

AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO COMO FERRAMENTA PARA MONITORAR A QUALIDADE DO SOLO EM CULTIVOS DE CANA-DE-AÇÚCAR

VANESSA da S. BITTER¹, ZIGOMAR M. SOUZA², GAMAL S. CASSAMA³; ALINE S. MARTINS DALPIAN⁴

¹Eng. Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, v272283@dac.unicamp.br

²Eng. Agrônomo, Professor Titular, FEAGRI/ UNICAMP, Campinas-SP.

³Eng. Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP.

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A cultura da cana-de-açúcar possui uma relevância global, sendo o Brasil o maior produtor. O manejo intensivo desde o preparo até a colheita da cultura altera a qualidade estrutural do solo, diminuindo o crescimento radicular e produtividade da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes sistemas de preparo do solo e sua influência na qualidade estrutural do solo por meio da análise visual em área de produção de cana-de-açúcar orgânica. O estudo foi conduzido em condições do campo em uma área experimental localizada no município de Goiatuba, Goiás, Brasil e, o delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas representaram três sistemas de preparo do solo: 1- Plantio direto com gradagem a 0,20 m; 2- Cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m; e 3- Preparo convencional com aração e gradagem a 0,20 m. As subparcelas foram alocadas para três tipos de cobertura: I- Milheto (*Pennisetum glaucum*); II- Sorgo (*Sorghum bicolor* L.); e III- Mix (50% *Crotalaria spectabilis* e 50% Milheto - *Pennisetum glaucum*). A estrutura foi avaliada por meio visual, em cada um dos tratamentos na camada de 0,00-0,30 m. Os resultados indicam que, em geral, o solo é adequado para a agricultura, com a LP (linha de plantio) apresentando os melhores escores. No entanto, áreas específicas, como o sistema de plantio convencional e a utilização do "Mix" como cobertura, exigem maior atenção para melhorias na qualidade do solo a longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade do solo, plantas de cobertura, cana orgânica

VISUAL SOIL STRUCTURE ASSESSMENT (VESS) AS A TOOL FOR MONITORING SOIL QUALITY IN SUGARCANE CULTIVATION

ABSTRACT: Sugarcane cultivation has global relevance, with Brazil being the largest producer. However, intensive management from preparation to harvest of the crop alters the structural quality of the soil, reducing root growth and crop productivity. Therefore, the objective of this work was to evaluate different soil preparation systems and their influence on the structural quality of the soil through visual analysis in an organic sugarcane production area. The study was conducted under field conditions in an experimental area located in the municipality of Goiatuba, Goiás, Brazil and the experimental design used was randomized blocks, with three replications, in a split-plot scheme. The plots represented three soil preparation systems: 1- Direct planting with harrowing at 0.20 m; 2- Minimum cultivation with subsoiling at 0.45 m; and 3- Conventional preparation with plowing and harrowing at

0.20 m. The subplots were allocated to three types of coverage: I- Millet (*Pennisetum glaucum*); II- Sorghum (*Sorghum bicolor* L.); and III- Mix (50% *Crotalaria spectabilis* and 50% Millet - *Pennisetum glaucum*). The structure was evaluated visually, in each of the treatments in the 0.00-0.30 m layer. The results indicate that, in general, the soil is suitable for agriculture, with LP presenting the best scores. However, specific areas, such as the conventional planting system and the use of "Mix" as cover, require greater attention for long-term improvements in soil quality.

