



XXXIII

Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

TEORES DE FÓSFORO, POTÁSSIO E ESTOQUE DE CARBONO EM UM ARGISSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO DA CANA-DE-AÇÚCAR NO CENTRO-NORTE PIAUIENSE

Francisco Sérgio Ribeiro dos Santos⁽¹⁾; Erivan Araújo Felipe⁽²⁾; João Rodrigues da Cunha⁽³⁾; Diego Rolney Magalhães da Silva⁽²⁾; Elisvânia Lima Brasil⁽⁴⁾; Kathleen Mary Lima Silva⁽²⁾; José Valério da Silva Filho⁽⁵⁾; Luiz Fernando Carvalho Leite⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Graduando do Curso de Engenharia Agrônômica, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. Campus do ININGA, Teresina, PI. [E-mail: Sergio.cpm20@hotmail.com](mailto:Sergio.cpm20@hotmail.com); ⁽²⁾ Graduandos do Curso de Engenharia Agrônômica, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí. Campus do Ininga, Teresina, PI. ⁽³⁾ Pós graduando em manejo do solo e água na Universidade Federal da Paraíba. ⁽⁴⁾ Graduanda do curso de Licenciatura em Biologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina-PI. ⁽⁵⁾ Mestrando do curso de pós-graduação em agronomia, solos e nutrição de plantas – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus. ⁽⁶⁾ Pesquisador da Embrapa Meio-Norte.

Resumo – A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) vem ganhando grande impulso, devido à necessidade mundial de utilização de energia mais limpa e renovável provenientes de sistemas de cultivos sustentáveis. O objetivo do trabalho foi identificar o impacto de diferentes sistemas de cultivo da cana-de-açúcar sobre os teores de P, K e estoque de carbono no solo. O trabalho foi realizado em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar, no município de União-Pi. Estudaram-se seis sistemas de cultivo: cultivo exclusivo de cana-de-açúcar conduzido com palhada (**CECACP**), cultivo consorciado da cana-de-açúcar com feijão-caupi (**CCCAFC**), cultivo consorciado da cana-de-açúcar com feijão de porco (**CCCAFP**), cultivo consorciado da cana-de-açúcar com crotalaria (**CCCAC**), o cultivo da cana-de-açúcar, em sucessão com soja (**CCASS**) e o cultivo da cana-de-açúcar em sucessão com girassol (**CCASG**). O sistema **CECACP** apresentou maiores teores de carbono orgânico total (COT), para as camadas de 0-0,05 m (15,5 g/kg), 0,05-0,1 m (16 g/kg), 0,1-0,2 m (15,2 g/kg) e 0,2-0,4 m (1,0 g/kg). Para os teores de P, na camada de 0-0,05 m, os sistemas **CECACP** (34,3 mg/dm³) e **CCCAFC** (24,5 mg/dm³) apresentaram-se superiores ($P>0,05$) aos demais sistemas. Para os teores de K, o sistema **CECACP** apresentou-se superior ($P>0,05$) aos demais sistemas em todas as camadas, ocorrendo maior concentração na camada de 0-0,05 m (0,9 cmol/dm³). Para o estoque de carbono, o sistema **CECACP** apresentou-se superior ($P>0,05$) na camada de 0-0,4m (33,05 Mg/ha), comparado aos demais sistemas. O sistema **CECACP** aumenta os teores de fósforo disponível, potássio trocável e o estoque de carbono do solo.

Palavras-Chave: palhada, leguminosas, consórcio e sucessão.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a cultura da cana-de-açúcar vem ganhando grande impulso, devido à necessidade mundial de utilização de energia mais limpa e

renovável provenientes de sistemas de cultivos sustentáveis. Com a incorporação de novas áreas, geralmente, com solos de baixa fertilidade, é de fundamental importância recuperar e manter a fertilidade do solo, para alcançar produções econômicas. Para solucionar esse problema, a manutenção da palhada da cana-de-açúcar no solo, o consórcio com leguminosas incorporadas ao solo e a sucessão com culturas anuais tem se mostrado muito eficientes (Miranda, 2010).

