

SISTEMA RADICULAR DE CANA-DE-AÇÚCAR SUBMETIDA A DOSES DE GESSO, CALCÁRIO E VINHAÇA

CRISTIANE DE CONTI MEDINA¹
ROBERTO ARMANDO HARTMANN ROBAINA JÚNIOR¹
CARMEN SILVIA VIEIRA J. NEVES¹
OSWALDO BRINHOLI²

MEDINA, C.C.; ROBAINA JÚNIOR, R.A.H.; NEVES, C.S.V.J.; BRINHOLI, O. Sistema radicular de cana-de-açúcar submetida a doses de gesso, calcário e vinhaça. *Semina: Ci. Agrárias*, Londrina, v. 21, n. 1, p. 71-75, mar. 2000.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o sistema radicular de cana-de-açúcar, variedade IAC58-480, submetida a doses de gesso e calcário, com e sem aplicação de vinhaça, foi conduzido ensaio em Terra Roxa Estruturada distrófica. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos utilizados, foram: ensaio A: $T_1 = 1,2 t ha^{-1}$ de calcário, $T_2 = 0,6 t ha^{-1}$ de calcário + $2,4 t ha^{-1}$ de gesso, $T_3 = 9,6 t ha^{-1}$ de gesso e $T_4 =$ testemunha; todos receberam $45 m^3 ha^{-1}$ de vinhaça. No ensaio B, foram utilizados os mesmos tratamentos com exceção da vinhaça. A metodologia para avaliação das raízes foi a da parede do perfil. Os resultados mostraram que a aplicação de vinhaça melhorou o sistema radicular em superfície no ensaio A, e em profundidade, no ensaio B (sem vinhaça). As camadas superficiais tenderam à semelhança na distribuição do sistema radicular nos dois ensaios em todos os tratamentos, observando-se diferença após a profundidade de 30-50cm.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum spp*; subproduto; manejo do solo; raízes; resíduos.

1 INTRODUÇÃO

A planta de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) é do tipo tropical semiperene, que necessita de ótimas condições edafo-climáticas para seu desenvolvimento vegetativo, principalmente na absorção de potássio, o qual influencia diretamente no teor de sacarose. As tecnologias de cultivos adotadas para a cultura pelos produtores usineiros são responsáveis por modificações que ocorrem nas propriedades físicas e químicas dos solos, alterando ou mesmo comprometendo a sua capacidade produtiva. Essas técnicas empregadas ano após ano provocam modificações, que alteram a retenção e o movimento de ar e água no solo, prejudicando o desenvolvimento normal do sistema radicular da planta ou diminuindo a disponibilidade de nutrientes, e provocando processos erosivos (Corsini *et al.*, 1986).

O sistema radicular da cana-de-açúcar é parte fundamental na produção de açúcar, pois é através dele que a planta consegue suprir-se de água e nutrientes em sua quase totalidade. Quanto maior

for o sistema radicular de uma planta, maior será sua capacidade de explorar o solo e, conseqüentemente, aproveitar os nutrientes e a água disponíveis, sendo que o volume e a distribuição do sistema radicular são tanto mais importantes quanto menor for a fertilidade do solo e maior a deficiência hídrica (Korndorfer *et al.*, 1989).

Korndorfer *et al.* (1989), Inforzato & Alvarez (1957), Prado & Orlando Filho (1996) relataram que o maior volume do sistema radicular da planta de cana-de-açúcar se concentra na profundidade de 0,20 a 0,30 m iniciais do solo.

Dos efluentes líquidos da agroindústria sucroalcooleira, a vinhaça possui a maior carga poluidora, pois apresenta um a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) variando de 20000 a 35000 $mg l^{-1}$. O volume de vinhaça despejado pela destilaria é função do teor alcoólico obtido na fermentação, em uma proporção de 12 a 13 litros de vinhaça/litro de álcool produzido (Rosseto, 1987). É composta de matéria orgânica e elementos naturais, principalmente potássio e cálcio (Ferreira & Monteiro, 1986).

¹ Departamento de Agronomia - Centro de Ciências Agrárias/ Universidade Estadual de Londrina, PR. Caixa Postal 6001. CEP 86051-970 Londrina, PR.

² Departamento de Agricultura e Melhoramento Vegetal / FCA-UNESP, Botucatu, SP.

