

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 12

ISSN 1678-1961
Junho, 2006

Distribuição das Raízes de Cana-de-Açúcar em Sistemas de Cultivo com Adubação Orgânica e *Crotalaria spectabilis*



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Silvio Crestana
Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires
Cláudia Assunção dos Santos Viegas
Ernesto Paterniani
Hélio Tollini
Membros

Diretoria Executiva da Embrapa

Silvio Crestana
Diretor-Presidente

José Geraldo Eugênio de França
Kepler Euclides Filho
Tatiana Deane de Abreu Sá
Diretores Executivos

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Edmar Ramos de Siqueira
Chefe-Geral

Alberto Teixeira Nery
Chefe-Adjunto de Administração

Edson Diogo Tavares
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Tereza Cristina de Oliveira
Chefe-Adjunto de Comunicação e Negócios

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 12

Distribuição das Raízes de Cana-de-Açúcar em Sistemas de Cultivo com Adubação Orgânica e *Crotalaria spectabilis*

Fernando Luis Dultra Cintra
Walane Maria Pereira de Mello Ivo
Laércio Vitorino da Silva
Maria de Lourdes da Silva Leal

Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br>

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Av. Beira Mar, 3250, Aracaju, SE, CEP 49025-040

Caixa Postal 44

Fone: (79) 4009-1300

Fax: (70) 4009-1369

www.cpatc.embrapa.br

E-mail sac@cpatc.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Edson Diogo Tavares

Secretária-Executiva: Maria Ester Gonçalves Moura

Membros: Emanuel Richard Carvalho Donald, José Henrique de Albuquerque Rangel, Julio Roberto Araujo de Amorim, Ronaldo Souza Resende, Joana Maria Santos Ferreira

Supervisor editorial: Maria Ester Gonçalves Moura

Normalização bibliográfica: Josete Cunha Melo

Tratamento de ilustrações: Diego Corrêa Alcântara Melo

Fotos da capa: Fernando Luis Dultra Cintra

Editoração eletrônica: Diego Corrêa Alcântara Melo

1ª edição 2006

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Cintra, Luis Fernando Dultra

Distribuição das raízes de cana-de-açúcar em sistemas de cultivo com adubação orgânica e *Crotalaria spectabilis* / Fernando Luis Dultra Cintra, Walane Maria Pereira de Mello Ivo, Laércio Vitorino da Silva, Maria de Lourdes da Silva Leal. - Aracaju, SE, 2006.

20 p. : il. color. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 12)

1. Cana-de-açúcar. I. Cintra, Fernando Luis Dultra. II. Mello Ivo, Walane Maria Pereira de. III. Silva, Laércio Vitorino da. IV. Leal, Maria de Lourdes da S. V. Título.

CDD 633.61

© Embrapa 2006

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	10
Conclusões	17
Agradecimentos	17
Referências Bibliográficas	18

Distribuição das Raízes de Cana-de-Açúcar em Sistemas de Cultivo com Adubação Orgânica e *Crotalaria spectabilis*

*Fernando Luis Dultra Cintra*¹

*Walane Maria Pereira de Mello-Ivo*¹

*Laércio Vitorino da Silva*²

*Maria de Lourdes da Silva Leal*¹

Resumo

Entre as limitações impostas pelo meio ambiente ao desenvolvimento do agronegócio da cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros destaca-se o impedimento ao aprofundamento das raízes da cana causado por adensamentos físicos, a exemplo de horizontes coesos e/ou cimentações como fragipans e duripans. Essa restrição tem como consequência a redução da capacidade das plantas para absorção de água e nutrientes e o aumento da vulnerabilidade ao estresse hídrico. As alternativas mecânicas para solução desse problema, a exemplo da subsolagem, são discutíveis pela temporalidade dos seus efeitos, no entanto, quando associadas à práticas biológicas, como adubações orgânicas e leguminosas, tais efeitos tendem a ser potencializados tornando-se consistentes e duradouros. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de práticas biológicas (composto orgânico aplicado no fundo do sulco de plantio e *Crotalaria spectabilis* plantada no período da renovação do canavial) no aprofundamento do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo de tabuleiro. O experimento foi conduzido em parceria com a S/A Usina Coruripe Açúcar e Álcool em propriedade localizada no município de Coruripe, AL. Avaliou-se a distribuição das raízes em profundidade aplicando-se o programa SIARCS a partir de fotos digitais feitas em trincheiras de 1 m x 0,80 m e subdivididas em quadriculas de 0,2 m x 0,2 m. A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que o sistema cana-de-açúcar em rotação com *Crotalaria spectabilis* na renovação do canavial contribuiu para o aprofundamento das raízes da cana tendo como causa provável a melhoria do ambiente radicular promovida pelas raízes dessa leguminosa.