O sistema de cultivo de cana crua foi desenvolvido com a finalidade de eliminar a queima da cultura, a mobilização superficial dos solos e mantê-los cobertos com restos culturais. Nesse sistema, busca-se a redução da erosão e o aumento do teor de matéria orgânica, que provocam a compactação superficial do solo pelo aumento do tráfego de máquinas, ou seja, aumento da densidade do solo e redução de sua porosidade total, a qual poderá restringir o desenvolvimento radicular das culturas (Blair, 2000; Vasconcelos, 2002).

A colheita sem queima de cana crua deixa sobre o solo uma espessa camada de palha. Segundo Christoffoleti et al. (2007), esta camada de palha pode atingir valores de 8 até 20 Mg ha, oscilando em razão da variedade e idade do canavial. Ainda, o tipo de colheita utilizado pode influenciar a produção e a longevidade da cultura, os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o meio ambiente e a saúde pública (Souza, 2005).

A palha deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal, contribuindo para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção das características e propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, de tal modo que a sua qualidade seja melhorada. A quantidade e a qualidade da palha sobre o solo dependem do sistema de consórcio ou sucessão adotado, e em grande parte, do tipo de planta de cobertura e do manejo adotado. Primeiramente, selecionam-se espécies adaptadas as condições locais, tomando-se por base a rapidez com

que se estabelecem e as produções de massa (Alvarenga, 2007).

O objetivo do trabalho foi identificar o impacto de diferentes sistemas de cultivo da cana-de-açúcar sobre os teores de P, K e o estoque de carbono no solo, em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar, variedade RB86579, cana planta com ciclo de 12 meses, no município de União, PI.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) pertencente à Usina COMVAP Açúcar e Álcool Ltda, situada no município de União, PI (04°35'09" S e 42°51'51" W e altitude de 52 m). Foram estudados seis sistemas de cultivo, em quatro repetições, com o delineamento de blocos ao acaso (DBC). Os sistemas estudados foram: cultivo exclusivo de cana-de-açúcar conduzida com palhada (**CECACP**), cultivo consorciado de cana-de-açúcar com feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (**CCCAFC**), cultivo consorciado de cana-de-açúcar com feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.) (**CCCAFP**), cultivo consorciado de cana-de-açúcar com crotalária (*Crotalaria spectabilis* L.) (**CCCAC**), cultivo de cana-de-açúcar em sucessão com soja (*Glycine max* L.) (**CCASS**) e cultivo de cana-de-açúcar em sucessão com girassol (*Helianthus annuus* L.) (**CCASG**). Durante o preparo da área foi realizada uma calagem e uma adubação com NPK, na fórmula 5-30-15, com dose de 500 kg ha⁻¹. Utilizou-se a variedade de cana RB86579, com ciclo de 12 meses e o experimento iniciou-se em Julho de 2010 e se mantém em execução.

No sistema exclusivo de cana-de-açúcar conduzido com palhada (**CECACP**) utilizou-se a cana de 1ª soca, utilizando a palhada do cultivo anterior. Para os sistemas de cultivo da cana-de-açúcar em consórcio, as culturas foram semeadas em sulcos paralelos aos da cana-de-açúcar planta e após três meses foram incorporadas no solo. Nos sistemas em sucessão, as culturas foram semeadas também em sulcos e após três meses foram cortadas e deixadas como cobertura morta sobre o solo. Para posterior implantação da cana-de-açúcar.

Foram coletadas quatro amostras por parcela, sendo 24 amostras por repetição, nas profundidades de 0-0,05 m, 0,05-0,1 m, 0,1-0,2 m e de 0,20-0,4 m. Foram feitas as análises de carbono orgânico total (COT), fósforo disponível, potássio trocável e a partir dos teores de carbono orgânico total (COT), foi calculado o estoque de carbono para camada de 0-0,4 m.

