

## AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO EM CULTIVOS DE CANA-DE-AÇÚCAR ORGÂNICA

VANESSA DA S. BITTER<sup>1</sup>, ZIGOMAR M. SOUZA<sup>2</sup>, GAMAL S. CASSAMA<sup>3</sup>; ALINE S. M. DALPIAN<sup>4</sup>, BARBARA A. SILVA<sup>5</sup>, GABRIELA S. RODRIGUES<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, vanessa.bitte@feagri.unicamp.br

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

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>4</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>5</sup>Tecnóloga em Agronegócio, Mestranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>6</sup>Graduando em Eng. Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** A cana-de-açúcar é uma cultura de importância mundial, sendo o Brasil o principal produtor. Contudo, o manejo intensivo, desde o preparo do solo até a colheita, pode alterar a qualidade estrutural do solo, reduzindo o crescimento radicular e a produtividade. Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar diferentes sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura e sua influência na qualidade estrutural do solo em uma área de produção de cana-de-açúcar orgânica. O experimento foi conduzido em Goiatuba, Goiás, Brasil, utilizando delineamento em blocos casualizados com três repetições e esquema de parcelas subdivididas. Os sistemas de preparo do solo avaliados foram: 1 - Preparo convencional com aração e gradagem a 0,20 m; 2 - Cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m; e 3 - Plantio direto com gradagem a 0,20 m. As subparcelas foram alocadas com cinco tipos de culturas de cobertura: crotalária, milho, Mix 1, Mix 2 e sorgo. A qualidade estrutural do solo foi avaliada visualmente em cada tratamento, na camada de 0,00-0,30 m. Os resultados obtidos pela Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) indicaram que a crotalária, Mix 1 e sorgo promoveram maior estruturação do solo em comparação às culturas de cobertura com Mix 2 e milho. Esses resultados destacam a importância de selecionar cuidadosamente as culturas de cobertura para otimizar a qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico de cana-de-açúcar.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade do solo, plantas de cobertura, *Saccharum ssp*

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

**ABSTRACT:** Sugarcane is a globally important crop, with Brazil standing out as the main producer. However, intensive management, from soil preparation to harvest, can alter soil structural quality, reducing root growth and productivity. Therefore, this study aimed to evaluate different soil preparation systems and their influence on soil structural quality in an organic sugarcane production area. The experiment was conducted in Goiatuba, Goiás, Brazil, using a randomized block design with three replications and a split-plot scheme. The soil preparation systems evaluated were: conventional tillage with plowing and harrowing at 0.20 m; minimum tillage with subsoiling at 0.45 m; and no-till with harrowing at 0.20 m. The subplots were allocated to three types of cover crops: crotalaria, millet, Mix 1, Mix 2 and sorghum. Soil structural quality was visually assessed in each treatment, in the 0.00-0.30 m layer. The results obtained by the Visual Soil Structure Assessment (VESS) indicated that crotalaria, Mix 1 and sorghum promoted greater soil structuring compared to cover crops with

Mix 2 and millet. These results highlight the importance of carefully selecting cover crops to optimize soil quality in organic sugarcane cropping systems.

