

**VARIAÇÃO NOS ATRIBUTOS DE UM SOLO ARENOSO CULTIVADO COM  
CANA-DE-AÇÚCAR APÓS APLICAÇÃO DE VINHAÇA**

Ivis Andrei Campos e Silva<sup>1</sup>, Elvira Maria Régis Pedrosa<sup>2</sup>, Thais Fernanda da Silva Vicente<sup>3</sup>,  
Elves Obede dos Santos Nunes<sup>4</sup>, Larissa Gabrielle Lino de Andrade<sup>5</sup>, Edinalda Andrade  
Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** O Brasil se destaca no cenário mundial na produção de cana-de-açúcar, entretanto, a vinhaça produzida pela indústria sucroalcooleira é um dos resíduos de maior importância devido ao volume gerado. Em função do elevado teor de nutrientes, uma das alternativas de descarte desse subproduto é a fertirrigação. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de vinhaça nas propriedades físicas e químicas do solo de duas áreas cultivadas com cana-de-açúcar. O estudo foi realizado no município de Pedras de Fogo - PB, em duas avaliações, a primeira um dia antes e a segunda, aos 40 dias após a aplicação da vinhaça. Foram demarcados 20 pontos em cada área, totalizando 40 amostras de solo por período. A matéria orgânica, estoque de carbono, pH, densidade, porosidade total e umidade do solo na camada de 20 - 40 cm foram analisados e os dados submetidos à análise de variância multivariada, utilizando-se o teste Tukey à 5 % de probabilidade para comparação das médias. A aplicação da vinhaça promoveu aumento nos teores da matéria orgânica, estoque de carbono e porosidade total do solo. Houve redução na densidade e umidade do solo, mas não houve influência significativa no pH do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** aproveitamento de resíduo, matéria orgânica, *Saccharum* spp.

**VARIATION ON ATTRIBUTES OF A SAND SOIL CULTIVATED WITH  
SUGARCANE AFTER VINASE APPLICATION**

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone: (83) 99861-0534. E-mail: ivisandrei@gmail.com

<sup>2</sup> Profª. Doutora, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>3</sup> Pós Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>4</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>5</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

<sup>6</sup> Mestranda em Fitopatologia, Departamento de Fitopatologia, UFRPE, Recife, PE

**ABSTRACT:** Brazil stands out on the world stage in the production of sugarcane, however, the vinasse obtained by the sugar-alcohol industry is one of the most important residues due to the high volume generated. Due to the high nutrient content, one of the vinasse disposal alternatives is the use as fertigation. This work aimed to evaluate the effect of vinasse application on physical and chemical properties of two areas cultivated with sugarcane. The study was carried out in the city of Pedras de Fogo - PB, with two evaluations: one day before the application of vinasse and 40 days after application. Twenty sampling points were demarcated in each area, totaling 40 soil samples per period. Organic matter, carbon stock, pH, density, total porosity, and soil moisture in the 20 - 40 cm layer were analyzed, and data subjected to multivariate analysis of variance, comparing the means through the Tukey test at 5 % probability. The application of vinasse promoted increase in the organic matter content, carbon stock and total soil porosity. There was reduction in soil bulk density and moisture, but no significant influence on soil pH.

**KEYWORDS:** organic matter, residue use, *Saccharum* spp.

## INTRODUÇÃO

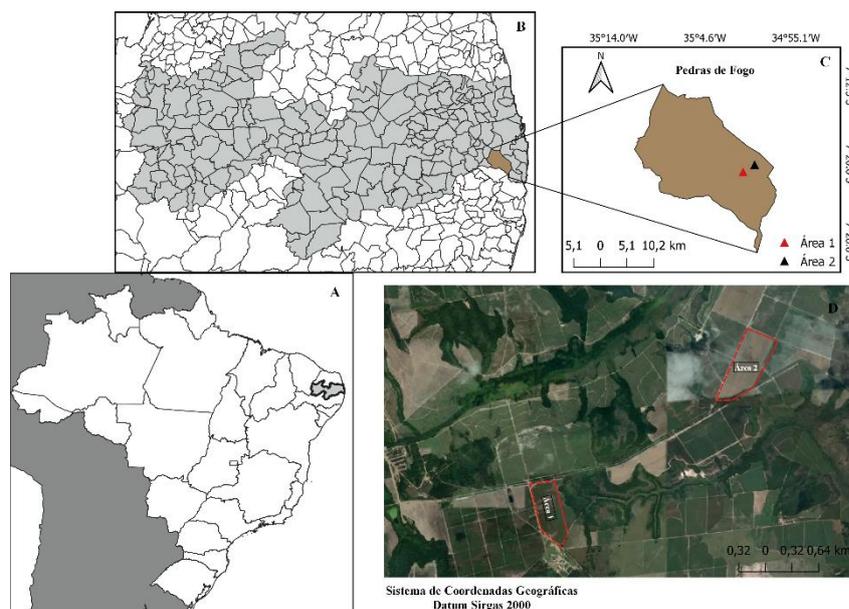
A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é considerada uma das principais culturas de importância social e econômica do Brasil, sendo o país responsável pela produção de 654,8 milhões de toneladas em uma área colhida de 8,62 milhões de hectares na safra 2020/21, destacando-se no cenário mundial na produção da cultura. No Brasil, a Região Centro-Sul destaca-se com maior produção da cultura, sendo São Paulo, principal estado produtor. Dos subprodutos gerados a partir do processamento da cana-de-açúcar, há estimativa de produção de 41,25 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 bilhões de litros de etanol (CONAB, 2021).