O fósforo foi extraído pelo método Mehlich-1 e determinado por colorimetria, enquanto o potássio foi determinado por fotometria de chama (Embrapa, 1997). O COT foi determinado por oxidação a quente com dicromato de potássio e titulação com sulfato ferroso amoniacal, segundo método modificado de Yeomans & Bremner (1988).

O estoque de COT, para a profundidade de 0-0,4m, foi calculado utilizando as seguintes expressões (Leite, 2003): $EstC = (COT \times Ds \times e)$, em que: EstC é o estoque de carbono orgânico total em determinada

profundidade; COT o teor de carbono orgânico total (g/kg); Ds a densidade do solo (g/dm³), determinada pelo método do anel volumétrico, segundo Embrapa (1997), em cada profundidade, e "e" é a espessura da camada considerada.

A quantidade de palhada depositada no sistema exclusivo de cana-de-açúcar conduzida com palha (**CECACP**) foi estimada através da pesagem da palhada deixada sobre o solo após a colheita sem queima da cana planta, essa pesagem foi feita com auxílio de um dinamômetro.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, através do sistema computacional ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema **CECACP** apresentou maiores teores ($p > 0,05$) de COT, para as profundidades de 0-0,05 m (15,5 g/kg), 0,05-0,1 m (16 g/kg), 0,1-0,2 m (15,2 g/kg) e 0,2-0,4 m (10 g/kg). Por outro lado, entre os demais sistemas não houve diferença para nenhuma das camadas estudadas (Tabela 1). Esses resultados foram atribuídos ao elevado aporte de resíduos vegetais nesse sistema, ocasionando uma maior quantidade de material orgânico depositado no solo por meio da palhada (17,5 Mg/ha de matéria seca), similarmente ao que já foi observado por Lovato (2004) e Bayer (2006). Amado et al. (2001) sugere a permanência da palhada, bem como o uso de leguminosas, combinado com maior diversidade de espécies em sucessão ou rotação de culturas para aumentar de forma significativa a retenção de C no solo, com implicações importantes para o balanço destes elementos em escala regional e global e para a produção sustentável e a qualidade ambiental. Esses autores destacam ainda que, além de melhorar a qualidade do solo, a manutenção da palhada e o uso de leguminosas resultam em menor custo financeiro e energético da produção de alimentos, pela redução da necessidade de fertilizantes químicos.

Em relação aos teores de fósforo disponível, na camada de 0-0,05 m, os sistemas **CECACP** (34,3 mg/dm³) e **CCCAFC** (24,5 mg/dm³) apresentaram-se superiores ($P > 0,05$) aos demais sistemas (Tabela 1). Para a camada de 0,05-0,1 m, o sistema **CECACP** apresentou-se estatisticamente superior aos demais sistemas com 34,6 mg/dm³ (Tabela 1). Isto pode ser atribuído a pouca mobilidade do fósforo, ausência de revolvimento e a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo (Fallero, 2003).

Na camada de 0,1-0,2 m, os sistemas **CECACP**, **CCCAC** e **CCCAFP** apresentaram teores de fósforo disponível superiores ($P > 0,05$) aos demais sistemas estudados com 19,0 18,0 e 14,5 mg/dm³, respectivamente. Para a camada de 0,2-0,4 m, os sistemas **CECACP** e **CCCAC** mantiveram-se superiores ($P > 0,05$) aos demais tratamentos, com 19,7 e 17,7 mg/dm³, respectivamente. Perin et al. (2004) realizaram experimento com duas plantas de cobertura onde avaliaram as taxas de cobertura do solo, produção de matéria seca, teores e acumulação de P e K em sua parte aérea. Os resultados obtidos demonstraram que as

plantas de cobertura, além de proporcionar boa taxa de cobertura e produção de matéria seca, tiveram teores satisfatórios de P e K na sua composição.