**KEYWORDS:** soil quality, cover crops, *Saccharum ssp*

**INTRODUÇÃO:** A cana-de-açúcar é uma cultura de extrema importância no contexto socioeconômico global, sendo utilizada como matéria-prima para a produção de açúcar, etanol e uma variedade de produtos alimentícios e farmacêuticos (ALI et al., 2021). Atualmente, o Brasil se afirmou como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, seguido por Índia e China (WANG et al., 2022). Devido à sua relevância econômica, a cana-de-açúcar é cultivada em diversas regiões, muitas vezes em solos com propriedades físico-químicas diversas, que podem estar distantes dos padrões ideais. Contudo, a cultura se destaca por sua capacidade de adaptação a diferentes condições de solo, inclusive aquelas mais desafiadoras (SMITH et al., 2005). Dada a importância da estrutura do solo para o 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 (CHERUBIN et al., 2017). Métodos como a Avaliação Visual do Solo (GUIMARÃES et al., 2011) 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 (argilosos e arenosos) e sistemas de manejo (preparo convencional e plantio direto) (CHERUBIN et al., 2017; CASTIONI et al., 2018). Portanto, este estudo teve como objetivo avaliar diferentes sistemas de preparo do solo e plantas de cobertura e sua influência na qualidade estrutural do solo em uma área de produção de cana-de-açúcar orgânica.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado em condições de campo, em uma área experimental situada no município de Goiatuba, Goiás, Brasil. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho típico, com textura média (260-350 kg dm<sup>-3</sup> de argila) e horizonte A moderado. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, utilizando um esquema de parcelas subdivididas. As parcelas consistiram em três sistemas de preparo do solo: 1 - Preparo convencional com aração e gradagem a 0,20 m; 2 - Cultivo mínimo com subsolagem a 0,45 m; e 3 - Plantio direto com gradagem a 0,20 m para controle de plantas espontâneas. Nas subparcelas foram avaliados cinco tipos de cobertura: I – Crotalária (*Crotalaria spectabilis*); II – Milheto (*Pennisetum glaucum*); III - Mix 1 (7% Crambe - *Crambe abyssinica* Hochst, 13% Guandu Anão - *Cajanus cajan*, 25% Trigo Mourisco - *Fagopyrum esculentum*, 5% Nabo Forrageiro - *Raphanus sativus* L., 25% *Crotalaria spectabilis* e 25% *Crotalaria ochroleuca*); IV - Mix 2 (50% *Crotalaria spectabilis* e 50% Milheto - *Pennisetum glaucum*); e V – Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), totalizando 45 parcelas experimentais. Para a avaliação dos atributos do solo, foram realizadas duas coletas: uma antes da implantação da cultura da cana-de-açúcar e após a roçagem das plantas de cobertura (AC/APC) e, após a colheita da cana planta, na linha de plantio (LP), entrelinha (EL). Cada parcela experimental consistia em 7 linhas de cana-de-açúcar distribuídas em 30 m de largura (espaçamento de 1,5 m entrelinhas) e 10 m de comprimento (300 m<sup>2</sup>). A avaliação da estrutura do solo (VESS) foi realizada na camada superficial (< 0,30 m), seguindo a metodologia de Guimarães et al. (2011). Este 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 à

análise de variância utilizando as médias das variáveis e coeficientes lineares, e foram submetidos ao teste t. As diferenças entre as variáveis foram comparadas pelo teste t com 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A interação entre o sistema de preparo do solo e a época de coleta demonstrou diferenças significativas (Figura 1A). No sistema de preparo convencional, a melhor estrutura, conforme indicado pela VESS, foi encontrada na linha de plantio (LP) e na coleta antes do plantio da cana-de-açúcar (AC/APC) (1,50 e 1,77, respectivamente), sem diferença significativa entre eles, enquanto a pior condição foi observada na entrelinha (EL) (2,42). Para o cultivo mínimo, a melhor estrutura foi observada na LP (1,35), enquanto na AC/APC e EL não houve diferença estatisticamente significativa entre elas (2,13 e 2,16, respectivamente). No plantio direto (PD), verificou-se a melhor estrutura na LP (1,28), e AC/APC e EL não diferiram entre si (2,21 e 2,16, respectivamente). Independentemente do sistema de preparo do solo, os melhores escores para a análise VESS foram observados na linha de plantio, indicando que a colheita da cana planta não comprometeu a estrutura do solo nessa área (Figura 1A). Ao avaliar as diferentes plantas de cobertura, observou-se que a crotalária, o sorgo e o Mix 1 apresentaram os menores escores para o VESS (1,78, 1,66 e 1,79, respectivamente) no cultivo de cana orgânica (Figura 1B).