Em decorrência da produção das agroindústrias sucroalcooleiras, existe a geração de resíduos que exigem manejo e cuidados adequados, a fim de evitar possíveis poluições ao meio ambiente, como é o caso da vinhaça, produzida a uma proporção de 12 a 15 l de vinhaça para cada litro de etanol (CHITOLINA & HARDER, 2020; Lopes et al., 2016). Este resíduo é caracterizado por ter coloração escura, pH ácido e aproximadamente 93 % de água e 7 % de sólidos orgânicos e inorgânicos na sua constituição (CHITOLINA & HARDER, 2020). Devido a sua composição, uma das formas de utilização da vinhaça pode ser através de práticas de fertirrigação agrícola, visto que, esse subproduto pode promover importantes alterações nas propriedades físico-químicas e microbiológicas do solo (JIANG et al., 2012; YIN et al., 2018).

A aplicação da vinhaça no solo pode favorecer a qualidade desse ambiente, bem como, provocar desequilíbrios físicos, químicos e biológicos. Portanto, o monitoramento das propriedades do solo, contribuem para verificar o efeito da vinhaça na qualidade do solo e compreender a relação com a cultura e o tempo de aplicação, fornecendo subsídios para melhor orientação acerca da utilização adequada da vinhaça na fertirrigação (SILVA & MARTINS, 2011). Assim, objetivou-se nessa pesquisa, avaliar o efeito da aplicação da vinhaça em propriedades físicas e químicas de duas áreas cultivadas com cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas áreas da Usina Giasa, ambas localizadas no município de Pedras de Fogo – PB (Figura 1), em solo classificado como Argissolo. Na área 1(-07°21'29" S e -35°00'34" W) a variedade cultivada era SP79-1011 pelo 2º ano, na área 2 (-07°20'45" S e -34°59'22" W) a variedade cultivada era RB855536 pelo 7º ano.



**Figura 1.** Localização das áreas de estudo (Área 1 e Área 2) na Usina Giasa no município Pedras de Fogo - PB.

O sistema de manejo foi o mecanizado, desde o plantio à colheita, fornecendo ao solo considerável cobertura vegetal, derivado do palhicho da cana. A aplicação da vinhaça nessas áreas ocorre há 20 anos, com dosagem média de  $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , realizado via aspersão com utilização de canhão hidráulico. A caracterização da vinhaça aplicada está descrita na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química da vinhaça aplicada na área experimental.

| MO                 | N    | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Ca   | Mg   | SO <sub>2</sub> | Fe   | Cu   | Zn   | Mn   | pH   |
|--------------------|------|-------------------------------|------------------|------|------|-----------------|------|------|------|------|------|
| kg.m <sup>-3</sup> |      |                               |                  |      |      |                 | ppm  |      |      |      |      |
| 23,44              | 0,28 | 0,20                          | 1,47             | 0,46 | 0,29 | 1,32            | 69,0 | 7,00 | 2,00 | 7,00 | 3,70 |

MO: Matéria orgânica, N: Nitrogênio, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: Fósforo, K<sub>2</sub>O: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, SO<sub>2</sub>: Enxofre, Fe: Ferro, Cu: Cobre, Zn: Zinco, Mn: Manganês, pH: Potencial hidrogeniônico.

