



Análise multivariada dos atributos físicos avaliados após o primeiro corte da cana-de-açúcar na camada superficial do solo⁽¹⁾.

Deise Cristina Santos Nogueira⁽²⁾; Luma Castro de Souza⁽³⁾; Carolina Fernandes⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Projeto financiado pela FAPESP (Processo nº 2011/06491-0)

⁽²⁾ Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo), bolsista CAPES, UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, E-mail: deise17nogueira@hotmail.com

⁽³⁾ Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo); bolsista CAPES, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, E-mail: lumasouza30@hotmail.com

⁽⁴⁾ Professora Assistente Doutora do Departamento de Solos e Adubos, UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo; E-mail: carol@fcav.unesp.

RESUMO: Os atributos físicos sofrem alterações devido ao mau uso do solo através de práticas que provocam a degradação. O objetivo foi avaliar o comportamento dos atributos físicos após o primeiro corte da cana-de-açúcar. O estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) e em Latossolo Vermelho ácrico (LVw). Os tratamentos foram soja/pousio/soja, soja/crotalária/soja, soja/milheto/soja e soja. Os atributos físicos foram analisados pela estatística multivariada. O cultivo da crotalária promoveu melhoria nos atributos físicos índice de estabilidade de agregados, microporosidade e porosidade total. O tratamento com o uso do pousio promoveu uma redução na densidade do solo no LVw e contribuiu para o aumento da resistência do solo à penetração no LVef. A macroporosidade não foi influenciada por nenhum uso do solo.

Termos de indexação: manejo do solo, plantas de cobertura, qualidade física.

INTRODUÇÃO

A expansão de áreas cultivadas com cana-de-açúcar vem provocando a degradação dos atributos físicos do solo, devido ao intenso uso e manejo inadequado desse recurso natural. Torna-se importante a adoção de sistemas de uso e manejo, que reduzem e controlam a degradação para manter a sustentabilidade agrônômica e econômica dos solos (Viana et al., 2011).

O uso de plantas de cobertura pode minimizar o efeito negativo da degradação do solo, devido à ação mecânica das raízes ou excreção de substâncias com ação cimentante, que melhoram a agregação e estrutura do solo (Kochhann & Denardin, 2000; Wohlenberg et al., 2004; Albuquerque et al., 2005; Rosa et al., 2012.), além de reduzir a oscilação e amplitude de temperaturas da superfície e taxas de evapotranspiração do solo (Costa et al., 2007).

A prática de cultivo de plantas de cobertura é recomendada para a preservação e conservação do

solo, pois através dos seus restos vegetais protegem o solo contra a erosão e a perda de nutrientes (Alvarenga et al., 2001; Reberg-Horton et al., 2012). Dentro desse contexto, objetivou-se analisar o comportamento dos atributos físicos em usos do solo, após o primeiro corte da cana-de-açúcar através da análise de multivariada.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas experimentais ficam localizadas no município de Jaboticabal, SP, sendo o solo da primeira área classificado como Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) de textura muito argilosa e o da segunda como Latossolo Vermelho ácrico (LVw) de textura argilosa. O cultivo da cana-de-açúcar nessas áreas ocorreu por mais de 30 anos, sendo a planta colhida crua, ou seja, sem ser queimada através de colheita mecânica durante 19 anos.

Os tratamentos foram caracterizados por usos do solo no período de reforma do canavial. Os usos do solo ocorreram no período de 2008 a 2010 e constituíram-se por: cultivo de soja/milheto/soja (SMS), cultivo de soja/crotalária/soja (SCS), cultivo de soja/pousio/soja (SPS) e cultivo apenas de soja (S). Em SMS, SCS e SPS, foram realizados dois cultivos de soja (*Glycine max*). Entre o primeiro e o segundo cultivo de soja foram cultivados milheto (*Pennisetum americanum*) (SMS) ou crotalária (*Crotalaria juncea*) (SCS) ou permaneceu em pousio (SPS). Em fevereiro de 2010 após os usos do solo foi realizado o plantio da cana-de-açúcar através de sistema mecanizado. A amostragem do solo foi realizada na camada de 0-10 cm após o primeiro corte da cana-de-açúcar.