Termos para indexação: sistema radicular, leguminosa, tabuleiros costeiros, coesão do solo.

¹ Pesquisadores, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE, e-mail: fcintra@cpatc.embrapa.br, nogueira@cpatc.embrapa.br, walane@cpatc.embrapa.br, lurdirinha@cpatc.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, Coordenador de Fertilização/Fitossanidade da Usina Coruripe, Fazenda Triunfo, s/n, zona rural, CEP 57230-000, Coruripe, Al. Fone: (82)3217-2977, Fax (82) 3217-2871, e-mail laércio.silva@usinacoruripe.com.br

Sugarcane Root Distribution in Crop Systems Under Organic Fertilizer and *Crotalaria spectabilis*

Abstract

A barrier to sugarcane root penetration, caused by physical aggregation, as an example of gathered horizons and/or hardness with "fragipans" and "duripans" in soils of the coastal tablelands is detached among the constraints imposed by the environment to the sugarcane agribusiness in this region. This constraint reduces plant capacity to absorb water and nutrients, and increases its vulnerability to water stress. Mechanical alternatives to solve this problem, such as the soil scarification are inefficient due the shortness of its effects, however, when associated to biological practices, such as organic fertilizer and legume crops, those effects can be increased, becoming consistent and long time effective. The aiming of this study was to evaluate the effects of biological practices (organic composts applied in the bottom of the planting plough and *Crotalaria spectabilis* cultivated at sugarcane crop shifting) over the deepening of sugarcane root system in a coastal tableland soil. The trial was carried out in a joint venture between Embrapa and S/A Coruripe Sugar and Alcohol Mill in a farm located at Coruripe county. Root distribution in soil profile was evaluated by SIARCS program from digital photos taken in trenches of 1 m x 0,80 m split into squares of 0,2 m x 0,2 m. From the obtained result it was concluded that the rotational crop system sugarcane/*C. spectabilis* contributed for the sugarcane root deepness having as a probable motive the improvement of the root environment promoted by the legume roots.

Key words: root system, legume plant, coastal tableland, soil aggregation.

Introdução

O agronegócio brasileiro de cana-de-açúcar vem se tornando cada vez mais competitivo e com elevada taxa de crescimento em todo o País, consolidando o Brasil como um dos mais importantes produtores mundiais dessa cultura. No Nordeste, o estado de Alagoas apresenta-se como grande produtor de açúcar e álcool, encontrando-se nesse Estado algumas das mais eficientes unidades industriais do setor na região (LIMA, 1997).

A maioria dos solos cultivados com essa cultura no Nordeste do Brasil localiza-se na Unidade de Paisagem dos Tabuleiros Costeiros que tem como uma das principais características a presença de horizontes coesos situados, em geral, entre 30 e 60 cm de profundidade (JACOMINE, 2001). Esses horizontes respondem pela formação de períodos alternados de ressecamento e encharcamento nos solos criando um ambiente inadequado para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas em geral (CINTRA, 1997), e da cana-de-açúcar em particular, por ser uma espécie que necessita de, no mínimo, 10% de ar para sua sobrevivência, sem o que, estará comprometida a absorção de nutrientes essenciais e, conseqüentemente, todo o seu desenvolvimento (FARONI, 2004).

Sendo a cana-de-açúcar uma cultura semi-perene, com ciclo de 5 a 7 anos, o desenvolvimento radicular em maior profundidade é fundamental para acréscimo de produtividade em solos pouco férteis e com baixa retenção de umidade (DEMATTÊ, 2005). Esse autor ressalta que uma das limitações dos solos na região tropical úmida é a baixa fertilidade em profundidade que se reflete em menor volume de solo explorado pelas raízes. Da mesma forma, Mello-Ivo (1999), destaca a necessidade de aprofundamento do sistema radicular da cana nos solos dos tabuleiros costeiros, enfatizando a importância do estudo de raízes como índice para identificação de práticas culturais e de preparo do solo mais adequadas.