Foram demarcados 20 pontos em cada uma das duas áreas avaliadas. As amostras foram coletadas na camada de 20-40 cm, em dois períodos: um dia antes e 40 dias após aplicação da vinhaça; totalizando 40 amostras de solo por área. Em seguida, as amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas para o Laboratório de Mecânica dos Solos e Aproveitamento de Resíduos da Universidade Federal Rural de Pernambuco para as análises físicas e químicas. Para caracterização textural foi realizada uma amostragem composta, em cada área (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização textural do solo nas áreas experimentais na usina Giasa.

| Área | Areia  | Silte<br>g.kg <sup>-1</sup> | Argila | Textura |
|------|--------|-----------------------------|--------|---------|
| 1    | 952,18 | 24,21                       | 23,61  | Areia   |
| 2    | 894,44 | 27,33                       | 78,23  | Areia   |

A metodologia usada para as análises físicas e químicas das amostras de solo foi a da Embrapa (1997), sendo determinados, em ambas as áreas, a matéria orgânica, pH, densidade, porosidade total e umidade do solo. O estoque de carbono foi calculado a partir da expressão (VELDKAMP, 1994):

$$Est\ C = \frac{(CO \times Ds \times e)}{10} \quad (1)$$

Em que: Est C = estoque de C orgânico em determinada profundidade (Mg ha<sup>-1</sup>); CO = teor de C orgânico total na profundidade amostrada (g kg<sup>-1</sup>); Ds = densidade do solo da profundidade (kg dm<sup>-3</sup>); e = espessura da camada considerada (cm).

O delineamento escolhido foi o inteiramente casualizado, em que os tratamentos se constituíram: avaliação antes da aplicação da vinhaça e avaliação 40 dias após da aplicação da vinhaça. Os dados foram submetidos à análise multivariada (MANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey à 5 % de probabilidade. As análises foram efetuadas com o software R 4.1.0 (R CORE TEAM, 2021).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas áreas estudadas, de maneira geral, a aplicação da vinhaça promoveu alterações significativas nas propriedades do solo quando analisadas em conjunto (Tabela 3).

**Tabela 3.** Análise de variância multivariada (Pillai Trace) para o efeito da aplicação da vinhaça em propriedades físico-químicas do solo cultivados com cana-de-açúcar.

|            | GL | Valor | F    | GL1 | GL2 | p        |
|------------|----|-------|------|-----|-----|----------|
| Área 1     |    |       |      |     |     |          |
| Tratamento | 1  | 0,58  | 9,39 | 5   | 34  | 1,08e-05 |
| Resíduo    | 38 |       |      |     |     |          |
| Área 2     |    |       |      |     |     |          |
| Tratamento | 1  | 0,55  | 8,30 | 5   | 34  | 3,27e-05 |
| Resíduo    | 38 |       |      |     |     |          |

GL: Grau de liberdade.

A aplicação da vinhaça promoveu efeito significativo no teor de matéria orgânica e no estoque de carbono do solo nas duas áreas analisadas. Além disso, houve efeito significativo da vinhaça na densidade, porosidade total e umidade do solo apenas na área 1. Não houve efeito significativo da aplicação da vinhaça no pH do solo em nenhuma das áreas avaliadas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Análise de variância para o efeito da aplicação da vinhaça na matéria orgânica (MO), estoque de carbono (EC), pH, densidade (Ds), porosidade total (Pt) e umidade do solo (U) em áreas cultivadas com cana-de-açúcar.

| FV         | GL | Quadrados Médios |          |                     |                     |                     |                     |
|------------|----|------------------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|            |    | MO               | EC       | pH                  | Ds                  | Pt                  | U                   |
| Área 1     |    |                  |          |                     |                     |                     |                     |
| Tratamento | 1  | 1,128**          | 0,002**  | 0,001 <sup>ns</sup> | 0,230*              | 698,7**             | 1,064**             |
| Resíduo    | 38 | 0,028            | 0,00008  | 0,0004              | 0,009               | 24,15               | 0,131               |
| CV (%)     |    | 22,16            | 21,81    | 11,11               | 6,33                | 11,94               | 17,34               |
| Área 2     |    |                  |          |                     |                     |                     |                     |
| Tratamento | 1  | 0,104**          | 0,0002** | 0,156 <sup>ns</sup> | 0,024 <sup>ns</sup> | 0,940 <sup>ns</sup> | 0,477 <sup>ns</sup> |
| Resíduo    | 38 | 0,004            | 0,00002  | 0,167               | 0,008               | 26,423              | 0,134               |
| CV (%)     |    | 7,4              | 9,32     | 7,52                | 5,32                | 13,37               | 14,37               |

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; ns: não significativo; \*\*, \*: significativo à  $p < 0,01$  e  $p < 0,05$ , respectivamente.

