

QUALIDADE DO SOLO AO LONGO DE QUATRO ANOS DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES MANEJOS

MARINA PEDROSO CARNEIRO¹, ZIGOMAR MENEZES DE SOUZA², CAMILA VIANA VIEIRA FARHATE³, MAURÍCIO ROBERTO CHERUBIN⁴, JESSICA GOMES⁵, THAIS ROSA⁵

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas/SP, (19) 99236-3152, marinapedrosoc@yahoo.com

² Eng^o Agrônomo, Professor Associado, FEAGRI/UNICAMP/Campinas-SP.

³ Eng^a Agrônoma, Pós-Doutoranda, UNESP/FCA, Jaboticabal-SP.

⁴ Eng^o Agrônomo, Professor Doutor, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

⁵ Bióloga e Química, Estagiárias no Laboratório de Solos, FEAGRI/UNICAMP/Campinas-SP.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Um índice de qualidade do solo (IQS) é fundamental para realizar diagnósticos e definir práticas de manejos em áreas agrícolas. Deste modo, o objetivo desse estudo foi monitorar, com auxílio a ferramenta SMAF (Soil Management Framework), a qualidade do solo, ao longo de quatro anos, em uma área de produção de cana-de-açúcar sob diferentes plantas de cobertura e preparos do solo. O experimento compreendeu uma área de expansão de canavial localizada no município de Ibitinga, estado de São Paulo, Brasil. Os atributos físicos do solo analisados e que compuseram o índice foram densidade do solo e macroagregação, os químicos foram pH, fósforo disponível (P) e potássio (K), e como biológico o carbono total do solo foi determinado. O IQS variou entre 0,49 e 0,59 não ocorrendo quedas substanciais ao longo dos anos. A ferramenta SMAF foi capaz de detectar mudanças na qualidade do solo nos diferentes manejos utilizados neste estudo. Os resultados obtidos para o IQS sugerem que sistemas conservacionistas melhoram os atributos individualmente e conseqüentemente a qualidade do solo como um todo, podendo refletir na produtividade final da cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de qualidade do solo, plantas de cobertura, preparo profundo.

SOIL QUALITY OVER FOUR YERS OF SUGARCANE CROP UNDER DIFFERENT TILLAGES

ABSTRACT: A soil quality index (SQI) is essential to carry out diagnoses and define management practices in agricultural areas. Thus, the objective of this study was to monitor, with the aid of the SMAF (Soil Management Framework) tool, the quality of the soil, over four years, in a sugarcane crop under different cover crops and soil tillage. The experiment comprised an area of sugarcane expansion located in the municipality of Ibitinga, state of São Paulo, Brazil. The soil physical attributes analyzed and that composed the index were soil bulk density and macroaggregation, the chemical were pH, available phosphorus (P) and potassium (K), and how biological the total soil carbon was determined. The SQI ranged between 0,49 and 0,59 with no substantial falls over the years. The SMAF tool was able to detect changes in soil quality in the different soil tillage used in this study. The results obtained for the SQI suggest that conservation systems improve the attributes individually and consequently the quality of the soil as a whole, which may reflect on the final productivity of sugarcane.

KEYWORDS: Soil quality index, cover crops, deep tillage.

