



Foto: Tâmara Cláudia de Araújo Gomes

COMUNICADO
TÉCNICO

229

Aracaju, SE
Dezembro, 2019



Recomendações para o uso de composto orgânico adicionado de vinhaça em cultivo de cana-de-açúcar

Tâmara Cláudia de Araújo Gomes
Paul Lineker Amaral de Melo
Taís Almeida Santos
Karly Thayanny de Oliveira Pereira
Jakson Cavalcante da Costa Júnior
Thiago Cândido dos Santos
José Lincoln Pinheiro Araújo

Recomendações para o uso de composto orgânico adicionado de vinhaça em cultivo de cana-de-açúcar¹

¹Tâmara Cláudia de Araújo Gomes, Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP Rio Largo), Rio Largo, AL. Paul Lineker Amaral de Melo, Engenheiro-agrônomo, mestre em Solos e Nutrição de Plantas, Piracicaba, SP. Tais Almeida Santos, Engenheira-agrônoma, mestre em Solos e Nutrição de Plantas, Piracicaba, SP. Karlyl Thayanny de Oliveira Pereira, Química, mestre em Química Analítica, Maceió, AL. Jakson Cavalcante da Costa Júnior, Engenheiro-agrônomo, Maceió, AL. Thiago Cândido dos Santos, Engenheiro-agrônomo, mestre em Produção Vegetal, Maceió, AL. José Lincoln Pinheiro Araújo, Engenheiro-agrônomo, doutor em Economia Agrária, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

A geração de resíduos orgânicos pela agroindústria sucroalcooleira dá suporte ao extensivo aproveitamento não agrícola destes resíduos, como é o caso do uso do bagaço para a geração de energia. Ainda assim, os grandes volumes produzidos abrem também espaço para melhoria do processo de ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta favorecendo o aumento da sustentabilidade do cultivo da cana.

Dentre os principais resíduos da agroindústria da cana, a vinhaça é um efluente gerado em grande volume e detém alto potencial poluente. Há algumas décadas, seu descarte inadequado em cursos d'água, gerou severos impactos ao meio ambiente, atraindo esforços de pesquisa que resultaram no reconhecimento de seu valor fertilizante quando aplicado via fertirrigação. No entanto, novos estudos visando sua reciclagem e disposição segura são ainda necessários: aplicações frequentes por longos

períodos também podem resultar em efeitos adversos nos solos agrícolas. Como consequência, tem-se a necessidade de distribuí-la também em áreas distantes da usina, o que, do ponto de vista econômico, se torna inviável devido à grande quantidade de água na vinhaça.

A compostagem é considerada uma das formas mais adequadas na conversão de resíduos orgânicos em produtos benéficos ao desenvolvimento vegetal. Trata-se de uma técnica ecologicamente correta e ambientalmente segura que pode não apenas melhorar a saúde do solo, reciclando, aumentando os níveis de nutrientes, matéria orgânica e vida no sistema, mas também, melhorar a produtividade, qualidade e a sustentabilidade dos cultivos.

Os efeitos que o composto pode causar no solo dependem de sua qualidade, da dose aplicada, da frequência e método de aplicação, do tipo de solo e

das condições ambientais. Tais modificações se refletirão, em última instância, na capacidade do solo de dar suporte à produção agrícola, bem como de favorecer ao aumento do estoque de carbono no solo.

Nesse sentido, entre 2006 e 2011, foi estudado o efeito da vinhaça na qualidade, estabilidade e humificação do composto produzido a partir de resíduos sólidos da agroindústria sucroalcooleira. Realizaram-se três ciclos de compostagem e dois ciclos de cultivo de cana, com aplicação em fundação (renovação do canavial) e em cobertura (segunda soca) (Gomes, 2011; 2012). Na sequência, entre 2013 e 2016, o processo foi validado em escala de produção, em pátio compostagem comercial e em áreas de canavial da Cooperativa de Colonização Agropecuária e Industrial Pindorama, entidade parceira desde a fase experimental da pesquisa.