KEYWORDS: soil quality, cover crops, organic sugarcane

INTRODUÇÃO: A cana-de-açúcar é uma cultura que desempenha um papel crucial no cenário socioeconômico mundial, servindo como base para a produção de açúcar, etanol e uma variedade de produtos alimentícios e farmacêuticos (ARIF et al., 2019; ALI et al., 2021). Devido à sua relevância econômica, a cana-de-açúcar é cultivada em diversas regiões do país, muitas vezes em solos que apresentam propriedades físico-químicas distintas, que podem estar longe dos padrões ideais. No entanto, essa cultura se destaca por sua rusticidade e capacidade de adaptação a diferentes tipos de solos, inclusive aqueles com propriedades físico-químicas mais desafiadoras (SMITH et al., 2005). Dada a importância da estrutura do solo para o funcionamento do ecossistema e sua resposta às práticas de gestão, é crucial empregar métodos de medição da estrutura do solo para monitorar as mudanças ao longo do tempo, incluindo aquelas causadas por alterações no uso da terra e nas práticas de gestão (JOHANNES et al., 2019). Métodos como a Avaliação Visual do Solo (SHEPHERD, 2009) e sua versão adaptada no Brasil, a Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS), têm demonstrado resultados na detecção e monitoramento de mudanças na estrutura do solo, abrangendo diferentes tipos de solos (por exemplo, argilosos e arenosos) e sistemas de manejo (por exemplo, preparo convencional e plantio direto) (CHERUBIN et al., 2017; GUIMARÃES et al., 2017; TUCHTENHAGEN et al., 2018). O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes sistemas de preparo do solo e sua influência na qualidade estrutural do solo por meio da análise visual em área de produção de cana-de-açúcar orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido em condições de campo, em uma área experimental localizada no município de Goiatuba, Goiás, Brasil, com as seguintes coordenadas geográficas: 18°3'18.07" de latitude sul, 49°39'54.22" de longitude oeste e com altitude média de 690 metros acima do nível do mar. O clima regional é do tipo tropical com estação seca (Aw) segundo a classificação climática de Köppen onde as chuvas ocorrem entre 1.600 e 1.900 mm ano⁻¹, com temperatura média anual de 20 °C. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho típico com textura média (260-350 kg dm⁻³ de argila, com horizonte A moderado). Neste estudo foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições em parcelas subdivididas. As parcelas representaram três sistemas de preparo do solo: 1- Plantio direto com gradagem a 0,20 m; 2- Cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m; e 3- Preparo convencional com aração e gradagem a 0,20 m. As subparcelas foram alocadas para três tipos de cobertura: I- Milheto (*Pennisetum glaucum*); II- Sorgo (*Sorghum bicolor* L.); e III- Mix (50% *Crotalaria spectabilis* e 50% Milheto - *Pennisetum glaucum*). Cada parcela experimental continha 7 linhas de cana-de-açúcar distribuídas em 30 m de largura (espaçamento de 1,5 m entrelinhas) e 10 m de comprimento (300 m²). A avaliação da estrutura do solo (VESS) foi realizada na camada superficial (< 0,30 m) seguindo a metodologia de Guimarães et al. (2011). O procedimento envolveu a coleta de amostras indeformadas de solo em bandejas plásticas, a exposição dos agregados do solo e a atribuição de pontuações (Sq) com base em uma carta padrão do VESS, variando de 1 (melhor) a 5

(pior) para cada categoria de qualidade da estrutura do solo conforme o fluxograma apresentado por Ball et al. (2015). Fotografias foram tiradas para revisão das pontuações conforme sugestão de Tormena et al. (2016). Os valores foram submetidos a análise variância utilizando as médias das variáveis e coeficientes lineares e submetidos ao teste t. As diferenças entre as variáveis foram comparadas pelo teste t com 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os escores individuais da avaliação visual da estrutura do solo (EV_i) na camada de 0,00-0,30 m obtidas pelo método VESS, diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre locais de amostragem dentro do tratamento com cultivo mínimo, onde o EV_i foi menor na linha de plantio (LP) para todas as plantas de cobertura com exceção do mix (Tabela 1). Para o preparo convencional os valores foram inferiores na LP e caracterização quando comparado com a entrelinha diferindo estatisticamente. No sistema plantio direto os menores valores foram observados para a LP diferindo da caracterização e entrelinha (EL). Contudo, mesmo com diferenças estatísticas, o maior EV_i obtido no preparo convencional na entrelinha indica uma qualidade estrutural do solo adequada (GUIMARÃES et al., 2013).

Na camada de 0,00-0,30 m de maneira geral os maiores escores individuais (EV_i) foram obtidos na EL e na caracterização comparados com a LP em todos os preparos do solo, no ciclo da cana planta (Tabela 1). Porém, na EL em todos os tratamentos, os escores EV_i foram iguais ou inferiores ao limite crítico de 3,0 (BALL et al., 2007), indicando que não houve comprometimento estrutural do solo devido ao tráfego dos rodados das máquinas concentrado nesse local, após a colheita da cana-de-açúcar, não ocorrendo perda de qualidade estrutural. Em ausência de controle de tráfego, Lima et al. (2018) não encontraram diferenças significativas nos escores VESS nos locais da entrelinha e na linha dupla de plantio em área de cana-de-açúcar com preparo convencional.

TABELA 1. Escores individuais (EV_i) da avaliação visual da estrutura do solo obtidos pelo método VESS após a colheita mecanizada da cana planta, na área experimental em Goiatuba, Goiás, Brasil.

Posição	Cultivo Mínimo			Convencional			Plantio direto		
	Milheto	Mix	Sorgo	Milheto	Mix	Sorgo	Milheto	Mix	Sorgo
Caracterização	2,36Aa	2,26Aa	2,30Aa	1,70Ba	2,03Ba	2,05Aa	2,66Aa	2,80Aa	1,83Ab
LP	1,36Bb	1,96Aa	1,10Bb	1,76Ba	1,73Ba	1,33Bb	1,33Ba	1,50Ba	1,10Bb
EL	2,33Aa	2,10Aa	2,06Aa	2,33Ab	3,00Aa	2,36Ab	2,23Aa	1,96Aa	2,06Aa

Caracterização = coleta de solo antes do preparo do solo e uso de cobertura; LP = linha de plantio; EL = entrelinha. Médias seguidas por letra maiúscula na coluna representa diferente posição de coleta e mesma cobertura e, médias seguidas por letra minúscula na linha representa diferente cobertura com mesmo preparo do solo e local de coleta.