INTRODUÇÃO: Um dos primeiros conceitos de qualidade do solo que até os dias atuais é considerado adequado, foi proposto por Doran e Parkin (1994), definindo-a como “a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde vegetal e animal”. Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, apresentando um total de área colhida na última safra (2019/20) de cerca de 8,4 milhões de hectares e produção de 642,7 milhões de megagramas (CONAB, 2020). Diante disso, fica evidente a importância de se estudar os impactos das práticas de manejo no solo e conseqüentemente as implicações em sua qualidade, devido principalmente ao tráfego de máquinas durante as sucessivas colheitas (CAVALCANTI et al., 2019) e ao preparo convencional utilizado para o plantio e reforma do canavial, com uso de maquinários e implementos, como arados, grades e subsoladores (TELLES et al., 2018). Considerando os efeitos negativos que o cultivo convencional pode trazer, como a redução na qualidade do solo, alternativas têm sido consideradas, como o plantio direto na palhada, cultivo mínimo e uso de plantas de cobertura, visando manter ou melhorar a capacidade de um solo funcionar de maneira sustentável, trazendo benefícios como cobertura contra erosão e menor variação de temperatura (BORDONAL et al., 2018). Portanto, foram desenvolvidos índices baseados em atributos físicos, químicos e biológicos do solo, para monitorar a qualidade do solo e sua dinâmica, os quais refletem a capacidade do mesmo funcionar, permitindo revelar o estado atual de um sistema agrícola bem como estimar futuras degradações (CHERUBIN et al., 2016). Dessa forma, o objetivo desse estudo foi monitorar, com auxílio a ferramenta SMAF (Soil Management Framework), a qualidade do solo, ao longo de quatro anos, em uma área de produção de cana-de-açúcar sob diferentes plantas de cobertura e preparos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido em área experimental da Usina Santa Fé, na região de Ibitinga, estado de São Paulo, Brasil, na qual anteriormente foi cultivada com pastagem. Baseado em levantamento pedológico, o solo foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (SANTOS et al., 2018), no qual é conduzida uma lavoura de cana-de-açúcar com a variedade CTC 4. O delineamento experimental empregado para o plantio da cana-de-açúcar foi o em faixas, em que as plantas de cobertura (amendoim, crotalária, milho e sorgo) foram implantadas nas faixas horizontais e, os sistemas de preparo do solo (sem preparo, cultivo mínimo (CM) e cultivo mínimo com subsolagem profunda (CM/SP), nas faixas verticais, com três repetições. Ao final dos ciclos de produção da cana planta (2015/16), primeiro, segundo e terceiro ciclo da cana soca (2016/17), (2017/18) e (2018/19), foram realizadas amostragens de solo unidas em horizontes: horizonte A (camada de 0,00-0,20), horizonte AB (camada de 0,20-0,30) e horizonte Bt (camada de 0,30-0,70), e os valores de linha e entrelinha integrados em um único valor pela média ponderada, no qual 27% da variabilidade dos dados foi atribuída para a linha de plantio e 73% para entrelinha. Para avaliar os efeitos dos manejos adotados na qualidade do solo, foi utilizado a ferramenta Soil Management Assessment Framework (SMAF), desenvolvida por cientistas do USDA, EUA, e descrita por Andrews et al. (2004). Os detalhes para determinação dos atributos do solo que compuseram o IQS encontram-se em Farhate et al. (2020). Para avaliar a relação entre os preparos de solo e os ciclos para uma mesma planta de cobertura foi realizada uma análise de variância com um teste F ($p < 0,05$), seguido das médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando-se parcelas subdivididas em faixas, no qual parcela foi o sistema de preparo do solo e a subparcela, o ciclo da cultura de cana-de-açúcar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O índice de qualidade do solo variou entre 0,49 e 0,59, não havendo redução substancial ao longo dos ciclos de produção. (Figura 1). Segundo Cherubin et al. (2016), os valores encontrados de IQS em área de cana planta, ou seja, primeira colheita, ficaram entre 0,65 e 0,77, mostrando que os valores obtidos neste estudo foram baixos, se comparados a outros da literatura, possivelmente devido aos reduzidos teores de fósforo e carbono presentes no solo.

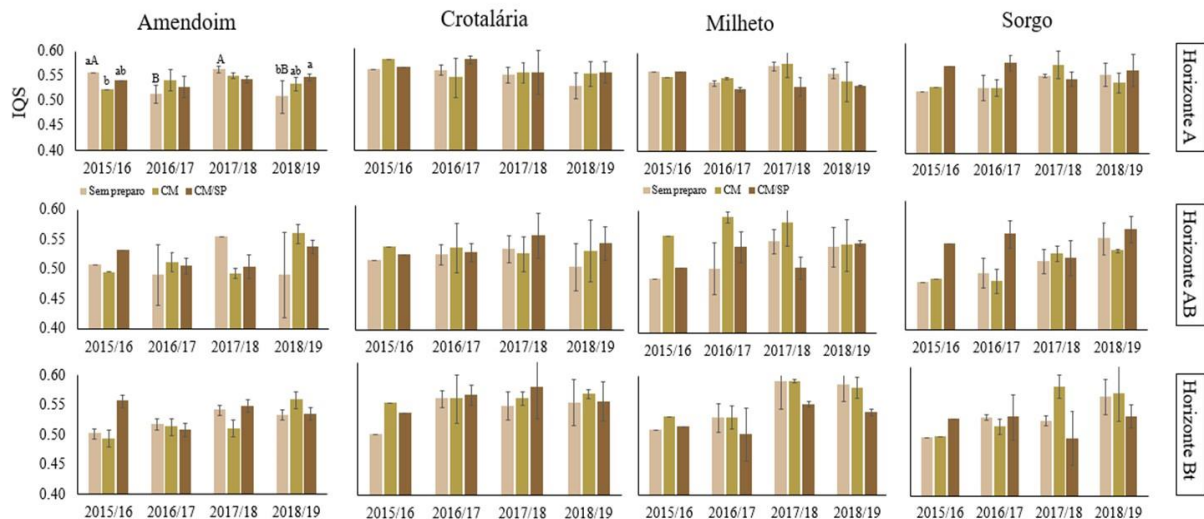


Figura 1. Índice de qualidade do solo (IQS) ao longo de quatro anos de cultivo de cana-de-açúcar em área experimental localizada no município de Ibitinga, Estado de São Paulo, Brasil, sob o uso de diferentes plantas de coberturas e distintos sistemas de preparo do solo. Médias seguidas de mesma letra maiúscula diferem estatisticamente entre os anos e letras minúsculas os tratamentos dentro de cada ano da cultura, segundo teste de Tukey ($p < 0,05$). Barras indicam o desvio padrão { $n = 3$ }. CM = Cultivo mínimo, CM/SP = cultivo mínimo + subsolagem profunda.