Vários trabalhos têm reforçado a tese de que a configuração do sistema radicular das espécies cultivadas é determinada pela conjunção de fatores do sistema solo/planta/atmosfera. Em solos profundos e com alta demanda atmosférica, as raízes tendem a aprofundar-se mas, se a demanda for baixa, um menor volume de solo

explorado será suficiente. Se, no entanto, houver impedimento físico, a eficiência das raízes para absorção de água e nutrientes sobrepuja a importância do volume total do sistema radicular (PEREIRA et al., 1997). Evensen e outros (1997), estudando a distribuição de raízes de duas cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento, encontraram que o sistema radicular ficou restrito aos primeiros 46 cm do solo e associaram este padrão de distribuição das raízes ao sistema de irrigação por gotejamento e fertirrigação. Ao promover um suprimento adequado de água e nutrientes para a cana na superfície do solo, o método de irrigação contribuiu para reduzir a necessidade da planta para produção de um sistema radicular extenso.

Uma das alternativas utilizadas para aumentar a profundidade efetiva dos solos dos tabuleiros com horizontes coesos tem sido o uso de práticas mecânicas (subsolagem), práticas biológicas (leguminosas e/ou adubação orgânica) ou a associação das duas práticas que, em geral, tem se mostrado mais efetiva. Segundo Barreto e Fernandes (2001), os solos dos tabuleiros costeiros, pelas suas características intrínsecas e de uso, seriam bastante beneficiados pela inclusão da adubação verde como prática de cultivo. Ressaltam ainda que a adubação verde além de ser uma das práticas mais eficientes e das mais viáveis do ponto de vista prático, tem grande repercussão na manutenção e melhoria das características físicas, químicas e biológicas.

A *Crotalaria spectabilis* tem sido bastante utilizada como adubo verde em sistemas consorciados ou rotação com várias culturas. De acordo com Calegari e outros (1993), esta é uma leguminosa anual de crescimento lento, possui raiz pivotante profunda capaz de romper camadas compactadas e, além disso, é considerada bastante efetiva no impedimento da multiplicação de populações de nematóides. Segundo Carvalho e outros (2003), a baixa velocidade inicial de crescimento e porte baixo desta espécie lhe propicia maior densidade de plantas por área. Este fato contribuiu para escolha dessa espécie para uso na Usina Coruripe, pois permite o uso de semeio com aeronave agrícola, fundamental para o plantio de grandes áreas em curto espaço de tempo.

Esse estudo teve por objetivo avaliar o efeito de práticas biológicas (composto orgânico aplicado no fundo do sulco de plantio e *Crotalaria spectabilis* plantada no período da renovação do canavial), no aprofundamento do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo de tabuleiro costeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido na fazenda da S/A Usina Coruripe de Açúcar e Álcool, localizada no município de Coruripe, AL, situado na meso-região da Mata Atlântica Alagoana e na micro-região dos Tabuleiros Costeiros de São Miguel dos Campos. A temperatura média anual da região situa-se ao redor de 24,4 °C e o índice pluviométrico em torno de 1.400 mm.

Para realização do estudo foram selecionadas duas áreas cultivadas com cana-de-açúcar em Argissolo Amarelo Distrófico com fragipan textura arenosa/argilosa. Em uma delas foi aplicada elevada dose de adubação orgânica, utilizando 20 toneladas por hectare de composto orgânico no fundo do sulco de plantio (CM), e na outra, o plantio da cana foi feito em área anteriormente cultivada com *Crotalaria spectabilis* na renovação do canavial (CC). O semeio da crotalária foi feito com a utilização de aeronave na dosagem de 18,85 kg por hectare. A adubação química, correção do solo, aplicação de herbicida e o uso de subsolagem com profundidade de corte entre 50 e 60 cm, foram práticas comuns nas duas áreas sendo que no tratamento CM foi utilizada gradagem para destruição da soqueira enquanto que no tratamento CC o plantio da cana foi feito em sulcamento direto, sem incorporação ou roçagem da crotalária.

Em cada uma das áreas foram abertas cinco trincheiras com dimensões de 1m x 0,8m, em locais escolhidos aleatoriamente, e orientadas de modo que a parede da trincheira a ser analisada se posicionasse no sentido horizontal às linhas de plantio. Foi medido o comprimento das raízes da cana-de-açúcar no intervalo de 0 a 80 cm de profundidade, o qual foi subdividido em dezesseis extratos iguais de 5 cm.