Os resultados obtidos ao longo de todo o período de pesquisa mostraram que, por viabilizar a reciclagem da vinhaça e por se constituir em uma prática agrícola conservacionista do ponto de vista do uso de biomassa, melhoria do processo de ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta, manutenção ou aumento da matéria orgânica no solo e redução do uso de fertilizantes minerais de alta solubilidade, o uso da compostagem amplia a perspectiva de sustentabilidade ambiental dos cultivos em que ela venha a ser adotada. Dessa forma, esta pesquisa contribui para o alcance das metas previstas no Objetivo de De-

envolvimento Sustentável (ODS 12), da Agenda 2030 da ONU - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis -, ao recomendar composto adicionado de vinhaça como estratégia de manejo e reciclagem de nutrientes no cultivo da cana-de-açúcar.

Os compostos obtidos com o uso da vinhaça se mostraram adequados para uso agrícola tanto quanto aqueles onde se utilizou água, apresentando a vantagem de possuir maior capacidade de troca catiônica e de reciclar 5 L de vinhaça por kg de massa seca da mistura de resíduos sólidos utilizada. Elaborado com bagaço de cana e torta de filtro em proporção calculada para obtenção de relação C/N inicial igual a 30/1 e enriquecido com fosfato natural de Gafsa, o composto chamado C5, tem o potencial de reciclar 100% da torta de filtro, apenas 4,11% do bagaço de cana e no mínimo, 11% da vinhaça gerados anualmente pela agroindústria sucroalcooleira. Aspectos conceituais, bem como o passo a passo do processo de reciclagem da vinhaça por meio da compostagem de resíduos sólidos da agroindústria da cana em larga escala, são apresentados no trabalho de Gomes et al. (2018).

A seguir são descritos efeitos do composto orgânico C5 sobre o desempenho produtivo e qualidade industrial da cana-de-açúcar em quatro ciclos de produção desenvolvidos ao longo do período de estudo, bem como são apresentadas recomendações pertinentes à aplicação do composto em áreas de renovação de cana e em áreas de cana soca.

A adubação orgânica em cana-de-açúcar

Os resíduos gerados pela agroindústria canavieira têm grande potencial para uso como fertilizantes devido a sua natureza orgânica, ausência de contaminantes e pela baixa concentração de metais ou compostos indesejáveis.

Em programas de adubação da cana-de-açúcar, a fertilização orgânica sempre é estimulada, quando os resíduos gerados pela agroindústria se fazem disponíveis. Destes, as fontes mais tradicionais de nutrientes são a torta de filtro e a vinhaça.

A torta de filtro é o resíduo proveniente da etapa de clarificação durante a produção do açúcar. Dentre os nutrientes principais, predomina o nitrogênio orgânico, cálcio e fósforo enquanto o teor de potássio é baixo. A torta de filtro é normalmente aplicada em sulcos durante a operação de plantio ou espalhado no campo. Vários estudos indicam ganhos de produção de cana-de-açúcar com esta prática. As recomendações de doses empregadas atualmente, de 80 Mg ha⁻¹ a 100 Mg ha⁻¹, em pré-plantio em área total ou 20 Mg ha⁻¹ a 35 Mg ha⁻¹ no sulco de plantio, ou ainda 40 Mg ha⁻¹ a 50 Mg ha⁻¹ nas entrelinhas (Santiago; Rosseto, 2019), superam em muito a quantidade de torta gerada (3,5 Mg por 100 Mg de cana produzida), expondo a insuficiência deste resíduo para o atendimento da demanda.

A vinhaça é o principal resíduo derivado da produção de álcool, constituindo-se num efluente de alto conteúdo

orgânico e de elementos minerais (potássio, cálcio e magnésio), baixo pH, forte odor e cor marrom escura. Sua utilização agrícola via fertirrigação é rotina em muitas regiões canavieiras do país, com aumentos notórios na produção de cana-de-açúcar. Conforme a concentração de potássio existente no solo, a vinhaça é aplicada em volumes que variam de 60 a 250 metros cúbicos por hectare por ano (Santiago; Rosseto, 2019).