A fertilidade do solo tem influência na elevação de produção e na longevidade da lavoura de cana-de-açúcar. Quando a adubação é realizada somente com NPK, surgem sintomas de deficiência, diminuindo a longevidade do canavial. Com adição de gesso e calcário ocorre maior distribuição de bases no perfil, sendo que esta é benéfica desde que os nutrientes estejam ao alcance das raízes. Um enraizamento profundo e bem distribuído tende a absorver mais água e nutrientes (Korndorfer et al., 1989). Por este motivo, optou-se por uma avaliação do sistema radicular na 3ª soca, para que se pudesse comprovar a influência do carregamento de bases na distribuição de raízes do perfil.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o sistema radicular de plantas de cana-de-açúcar em função da aplicação de gesso e calcário, associados ou não à vinhaça.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em solo classificado como Terra Roxa Estruturada distrófica, na Fazenda Experimental Lageado, da FCA/UNESP, em Botucatu – SP, situado à latitude de 22°52', longitude 48°27' W GRW e altitude de 815 m. O clima da região é do tipo temperado chuvoso, sendo a temperatura média mais quente maior que 22 °C e a mais fria maior ou igual à 3 °C, com precipitação média anual de 1.475,9 mm e insolação média anual de 7,31 h dia⁻¹. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 4 repetições. As parcelas foram compostas por 4 linhas de 8 metros de comprimento, espaçadas entre si de 1,4 metros, sendo a área de cada uma de 44,80 m². Para as avaliações, foram consideradas somente as duas linhas centrais de cada parcela, excluídos 0,5 m de cada extremidade.

Os tratamentos, foram: T₁ = 1,2 t ha⁻¹ de calcário; T₂ = 0,6 t ha⁻¹ de calcário + 2,4 t ha⁻¹ de gesso; T₃ = 9,6 t ha⁻¹ de gesso e T₄ = testemunha. No ensaio A, os tratamentos receberam 45 m³ ha⁻¹ de vinhaça de caldo misto (Tabela 1). No ensaio B, foram utilizados os mesmos tratamentos do ensaio A, omitindo-se apenas a vinhaça.

A variedade utilizada foi a IAC58-480, sendo plantada em novembro de 1986. De acordo com os resultados das análises químicas do solo (Tabela 2), foram aplicados no sulco de plantio: 20-80-80 kg ha⁻¹, respectivamente, N-P₂O₅-K₂O. A adubação nitrogenada em cobertura, aplicada na dose de 50 kg ha⁻¹ de N, seguiu recomendação de Boaretto (1986).

Na colheita, todos os colmos da área útil foram pesados. Para avaliação das raízes foram abertas trincheiras de 1,0 de profundidade x 1,7 m de largura, nos 4 tratamentos de cada experimento, após a colheita da 3ª soca (4ª colheita). O método utilizado foi a da parede do perfil, descrito por Böhm (1979), onde, após a abertura da trincheira, uma tela com malha de 0,02 x 0,02 m foi fixada na parede do perfil e as raízes, expostas por ferramentas manuais, foram contadas através de anotações de presença ou ausência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando-se os dois ensaios, verifica-se que aquele que recebeu o subproduto obteve maior peso médio de colmos (t ha⁻¹) (Tabela 3). Fato explicado pela fertirrigação com vinhaça, que, contendo altos teores de matéria orgânica e potássio, aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes, seja pela ação direta dos componentes da matéria orgânica (agentes complexantes), seja pela ação indireta (aumento do pH, da atividade microbiana ou efeitos físicos) (Glória & Orlando Filho, 1983).

Tabela 1 – Composição química da vinhaça de caldo misto.

pH	Matéria orgânica %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O kg m ⁻³	Ca ⁺²	Mg ⁺²
3,8	4,51	0,43	0,14	2,61	1,04	0,31

Tabela 2 – Características químicas do solo utilizado no experimento.

pH	M. O. %	P mg cm ⁻³	H ⁺ +Al ⁺³	K ⁺	Ca ⁺² cmol _c dm ⁻³	Mg ⁺²	S	CTC	V %
5,3	2,9	3,6	3,1	0,31	2,9	1,6	4,8	7,9	61

Da mesma forma, resultou em maior porcentagem média de raízes de 0,0 a 0,50 m de profundidade (Tabela 4). Assim, a vinhaça, utilizada como fonte de nutrientes e matéria orgânica e, portanto, melhoradora das características físicas do solo (Ferreira & Monteiro, 1986; Camargo et al., 1983), promoveu maior enraizamento superficial, como era esperado, à exceção do tratamento T₁, que só recebeu calcário.

À exceção do tratamento T₂ do ensaio sem vinhaça (B), a maior porcentagem média de raízes nas camadas mais profundas não teve como consequência maiores produtividades.

Com o aumento da dose de gesso nos tratamentos com vinhaça, a produtividade também aumentou, indo de 98,26 t ha⁻¹ no tratamento só com calcário (T₁) a 120,97 t ha⁻¹ naquele só com gesso (T₃). O inverso ocorreu no ensaio sem vinhaça.