Para avaliação do comprimento das raízes utilizou-se a técnica de processamento e análise de imagens digitais das raízes fotografadas em quadricula de 20 cm x 20 cm dispostas sobre a parede das trincheiras. O preparo da parede consistiu de escarificação com rolo de prego, limpeza e pintura das raízes com tinta spray branca (CINTRA; NEVES, 1996), seguida do retoque de cada raiz com esmalte sintético, também branco. Para tratamento das imagens foi utilizado o programa SIARCS, versão 3.0 (Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura de Solo), desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária (CRUVINEL et

al., 1996). Nas mesmas trincheiras onde as raízes foram fotografadas coletou-se amostras inalteradas para determinação da densidade do solo, macro, micro e porosidade total, em intervalos de 12 cm, até a profundidade de 48 cm. As análises foram feitas no laboratório de Física do Solo da Embrapa Tabuleiros Costeiros segundo metodologia descrita no Manual de Métodos da Embrapa (EMBRAPA, 1997).

Os dados de comprimento das raízes foram submetidos à análise de variância, adotando-se o modelo experimental inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas, considerando-se as profundidades como subparcelas de cada repetição dos tratamentos. Em virtude da alta variabilidade dos dados, esses foram previamente transformados para $y = \log(x + 10)$, para posterior análise.

Resultados e Discussão

O teste F da análise de variância aplicado aos dados transformados, mostrou não haver efeito significativo de tratamentos entre os comprimentos médios das raízes de cana-de-açúcar na área com adubação orgânica (CM) e na área em que a cana sucedeu a *Crotalaria spectabilis* na renovação do canavial (CC). O mesmo teste, no entanto, mostrou serem significativos, ao nível de 1% de probabilidade, os efeitos de profundidade e da interação tratamento versus profundidade, objetos deste estudo.

Na análise do desdobramento dos efeitos de tratamentos dentro de cada nível de profundidade (Tabela 1), verificou-se que os tratamentos foram significativos ao nível de 5% de probabilidade nas camadas de 25 a 30 cm, 45 a 50 cm, 50 a 55 cm e 55 a 60 cm. Na camada 25 a 30 cm o comprimento das raízes da cana onde foi utilizada adubação orgânica, foi superior ao tratamento com crotalária, enquanto que, nas três últimas camadas (que somadas correspondem ao intervalo de profundidade de 45 a 60cm), observou-se efeito inverso, ou seja, o comprimento das raízes de cana-de-açúcar após o cultivo de *Crotalaria spectabilis* foi significativamente superior ao tratamento com adubação orgânica.

Esses resultados permitem a interpretação de que a melhoria do ambiente radicular proporcionado pela adubação orgânica restringiu-se apenas à camada superior do solo, primeiros 30 cm, enquanto que no tratamento com crotalária, as raízes desse adubo verde contribuíram para melhorar o ambiente radicular, também em profundidade. O maior aprofundamento das raízes da cana-de-açúcar

nesse tratamento deve ter como efeitos positivos, a redução da vulnerabilidade dessa cultura a estresses de umidade e a melhoria na sua capacidade de explorar um maior volume de solo em água e nutrientes. Essas pressuposições estão de acordo com as observações de Calegari e outros (1993), quando afirmam que os benefícios da prática de adubação verde não se restringem apenas à melhoria do balanço de nitrogênio no solo, mas também, ao aprofundamento de suas raízes que, ao se decomporem, favorecem as culturas subseqüentes permitindo a extensão dos seus sistemas radiculares pelos canais produzidos.

Tabela 1. Comparações entre médias de comprimento de raízes de cana-de-açúcar (cm de raízes por 0,05 m² de área da quadrícula), obtidas de dados transformados para $y = \log(x + 10)$, dos tratamentos CC e CM, dentro de cada profundidade, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (DMS = 0,2378).

