



Atributos eletroquímicos de um solo sob cultivo de cana sem queima⁽¹⁾.

Emanuel Sales Barbosa Costa⁽²⁾; Paul Lineker Amaral de Melo⁽³⁾; Erick Bruno Vieira Galvão⁽²⁾; Thiago Cândido dos Santos⁽²⁾; Arthur Klebson Belarmino dos Santos⁽²⁾; Tâmara Cláudia de Araújo Gomes⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Petrobrás Biocombustíveis, Embrapa, FAPEAL e Usina Coruripe.

⁽²⁾ Estudante, Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Alagoas - UFAL; ⁽³⁾ Graduado, Agrônomo, Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, Maceió, AL; ⁽⁴⁾ Pesquisador, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo/Embrapa Tabuleiros Costeiros. emanuelsales89@hotmail.com

RESUMO: Com a crescente adoção do sistema de colheita de cana sem queima no Brasil, as folhas secas, os ponteiros e as folhas verdes são cortados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura morta que tem efeitos positivos relevantes sobre a funcionalidade do solo, podendo alterar seus atributos eletroquímicos. O presente trabalho teve como objetivo quantificar o efeito da retirada da palhada em sistema de cultivo de cana sem despalha a fogo, sobre os atributos eletroquímicos de um Argissolo Amarelo distrocóeso fragipânico situado na Usina Coruripe, em Coruripe, AL. As amostras foram coletadas em um experimento implantado desde 2009 (delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições). Os tratamentos consistiram no solo sem cobertura (T1), solo com cobertura com 50% da palhada resultante da colheita sem queima (T3 - 6,35 Mg ha⁻¹ de MS) e solo com cobertura com 100% da palhada (T5 - 12,7 Mg ha⁻¹ de MS). Como testemunha, amostrou-se o solo de uma área de mata adjacente ao experimento. As amostras (camada de 0-10 cm de profundidade) tiveram determinados o pH em água e em KCl, condutividade elétrica (CE), ponto de carga zero (PCZ), superfície específica (SE), a capacidade de troca catiônica (CTC_{efetiva} e CTC_{Total}) e granulometria. Nas condições de clima e solo em que o estudo foi realizado, a permanência da palhada resultante da colheita de cana sem queima não foi capaz de alterar, em curto prazo, as propriedades eletroquímicas do solo a níveis próximos aos da mata adjacente.

Termos de indexação: Palhada, manejo de solos tropicais, cobertura do solo.

INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil ocupa grandes extensões de terra e seu processo agroindustrial resulta em alta produção de resíduos orgânicos e palhada. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, seguido por Índia e China, sendo também o maior produtor de açúcar e etanol derivados da cana-de-açúcar. A área

cultivada com cana, que foi colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2014/15 foi de 9.004,5 mil hectares, distribuídas em todos estados produtores (CONAB, 2015). Devido a razões ambientais e econômicas, a colheita manual de cana queimada tem sido progressivamente substituída pela colheita mecânica da cana com a manutenção da palhada no campo (Cerri et al., 2010), com feitos positivos relevantes sobre o solo. Revisando a literatura científica, Oliveira et al. (2014) indicam que a deposição de palhada influencia a mineralização e a humificação da MO, a fixação de P, favorece maior disponibilidade de nutrientes como o P e K, além de promover o condicionamento do solo, melhorando sua capacidade produtiva.

Neste sentido, o uso agrícola da palhada da cana pode alterar atributos eletroquímicos do solo. A maioria das reações eletroquímicas que influenciam a fertilidade do solo, e conseqüentemente, a nutrição das plantas, ocorre na superfície dos constituintes da fração orgânica e mineral. A matéria orgânica do solo é o principal componente responsável pela sorção de íons e componentes orgânicos e inorgânicos, além de servir como fonte de C orgânico e de nutrientes para os microrganismos (Alleoni et al., 2009). Dúvidas pairam, no entanto, sobre quanto da palhada resultante da colheita sem queima, deveria permanecer sobre o solo, uma vez que o seu aproveitamento para geração de etanol também é fortemente pleiteado.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar o efeito da retirada da palhada em sistema de cultivo de cana sem despalha a fogo, sobre atributos eletroquímicos de um Argissolo Amarelo distrocóeso fragipânico situado na Usina Coruripe, em Coruripe, AL.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras analisadas procederam de um estudo conduzido por três ciclos de cultivo de cana-de-açúcar (experimento “Manejo Sustentável da Palhada da Cana-de-açúcar para Otimização da Produção de Energia” – Convênio



Embrapa/Petrobrás) implantado desde 2009, na Usina Coruripe S/A (10°08'31" S e 36°18'16,3" O), localizada em Coruripe, AL. A temperatura média local é de 27°C e a precipitação pluvial média anual é de 1500 mm.