De acordo com os resultados indicados pela metodologia descrita em Ball et al. (2007), o VESS da área em questão possui indicadores de escores satisfatórios, mantendo-se o escore entre 1 e 3, indicando que é uma área agricultável (Tabela 1). Tendo discrepâncias em relação a posição, sendo a LP (linha de plantio) com o melhor escore mantendo-se abaixo de 2 em todas as repetições (cultivo mínimo, convencional e plantio direto) e em suas subdivisões (milheto, mix e sorgo), apresentando uma boa qualidade do solo, sem mudanças necessárias na área. Na EL e caracterização em sua grande maioria seu escore varia entre 2 a 3, indicando a necessidade de melhorias a longo prazo em especial no plantio convencional na EL e com a utilização do “Mix” como forma de cobertura que atingiu escore 3 indicando uma qualidade de solo moderada.

CONCLUSÕES: Os resultados indicam que, em geral, o solo é adequado para a agricultura, com a LP apresentando os melhores escores. No entanto, áreas específicas, como o sistema de

plantio convencional e a utilização do "Mix" como cobertura, exigem maior atenção para melhorias na qualidade do solo a longo prazo.

AGRADECIMENTOS: A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financiamento 001, nº de processo: 88887.904582/2023-00 pela bolsa concedida ao primeiro autor e a Usina Goiasa por fornecer as áreas experimentais e o apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS:

- ALI, S. E.; YUAN, Q.; WANG, S.; FARAG, M. A. More than sweet: A phytochemical and pharmacological review of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Food Bioscience**, v.44, Part B, p.1-10, 2021.
- ARIF, S.; BATOOL, A.; NAZIR, W.; KHAN, R. S.; KHALID, N. **Physiochemical characteristics nutritional properties and health benefits of sugarcane juice**. In: GRUMEZESCU, A. M.; HOLBAN, A. M. (Eds.). Non-alcoholic drinks, 535 p. 2019.
- BALL, B. C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, L. J. Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test. **Soil Use and Management**, v.23, n.4, p.329-337, 2007.
- BALL, B. C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, L. J.; GUIMARÃES, R. M. L.; BOIZARD, H.; MCKENZIE, D. C.; PEIGNÉ, J.; TORMENA, C. A.; HARGREAVES, P. The numeric visual evaluation of subsoil structure (SubVESS) under agricultural production. **Soil and Tillage Research**, v.148, p.85-96, 2015.
- CHERUBIN, M. R.; FRANCO, A. L. C.; GUIMARÃES, R. M. L.; TORMENA, C. A.; CERRI, C. E. P.; KARLEN, D. L.; CERRI, C. C. Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using visual evaluation of soil structure (VESS). **Soil and Tillage Research**, v.173, p.64-74, 2017.
- GUIMARÃES, R. M. M.; BALL, B. C.; TORMENA, C. A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use and Management**, v.27, n.3, p.395-403, 2011.
- GUIMARÃES, R. M. L.; BALL, B. C.; TORMENA, C. A.; GIAROLA, N. F. B.; SILVA, A. P. Relating visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. **Soil and Tillage Research**, v.127, p.92-99, 2013.
- GUIMARÃES, R. M. L.; LAMANDÉ, M.; MUNKHOLM, L. J.; BALL, B. C.; KELLER, T. Opportunities and future directions for visual soil evaluation methods in soil structure research. **Soil and Tillage Research**, v.173, p.104-113, 2017.
- JOHANNES, A.; WEISSKOPF, P.; SCHULIN, R.; BOIVIN, P. Soil structure quality indicators and their limit values. **Ecological Indicators**, v.104, p.686-694, 2019.
- LIMA, C. C.; DE MARIA, I. C.; GUIMARÃES JÚNNYOR, W. S.; SILVA, L. F. S.; ROSSETTO, R. Visual evaluation of soil structural and sugarcane root under deep strip-till and conventional tillage. **Journal of Agricultural Science**, v.10, n.11, p.231-241, 2018.
- SHEPHERD, T. G. **Visual soil assessment. Volume 1. Field guide for cropping and pastoral grazing on flat to rolling country**. Second edition. Horizons Regional Council, Palmerston North, New Zealand. 2009.
- SMITH, D. M.; INMAN-BAMBER, N. G.; THORBURN, P. J. Growth and function of the sugarcane root system. **Field Crops Research**, v.92, n.2-3, p.169-183, 2005.
- TORMENA, C. A.; KARLEN, D. L.; LOGSDON, S.; CHERUBIN, M. R. Visual soil structure effects of tillage and corn stover harvest in Iowa. **Soil Science Society of America Journal**, v.80, p.720-726, 2016.
- TUCHTENHAGEN, I. K.; LIMA, C. L. R.; BAMBERG, A. L.; GUIMARÃES, R. M. L.; PULIDO-MONCADA, M. Visual evaluation of the soil structure under different management systems in lowlands in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.42, e0170270, 2018.