Além de efeitos sobre a disponibilidade de nutrientes, são frequentes relatos na literatura científica quanto à melhoria de aspectos fitossanitários resultantes da aplicação de fontes orgânicas de nutrientes em cultivos de cana-de-açúcar, desde o aumento da população e atividade de microrganismos benéficos até à diminuição de patógenos.

Características e velocidade de liberação dos nutrientes dos compostos orgânicos obtidos em cana-de-açúcar

Apesar dos benefícios decorrentes do uso de compostos orgânicos serem amplamente demonstrados, para o manejo eficiente de sua aplicação, não basta saber o conteúdo de nutrientes

nesses materiais. Faz-se necessário o conhecimento do padrão de liberação dos nutrientes para o solo. Diferente dos fertilizantes minerais solúveis, os fertilizantes orgânicos, como o composto, exceto pelo potássio, liberam seus nutrientes de forma lenta, mediada pelos microrganismos do solo e por características do solo e clima. Quando a liberação de nutrientes dos fertilizantes

orgânicos não é sincronizada com absorção pelas plantas, tem-se aumentado o risco de contaminação ambiental e de desperdício de um insumo de alto valor econômico.

Na Tabela 1 são encontradas características químicas dos compostos orgânicos C5 obtidos tanto na fase experimental quanto da fase de validação da pesquisa, quando os compostos foram elaborados em escala comercial.

Tabela 1. Características químicas do composto orgânico C5, formulado com resíduos da agroindústria sucroalcooleira adicionados de vinhaça, obtido durante as fases experimental e de validação da pesquisa. Coruripe, AL, 2006/2014.

| Características | Composto C5 |
|---|---------------|
| pH-H ₂ O ⁽¹⁾ | 6,6 a 6,8 |
| CE (mS cm ⁻¹) ⁽¹⁾ | 1,0 a 2,8 |
| C Total (g kg ⁻¹) ⁽²⁾ | 175 a 250 |
| N Total (g kg ⁻¹) ⁽²⁾ | 16,64 a 19,8 |
| Relação C/N | 10,55 a 13,70 |
| P (g kg ⁻¹) ⁽³⁾ | 18,50 a 21,39 |
| K ⁺ (g kg ⁻¹) ⁽⁴⁾ | 1,8 a 5,87 |
| Ca ²⁺ (g kg ⁻¹) ⁽⁵⁾ | 28,37 a 47,81 |
| Mg ²⁺ (g kg ⁻¹) ⁽⁵⁾ | 2,51 a 2,91 |
| Na (g kg ⁻¹) ⁽⁴⁾ | 0,56 a 2,30 |
| CTC (mmol _c kg ⁻¹) ⁽⁶⁾ | 478 a 514 |
| CTC/C (mmol _c g ⁻¹) ⁽⁷⁾ | 1,90 a 2,93 |

⁽¹⁾ Relação sólido: solução 1:10.; ⁽²⁾ Combustão seca em analisador elementar; * Mineralização nítrica em micro-ondas; ⁽³⁾ Determinação por colorimetria; ⁽⁴⁾ Determinação por fotometria de chama; ⁽⁵⁾ Determinação por espectrometria de absorção atômica; ⁽⁶⁾ Capacidade de Troca Catiônica (Rodella; Alcarde, 1994); ⁽⁷⁾ Relação Capacidade de Troca Catiônica por unidade de carbono.

Fonte: Gomes et al., (2018).

A velocidade de liberação de nutrientes dos materiais em decomposição mostrou a seguinte tendência geral: potássio > magnésio > fósforo e nitrogênio. Aos 90 dias após a aplicação do composto, entre 80% e 90% do conteúdo inicial de potássio, já havia sido liberado, ressaltando seu alto potencial de perda por lixiviação, caso a dose não seja criteriosamente dimensionada e sua aplicação não esteja sincronizada com a capacidade da cana em absorvê-lo. Por outro lado, apenas 20% a 30%, tanto do nitrogênio quanto do fósforo, haviam sido liberados. Assim, no primeiro ano de aplicação é esperado que 100% do potássio e menos de 40% do fósforo e nitrogênio sejam liberados para o sistema solo-planta, com o teor remanescente sendo disponibilizado nos ciclos seguintes da cultura (efeito residual).