As amostras foram obtidas na profundidade de 0-10 cm em um Argissolo Amarelo distrocoeso fragipânico, a partir de tratamentos com quantidades crescentes de palhada depositada no solo, proveniente da colheita sem despalha a fogo (0, 50 e 100% da palhada produzida). Os tratamentos consistiram em: solo sem cobertura (T_1), solo com cobertura com 50% da palhada resultante da colheita sem queima (T_3 - 6,35 Mg ha⁻¹ de MS) e solo com cobertura com 100% da palhada (T_5 - 12,7 Mg ha⁻¹ de MS). Como testemunha, amostrou-se o solo de uma área de mata adjacente ao experimento. As amostras foram secas a 60°C em estufa de circulação forçada por 48 horas, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha. A caracterização química das amostras foi feita mediante a determinação do pH em H₂O e em KCl 1 mol L⁻¹ e condutividade elétrica (CE) na relação solo/líquido 1:2,5 (Embrapa, 1997); carbono orgânico (CO) e nitrogênio total por combustão a seco em analisador elementar Thermo Scientific, modelo Flash 2000; a granulometria, bases trocáveis (Ca³⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺), fósforo (P) disponível, alumínio (Al³⁺), acidez potencial (H⁺+Al³⁺), superfície específica (SE) foram determinados conforme Embrapa (1997). Com base nos resultados analíticos calcularam-se a capacidade de troca de cátions efetiva e total. A determinação do ponto de carga zero e, consequentemente, a estimativa do potencial elétrico superficial ($\Psi_0 = 59,1(\text{PCZ} - \text{pH-H}_2\text{O})$, conforme Raij (1973), foi realizada de forma exploratória, apenas em uma amostra por tratamento, composta com materiais de solo das quatro repetições disponíveis.

Os dados obtidos em cada caráter avaliado foram submetidos à análise de variância e análise de correlação de Pearson. As médias foram comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) da Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os níveis de cobertura adotados, quanto aos teores de carbono orgânico, carbono solúvel e complexo sortivo nas amostras de solo consideradas. Por outro lado, observou-se a significativa diferença daqueles para os obtidos nas amostras do solo da mata (**Tabela 1**). Apesar dos

indícios de possíveis efeitos em longo prazo, como sugerido pelas médias do carbono orgânico e do carbono solúvel em água, o intervalo de tempo do estudo e as quantidades de palhada resultantes da colheita sem fogo, não foram suficientes para imprimir alterações significativas nestes atributos durante o período avaliado (2009-2013). Canellas et al. (2010) avaliando os efeitos a longo prazo da colheita (55 anos) da cana sem queima no Estado do Rio de Janeiro, encontraram mudanças na matéria orgânica do solo que induziram a acumulação de C aromático, humina e ácido húmico, além de compostos lábeis de N, P e S.

A cobertura do solo com 50 e 100% da palhada resultante da colheita sem queima aumentou o pH do solo (em água e em KCl) em cerca de 4 décimos de unidade, cuja detecção estatística foi possibilitada pelo baixo coeficiente de variação obtido na análise (**Tabela 2**). Os valores negativos do ΔpH caracterizam o solo com de carga líquida negativa.

A CE e a CTC (efetiva e total) não foram influenciadas pela palhada, no entanto, foi observada uma grande e significativa diferença nestes atributos em relação as amostras de solo da mata. Canellas et al. (2003) observaram que a CTC efetiva e a CTC em pH 7,0 foram alteradas significativamente após 55 anos de preservação da palhada sobre a superfície do solo com aumentos 57 e de 68 %, nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente, em comparação aos valores encontrados na área de cana queimada.

Não foi observado efeito significativo da palhada sobre a superfície específica do solo (**Tabela 2**). A SE do solo de mata foi muito maior que aquelas observadas nos tratamentos com diferentes níveis de palhada. Na camada arável, a SE apresenta alta correlação com a matéria orgânica do solo (Alleoni et al., 2009), no entanto, no presente estudo, apesar dos valores de SE estarem positivamente correlacionados com os teores de C ($r = 0,81^{**}$), estes apresentaram maior correlação com os teores de argila das amostras ($r = 0,95^{**}$), evidenciando a maior presença desta fração na composição granulométrica do solo de mata (**Tabela 3**).

Embora realizado de forma exploratória, a determinação do PCZ nas amostras compostas não sugere o efeito os tratamentos considerados, embora a estimativa do potencial elétrico de superfície indique o contrário (**Tabela 2**). Tais resultados apontam para a necessidade do acompanhamento do experimento por um intervalo de tempo maior que o ora realizado, de forma a se possibilitar a detecção de efeitos em longo prazo do sistema de colheita sem queima.



CONCLUSÕES

Nas condições de clima e solo em que o estudo foi realizado, a permanência da palhada resultante da colheita de cana sem queima não é capaz de alterar, em curto prazo, as propriedades eletroquímicas do solo a níveis próximos aos da mata adjacente.

Tais resultados apontam para a necessidade do acompanhamento do experimento por um intervalo de tempo maior que o ora realizado, de forma a se possibilitar a detecção de efeitos em longo prazo do sistema de colheita sem queima.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, L.R.F.; MELLO, J.W.V.; ROCHA, W.S.D da. Eletroquímica, adsorção e troca iônica no solo. In: MELO, V.de F.; ALLEONI, L.R.F. (Eds). Química e mineralogia do solo. Viçosa, MG: SBCS, 2009. P. 69-129.