Na área 1 (Tabela 5), a aplicação da vinhaça promoveu aumento significativo de 63,6 % do teor de matéria orgânica, 42,5 % do estoque de carbono e 22,8 % da porosidade total do solo quando comparado a avaliação realizada antes da adição do resíduo. Nessa mesma área, houve redução significativa da densidade e umidade do solo. Similarmente, na área 2 (Tabela 5), houve aumento significativo de 9,1 % do teor de matéria orgânica e 9,6 % do estoque de carbono do solo aos 40 dias após a aplicação da vinhaça.

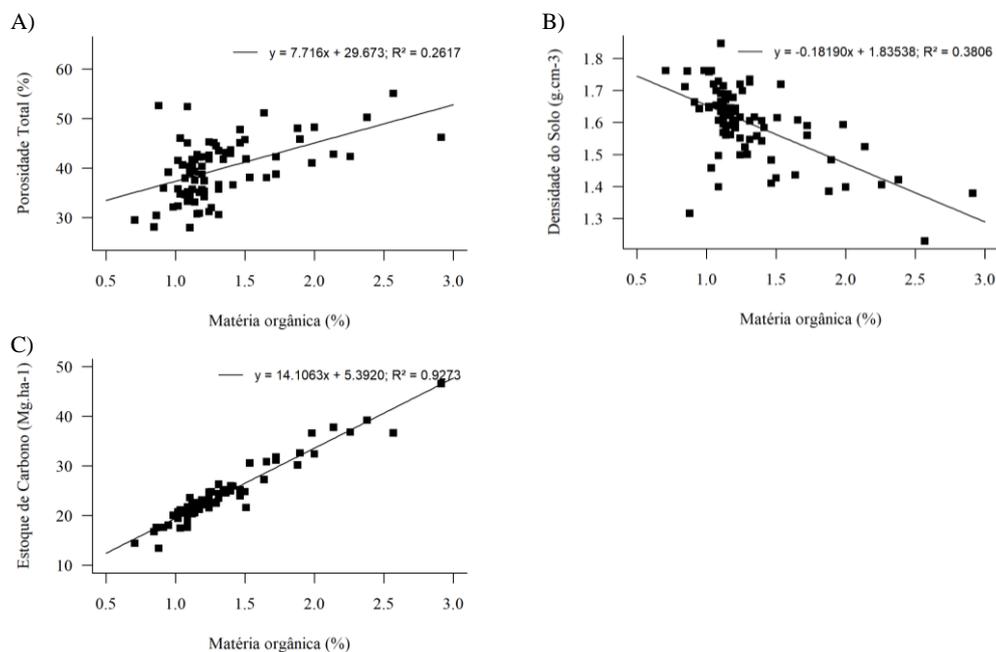
**Tabela 5.** Efeito da aplicação da vinhaça na matéria orgânica (MO), estoque de carbono (EC), pH, densidade (Ds), porosidade total (Pt) e umidade (U) do solo em duas áreas cultivadas com cana-de-açúcar.

| Área | MO                 |      | EC                     |       | pH   |      | Ds                    |      | Pt    |       | U     |       |
|------|--------------------|------|------------------------|-------|------|------|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|
|      | g.kg <sup>-1</sup> |      | (Mg.ha <sup>-1</sup> ) |       |      |      | (g.cm <sup>-3</sup> ) |      | (%)   |       |       |       |
|      | A                  | D    | A                      | D     | A    | D    | A                     | D    | A     | D     | A     | D     |
| 1    | 1,1b               | 1,8a | 21,4b                  | 30,5a | 5,5a | 5,1a | 1,6a                  | 1,5b | 36,9b | 45,3a | 10a   | 7,5b  |
| 2    | 1,1b               | 1,2a | 20,9b                  | 22,9a | 5,4a | 5,5a | 1,7a                  | 1,6a | 38,2a | 38,6a | 15,9a | 11,8a |

A: antes; D: depois da aplicação da vinhaça. Médias seguidas da mesma letra, na linha, não difere a 5 % de probabilidade pelo Teste Tukey.

