

MASSA SECA DE CANA-DE-AÇÚCAR E ATRIBUTOS DO SOLO EM FUNÇÃO DO USO EXTRATO HÚMICO DE CHORUME DE ATERRO SANITÁRIO COMO INSUMO AGRÍCOLA

Data de aceite: 03/07/2023

Roberto Martins Nazareth

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Fitopatologia e Biotecnologia Aplicada (PFBA/UFRRJ)

Arthur Pontes Coelho Jorge

Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ)

Irene da Silva Coelho

Professor do Departamento de Microbiologia e Imunologia Veterinária (UFRRJ)

Everaldo Zonta

Professor do Departamento de Solos (UFRRJ)

Nivaldo Schultz

Professor do Departamento de Solos (UFRRJ)

gemas em água destilada por 1 h e cultivo sem adubação; submersão das gemas em água destilada por 1 h + adubação mineral de plantio e cobertura; submersão das gemas em solução de EH 20% por 1 h + adubação mineral de plantio e cobertura; submersão das gemas em solução de EH 20% por 1 h + 100 mL solução de EH 10% aos 47 dias após o plantio (DAP), aplicado no vaso; submersão das gemas em solução de EH 20% por 1 h + uma aplicação foliar com 10 mL da solução de EH 10%, aos 47 DAP; submersão das gemas em água destilada por 1 h + uma aplicação foliar com 10 mL da solução de EH 10% aos 47 DAP + 100 mL da solução de EH 10% aos 47 DAP, aplicado no vaso. A aplicação do EH 10% no solo após a emergência dos brotos resulta no acúmulo de massa seca total da cana-de-açúcar similar à associação da submersão das gemas no EH 20% + a adubação mineral. Do ponto de vista agrônomo, não ocorrem alterações significativas nos atributos químicos do solo avaliados neste estudo, em função do uso do EH 20% e EH 10% como insumo agrícola. Conclui-se que EH apresenta potencial para ser estudado e utilizado como insumo agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum* sp., resíduos sólidos urbanos, lixo urbano.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência agrônoma de um extrato húmico (EH), resultante do tratamento de chorume de aterros sanitários no acúmulo de massa seca total de cana-de-açúcar e os teores de nutrientes no solo. O delineamento experimental foi fatorial 2 x 6 (2 solos e 6 tratamentos com fertilização). Os tratamentos foram: submersão das

DRY MASS OF SUGARCANE AND SOIL ATTRIBUTES AS A RESULT OF THE USE OF HUMIC EXTRACT OF SLURRY FROM SANITARY LANDFILLS AS AN AGRICULTURAL INPUTS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the agronomic efficiency of a humic extract (HE), resulting from the treatment of landfill leachate, on the accumulation of total dry mass of sugarcane and the levels of nutrients in the soil. The experimental design was a 2 x 6 factorial (2 soils and 6 treatments with fertilization). The treatments were: immersion of buds in distilled water for 1 h and cultivation without fertilization; submersion of the buds in distilled water for 1 h + mineral fertilizer for planting and cover; submersion of the buds in a 20% EH solution for 1 h + mineral fertilization for planting and cover; submersion of buds in 20% EH solution for 1 h + 100 mL 10% EH solution at 47 days after planting (DAP), applied in the soil; only submersion in 20% EH solution for 1 h + a foliar application with 10 mL of 10% EH solution, at 47 DAP; submersion of the buds in distilled water for 1 h + a foliar application with 10 mL of 10% EH solution at 47 DAP + 100 mL of 10% EH solution at 47 DAP, applied in the soil. The application of 10% EH in the soil after sprouting emergence results in the accumulation of total dry mass of sugarcane similar to the association of submersion of buds in 20% EH + mineral fertilization. From an agronomic point of view, there are no significant changes in the chemical attributes of the soil evaluated in this study, due to the use of EH 20% and EH 10% as an agricultural input. It is concluded that HE has the potential to be studied and used as an agricultural input.

KEYWORDS: *Saccharum* sp., urban solid waste, urban waste.

INTRODUÇÃO

A geração de lixo de todos os segmentos da sociedade, especialmente os resíduos sólidos urbanos (RSU) aumenta ano após ano em todo o planeta. Segundo dados do Banco Mundial, em 2016 foram coletados 2,01 bilhões de toneladas de RSU no mundo, com previsão de coleta de 3,40 bilhões de toneladas em 2050, aumento de 70% (KAZA et al., 2018). Segundo este mesmo levantamento do Banco Mundial as principais formas de descarte e disposição dos RSU são a reciclagem, a digestão anaeróbica, a incineração, a compostagem, o tratamento em aterros sanitários, o despejo em aterros controlados, o despejo em aterros sem controle e o descarte em lixões a céu aberto, além de outras formas de descarte não especificadas.