Camadas de solos no sentido da profundidade (cm)	Tratamentos	
	Cana em sucessão a crotalária	Cana após plantio com adubação orgânica
0 a 5	1,72 a	1,66 a
5 a 10	1,96 a	1,88 a
10 a 15	1,98 a	2,05 a
15 a 20	2,00 a	2,12 a
20 a 25	1,85 a	2,07 a
25 a 30	1,68 b	2,00 a
30 a 35	1,56 a	1,74 a
35 a 40	1,56 a	1,53 a
40 a 45	1,57 a	1,39 a
45 a 50	1,69 a	1,41 b
50 a 55	1,74 a	1,43 b
55 a 60	1,68 a	1,38 b
60 a 65	1,57 a	1,37 a
65 a 70	1,53 a	1,35 a
70 a 75	1,37 a	1,46 a
75 a 80	1,34 a	1,26 a

Os resultados apresentados na Figura 1, evidenciam as diferenças entre os tratamentos CC e CM quanto a distribuição em profundidade das raízes da cana-de-açúcar podendo-se notar redução no comprimento das raízes, em ambos tratamentos, entre 30 e 40 cm de profundidade. Acima dessa camada, observa-se melhor desempenho do tratamento adubação orgânica o qual deve estar relacionado à melhoria do ambiente radicular proporcionado pela matéria orgânica adicionada ao solo. Abaixo desse limite, observa-se superioridade do tratamento com crotalária devido, provavelmente, ao aprofundamento do seu sistema radicular e alteração da estrutura das camadas inferiores do solo.

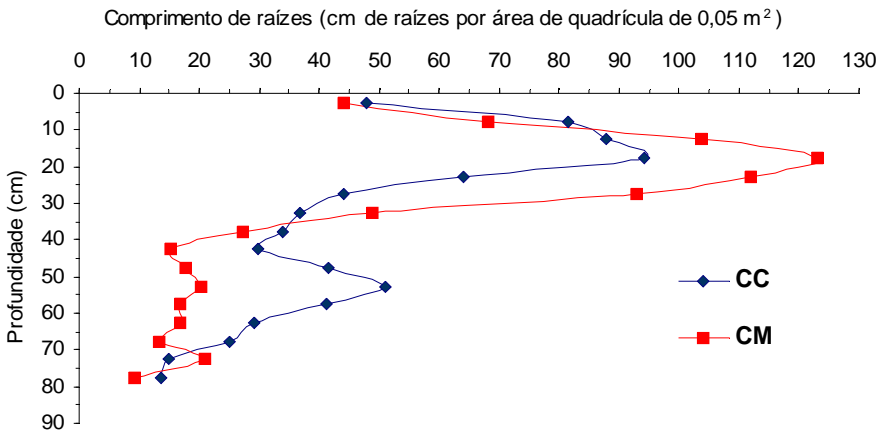


Fig. 1. Distribuição em profundidade do sistema radicular de cana-de-açúcar nos tratamentos com *Crotalaria spectabilis* (CC) e adubação orgânica (CM).

Na Tabela 2, onde estão relacionados os atributos físicos analisados, verifica-se que os valores de densidade do solo no tratamento com adubação orgânica são altos desde a superfície e, aparentemente, não interferiram no aprofundamento das raízes, possivelmente pelo efeito da matéria orgânica na alteração da estrutura da camada superficial do solo. Este fato indica que a redução no aprofundamento do sistema radicular abaixo de 30 cm (Figura 1), onde a matéria orgânica não tem mais efeito, deve estar relacionada às condições pouco favoráveis de umidade e fertilidade do solo nas camadas mais inferiores e não aos valores de densidade ou de porosidade.

No tratamento com adubo verde, no entanto, observa-se um salto nos valores de densidade que passou de 1,50 g kg⁻¹ entre 12 e 24 cm, para 1,67 g kg⁻¹, entre 24 e 36 cm. Este aumento brusco na densidade é perceptível na curva de aprofundamento das raízes (Figura 1) e deve ter sido responsável pelo baixo comprimento das raízes da cana-de-açúcar nessa última faixa de profundidade. É provável que a melhoria físico/hídrica, química e biológica do ambiente radicular proporcionada pela crotalaria cultivada anteriormente, seja responsável pela tendência de crescimento das raízes da cana de açúcar observada abaixo desse limite.

Tabela 2. Porosidade total, macro e microporosidade (%) e densidade do solo (g kg⁻¹) em áreas de cultivo de cana-de-açúcar com composto orgânico e *Crotalaria spectabilis*. Coruripe, AL.