Quando aplicar os compostos orgânicos

Considerando que a necessidade de nitrogênio, fósforo e potássio pela cana-de-açúcar é alta nos primeiros três a cinco meses da cultura (Oliveira et al., 2011), a aplicação dos compostos no fundo do sulco no momento da renovação do canavial favoreceria a sincronização da disponibilidade do nitrogênio e fósforo na ocasião de maior demanda da cultura por esses nutrientes (Figura 1).



Fotos: Tâmara Cláudia de Araújo Gomes

Figura 1. Aplicação dos compostos orgânicos em fundo de sulco, em área de renovação de canavial.

Por outro lado, na fase de cana soca, a aplicação dos compostos deverá ser feita em entre 35 e 45 dias após o corte, quando as taxas de crescimento das raízes após a colheita são mais elevadas (Ohashi, 2014), aumentando a eficiência na absorção dos nutrientes liberados

pelos compostos. Além desse aspecto, a aplicação mecânica após esse período tenderá a quebrar os perfilhos, os quais deverão estar mais desenvolvidos. O composto deverá ser aplicado na linha da cana e coberto com terra (Figura 2).



Fotos: Tâmara Cláudia de Araújo Gomes

Figura 2. Aplicação dos compostos orgânicos em cobertura, em área de cana soca.

Quanto aplicar

Embora, em sentido amplo, os compostos orgânicos não se limitem a simples fontes de nutrientes, para seu uso como fertilizante, além dos teores e da velocidade de liberação de seus nutrientes para o solo, tabelas de recomendação de adubação com base em análises de solo deverão ser consideradas, da mesma forma que para a fertilização mineral convencional. Seu uso aumentará a eficiência do composto C5 sobre a produtividade da cana e evitará desperdícios. Tais tabelas de recomendação são resultado de pesquisas realizadas regionalmente, para avaliar o comportamento produtivo das culturas decorrente

da aplicação de fertilizantes, sendo, geralmente, publicadas por estado. Para fins de exemplificação, utilizaremos as recomendações para uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe (Sobral et al., 2007).

Assim, tomando-se por base o exemplo abaixo (Tabela 2), em um programa de adubação baseado no fornecimento dos nutrientes via composto C5, há que se notar que, para atendimento da plena demanda da cana-de-açúcar por nitrogênio, a quantidade calculada para a fase de cana planta ($10.700 \text{ kg ha}^{-1}$), não seria suficiente para fornecimento do fósforo em solos com baixos teores desse nutriente, nesse primeiro ano de aplicação ($12.000 \text{ kg ha}^{-1}$).

Tabela 2. Quantidades (base seca) do composto de resíduos sólidos da agroindústria sucroalcooleira com vinhaça (C5), dimensionadas em função da recomendação de adubação para a cultura da cana-de-açúcar no estado de Sergipe, dos seus teores de nutrientes e da liberação dos nutrientes para o solo.

| Teores no Solo* | Doses recomendadas* (kg ha ⁻¹) | | Quantidade calculada em função dos teores** e correção pela expectativa de liberação de nutrientes*** no ano da aplicação (kg ha ⁻¹) | |
|--------------------------|--|-----------|--|-----------|
| | Cana Planta | Cana Soca | Cana Planta | Cana Soca |
| N (não analisado) | 60 | 80 | 10.700 | 14.500 |
| P (mg dm ⁻³) | P ₂ O ₅ | | | |
| < 7 | 150 | 90 | 12.000 | 7.400 |
| 7 - 15 | 100 | 60 | 8.000 | 5.000 |
| > 15 | 50 | 30 | 4.000 | 3.400 |
| K (mg dm ⁻³) | K ₂ O | | | |
| < 30 | 120 | 140 | 27.900 | 32.600 |
| 31 - 60 | 90 | 100 | 20.900 | 23.200 |
| > 60 | 60 | 80 | 13.900 | 18.600 |

*SOBRAL et al., 2007. ** Tabela 1. *** Liberação de 100% do potássio e 30% do nitrogênio e do fósforo no ano de aplicação do composto.