Considerando os aumentos significativos do teor de matéria orgânica do solo promovido pela adição da vinhaça nas duas áreas avaliadas, na Figura 2 é evidente o efeito positivo da matéria orgânica nas propriedades do solo. Há correlação positiva entre o teor de matéria orgânica e a porosidade total (Figura 2A), bem como, do teor de matéria orgânica e do estoque

de carbono (Figura 2C) e, correlação negativa entre o teor de matéria orgânica e a densidade do solo (Figura 2B).



**Figura 2.** Correlação entre o teor de matéria orgânica do solo e a porosidade total (A), teor de matéria orgânica do solo e a densidade do solo (B) e teor de matéria orgânica do solo e estoque de carbono (C).

Informações na literatura relacionadas aos efeitos significativos da aplicação da vinhaça nas propriedades físicas do solo são variados. Segundo Vendruscolo et al. (2018), alterações nas propriedades físicas do solo são dependentes de fatores espaciais e temporais, além de depender de fatores como o tipo do subproduto aplicado, quantidade e composição química do mesmo.

Perin et al. (2021) relataram que a aplicação de vinhaça em áreas cultivadas com cana-de-açúcar proporcionou maiores teores de matéria orgânica do solo, porém, os valores referentes ao teor de umidade, densidade e porosidade do solo não sofreram alterações devido a aplicação desse componente.

Avaliando os atributos físicos de solos cultivados com cana-de-açúcar após aplicação de doses de vinhaça, Prado et al. (2017) constataram reduções na densidade do solo, bem como, aumento na porosidade total e teor de matéria orgânica. A densidade pode ser avaliada como um indicador do grau de compactação do solo, e sua alteração pode ocorrer devido a mudanças na estrutura e porosidade (PERIN et al., 2021). Segundo Centurion et al. (2007), o aumento da matéria orgânica do solo promovido pela adição de vinhaça favorece a diminuição da densidade do solo, devido à melhoria nas condições de agregação do solo.

Corroborando os resultados descritos neste estudo, Miranda et al. (2012) relataram que a adição de vinhaça aumentou a porosidade total do solo em área cultivada com cana-de-açúcar.

Oliveira et al. (2015) concluíram que a porosidade total do solo é um importante indicador da qualidade física dos mesmos, e o percentual do volume de poros está relacionado ao manejo da área.

Um dos problemas associados a aplicação da vinhaça no solo é o processo de acidificação, que pode ocorrer em áreas submetidas a longos períodos sob manejo do resíduo (JIANG et al., 2012). Analisando a aplicação de vinhaça, durante longos períodos, em área cultivada com cana-de-açúcar, Barros et al. (2010) não verificaram diferenças significativas sobre o pH do solo, variando entre 6,2 em área sem fertirrigação e 7,0 em área fertirrigada com vinhaça. Resultado que corrobora os encontrados neste estudo, onde não foram observadas diferenças significativas para o pH do solo, que variou de 5,5 a 5,1 na área 1 e de 5,4 a 5,5 na área 2. Segundo Rodella et al. (1983), os efeitos de elevação do pH do solo podem ser momentâneos, podendo retornar aos valores originais posteriormente.

Segundo Scholes et al. (1997), o estoque de carbono do solo representa o balanço dinâmico entre a adição de material vegetal morto e a perda pela decomposição ou mineralização, logo, este estoque, bem como outros atributos do solo, determinam o impacto das atividades agrícolas ao ambiente (CAMBARDELLA et al., 1994). Cardin et al. (2016) concluíram que, práticas como a adição de vinhaça em áreas de produção de cana-de-açúcar promoveram o aumento do estoque de carbono no solo, indicando a importância da adoção dessa prática capaz de promover a fertilização do solo (CANELLAS et al., 2007).

Em estudo sobre diferentes sistemas de manejo, Freitas et al. (2018) relataram correlações positivas entre o teor de matéria orgânica do solo e a porosidade total com  $R^2 = 0,541$ , teor de matéria orgânica e o estoque de carbono do solo com  $R^2 = 0,728$ , além de, correlação negativa entre o teor de matéria orgânica e a densidade solo com  $R^2 = 0,541$ , deixando evidente que, o aumento da matéria orgânica com a adição da vinhaça, é uma alternativa para melhorar as características físicas do solo em agroecossistemas.