As amostras deformadas foram coletadas para a determinação dos seguintes atributos: índice de estabilidade de agregados (IEA) e diâmetro médio ponderado (DMP) (Nimmo & Perkins, 2002), análise granulométrica (EMBRAPA, 1997) estoque de carbono (Est C) determinado pela seguinte equação: Est C= densidade do solo x teor de carbono x profundidade de coleta do solo.



As amostras indeformadas foram coletadas utilizando-se anéis volumétricos (0,05 x 0,05 m), para determinação dos seguintes atributos: densidade do solo (Ds) (Grossman & Reinsch, 2002), porosidade total (PT), macroporosidade (Macro) e microporosidade (Micro) (EMBRAPA, 1997) e resistência do solo à penetração (RP) (Tormena et al., 1998).

Foi utilizado análises exploratórias multivariadas de agrupamento por métodos hierárquicos e componentes principais, para avaliar as variáveis físicas e o estoque de carbono, através do programa STATISTICA 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As áreas foram separadas em dois grupos distintos caracterizados pelo tipo e uso do solo, através da análise de agrupamento por método hierárquico, sendo o grupo 1 formado por Latossolo Vermelho eutroférico (LVef) com os seguintes usos do solo: SMS, SCS, SPS e S, e o grupo 2 foi formado por Latossolo Vermelho Ácrico (LVw) com os seguintes usos do solo: SMS, SCS, SPS e S (**Figura 1**).

Nos grupos formados houve diferença entre os tipos de solo (LVef; LVw), que pode ser explicada pelas diferenças nas características de ambos, porém não houve diferença entre os usos do solo (SMS, SCS, SPS, S) visto que permaneceram no mesmo grupo.

Na análise de componente principal (CP), observou-se que as variáveis Ds (0,97), IEA (-0,95), Micro (-0,98), PT (-0,98), RP (-0,82) e Est C (-0,97) estão altamente correlacionados no primeiro componente principal (CP1) e no segundo componente principal (CP2) têm-se a Macro (0,91), que se apresentou isolada das demais variáveis (**Figura 2**).

Esses resultados mostram que a Ds apresentou uma relação inversa com os atributos IEA, Micro, PT, Est C e RP.

Os atributos físicos PT, IEA, Micro e Est C concentraram-se no LVef no tratamento SCS. Segundo Nascimento et al. (2005), o aumento do teor de carbono orgânico no solo através do cultivo da crotalária promoveu uma melhor agregação e aumento da PT do solo. O cultivo de plantas de cobertura promove um aumento no teor de matéria orgânica do solo (Cunha et al., 2012). O aumento do teor de matéria orgânica no solo atuará na formação de agregados mais estáveis, pois a agregação do solo esta condicionada à ação de substâncias cimentantes como a matéria orgânica (Mielniczuk, 1999).

De acordo com Silva et al. (2004) e Matias et al. (2009) a Micro e a PT são influenciadas pela textura e pelo teor de matéria orgânica do solo. Isso explica o fato desses atributos estarem correlacionados com o LVef (SCS), visto que esse solo apresenta textura muito argilosa e a crotalária fornece material orgânico para o solo.

Houve uma relação inversa entre a Ds e a RP. A RP se correlacionou com o tratamento SPS no LVef. A ausência de cobertura vegetal no período de pousio expôs o solo à altas temperaturas assim como diminuiu a sua umidade e juntamente com a textura muito argilosa do LVef, ocasionaram provavelmente o aumento na RP.

Com relação a Ds, este atributo direcionou-se mais ao LVw (SPS), esse comportamento deve-se provavelmente a redução do tráfego de máquinas nesse tratamento durante o período de pousio quando comparado aos outros tratamentos.

A Macro ficou concentrada no LVef porém não houve correlação desse atributo com nenhum uso do solo. Segundo Ghidin et al. (2006) solos com horizontes mais argilosos apresentaram maior percentagem de macroporos e porosidade total. Em um estudo realizado por Ferreira et al. (1999), verificou-se relação positiva entre o teor de argila e a macroporosidade de um Latossolo. Os minerais da fração argila são importantes para manter as partículas do solo floculadas, além de dar maior estabilidade aos agregados.