No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2018 foram gerados 79 milhões de toneladas de RSU; coletados 72,7 milhões de toneladas, e 6,3 milhões de toneladas não foram coletados (ABRELPE, 2018). A disposição ocorreu com 59,5% em aterros sanitários, 23% em aterros controlados e 17,5% em lixões (ABRELPE, 2018). Os dados da ABRELPE mostram que, apesar de todos os problemas que o Brasil possui com a geração e coleta de RSU, a grande maioria (59,5%) é disposto em aterros sanitários, no entanto, este cenário, aparentemente caminhando para números positivos não ameniza o grau de preocupação que os RSU

impõem às autoridades públicas e a sociedade como um todo, uma vez que, mesmo a disposição em aterros sanitários pode trazer sérios danos ambientais e de saúde pública (SALEEM et al., 2016).

Entre os diversos problemas oriundos dos aterros sanitários, a produção de chorume oriundo da decomposição dos resíduos de natureza diversa é a principal preocupação. A lixiviação ou descarte de forma inadequada podem causar a contaminação e poluição do solo e dos mananciais superficiais e subterrâneas, resultando em impactos que afetam direta e indiretamente o meio ambiente e a vida de seres humanos, animais, a fauna e a flora (SALEEM et al., 2016; KAZA et al., 2018).

Diante do cenário em que se encontra atualmente a geração e disposição dos RSU e a produção de elevados volumes de chorume nos aterros sanitários faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o uso do chorume para aplicações nas mais diversas áreas, dentre as quais destaca-se seu uso com fertilizante agrícola.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência agrônômica de um extrato húmico (EH), resultante do tratamento de chorume de aterros sanitários no acúmulo de massa seca total de cana-de-açúcar e os teores de nutrientes no solo após o cultivo em vasos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, com cultivo de cana-de-açúcar (RB867515), utilizando-nos com gemas individualizadas, em vasos preenchidos com 5 L de terra peneirada em malha de 10 mm, entre dezembro de 2021 e setembro de 2022. Antes da implantação foi realizada a caracterização química do solo, segundo Teixeira et al. (2017), apresentando os seguintes resultados: Latossolo Vermelho de 0 a 20cm de profundidade: pH em água 6,49; Ca, Mg, Al, Na, H+Al, S, T e V, 2,00, 1,20, 0,00, 0,00, 1,16, 3,35 e 4,50 cmolc dm⁻³, respectivamente. Valor V 74%, e K e P, 58 e 56 mg dm⁻³, respectivamente. Argissolo Vermelho-Amarelo de 0 a 20 cm de profundidade: pH em água 5,30; Ca, Mg, Al, Na, H+Al, S, T e V, 1,40, 0,80, 0,00, 0,45, 5,28, 2,31 e 7,59 cmolc dm⁻³, respectivamente. Valor V 30%, e K e P, 43 e 3 mg dm⁻³, respectivamente.

O delineamento experimental foi um fatorial 2 x 6 (2 solos – 1 Latossolo Vermelho e 1 Argissolo Vermelho-Amarelo, e 6 tratamentos com adubação mineral, EH e o controle). Os tratamentos foram: 0. submersão das gemas em água destilada por 1 hora e cultivo sem adubação; 1. submersão das gemas em água destilada por 1 hora + adubação mineral de plantio e cobertura; 2. submersão das gemas em solução de EH 20% por 1 hora + adubação mineral de plantio e cobertura; 3. submersão das gemas em solução de EH 20% por 1 hora + 100 mL solução de EH 10% aos 47 dias após o plantio (DAP), aplicado no solo; 4. submersão das gemas em solução de EH 20% por 1 hora + uma aplicação foliar com 10 mL da solução de EH 10%, aos 47 DAP; 5. submersão das gemas em água destilada por

1 hora + uma aplicação foliar com 10 mL da solução de EH 10% aos 47 DAP + 100 mL da solução de EH 10% aos 47 DAP, aplicado no solo.

A adubação mineral seguiu a recomendação do Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE et al., 2013), sendo em função do resultado da análise de solo aplicado no Argissolo Vermelho-Amarelo as doses equivalentes a 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 100 kg ha⁻¹ de N. No Latossolo Vermelho foram aplicadas doses equivalentes a 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 100 kg ha⁻¹ de N. O cálculo da adubação foi realizado com base no diâmetro dos vasos (0,0314 m²). O P₂O₅ e o K₂O foram aplicados no plantio e o N em cobertura aos 47 DAP, sendo incorporados no solo a aproximadamente 3 cm. Os três fertilizantes aplicados em dose única. As fontes foram superfosfato simples, cloreto de potássio e ureia.

Em setembro de 2022 foi realizada a colheita do experimento, sendo determinados separadamente a parte aérea e as raízes após lavagem das mesmas. As amostras foram secadas em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingirem peso constante após 3 pesagens consecutivas. Foram coletadas amostras de terra nos vasos para a caracterização química da mesma forma como realizado antes da implantação do experimento.