Para os teores potássio, o sistema **CECACP** apresentou-se superior ($P>0,05$) aos demais sistemas, em todas as profundidades, obtendo maior valor na camada de 0-0,05 m ($0,9 \text{ cmol/dm}^3$). Isso provavelmente deve-se ao fato do K da palhada não se encontrar ligado com as moléculas orgânicas, permanecendo na forma iônica do tecido vegetal e não dependendo da mineralização da matéria orgânica para ser liberado, sendo transferido mais rapidamente para solução do solo (Stipp, 2008).

Em relação ao estoque de COT, o sistema **CECACP** apresentou-se superior na camada de 0-0,4 m, comparado aos demais sistemas, com 33,05 Mg/ha, seguido do sistema **CCASS**, com 14,89 Mg/ha (Figura 1). Isto se deve ao maior aporte de resíduos depositados e mantidos sobre o solo (Dieckow, 2005), o que, no caso do sistema **CECACP**, alcançou aproximadamente 17 Mg/ha de matéria seca.

CONCLUSÕES

O sistema de cultivo exclusivo de cana-de-açúcar conduzida com palhada (**CECACP**) aumenta os teores de fósforo disponível, potássio trocável e o estoque de carbono de um Argissolo Vermelho-Amarelo, do Centro-Norte do Piauí.

AGRADECIMENTOS

A Usina COMVAP Açúcar e Alcool Ltda, pela cessão da área para instalação do experimento, e à Petrobrás, pelo auxílio financeiro e pela bolsa de iniciação científica cedida a Francisco Sérgio Ribeiro dos Santos.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; VIANA, J. H. M. cultivo do milho. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção 2, 3ª edição. Sete Lagoas, Minas Gerais, 2007.
- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. Revista Brasileira Ciência do Solo, v. 25, p.189-197, 2001.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. & DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. Soil Till. Res., 86:237-245, 2006.
- BLAIR, N. Impact of cultivation and sugar-cane green trash management on carbon fractions and aggregate stability for a Chromic Luvisol in Queensland, Australia. Soil & Tillage Research, v.55, p.183-191, 2000.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZOVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; HIDALGO, E.; SILVA, J. E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. Crop Protection, v. 26, n. 3, p. 383-389, 2007.
- DIECKOW, J. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilization in Southern Brazil Acrisol managed under no- tillage for 17 years. Soil & Tillage Research. Amsterdam, v.81, n.1, p.87-95, 2005.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: 1997. 21p.
- FALLERO, R.M.; SOUSA, C. M.; C. S. W.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. Revista Brasileira Ciência do Solo, v.27, p. 1097-1104, 2003.
- LEITE, L.F.C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. Revista Brasileira Ciência do Solov. 27, p821-832, 2003.
- LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. & VEZZANI, F. Adições de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. Revista Brasileira Ciência do Solo, v, 28, p.175-187, 2004.
- MIRANDA, J. M; RIGONI, V.M; FERNANDES, C. J. Adubação verde na cultura de cana-de-açúcar. VIII Seminário UNIFENAS Rural, UNIFENAS, pag, 25, 2010.
- PERIN, A.;SANTOS, R.H.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J.G.M.; CECON, P.R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39,n.1,p.35-40, 2004.
- SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 40, n. 3, p. 271-278, 2005.
- STIPP, R. S.; PROCHNOW, L. I. Maximização da eficiência e minimização dos impactos ambientais da adubação nitrogenada. Informações Agrônomicas, n. 124, , 2008. 13p.
- VASCONCELOS, A.C.M. Desenvolvimento do sistema radicular da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual. 2002. 140p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Tabela 1. Teores de carbono orgânico total (COT), fósforo disponível (P) e potássio trocável em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes sistemas de cultivo da cana-de-açúcar no Centro-Norte Piauiense.