CONCLUSÃO

O aumento do teor de matéria orgânica através do cultivo da crotalária promoveu melhoria na estabilidade dos agregados.

A macroporosidade não foi influenciada pelos usos do solo.

A textura do solo e o uso do solo SPS no LVef influenciaram a RP.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; BAYER, C. et al. Relação de atributos do solo com a agregação de um Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de verão para a cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:415-424, 2005.
- ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, 22:25-36, 2001.
- COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. Eficiência da cobertura morta na retenção de umidade no solo. *Holos*, 1:59-69, 2007.



CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 16: 56–63, 2012.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 1 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B.; CURTI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da região sudeste do Brasil. *Revista Brasileira De Ciência do Solo*, 23:515-524, 1999.

GHIDIN, A. A.; MELO, V. F.; LIMA, V. C. et al. Toposseqüências de Latossolos originados de rochas basálticas no paraná: relação entre mineralogia da fração argila e propriedades físicas dos solos. *Revista Brasileira De Ciência do Solo*, 30:307-319,2006.

GROSSMAN, R. B. & REINSCH, T. G. Bulk density and linear extensibility. In: DANE, J. H. & TOPP, C., eds. *Methods of soil analysis: Physical methods*. Madison, Soil Science Society of America, 4: 201-228, 2002.

KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. Implantação e manejo do sistema plantio direto. Passo Fundo: Embrapa/CNPT, 2000.

MATIAS, S. S. R.; BORBA, J. A.; TICELLI, M. et al. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes usos. *Revista Ciência Agronômica*, 40:331-338, 2009.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A. & CAMARGO, F.A.O., eds. *Fundamentos da matéria orgânica do solo - ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Genesis, 1999. 1-8.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D. et al. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissolo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:825-831, 2005

NIMMO, J. R. & PERKINS, K. S. Aggregate stability and size distribution. In: DANE, J. H. & TOPP, G. C.; eds. *Methods of soil analysis*. 4 ed. Madison, Soil Science Society of America, 2002,317-328.

REBERG-HORTON, S. C.; GROSMAN, J. M.; KORNECKI, T. S. et al. Utilizing cover crop mulches to reduce tillage in organic systems in the southeastern USA. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 27 (1):41-48, 2012.

ROSA, H. A.; SECCO, D; VELOSO, G. et al. Effects of the use of cover crops in the structure of anoxisol managed by a no-till farming system in the west of Paraná, Brazil. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Finland, 10:1278-1280, 2012.

SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; KAY, B. Plant response to mechanical resistance and air-filled porosity of soils under conventional and no-tillage system. *Scientia Agricola*, 61:451-456, 2004.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. & LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo e um Latossolo Roxo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:573-581, 1998.

VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. A. et al. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira De Ciência do Solo*, 35:2105-2114,2011.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. et al. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:891-900, 2004.