Os dados foram submetidos a análise estatística, com análise de distribuição normal, variância e teste de médias (Tukey $p < 0,05$), utilizando o pacote estatístico Sisvar versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento e acúmulo de massa seca da cana-de-açúcar foram influenciados pelos tratamentos com adubação mineral e EH, sendo verificado de maneira geral, comportamentos similares entre os tratamentos nos dois solos (Figura 1).

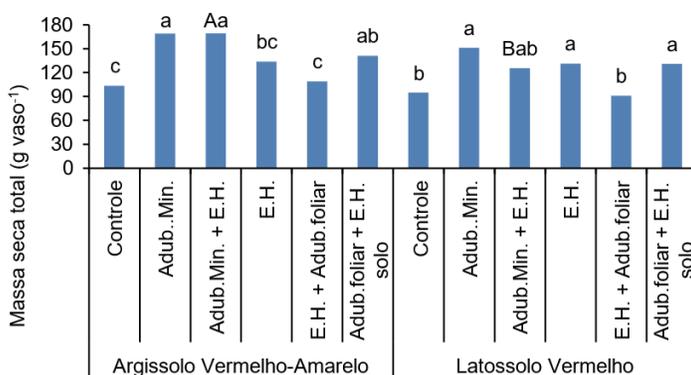


Figura 1 - Massa seca total de cana-de-açúcar cultivada em vasos, em dois solos, com adubação mineral e extrato húmico (E.H.) de chorume de aterro sanitário.

Média de 4 repetições. Teste Tukey ($p < 0,05$). Coeficiente de variação = 11,59%. Adub. Min. = adubação mineral.

No Argissolo os menores valores de massa seca total foram verificados no controle (103,21g) e no tratamento com submersão das gemas no EH 20% por 1 hora + aplicação do EH 10% via foliar aos 47 DAP (108,68g); ao passo que os maiores valores foram encontrados no tratamento com submersão das gemas em EH 20% por 1 hora + adubação mineral (169,21g) e submersão das gemas em água destilada por 1 hora + adubação mineral (168,83g). O tratamento com somente a submersão das gemas em EH 20% e o tratamento com submersão das gemas em água destilada por 1 hora + aplicação foliar com EH 10% + aplicação de EH 10% no solo aos 47 DAP apresentaram massa seca total de 133,50g e 140,68g, respectivamente.

No Latossolo os menores valores de massa seca total também foram verificados no controle (94,59g) e no tratamento com submersão das gemas no EH 20% por 1 hora + aplicação do EH 10% via foliar aos 47 DAP (90,85g); e os maiores no tratamento com submersão das gemas em água destilada por 1 hora + adubação mineral (151,03g), somente a submersão das gemas em EH 20% por 1 hora (131,26g) e o tratamento com submersão das gemas em água destilada por 1 hora + aplicação foliar com EH 10% + aplicação de EH 10% no solo aos 47 DAP (130,97g). O tratamento com submersão das gemas em EH 20% + adubação mineral apresentou massa seca total similar ao tratamento com somente a submersão das gemas em EH 20% (125,41g).

No Argissolo houve aumento de crescimento e acúmulo de massa seca de forma significativa, em relação ao controle, nos tratamentos que receberam adubação mineral independentemente da submersão em água ou EH, o que mostra uma resposta das plantas aos fertilizantes minerais. O tratamento com submersão das gemas em água destilada por 1 hora + aplicação foliar com EH 10% + aplicação de EH 10% no solo aos 47 DAP apresentou acúmulo de massa seca similar aos tratamentos que receberam a fertilização mineral e superior ao controle, o que não foi verificado para os tratamentos onde as gemas foram somente submersas em EH, sendo similares ao controle. No Latossolo houve maior similaridade no acúmulo de massa seca em todos os tratamentos onde as gemas foram submersas em EH, exceto para a submersão em EH + aplicação do EH foliar aos 47 DAP.

Os resultados evidenciam que, com exceção do tratamento com submersão das gemas em EH 20% por 1 hora + adubação foliar com EH 10%, houve efeito positivo do uso do EH no crescimento e acúmulo de massa seca das plantas. A inferioridade no acúmulo de massa seca do tratamento com submersão das gemas em EH 20% por 1 hora + adubação foliar com EH 10% e a superioridade do tratamento com submersão das gemas em água destilada por 1 hora + aplicação foliar com EH 10% + aplicação de EH 10% no solo leva a inferir que a submersão das gemas no EH por 1 hora pode ter causado algum estresse nas gemas, possivelmente de salinização, reduzindo com isso o potencial de desenvolvimento das plantas no início do crescimento da parte aérea. Nos tratamentos que receberam os fertilizantes minerais esse estresse causado na fase inicial do desenvolvimento das pode ter sido compensado pelo maior crescimento das plantas após as plantas superarem o