Assim, de forma a se proporcionar a plena nutrição nitrogenada e fosfatada para a cana, há que se utilizar aquela quantidade de composto suficiente para fornecer ambos nutrientes ($12.000 \text{ kg ha}^{-1}$). Quanto ao potássio, devido à alta demanda da cana e à baixa concentração desse nutriente no composto, as quantidades necessárias seriam muito elevadas principalmente em solos com baixos teores ($27.900 \text{ kg ha}^{-1}$ a $32.600 \text{ kg ha}^{-1}$). Apenas parte da demanda potássica seria atendida, devendo ser complementada com aplicações de vinhaça por fertirrigação ou por fontes minerais desse nutriente.

A utilização da dose de 20 Mg ha^{-1} , frequentemente utilizada para a aplicação de torta de filtro em fundo de sulco (Santiago; Rosseto, 2019), (considerando haver 40% de umidade) representaria a disponibilização de 238 kg ha^{-1} de N, 504 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 52 kg ha^{-1} de K_2O , dos quais, respectivamente, 95 kg ha^{-1} , 204 kg ha^{-1} e 52 kg ha^{-1} estariam disponíveis no primeiro ano após a aplicação. O restante estaria disponível nos ciclos seguintes, constituindo o efeito residual do composto.

Resposta da cana variedade RB92579 à adubação com compostos orgânicos

De forma a se conhecer a resposta da cana-de-açúcar, variedade RB92579, à aplicação do composto C5, experimentos foram desenvolvidos em Coruripe, AL, sob regime de sequeiro, com irrigação de salvação nas épocas críticas.

Os cultivos foram desenvolvidos em Argissolo Amarelo, em áreas da Cooperativa Pindorama. O clima, segundo Koppen, é o tropical chuvoso com verão seco, precipitação média anual de 1400 mm e temperatura média de $24,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Vale salientar, no entanto, que os volumes de precipitação pluviométrica variaram muito entre ciclos de cultivo avaliados (Tabela 3), com chuvas mais abundantes na fase experimental (superiores a 1800 mm).

Tabela 3. Cultivos de cana-de-açúcar variedade RB92579 avaliados sob regime de sequeiro, no período compreendido entre 2007 e 2016, em Coruripe, AL.

| Fase | Safra | Ciclo | Plantio/Início | Corte | Precipitação no período (mm) |
|--------------|-----------|-------------|----------------|---------|------------------------------|
| Experimental | 2006/2007 | Cana planta | 10/2006 | 12/2007 | 1847,1 |
| | 2008/2009 | Cana soca | 10/2008 | 12/2009 | 1911,8 |
| Validação | 2014/2015 | Cana soca | 03/2014 | 02/2015 | 1240,1 |
| | 2015/2016 | Cana planta | 03/2015 | 04/2016 | 934,2 |

Nas safras avaliadas, os indicadores de produtividade de colmos (TCH) e açúcar (TAH) sofreram fortemente a influência da disponibilidade hídrica e épocas de plantio (Figura 3). Os ciclos de cultivo de cana instalados em outubro (fase experimental) apresentaram desempenho superior àqueles instalados em março (fase de validação). Na região de Coruripe, estudos têm mostrado que ciclos de cultivo da RB92759 iniciados até o mês de janeiro favorecem o aumento da eficiência de utilização da água tanto em produtividade de colmo quanto de açúcar (Meneses; Resende, 2016; Carvalho, 2016).