O tratamento T₁ do ensaio B (sem vinhaça) resultou em maior produção de colmos do que o mesmo tratamento no ensaio A (com vinhaça), respectivamente, 106,42 e 98,26 t ha⁻¹; resultado esse que pode ser atribuído ao maior enraizamento superficial. O contrário ocorreu nas camadas de 0,50

a 0,75 e 0,75 a 1,00 m, quando a maior concentração de raízes foi encontrada no ensaio com vinhaça.

O tratamento T₂, que recebeu a combinação de 2,4 t ha⁻¹ de gesso + 0,6 t ha⁻¹ de calcário + vinhaça, apresentou maior concentração de raízes nas camadas de 0,0 a 0,10; 0,10 a 0,20; e 0,20 a 0,30 m, do que o T₂ do ensaio sem vinhaça. De 0,30 até 1,00 m ocorreu o inverso: quando não foi aplicada vinhaça, as raízes concentraram-se mais nestas camadas. Entretanto, quando foi aplicada a vinhaça, o peso médio de colmos (100,87 t ha⁻¹) foi menor do que o tratamento sem vinhaça (105,29 t ha⁻¹).

Ainda que não tenham sido comparados estatisticamente, o tratamento T₃ do ensaio B (sem vinhaça) apresentou menor produção de colmos, do que o mesmo tratamento do ensaio A (com vinhaça). Porém, seu sistema radicular distribuiu-se melhor em profundidade, sendo que, nas camadas de 0,50 a 0,75 e 0,75 a 1,00 m, as porcentagens de raízes encontradas, foram: 23,72 e 18,70%, respectivamente.

Já no ensaio A (com vinhaça), esses valores foram, respectivamente, 20,46 e 13,75%, nas mesmas profundidades. Na camada superficial, este

Tabela 3 – Peso dos colmos (t ha⁻¹), média dos tratamentos e coeficiente de variação, obtidos nos ensaios com e sem aplicação de vinhaça.

Tratamentos	Ensaio A	Ensaio B
T ₁	98,26 a*	106,42 a
T ₂	100,87 a	105,29 a
T ₃	120,97 a	87,92 a
T ₄	102,01 a	96,02 a
Média	105,53	98,91
CV %	17,59	17,73

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si no nível de 5% pelo teste

Tabela 4 – Porcentagem de raízes em diferentes profundidades, para os tratamentos aplicados, nos ensaios com vinhaça (ensaio A) e sem vinhaça (ensaio B).

Tratamentos	Profundidade (m)					
	0,0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,30	0,30-0,50	0,50-0,75	0,75-1,00
Ensaio A						
T ₁	13,54	12,58	11,53	22,51	24,12	15,69
T ₂	17,36	15,04	13,10	21,30	20,89	12,30
T ₃	15,37	15,13	13,77	21,51	20,46	13,75
T ₄	14,54	13,83	12,77	22,22	21,95	14,67
Média	15,20	14,14	12,79	21,88	21,85	14,10
Ensaio B						
T ₁	17,13	15,08	13,81	23,69	19,59	10,68
T ₂	13,78	12,14	12,36	21,73	22,53	17,45
T ₃	12,37	11,86	11,96	21,37	23,72	18,70
T ₄	14,45	14,15	12,01	20,09	23,04	16,25
Média	14,43	13,31	12,53	21,72	22,22	15,77

ensaio registrou maiores valores, sendo estes 15,37 de 0,0 a 0,10 m; 15,13 de 0,10 a 0,20 m; 13,77 de 0,20 a 0,30 m; e 21,51% de 0,30 a 0,50 m. No ensaio B, nestas mesmas profundidades, estes valores foram, respectivamente, 12,37, 11,86, 11,96 e 21,37%.

Os resultados são indicativos de que o fornecimento de vinhaça, ao elevar os teores de cátions em superfície, favorece o desenvolvimento do sistema radicular mais superficialmente. Da mesma forma, a adição de maior dose de gesso (9,6 t ha⁻¹) aumenta a disponibilidade de cálcio em superfície, já que este é mais solúvel do que o calcário (CaCO₃). Assim, a quantidade de ions aplicada pode favorecer o enraizamento a uma determinada profundidade. Para Ritchey et al. (1980), o sistema radicular superficial pode vir a aumentar o estresse da planta durante os períodos secos, quando diminui a disponibilidade de água. Portanto, o maior enraizamento superficial torna a planta mais vulnerável às condições adversas (déficit hídrico). Entretanto, condiciona um maior potencial de absorção, em decorrência da maior ramificação devido à disponibilidade de nutrientes.