Profundidade (cm)	Adubação Orgânica				<i>Crotalaria spectabilis</i>			
	Macro	Micro	Porosidade Total	Densidade do solo	Macro	Micro	Porosidade Total	Densidade do solo
0 a 12	24.49	17.77	42.27	1.59	24.03	24.40	48.43	1.44
12 a 24	25.74	16.81	42.55	1.68	21.42	24.65	46.08	1.50
24 a 36	28.10	16.12	44.23	1.65	19.20	24.09	43.29	1.67
36 a 48	21.91	15.97	37.88	1.63	17.00	26.68	43.68	1.55

Em trabalho conduzido por Barreto e Fernandes (2001), com o objetivo de comparar a quantidade de nutrientes na parte aérea de 10 espécies leguminosas em Argissolo dos tabuleiros costeiros de Sergipe, foi observado elevado teor de cálcio na matéria seca da parte aérea de *Crotalaria spectabilis* (80,4 kg ha⁻¹), muito superior ao dos outros materiais testados, à exceção da *Canavalia ensiformis*. Da mesma forma, visando identificar espécies vegetais quanto ao poder relativo de penetração de raízes (PRPR) em solos coesos dos tabuleiros costeiros, Carvalho e outros (2002) concluíram que a *Crotalaria spectabilis* foi uma das leguminosas que apresentaram os melhores resultados em PRPR. Esse desempenho demonstra, segundo os autores, grande habilidade dessa espécie em explorar maior volume de solo em profundidade em virtude dos “bioporos”

formados que contribuem para aumentar o movimento de água no solo e a difusão de gases.

Esses resultados permitem supor que a *Crotalaria spectabilis* apresenta grande potencial para melhoria do ambiente radicular em profundidade, não só pela capacidade de aprofundamento das raízes e melhoramento físico do solo, como também, pela possibilidade de melhoria dos níveis de cálcio nutriente neste, que tem relação direta com o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Na Figura 2 está apresentada esquematicamente a distribuição do sistema radicular de cana-de-açúcar por camadas de 10 cm até a profundidade de 80 cm, nos tratamentos com adubação orgânica, à esquerda, e após utilização *Crotalaria spectabilis* na renovação do canavial (CC), à direita. Confirma-se nessa Figura a tendência de superficialização das raízes da cana no tratamento com adubação orgânica em contraposição ao tratamento com crotalária. Do total de raízes medidas, pode-se verificar, que no tratamento CM, 83% localizaram-se nos primeiros 40 cm com percentual de 46% entre 0 e 20 cm, enquanto que, no tratamento CC, 66 % das raízes localizaram-se entre 0 e 40 cm e 41% entre 0 e 20 cm. Abaixo de 40 cm de profundidade o percentual de raízes no tratamento com adubo verde (34%) foi o dobro da observado no tratamento com adubação orgânica (17%).

Ao comparar a profundidade do sistema radicular de diversas culturas Demattê (2005) ressalta que o padrão normal da distribuição das raízes da cana-de-açúcar é aquele em que o sistema radicular localiza-se nos primeiros 20 cm do solo e que a utilização de cálcio, via fornecimento de gesso, promoveu melhor distribuição das raízes de cana, com percentuais de 36%, 36,7% e 19% nas camadas de solo de 0 a 26 cm, 26 a 75 cm e 100 a 150 cm, respectivamente. Da mesma forma, em trabalho com o objetivo de identificar as raízes de cana-de-açúcar metabolicamente ativas, em camadas do solo de 20 cm até a profundidade de 80 cm, Faroni (2004) concluiu que a distribuição das raízes vivas, em relação ao total do sistema radicular de cada camada de solo, foi proporcionalmente maior nas camadas mais profundas do solo.

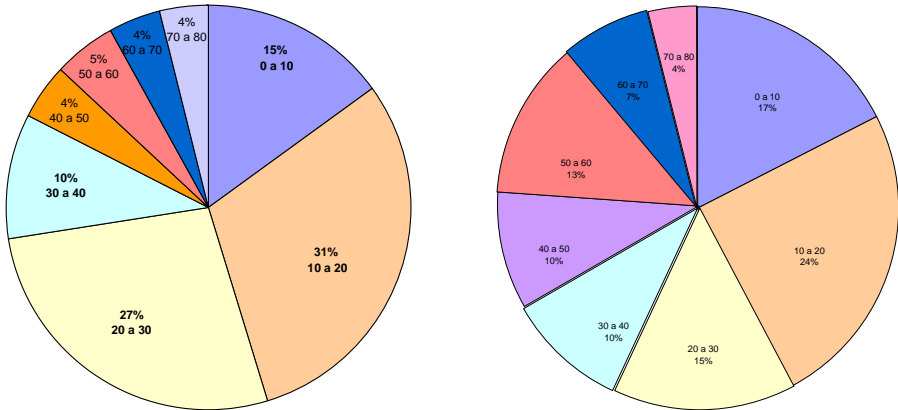


Fig. 2. Distribuição do sistema radicular de cana-de-açúcar por camada de 10 cm até a profundidade de 80 cm nos tratamentos com adubação orgânica (esquerda) e após utilização de *Crotalaria spectabilis* na renovação do canavial (direita).