Sistema de cultivo	COT (g/kg)	P (mg/dm ³)	K (cmolc/dm ³)
0-0,05m			
CECACP	15,5 a	34,3 a	0,90 a
CCACFC	6,3 b	24,5 ab	0,12 b
CCACFP	6,7 b	22,9 b	0,11 b
CCACC	5,8 b	22,5 bc	0,10 b
CCASS	5,5 b	8,5 d	0,02 b
CCASG	4,2 b	12,0 cd	0,03 b
0,05-0,1m			
CECACP	16,0 a	34,6 a	0,55 a
CCACFC	5,3 b	18,0 bc	0,10 b
CCACFP	4,2 b	16,6 bc	0,11 b
CCACC	3,4 b	21,0 b	0,07 b
CCASS	5,1 b	6,3 c	0,05 b
CCASG	5,5 b	11,3 bc	0,02 b
0,1-0,2m			
CECACP	15,2 a	19,7 a	0,36 a
CCACFC	4,8 b	9,6 bc	0,07 b
CCACFP	5,2 b	14,5 ab	0,06 b
CCACC	4,6 b	18,0 a	0,06 b
CCASS	5,4 b	6,7 c	0,06 b
CCASG	5,5 b	7,4 c	0,04 b
0,2-0,4m			
CECACP	10,0 a	15,3 ab	0,34 a
CCACFC	3,6 b	9,3 c	0,07 b
CCACFP	3,4 b	13,2 bc	0,06 b
CCACC	3,8 b	17,7 a	0,06 b
CCASS	5,2 b	3,0 d	0,07 b
CCASG	5,6 b	4,8 d	0,06 b

* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CECACP- Sistema de cultivo exclusivo de cana-de-açúcar conduzida com palhada; CCCAFC- Sistema de cultivo consorciado da cana-de-açúcar com feijão-caupi; CCCAFP - Sistema de cultivo consorciado da cana-de-açúcar com feijão de porco; CCCAC - Sistema de Cultivo consorciado da cana-de-açúcar com crotalária; CCASS - Sistema de cultivo da cana-de-açúcar colhida em sucessão com soja; CCASG - Sistema de cultivo da cana-de-açúcar em sucessão com girassol.

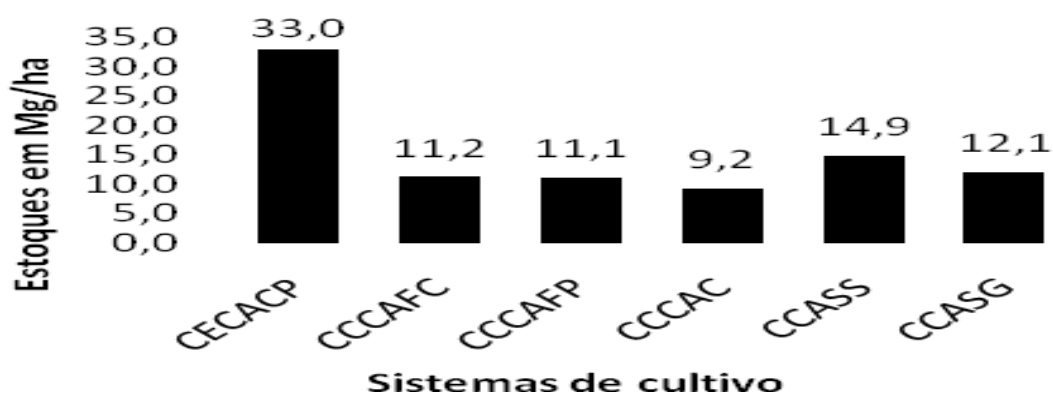


Figura 1. Estoque de carbono orgânico total (COT) em diferentes sistemas de cultivo da cana-de-açúcar na camada de 0-0,4 m. CECACP- Sistema de cultivo exclusivo de cana-de-açúcar conduzida com palhada; CCCAFC- Sistema de cultivo consorciado da cana-de-açúcar com feijão-caupi; CCCAFP - Sistema de cultivo consorciado da cana-de-açúcar com feijão de porco; CCCAC - Sistema de Cultivo consorciado da cana-de-açúcar com crotalária; CCASS - Sistema de cultivo da cana-de-açúcar colhida em sucessão com soja; CCASG - Sistema de cultivo da cana-de-açúcar em sucessão com girassol.