréscimo nos valores nas camadas mais profundas. No solo estabelecido com o guandu, verificaram-se variações nos valores na resistência à penetração entre às camadas avaliadas.

Silva & Rosolem (2001a, p.258) não constataram mudanças no desenvolvimento do sistema radicular de aveia preta, guandu, milheto, mucuna preta, sorgo granífero e tremoço azul quando cultivados sob três densidades de solo em condições de casa-de-vegetação, indicando que densidade crítica para essas espécies é superior a 1,22 MPa.

A elevada resistência do solo à penetração nas áreas cultivadas com milho e guandu pode ser explicada pela baixa umidade gravimétrica do solo (Oliveira et al., 2007, p.263). Semelhantemente, por meio da avaliação do efeito de sistemas de preparo na resistência à penetração de uma Latossolo Vermelho de textura muito argilosa em uma época de estiagem, Theodoro et al. (2018, p.28) observou que a umidade do solo esteve em torno de 0,21 kg kg⁻¹.

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com Alvarenga et al. (1995), que avaliaram as espécies, caupi (*Vigna unguiculata*), crotalária júncea (*Crotalaria juncea*), crotalária paulina (*Crotalaria paulina*), guandu (*Cajanus cajan*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), lab-lab (*Dolichos lab lab*) e mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) em um Podzólico Vermelho-Amarelo do município de Viçosa, MG. Constatou-se que o guandu foi a espécie com maior potencial para penetração de raízes no solo, produção de biomassa aérea e imobilização de nutrientes. Da mesma forma, Silva & Rosolem (2001b, p.297) constataram que houve maior acúmulo de nutrientes em plantas de soja cultivadas em sucessão ao guandu, em função da descompactação do solo provocada pela cultura. Embora os dados obtidos no presente trabalho discorde de Farias et al. (2013, p.500) que constatou que o guandu não apresentou efeito na descompactação do solo, acredita-se que as diferenças observadas foram em função da metodologia empregada, pois estes autores conduziram o experimento em condições de casa de vegetação e as avaliações ocorreram os 63 dias após a emergência das plantas.

O uso do guandu em sistemas integrados com milho para produção de silagem é promissor (COSTA et al., 2017) e os dados obtidos neste trabalho indicam que seu cultivo reduz a resistência do solo à penetração, contribuindo com uma maior sustentabilidade na agropecuária.

CONCLUSIONES

Existiram diferenças significativas entre os valores de resistência do solo à penetração em função do cultivo de milho ou guandu em 87,5% dos estratos analisados. O cultivo de guandu proporcionou os menores valores de resistência à penetração, indicando possuir a habilidade de descompactar o solo nas condições empregadas.

BIBLIOGRAFIA

- Alcântara, FA, Furtini Neto, AE, Paula, MB, Mesquita, HA & Muniz, JA 2000 'Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 35, no. 2, pp. 277-288.
- Alvarenga, RC, Costa, LM, Filho & WM, Regazzi, AJ 1995 'Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos' *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 30, no. 2, pp. 175-185.
- Azevedo, LA, Ribeiro, GT & Azevedo, CLL 2007 'Feijão guandu: uma planta multiuso' *Revista da Fapese*, vol. 3, no. 2, pp. 81-86
- Costa, JAA, Neves, AP, Silveira, LSM, Villafuerte, SGE, Guimarães, RLS, Prociúncula, GC, Souza Junior, VR, Verzignassi & JR, Queiroz, HP 2017 'Sócio de guandu com milho ou com sorgo para produção de silagem' Brasília: Embrapa, 16pp.
- Corsini, PC & Ferraudo, AS 1999 'Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em latossolo roxo' *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 34, no. 2, pp. 289-298.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997 'Manual de métodos de análise de solos' 2. ed., Rio de Janeiro-RJ: Embrapa Solos, 212 pp.
- Farias, LN, Silva, EMB, Souza, WP, Vilarinho, MKC, Silva, TJA & Guimarães, SL 2013 'Características morfológicas e produtivas de feijão