## CONCLUSÕES

A vinhaça promoveu alterações positivas nas propriedades físicas e químicas do solo devido ao aumento da matéria orgânica e estoque de carbono, redução da densidade e aumento da porosidade total do solo, entretanto, houve redução da umidade do solo. Não houve alterações no pH do solo devido a adição de vinhaça.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, R. P.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA, T. L.; SOUZA, R. M.; BARBOSA, L.; VIÉGAS, R. A.; BARRETO, M. C. V.; MELO, A. S. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 341-346, 2010.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L. TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 4, p. 1501-1551, 1994.
- CANELLAS, L. P.; BALDOTTO, M. A.; BUSATO, J. G.; MARCIANO, C. R.; MENEZES, S. C.; SILVA, N. M.; RUMJANEK, V. M.; VELLOSO, A. C. X.; SIMÕES, M. L.; MARTINETO, L. Estoque de carbono da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, n. 2, p. 331-340, 2007.
- CARDIN, C. A.; SANTOS, C. H.; ESCARMÍNIO, M. A. Impacts of vinasse and methods of sugarcane harvesting on the availability of K and carbon stock of an Argisol. **Revista Ceres**, v. 63, n. 1, p. 95-102, 2016.
- CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ARATANI, R. G.; METZNER, A. F. M.; BEUTLER, A. N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 199-209, 2007.
- CHITOLINA, G. M.; HARDER, M. N. C. Avaliação da viabilidade do uso de vinhaça como adubo. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 10, n. 2, p. 8-24, 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – Cana-de-açúcar**, v. 7, n. 4, p.1-62, 2021.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 2ed., 1997, 212p.
- FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; CASAGRANDE, J. C.; SILVA, L. S.; CAMPOS, M. C. C. Estoque de carbono de latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 228-239, 2018.

JIANG, Z. P.; LI, Y. R.; WEI, G. P.; LIAO, Q.; SU, T. M.; MENG, Y. C.; ZHANG, H. Y.; LU, C. Y. Effect of long-term vinasse application on physico-chemical properties of sugarcane field soils. **Sugar Tech**, v. 14, n. 4, p. 412-417, 2012.

LOPES, M. L.; PAULILLO, S. C. L.; GODOY, A.; CHERUBIN, R. A.; LORENZI, M. S.; GIOMETTI, F. H. C.; BERNARDINO, C. D.; AMORIM NETO, H. B.; AMORIN, H. V. Ethanol production in Brazil: a bridge between science and industry. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47s, p. 64-76, 2016.

MIRANDA, T. L.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, E. F. F.; ROLIM, M. M. Alterações físicas e biológicas em solo cultivado com cana-de-açúcar após colheita e aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 150-158, 2012.

OLIVEIRA, D. M. S.; LIMA, R. P.; VERBURG, E. E. J. Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejetos líquidos suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 280-285, 2015.

PERIN, L.; VIEIRA, E. S.; ANDRADE, V. dos S.; SANTOS, T. C. dos; MENEZES, B. F.; MENEZES, V. M. M.; DANTAS, J. O. Efeitos da monocultura e aplicação de vinhaça sobre os atributos químicos, físicos e biológicos do solo em área de cultivo de cana-de-açúcar em Sergipe, Brasil. In: SOUSA, C. S.; LIMA, F. S. SABIONI, S. C (org.). **Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável**. Guarujá – SP, Científica Digital, p.136-164, 2021.

PRADO, E. A. F.; VITORINO, A. C. T.; COLMAN, B. A.; ENSINAS, S. C.; CORTEZ, J. W. Doses of vinasse and its effects at the physical attributes of rhodic hapludox under sugar cane. **Brazilian Journal of Agriculture**, v. 9, n. 2, p. 115-131, 2017.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R. Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 2021.

SCHOLES, M. C.; POWLSON, D.; TIAN, G. Input control of organic matter dynamics. **Geoderma**, v. 79, p. 25-47, 1997.

SILVA, D. T.; MARTINS, M. D. Qualidade microbiológica do solo fertirrigado com vinhaça. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 9, n. 2, p. 273-282, 2011.

VELDKAMP, E. Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, p. 175-180, 1994.

VENDRUSCOLO, E. P.; ALVES, M. C.; LEAL, A. J. F.; SOUZA, E. J.; SOUTO FILHO, S. N. Efeitos do biochar, culturas de cobertura e lodo de esgoto nos atributos físicos do solo. **Ciencia del Suelo**, v. 36, n. 1, p. 1-10, 2018.

YIN, J.; DENG, C. B.; WANG, X. F.; CHEN, G. L.; MIHUCZ, V. G.; XU, G. P.; DENG, Q. C. Effects of long-term application of vinasse on physicochemical properties, heavy metals content and microbial diversity in sugarcane field soil. **Sugar Tech**, v. 21, n. 1, p. 62-70, 2018.