Na Figura 3, onde estão apresentados os perfis dos solos estudados, é possível constatar o maior comprimento total das raízes no tratamento CC em contraposição ao CM, a baixa concentração das raízes a 30 cm da superfície, onde presumivelmente está localizada a camada coesa e a tendência de aprofundamento do sistema radicular da cana-de-açúcar no tratamento com crotalária. A grande contribuição dessa Figura, no entanto, é a possibilidade de se detectar diferenças sensíveis entre os solos estudados. Enquanto no perfil do tratamento CC (lado esquerdo), observa-se a presença de horizonte com fragipã ao redor de 80 cm, no perfil do tratamento CM (lado direito), não há qualquer vestígio de horizonte cimentado nessa profundidade.

É provável que a presença desse horizonte, nessa profundidade, tenha atuado como barreira às perdas de água por drenagem interna permitindo a manutenção de níveis adequados de umidade na zona de maior concentração de raízes. Essa condição deve ter contribuído, junto com a melhoria proporcionada pelo uso da crotalária na renovação do canavial, para a maior expansão do sistema radicular da cana-de-açúcar, observada na Figura 3. Estudos pedológicos recentes desenvolvidos em áreas das agroindústrias do setor canavieiro dos Estados de

Sergipe, Alagoas e Pernambuco, citados por Araújo Filho (2003), têm mostrado que os fragipãs e duripãs ocupam extensas áreas nos solos de tabuleiros e que esses horizontes impõem restrições à drenagem e ao movimento e armazenamento de água no solo.

Com base nessas observações, pode-se pressupor que a conjunção dos fatores benéficos associados à adubação verde mais a melhoria no regime de umidade patrocinada pela posição do fragipã no perfil do solo, tenham potencializado o efeito da crotalária sobre o desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar o qual distribui-se mais uniformemente e em maior profundidade no solo quando comparado ao tratamento com adubação orgânica.

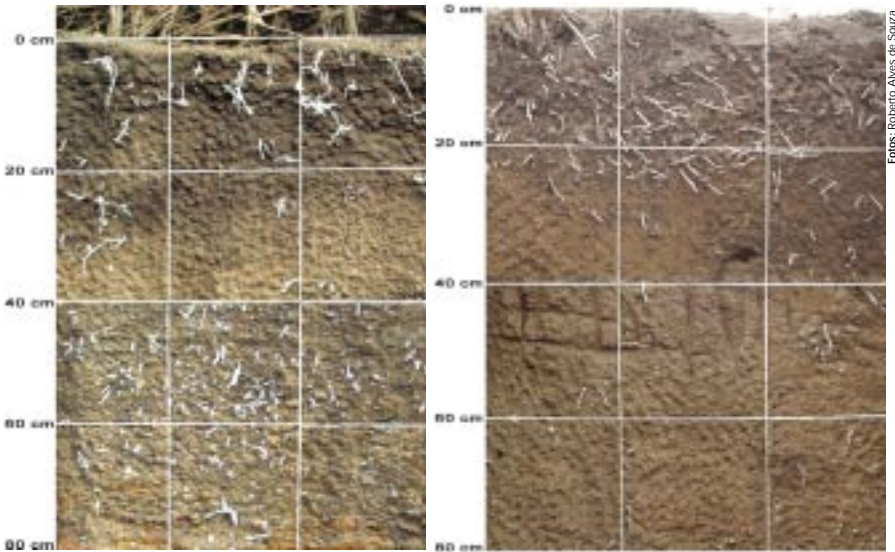


Fig. 3. Perfis de solo e configuração do sistema radicular da cana-de-açúcar nos tratamentos com crotalária CC (esquerda) e com adubação orgânica CM (direita).