- guandu anão cultivado em solo compactado' *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 17, no. 5, pp. 497-503.
- Foloni, JSS, Calonego, JC & Lima, SL 2003 'Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho' *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 38, no. 8, pp. 947-953.
- Godoy, R, Santos, PM 'Cajanus cajan' 2013 In: FONSECA, D.M., J.A.M. (Ed.) 'Plantas forrageiras' Viçosa: UFV, pp. 294-309.
- Gomes Junior, DG, Stolf, R, Peres, JG, Pinto, VM & Reichardt, K 2016 'Soil physical quality of braziliano. crop management systems evaluated with aid of penetrometer' *Journal of Agricultural Science*, vol. 8, no. 6, pp. 120-128.
- Guimarães, FS, Ciappina, AL, Anjos, RAR, Silva & A, Pelá, A 2017 'Con-sórcio guandu-milho-braquiária para integração lavoura-pecuária' *Revista de Agricultura Neotropical*, vol. 4, Suplemento 1, pp. 22-27.
- Hamza, MA & Anderson, WK 2005 'Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions' *Soil & Tillage Research*, vol. 82, pp. 121-145
- Kottek, M, Grieser, J, Beck, C, Rudolf, B & Rubel, F 2006 'World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated' *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 15, n.3, pp.259-263.
- Marcelo, AV, Corá, JE & Fernandes, C 2012 'Sequências de culturas em sistema de semeadura direta. I - Produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes' *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 36, pp. 1553-1567
- Môro, GV & Fritsche-Neto, R 2017 'Importância e usos do milho no Brasil' In: GALVÃO, J.C.C., Borém, A., Pimentel, M.A. (Ed.) *Milho: do plantio à colheita*. 2 ed., Viçosa: UFV, pp. 9-24.
- Müller, MML, Cecon, G & Rosolem, CA 2001 'Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno' *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 25, pp. 531-538.
- Muraishi, CT, Leal, AF, Lazarini, E, Rodrigues, LR & Gomes Junior, FG 2005 'Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta' *Acta Scientiarum. Agronomy*, vol. 27, no. 2, pp. 199-206.
- Oliveira Filho, FX, Miranda, NO, Medeiros, JF, Silva, PC, Mesquita, FO & Costa, TKG 2016 'Compactação de solo cultivado com cana-de-açúcar em Baía Formosa, Rio Grande do Norte' *Revista Ceres*, vol. 63, no. 5, pp.715-723.
- Oliveira, GC, Severiano, EC & Mello, CR 2007 'Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia, GO' *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 11, no. 3, pp. 265-270.
- Reichert, JM, Suzuki, LEAA & Reinert, DJ 2007 'Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação' In: Ceretta, CA, Silva, LS & Reichert, JM (Eds.) *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. pp. 49-134.
- Seki, AS, Seki, FG, Jasper, SP, Silva, PRA & Benez, SH 2015 'Efeitos de práticas de descompactação do solo em área sob sistema plantio direto' *Revista Ciência Agronômica*, vol. 46, no. 3, pp. 460-468.
- Severiano, EC, Oliveira, GC, Dias Junior, MS, Costa, KAP, Castro, MB & Magalhães, E 2010 'Potencial de descompactação de um Argissolo promovido pelo capim-tiftono. 85' *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 14, no. 1, pp. 39-45.
- Silva, RH & Rosolem, CA 2001a 'Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo' *Revista Brasileira Ciência do Solo*, vol. 25, no. 2, pp. 253-260.
- Silva, RH & Rosolem, CA 2001b 'Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes em soja' *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 36, no. 10, pp. 1269-1275.
- Silva, VR, Reinert, DJ & Reichert JM 2000 'Resistência mecânica do solo à penetração influenciada pelo tráfego de uma colhedora em dois sistemas de manejo do solo' *Ciência Rural*, vol. 30, no. 5, pp. 795-801.
- Souza, ZM, Campos, MCC, Cavalcante, IHL, Marques Junior, J, Cesarin, LG & Souza, SR 2006 'Dependência espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água do solo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar' *Ciência Rural*, vol. 36, no. 1, pp. 128-134.
- Stolf, R 1991 'Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo' *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 15, pp. 229-235.
- Suzuki, LEAS, Reichert, JM, Reinert, DJ, Lima & CLR. 2007 'Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo' *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 42, no. 8, pp. 1159-1167.
- Theodoro, GF, Golin, HO, Rezende, RP, Abreu, VLS & Silva, MS 2018 'Influência de sistemas de preparo na manutenção da palhada e resistência do solo à penetração' *Revista de Agricultura Neotropical*, vol. 5, no. 2, pp. 25-30.
- Valicheski, RR, Grossklaus, F, Stürner, SLK, Tramontin, AL & Baade, ESA 2012 'Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado' *Revista Brasileira de Engenharia e Agricultura Ambiental*, vol. 16, no. 9, pp. 969-977.