A despeito da influência do clima, a produtividade da cana refletiu o estado geral da fertilidade do solo proporcionado pelo uso do composto orgânico C5 (Figura 3). O desempenho produtivo e industrial resultante de sua aplicação

foi semelhante ao proporcionado pela fertilização mineral. A produtividade média de colmos superou as 80 toneladas por hectare (TCH), situando-se acima da média nordestina e nacional obtidas na safra 2018/19, que foram, respectivamente, 53,25 Mg ha⁻¹ e 72,23 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2019). A média do açúcar total recuperável (ATR), por sua vez, superou os 160 kg Mg⁻¹, ficando bem acima das médias nordestina e brasileira (respectivamente, 133,4 kg Mg⁻¹ e 136,8 kg Mg⁻¹ (CONAB, 2019), enquanto a média da produtividade de açúcar (TAH) foi de 14,8 Mg ha⁻¹.

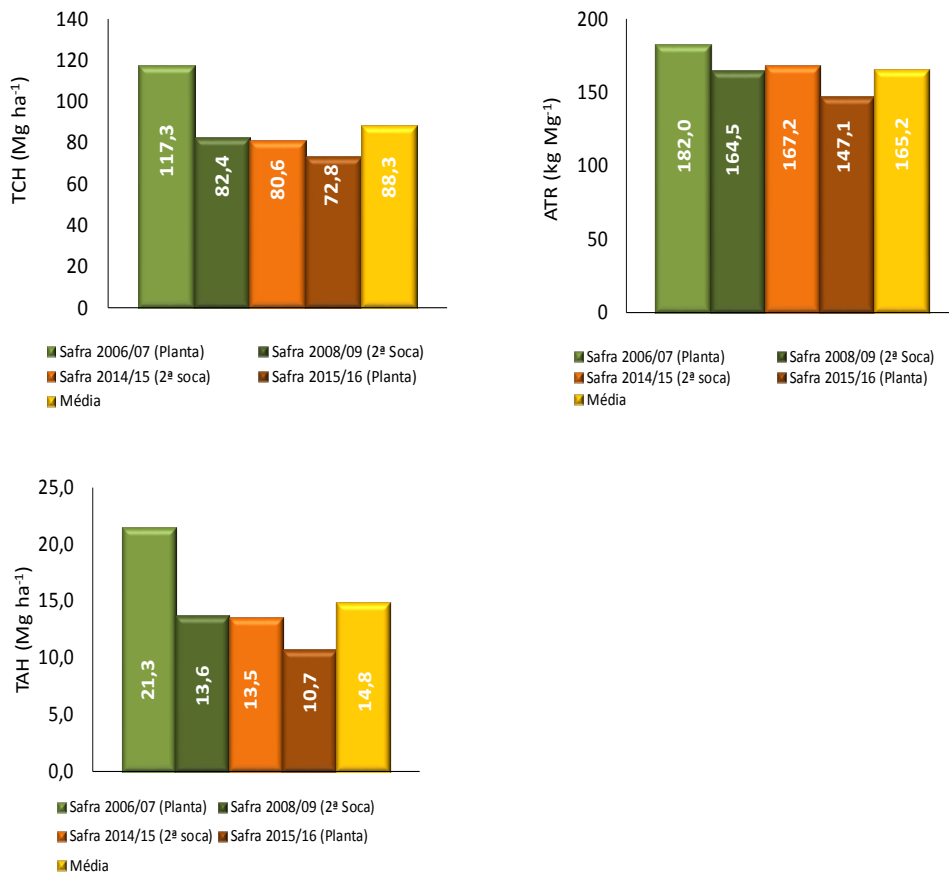


Figura 3. Valores médios de Toneladas de colmo por hectare (TCH), Açúcar total recuperável (ATR), Toneladas de ATR por hectare (TAH) da variedade de cana-de-açúcar RB82579, obtidos em quatro ciclos de produção, com irrigação de salvação. Cana adubada com compostos orgânicos formulados com resíduos da agroindústria sucroalcooleira adicionados de vinhaça (Composto C5). Coruripe, AL, 2006/2016.

Considerações finais

Uma vez que o uso do composto adicionado de vinhaça (C5) resultou em efeitos positivos para produtividade e qualidade industrial da cana-de-açúcar, recomenda-se seu uso como estratégia de manejo e reciclagem de nutrientes no cultivo da cana-de-açúcar.