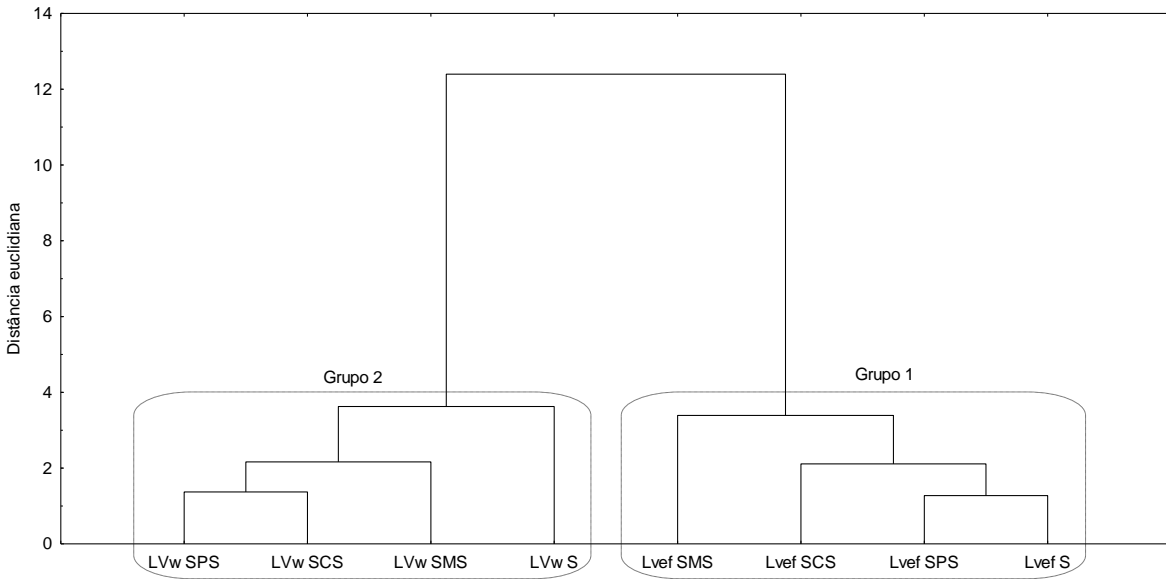


Figura 1. Dendrograma mostrando a hierarquia de grupos (tipo e usos do solo) resultante da análise de agrupamento por método hierárquico. Lvef – Latossolo Vermelho eutroférico, LVw - Latossolo Vermelho ácrico, SPS- soja/pousio/soja, SCS-soja/crotalária/soja, SMS-soja/milheto/soja, S-soja

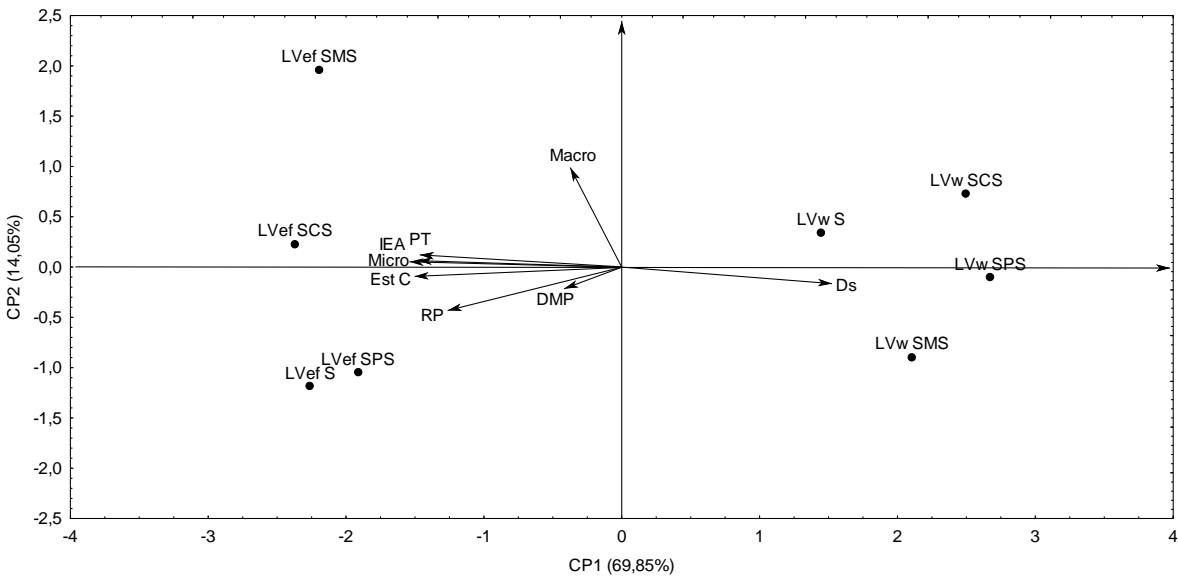


Figura 2. Gráfico biplot contendo os atributos físicos e estoque de carbono da cana-de-açúcar. Ds: densidade do solo, IEA: índice de estabilidade de agregados, DMP: diâmetro médio ponderado, PT: porosidade total, Macro: macroporosidade, Micro: microporosidade, RP: resistência do solo à penetração, Est C: estoque de carbono, LVef – Latossolo Vermelho eutroférico, LVw - Latossolo Vermelho ácrico, SMS – soja/milheto/soja, SPS – soja/pousio/soja, SCS – soja/crotalária/soja, S- soja