Conclusões

A partir dos resultados obtidos e, considerando as características da área onde a experimentação foi realizada, é possível concluir que:

1. A utilização de adubação verde com *Crotalaria spectabilis* durante a renovação do canavial contribuiu para o aprofundamento do sistema radicular da cana-de-açúcar, atuando na melhoria do ambiente radicular em profundidade.
2. A melhoria do ambiente radicular criado pela adubação orgânica restringiu-se apenas à camada superior do solo (primeiros 30 cm).

Agradecimentos

Agradecimentos especiais a Empresa S/A Usina Coruripe de Açúcar e Álcool, pelo profissionalismo e gentileza com que tratou o grupo de trabalho durante o período em que o mesmo permaneceu na Fazenda da Empresa em Coruripe, para realização da pesquisa.

Aos Assistentes de Pesquisa da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Roberto Alves de Souza e José Carlos Santos e aos estagiários Tiago de Souza Neto Silva e Sara Batista Santana pela dedicação durante a realização dos trabalhos.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO FILHO, J. C. de. **Horizontes cimentados em argissolos e espodosolos dos tabuleiros costeiros e em neossolos regolíticos e planossolos da depressão sertaneja no Nordeste do Brasil**. 2003. 223 f. Tese (Doutorado)- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. **Recomendações técnicas para uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001, 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 19)

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A ;WILDNER, L. do P.; COSTA, M. B. da. ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CARVALHO, S. R. L. de; REZENDE, J. O.; FERNANDES, J. C.: PEREIRA, A. P. Identificação, caracterização e cinética de crescimento de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes (PRPR), em solo coeso dos tabuleiros costeiros do Recôncavo Baiano. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 15, n. 2, jul./dez., p. 2003.

CARVALHO, S. R. L. de; REZENDE, J. O.; FERNANDES, J. C.; PEREIRA, A, P. Caracterização e avaliação de leguminosas e gramíneas com alto poder relativo de penetração de raízes em solo coeso dos tabuleiros costeiros do recôncavo baiano - ETAPA I. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 14, n. 1, jan./jun., 2002.

CINTRA, F. L.,D.; NEVES, C. S. V. J. Aspectos metodológicos do estudo do sistema radicular de plantas perenes através de imagens. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, n. 3, p. 91-94, 1996.

CINTRA,,F. L. D. **Disponibilidade de água no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro**. 1997. 90 f. Tese (Doutorado)- Escola

Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CRUVINEL, P.,E.; CRESTANA, S.; JORGE, L.,A.,C. de. Métodos e aplicações do processamento de imagens digitais. In: CRESTANA, S.; CRUVINEL, P.,E.; MASCARENHAS, S.; BISCEGLI, C.,I.; MARTIN NETO, L; COLNAGO, L.,A. (Ed.) **Instrumentação agropecuária; contribuições no limiar do novo século**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1996. cap. 3.

DEMETTÊ, J.,L. I. Recuperação de manutenção da fertilidade dos solo. Piracicaba, POTAFOS, **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP, n. 111, p.1-24, 2005. (Encarte Técnico).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, SNLCS, 1997. 212 p.

EVENSEN, C. I.; MUCHOW, R. C.; EL-SWAIFY, S. A.; OSGOOD, R. V. Yield accumulation in Irrigated Sugarcane: I. Effect of crop age and cultivar. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, p. 638-646, 1997.

FARONI, C. E. **Sistema radicular de cana-de-açúcar e identificação de raízes metabolicamente ativas**. 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

IVO, W. M. P. de M. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo de tabuleiros costeiro. In: FERNANDES, M. F.; TAVARES, E. D.; LEAL, M. de L. da S. **Workshop sobre sistema radicular: metodologias e estudos de casos, Anais....** Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1999. p.101-138.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos do Brasil. In: CINTRA, F. L. D; ANJOS, J. L. dos; IVO, W. M. P. de M. **Workshop Coesão em Solos dos Tabuleiros Costeiros Anais....** Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p.161-168.

LIMA, J. P. R. O setor sucro-alcooleiro do Nordeste: evolução recente e a reestruturação possível. In: Ivo, W. M. P. de M.; SILVA, A. . G. da; MOTA, D. M. da; FERNANDES, M. F. **Workshop sobre avaliação e manejo dos recursos naturais em área de exploração da cana-de-açúcar, 1997, Aracaju. Palestras...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 1997. p. 9-32.

PEREIRA, A. R.;, VILLA NOVA, N. A; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração.** São Paulo: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: FEALQ, São Paulo, 1997. 183 p.

Embrapa

Tabuleiros Costeiros