Os resultados obtidos neste estudo, mostraram diferença estatística apenas no tratamento em que o amendoim foi utilizado como planta de cobertura, no horizonte A do solo (Figura 1). Em área sem preparo do solo os índices se diferiram ao longo dos anos, variando entre 0,56 a 0,51, do primeiro ao quarto ano de produção da cana-de-açúcar, o que representa um pequeno declínio de qualidade de cerca de 9%. Nunes et al. (2020), ressaltam que o sistema plantio direto pode ser uma prática com potencial para manter ou melhorar a saúde do solo ao longo dos anos, ao obter resultados superiores de índice de qualidade do solo. No ciclo 4 (2018/19), houve diferenças entre os sistemas de preparo do solo utilizados na área, no qual o CM/SP em associação com o amendoim apresentou o maior valor (0,55), se comparado a área sem preparo do solo (0,51) e CM (0,53). O mesmo ocorreu em área sob crotalária e sorgo, que apesar de não terem apresentado diferenças estatísticas para o IQS, evidenciou pequena diferença quando a subsolagem profunda (CM/SP) foi utilizada, apresentando valores maiores (Figura 1). Possivelmente o uso de subsolagem profunda nessas áreas permitiu o maior crescimento e aprofundamento radicular, devido a descompactação em profundidade promovida pelo uso desse implemento (SCARPARE et al., 2019). Em área sob milheto, os maiores IQS foram encontrados quando em associação com o cultivo mínimo (CM) no terceiro ciclo da cultura em todos os horizontes estudados, apresentando valor de 0,59, provavelmente devido aos maiores teores de potássio, fósforo e carbono neste ciclo, além do milheto ser uma gramínea que apresenta alta eficiência na ciclagem de nutrientes, alta produção de fitomassa e auxiliam na formação e estabilidade dos agregados do solo (CALVO et al., 2010).

CONCLUSÕES: Este estudo demonstrou que a ferramenta SMAF foi capaz de detectar mudanças na qualidade do solo nos diferentes manejos utilizados, com base nos atributos: densidade, macroagregação, pH, teores de fósforo, potássio e carbono. Além disso, os índices de qualidade do solo obtidos sugerem que o uso de cultivo mínimo + subsolagem associado ao uso de milho como planta de cobertura pode beneficiar os atributos do solo.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a Fundação Agrisus (processos 1439/15 e 2662/19) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (processo nº 2018/14958-5) pelo apoio financeiro e, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelo recebimento de bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS:

- ANDREWS, S. S.; KARLEN, D.; CAMBARDELLA, C. A. The soil management assessment framework. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, p.1945-1962, 2004.
- BORDONAL, R. O.; CARVANLHO, J. L. N.; LAL, R.; FIGUEIREDO, E. B.; OLIVEIRA, B. G.; LA SCALA JUNIOR, N. Sustainability of sugarcane production in Brazil, A review. **Agronomy of Sustainable Development**, v.38, n.2, p.12-23, 2018.
- CAVALCANTI, R. Q.; ROLIM, M. M.; LIMA, R. P.; TAVARES, U. E.; PEDROSA, E. M. R. Soil physical and mechanical attributes in response to successive harvests under sugarcane cultivation in Northeastern Brazil. **Soil and Tillage**, v.189, p.140-147, 2019.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim da Safra de Cana-de-Açúcar, Safra 2020/2021**. Brasília, v.7, n.2, 2020.
- CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIAO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcio de guandu-anão, milho e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, v.69, n.1, p.77-86, 2010.
- CHERUBIN, M. R.; KARLEN, D. L.; FRANCO, A. L. C.; CERRI, C. E. P.; TORMENA, C. A.; CERRI, C. C. A soil management assessment framework (SMAF) evaluation of Brazilian sugarcane expansion on soil quality. **Soil Science Society of America**, v.80, n.1, p. 215-226, 2016.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*, v.35, n.1, p.3-21, 1994.
- FARHATE, C. V. V.; SOUZA, Z. M.; CHERUBIN, M. R.; LOVERA, L. H.; OLIVEIRA, I. N.; CARNEIRO, M. P.; LA SACALA JUNIOR, N. Abiotic soil health indicators that respond to sustainable management practices in sugarcane cultivation. **Sustainability**, v.12, n.22, p.1-6, 2020.
- NUNES, M. R.; KARLEN, D. L.; VERUM, K. S.; MOORMAM, T. B. A SMAF assessment of US tillage and crop management strategies. **Environmental and Sustainability Indicators**, v.8, 100072, 2020.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª Ed. Revista e Ampliada, Brasília: Embrapa, 2018. 353p.
- SCARPARE, F. V.; VAN LIER, Q. J.; CAMARGO, L.; PIRES, R.C.M.; RUIZ-CORRÊA, S. T.; BEZERRA, A. H. F.; DIAS, C. T. S. Tillage effects on soil physical condition and root growth associated with sugarcane water availability. **Soil and Tillage Research**, v.187, p.110-118, 2019.
- TELLES, T. S.; REYDON, B. P.; MAIA, A. G. Effects of no-tillage on agricultural land values in Brazil. **Land Use Policy**, v.76, p.124-129, 2018.