CANELLAS, L. P.; BUSATO, J. G.; DOBBS, L. B.; BALDOTTO, M. A.; RUMJANEK, V. M.; OLIVARES, F. L. Soil organic matter and nutrient pools under long-term non-burning management of sugar cane. *European journal of soil science*, 61(3), 375-383, 2010.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. D. A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27(5), 935-944, 2003.

CERRI, C. C., BERNOUX, M., MAIA, S. M. F. et al. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. *Scientia Agricola*, 67:102-116, 2010.

CONAB, **Companhia Nacional de Abastecimento, Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar**, v. 1 – Safra 2014/15, n.4 – Quarto Levantamento, Brasília, p. 1-29, abr. 2015.

OLIVEIRA, A. P.DE; LIMA, E.; DOS ANJOS, L. H.; ZONTA, E.; PEREIRA, M. G. Sistemas de colheita da cana-de-açúcar: Conhecimento atual sobre modificações em atributos de solos de tabuleiro. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.18, n.9, p.939-947, 2014.

RAIJ, B.VAN. Determinação do ponto de carga zero em solos. *Bragantia*, 32(1), 337-347, 1973.



Tabela 1. Teores de carbono orgânico (C), carbono solúvel em água (CSOL) e complexo sortivo na superfície (0-10 cm) de um Argissolo Amarelo sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar – Coruripe, AL, agosto de 2013.

TRAT	N	C	CSOL	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al
	dag kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		mmol _c dm ⁻³				
T1	0,07 b	1,03 b	62,16 b	49,00 a	1,17 a	18,75 b	7,68 b	15,63 b	0,32 b
T3	0,08 b	1,18 b	89,79 b	78,25 a	1,77 a	20,36 b	8,70 b	23,18 b	0,10 b
T5	0,09 b	1,23 b	119,11 b	48,74 a	1,78 a	21,14 b	10,34 b	22,68 b	0,20 b
MATA	0,22 a	3,35 a	226,90 a	5,53 b	2,15 a	36,78 a	18,59 a	54,74 a	1,18 a
	26,02	39,08	22,33	54,51	30,41	28,53	26,30	16,04	66,58

T1: Solo sem cobertura; T3: Solo com cobertura com 50% da palhada resultante da colheita sem queima (6,35 Mg ha⁻¹ de MS) e T5: solo com cobertura com 100% da palhada (12,7 Mg ha⁻¹ de MS). As médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores de pH em água e em KCl 1 mol L⁻¹, delta pH (Δ pH), condutividade elétrica (CE), capacidade de troca de cátions total (CTC_{tot}) e efetiva CTC_{Ef}, superfície específica (SE) e ponto de carga zero (PCZ) e potencial elétrico de superfície (Ψ_o) na camada de 0-10 cm de profundidade de um Argissolo Amarelo sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar – Coruripe, AL, agosto de 2013.

Tratamento	pH em água	pH em KCl 1 mol L ⁻¹	Δ pH	CE μ S/cm	CTC _{tot} mmolc.dm ⁻³	CTC _{Ef} mmolc.dm ⁻³	SE m ² g ⁻¹	PCZ*	Ψ_o * mV
T1	5,98 b	4,89 b	-1,09 a	55,18 b	43,53 b	28,22 b	9,71 b	2,70	193,8
T3	6,40 a	5,53 a	-0,87 b	63,80 b	54,56 b	31,48 b	12,89 b	3,50	171,4
T5	6,46 a	5,59 a	-0,86 b	68,67 b	56,47 b	33,99 b	8,12 b	2,70	222,2
MATA	5,47 c	4,61 b	-0,86 b	120,55 a	112,85 a	59,29 a	41,56 a	2,60	169,6
CV (%)	5,07	7,70	10,66	12,47	15,58	19,45	20,09	-	-

T1: Solo sem cobertura; T3: Solo com cobertura com 50% da palhada resultante da colheita sem queima (6,35 Mg ha⁻¹ de MS) e T5: solo com cobertura com 100% da palhada (12,7 Mg ha⁻¹ de MS). As médias na coluna seguidas pela mesma letra não difere m estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. *Dado não analisado estatisticamente.

Tabela 3. Composição granulométrica de amostras da camada superficial (0-10 cm) de um Argissolo Amarelo sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar – Coruripe, AL, agosto de 2013.

Tratamento	Areia	Silte	Argila
	g kg ⁻¹		
T1	874,95 a	34,87 b	90,18 b
T3	875,11 a	24,55 b	100,35 b
T5	869,11 a	5,37 b	125,51 b
MATA	559,74 b	91,05 a	349,21 a
CV (%)	4,69	66,70	16,20

T1: Solo sem cobertura; T3: Solo com cobertura com 50% da palhada resultante da colheita sem queima (6,35 Mg ha⁻¹ de MS) e T5: solo com cobertura com 100% da palhada (12,7 Mg ha⁻¹ de MS). As médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.