O T₄ do ensaio A apresentou menor concentração de raízes em subsuperfície (camadas de 0,50 a 0,75 e 0,75 a 1,00 m), quando comparado ao T₄ do ensaio B, respectivamente, 21,95 e 14,67% no A e 23,04 e

16,25% no B. Mais uma vez, o enraizamento mais profundo não determinou maiores produções. Estas, possivelmente, foram consequência da aplicação de vinhaça, já que este tratamento não recebeu calcário e gesso.

Em todos os tratamentos, a maior porcentagem de raízes foi encontrada na camada de 0,0 a 0,20 m. Inforzato & Alvarez (1957) também encontraram os mesmos resultados em Terra Roxa Legítima.

A quantidade de ions aplicada pode induzir o enraizamento a uma determinada profundidade. Da mesma forma, o condicionamento físico do solo também pode limitar o desenvolvimento do sistema radicular. Assim, em condições adversas, o rendimento pode ser prejudicado, já que o volume de solo explorado é menor.

4 CONCLUSÕES

Para as condições do ensaio, conclui-se que:

- 1) a maior concentração de raízes de cana-de-açúcar encontra-se na profundidade de 0,0 a 0,20 m.
- 2) a aplicação de vinhaça induz a um enraizamento superficial.
- 3) a gessagem deve ser sempre associada à fertirrigação com vinhaça para que se obtenha maior rendimento.

MEDINA, C.C.; ROBAINA JÚNIOR, R.A.H.; NEVES, C.S.V.J.; BRINHOLI, O. Sugar-cane rooting system submitted to dosis of gypsum, lime, and vinasses. *Semina: Ci. Agrárias*, Londrina, v. 21, n. 1, p. 71-75, mar. 2000.

ABSTRACT: *There was carried out an experiment to evaluate the sugar-cane rooting system, var. IAC 58-480, submitted to dosis of gypsum, lime, and vinasses, in "Terra Roxa Estruturada" soil. The experiment was set in a randomized block design with four treatments and four replications. The treatments were: experiment A: T₁ = 1,2 ton ha⁻¹ of lime; T₂ = 0,6 ton ha⁻¹ of lime + 2,4 ton ha⁻¹ of gypsum; T₃ = 9,6 ton ha⁻¹ of gypsum and T₄ = control; all treatments received 45 m³ ha⁻¹ of vinasses. In experiment B the same treatments were applied without vinasses. The method to evaluate the roots was the wall profile. The results showed that application of vinasses improved the rooting system in surface at experiment A, and at experiment B there was better distribution in depth. The superficial layers tended to have a rooting system similar in distribution in the both experiments in all the treatments. In layer 30-50 cm there was difference in root amount.*

KEY WORDS : *Saccharum spp; by-product; soil management; roots; residue.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOARETTO, A.E. *Análise química de terra e recomendação de calagem e adubação para as principais culturas do Estado de São Paulo*. Botucatu: FEPAP, 1986. 75p.
- BÖHM, W. *Methods of studying root systems*. Berlim: Springer – Verlag, 1979. 188p. Ecol. Studies. v. 33.
- CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S.; GERALDI, R.M. Características químicas e físicas de solo que recebeu vinhaça por longo tempo. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, Campinas, n.76, p.1-30, 1983.
- CORSINI, P.C.; MALHEIROS, E.B.; SACCHI, E. Sistemas de cultivo da cultura da cana-de-açúcar: efeitos na retenção de água e na porosidade do solo. *R. Bras. de Ci. Solo*, Campinas, v.10, p.71-74, 1986.
- FERREIRA, E.S.; MONTEIRO, A.O. Efeitos da aplicação da vinhaça nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. *Boletim Técnico Copersucar*, São Paulo, 1986.
- GLÓRIA, N.A.; ORLANDO FILHO, J. Aplicação da vinhaça como fertilizante. *Boletim Técnico Planalsucar*, v.5, n.1, p.5-38, 1983.
- INFORZATO, R.; ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar var. Co 290, em solo tipo Terra Roxa Legítima. *Bragantia*, Campinas, v.16, n.1, p.1-13, 1957.
- KORNDORFER, G.H.; PRIMAVESI, O.; DEUBER, R. Crescimento e distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo LVA. *Boletim Técnico Copersucar*, n.47, p.32-36, 1989.
- PRADO, H.; ORLANDO FILHO, J. Níveis de fertilidade do solo e a cana-de-açúcar. *STAB*, Piracicaba, v.14, n.4, p.11-12, 1996.
- RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E.; CORREA, O. Calcium leaching to increase rooting depth in a Brazilian Savannah Oxisol. *Agronomy Journal*, v. 72, n. 1, p. 40-44, 1980.
- ROSSETO, A.J. Utilização agrônômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). *Cana-de-Açúcar: cultivo e utilização*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. v.2, cap.4, p.435-447.