estresse inicial causado pela submersão das gemas no EH 20%. Estes resultados indicam ainda que a utilização do EH como fonte de nutrição e estímulo de crescimento da cana-de-açúcar depende apenas do ajuste nas doses e da não submersão das gemas no EH 20%; evidencia ainda que a aplicação no solo após o desenvolvimento inicial das plantas é a melhor opção para evitar o estresse inicial das plantas e aproveitar de forma mais eficiente o efeito positivo da nutrição e estímulo de crescimento da cana-de-açúcar pelo EH.

Os atributos químicos do solo determinados após o cultivo da cana-de-açúcar com os diferentes tratamentos apresentaram variabilidade entre os tratamentos e de maneira geral valores baixos para todos os tratamentos (Tabela 1). Os baixos teores são resultantes da extração pela cana-de-açúcar, uma vez que o ensaio foi mantido por 10 meses em vasos com apenas 5 L de solo. As maiores diferenças ocorreram em função dos teores iniciais dos dois solos, sendo observado no Latossolo teores de nutrientes e valor de pH maiores que no Argissolo (Tabela 1). Apesar das diferenças observadas para alguns elementos entre os tratamentos não é possível afirmar que são resultantes dos tratamentos, principalmente por não diferirem agronomicamente do tratamento controle.

Tabela 1: Atributos químicos e textura dos solos utilizados para o desenvolvimento dos ensaios em vasos, em casa de vegetação.

Trat	pH	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	K	P
	H ₂ Ocmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³	
Latossolo Vermelho								
0	6,25 Aa	1,15	0,50 a	0,02 B	0,00 B	1,94 B	13,68	16,10 Ab
1	6,05 Aab	1,25	0,17 b	0,02 B	0,00 B	2,31 B	16,81 A	20,55 Ab
2	6,14 Aab	1,50	0,42 ab	0,02 A	0,00 B	2,02 B	12,51	28,85 Aa
3	5,76 Ab	1,05	0,47 a	0,02 B	0,00 B	2,43 B	14,10	17,59 Ab
4	6,16 Aab	1,40	0,52 a	0,02 B	0,00 B	2,02 B	14,66	14,89 Ab
5	5,86 Aab	1,15	0,45 ab	0,02 B	0,00 B	2,43 B	14,45	15,83 Ab
Argissolo Vermelho-Amarelo								
0	5,11 Ba	1,02	0,20 c	0,04 A	0,36 Ac	7,05 Aab	13,49	2,05 B
1	4,94 Bab	1,05	0,62 a	0,04 A	0,34 Ac	6,31 Ab	12,51 B	5,24 B
2	4,60 Bb	1,17	0,30 bc	0,03 A	0,41 Abc	7,30 Aa	15,44	6,20 B
3	5,08 Bab	0,65	0,47abc	0,04 A	0,49 Aab	7,05 Aab	14,86	2,64 B
4	5,20 Ba	1,05	0,62 a	0,04 A	0,32 Ac	6,81 Aab	15,24	7,78 B
5	4,97 Bab	0,75	0,50 ab	0,04 A	0,51 Aa	7,18 Aa	13,68	3,65 B
C.V.	4,18	32,77	31,48	22,17	21,93	7,89 B	18,33	32,79

Média de 4 repetições. Letras maiúsculas comparam os valores entre os dois solos dentro de cada tratamento. Letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada solo. Teste Tukey ($p < 0,05$).
 0: controle com submersão em água; 1: submersão em água + adubação mineral; 2: submersão em extrato húmico (EH) + adubação mineral; 3: submersão em EH; 4: submersão em EH + adubação foliar com EH; 5 = submersão em água + adubação foliar com EH + aplicação de EH no solo.

CONCLUSÕES

A cana-de-açúcar responde positivamente à aplicação do EH 20% nos dois solos após a emergência dos brotos.

A associação da submersão das gemas no EH 20% + a aplicação foliar do EH 10% reduz o acúmulo de massa seca total da cana-de-açúcar.

A aplicação do EH 10% no solo após a emergência dos brotos resulta no acúmulo de massa seca total da cana-de-açúcar similar à associação da submersão das gemas no EH 20% + a adubação mineral.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à OuroNitro Efluentes e Serviços LTDA pela parceria e suporte financeiro para aquisição de insumos e bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABRELPE - **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

KAZA, S. et al. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. 2018. p. 17-38.

SALEEM, W. et al. Latest technologies of municipal solid waste management in developed and developing countries: A review. **International Journal of Advanced Science and Research**, v.1, issue 10, 2016; p.22-29.

TEIXEIRA, P.C. et al. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.