De forma a minimizar as perdas de nutrientes liberados pelo composto e maximizar os seus efeitos sobre a produtividade da cultura recomenda-se que, para a definição das doses, sejam considerados: 1) os teores dos nutrientes no C5; 2) a disponibilidade de 100% do potássio e 30% de todo o nitrogênio e fósforo no primeiro ano de aplicação do composto; 3) as tabelas de recomendação de adubação para a cana-de-açúcar com base em análises de solo, disponíveis por estado da federação. Para sua aplicação por ocasião da renovação do canavial recomenda-se sua aplicação no fundo do sulco e sua aplicação em cobertura entre 35 e 45 após a colheita, em área de cana soca.

Agradecimentos

À Cooperativa de Colonização Agropecuária e Industrial Pindorama pela parceria em todos esses anos de estudo, ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, na pessoa do Prof. Antônio

Euzébio Goulart Sant'Ana, pela disponibilidade dos equipamentos espectroscópicos que deram suporte à caracterização das substâncias húmicas dos compostos e do solo, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal) e ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), pelo apoio financeiro.

Referências

- CARVALHO, T. B. D. **Eficiência de uso da água no cultivo de cana-de-açúcar, 1ª folha, em diferentes épocas de plantio**. 56 f. 2016. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe. Aracaju, 2016. 56 p.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. v. 5 - Safra 2018/19, n. 4 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-75, 2019.
- GOMES, T. C. de A. **Reciclagem de vinhaça por meio do processo da compostagem**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 40 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 74). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/122981/1/Reciclagem-de-vinhaca-BP-74.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- GOMES, T. C. de A. **Resíduos orgânicos no processo de compostagem e sua influência sobre a matéria orgânica do solo em cultivo de cana-de-açúcar**. 118 f. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.
- Disponível em: <http://ww3.pgs.ufrpe.br/ites/ww3.pgs.ufrpe.br/files/documentos/tamara_claudia_de_araujo_gomes_0.pdf>. Acesso em: 15 out. 2018.

GOMES, T. C. de A.; ARAÚJO, J. L. P.; SANTOS, T. A.; MELO, P. L. A. de; PEREIRA, K. T. de O.; JÚNIOR, J. C. da C.; SANTOS, T. C. dos. **Reciclagem de vinhaça via compostagem em larga escala.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018. 18 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 218). Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196706/1/COT-218.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2019.

MENESES, T. N.; RESENDE, R. S. Influência de épocas de plantio na eficiência do uso da água da chuva em cultivo irrigado de cana-de-açúcar. **Irriga**, v.1, n.1, 291-291, 2016.

OHASHI, A. Y. P. **Crescimento e distribuição do sistema radicular de cultivares de cana-de-açúcar fertirrigadas por gotejamento subsuperficial.** 14 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico. Campinas, SP.

OLIVEIRA, E. C. A. de; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, R. I. de; OLIVEIRA, A. C. de; FREIRE, M. B. G. dos S. Acúmulo e alocação de nutrientes em cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 579-588, 2011.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Adubação orgânica.** In: MARIM, F. R.; SOUZA, M. I. F.; SANTOS, A. D. dos; OLIVEIRA, D. R. M. S. (Ed.). **Árvore do conhecimento:** cana-de-açúcar. Brasília, DF: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html> Acesso em: 13 out. 2019.

SOBRAL, L. F.; VIÉGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

Unidade responsável
pelo conteúdo e Edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, 3250, Aracaju, SE
CEP 49025-040
Fone: (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
Publicação Digitalizada (2019)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente
Ronaldo Souza Resende
Secretário-Executivo
Ubiratan Piovezan

Membros
Amaury da Silva dos Santos, Ana da Silva Léo, Anderson Carlos Marafon, Joézio Luiz dos Anjos, Julio Roberto Araújo de Amorim, Lizz Kezzy de Moraes, Luciana Marques de Carvalho, Tânia Valeska Medeiros Dantas, Viviane Talamini

Supervisão editorial
Flaviana Barbosa Sales

Normalização bibliográfica
Joseete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Beatriz Ferreira da Cruz

Foto da capa
Tâmara Cláudia de Araújo Gomes