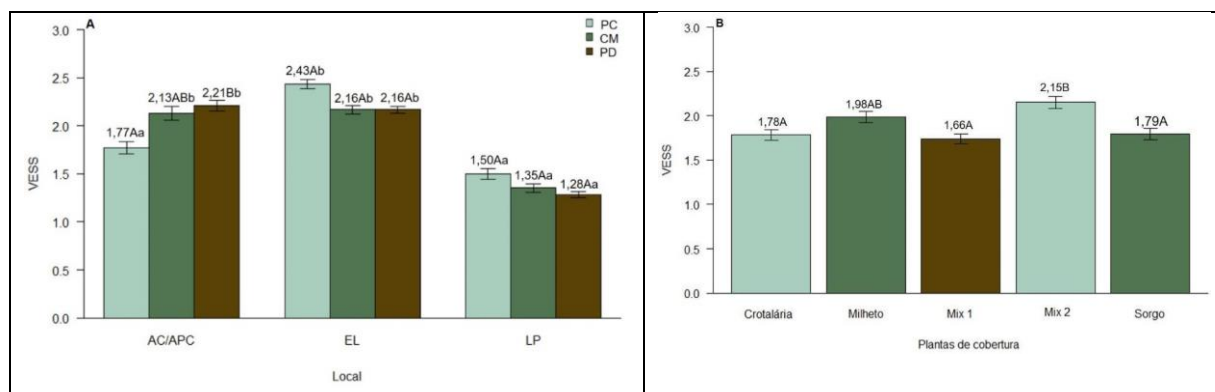


FIGURA 1. Valores médios da análise visual da estrutura do solo (VESS) sob cultivo de cana-de-açúcar orgânica em Goiatuba, Goiás, Brasil. A = preparo do solo x época e local de amostragem; B = plantas de cobertura; AC/APC = antes da implantação da cana-de-açúcar e após a roçagem das plantas de cobertura; LP = linha de plantio; EL = entrelinha; PC = preparo convencional; CM = cultivo mínimo; PD = plantio direto. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula não diferem entre si na análise da mesma cobertura em diferentes preparos do solo; médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si na análise do mesmo preparo em coberturas pelo teste t ( $p < 0,05$ ).

Estudos destacam que o uso de plantas de cobertura, como crotalária e sorgo, pode promover a estabilidade dos agregados do solo (FARHATE et al., 2022). Por outro lado, a intensificação da mecanização na produção de cana-de-açúcar reduz o teor de carbono do solo, afetando sua estrutura (CASTIONI et al., 2018). Independentemente do método de preparo do solo, a linha de plantio apresenta melhor estrutura, o que é essencial para garantir a qualidade do solo e a sustentabilidade do cultivo (CHERUBIN et al., 2017). No entanto, o cultivo de cana-de-açúcar tende a diminuir a qualidade do solo em comparação com áreas de vegetação nativa, como a Mata Atlântica, destacando a importância de práticas de manejo adequadas (CAVALCANTI et al., 2020). Além disso, o tráfego de máquinas agrícolas provoca compactação do solo, comprometendo sua estrutura e função, especialmente na entrelinha, onde os efeitos são mais pronunciados (LUZ et al., 2022).

**CONCLUSÕES:** Os resultados obtidos por meio da Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) revelaram que a crotalária, Mix 1 e sorgo promoveram uma maior estruturação do solo em comparação com as plantas de cobertura do Mix 2 e o milho.

**AGRADECIMENTOS:** A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financiamento 001 (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.

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.

CASTIONI, G. A. F.; CHERUBIN, M. R.; MENANDRO, L. M. S.; SANCHES, G. M.; BORDONAL, R. O.; BARBOSA, L. C.; FRANCO, H. C. J.; CARVALHO, J. L. N. Soil physical quality response to sugarcane straw removal in Brazil: A multi approach assessment. **Soil and Tillage Research**, v.184, p.301-309, 2018.

CAVALCANTI, R. Q.; ROLIM, M. M.; LIMA, R. P.; TAVARES, U. E.; PEDROSA, E. M. R.; CHERUBIN, M. R. Soil physical changes induced by sugarcane cultivation in the Atlantic Forest biome, northeastern Brazil. **Geoderma**, v.370, p.1-11, 2020.

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.

FARHATE, C. V. V.; SOUZA, Z. M.; CHERUBIN, M. R.; LOVERA, L. H.; OLIVEIRA, I. N.; GUIMARÃES JÚNNYOR, W. S.; LA SCALA, N. Soil physical change and sugarcane stalk yield induced by cover crop and soil tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.46, e0210123, 2022.

LUZ, B. F.; CARVALHO, M. L.; CASTIONI, G. A. F.; BORNODAL, R. O.; COOPER, M.; CARVALHO, J. L. N.; CHERUBIN, M. R. Soil structure changes induced by tillage and reduction of machinery traffic on sugarcane – A diversity of assessment scales. **Soil and Tillage Research**, v.223, p.1-13, 2022.

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.

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.

WANG, L.; XU, H.; ZHANG, H.; ZHANG, Y. Grazing and mowing affect the carbon-to nitrogen ratio of plants by changing the soil available nitrogen content and soil moisture on the meadow steppe, China. **Plants**, v.11, p.1-10, 2022.