

DINÂMICA DE NUTRIENTES EM CANA-DE-AÇÚCAR.

III. CONTEÚDO DE NUTRIENTES E DISTRIBUIÇÃO RADICULAR NO SOLO¹

EVERARDO V.S.B. SAMPAIO, IGNÁCIO H. SALCEDO² e FRANCISCO J.A. CAVALCANTI³

RESUMO - Determinaram-se a matéria seca e os teores de macro e micronutrientes do sistema radicular de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) num experimento sem e com aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de N, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, textura arenosa, na Unidade de Execução de Pesquisa (UEP) de Itapirema (Goiana, PE). Após 3, 6, 11 e 16 meses do plantio foram recolhidas, por peneiramento, todas as raízes, colmos subterrâneos e rebolos de um volume de 1 m³ de solo, em triplicata, tendo 0,8 m de comprimento ao longo do sulco, 1 m de profundidade (subdividido de 0,2 m em 0,2 m) e 1,25 m de largura. Somente houve diferenças entre tratamentos com e sem N com relação às massas de raízes aos seis e dezesseis meses de idade. A matéria seca atingiu um máximo de 6,5 t.ha⁻¹ aos onze meses, sendo que 30% - 40% correspondiam a raízes. Toda a massa de colmos e rebolos e 75% da massa de raízes concentravam-se nos 0,2 m superficiais. As quantidades de nutrientes contidas na parte subterrânea foram pequenas em relação à parte aérea, atingindo aproximadamente 22, 2, 9, 6 e 4 kg.ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg e 80, 50 e 30 g.ha⁻¹ de Zn, Mn e Cu, respectivamente.

Termos para indexação: peso de raízes, profundidade do solo, adubação nitrogenada.

NUTRIENT CYCLING IN SUGARCANE.

III. NUTRIENT CONTENTS AND ROOT DISTRIBUTION IN THE SOIL

ABSTRACT - Sugarcane root biomass and its nutrient content were measured in a field experiment with two nitrogen treatments (no nitrogen, and 60 kg.ha⁻¹ of N) on a sandy Red-Yellow Podzolic soil at the Unidade de Execução de Pesquisa (EUP) at Itapirema (Goiana, PE, Brazil). Roots, underground stems and seed cuttings were collected separately 3, 6, 11 and 16 months after planting by sieving 1 m³ of soil, in triplicate, being 0,8 m along the furrow, 1 m deep (subdivided each 0,2 m) and 1,25 m wide. The only significant differences between N treatments occurred in relation to the root weights at the 6 and 16 month samplings. Total underground weight reached a maximum of 6,5 t.ha⁻¹ at the eleven month sampling, 30% - 40% of it corresponding to root weight. All the stems and seed cuttings plus 75% of the total root mass were found in the 0 cm - 20 cm layer. The amounts of nutrients in the underground parts were small compared to those of the aboveground parts, reaching a maximum of 22, 2, 9, 6 and 4 kg.ha⁻¹ of N, P, K, Ca and Mg and 80, 50, and 30 g.ha⁻¹ of Zn, Mn, and Cu, respectively.

Index terms: root weight, rooting depth, N fertilization.

INTRODUÇÃO

Principalmente por razões metodológicas, os estudos de sistema radicular no campo têm recebido pouca atenção (Böhm 1979). Assim, as medições de biomassa produzida e de absorção de nutrientes têm sido geralmente incompletas, por não incluírem esta parte das plantas.

Também quanto à cana-de-açúcar, apesar de sua importância econômica, são escassos os trabalhos, embora o estudo do sistema radicular da cana mereça maior destaque, uma vez que é ele que serve de reserva de nutrientes para a rebrota das socas.

Dados do crescimento e distribuição de raízes no solo, necessários para calcular o volume de solo explorado para absorção de água e nutrientes, foram obtidos por Dillewijn (1952), Inforzato & Alvarez (1957), Srivastava & Ghosh (1970), Avilan et al. (1977), Borden (1944), Krutman (1956), Golden (1974) e Lima Júnior (1982). Estes últimos quatro autores obtiveram também dados de concentração de alguns nutrientes no sistema radicular necessários para calcular as quantidades totais de nutrientes absorvidos do solo e para estimar a importância deste reservatório na produção da

¹ Aceito para publicação em 3 de novembro de 1986. Trabalho apresentado no XX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Belém, PA, 1985. Financiado pela FINEP e CNEN.

² Prof.-Adj., Ph.D., Dep. de Energia Nuclear (Radioagronomia), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Cidade Universitária, CEP 50000 Recife, PE. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., M.Sc., Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), Av. Gen. San Martin 1371, Bonji, CEP 50000 Recife, PE.

soca e na reciclagem desses nutrientes. Entretanto, estes cálculos e estimativas foram feitos apenas por Lima Júnior (1982) e para um único elemento, o nitrogênio.

Também merece destaque o fato de que, dos trabalhos mencionados, somente o de Golden (1974) mostra a diferença entre colmos subterrâneos e raízes propriamente ditas. Isto tem importância do ponto de vista da ciclagem dos nutrientes imobilizados nestas partes das plantas, que, provavelmente, têm taxas diferentes de decomposição.

Essa carência de informação sobre o sistema radicular da cana-de-açúcar, principalmente de forma integrada com dados mais abrangentes da dinâmica dos nutrientes, motivou este trabalho, parte de uma série que vem sendo publicada neste periódico (Sampaio et al. 1984, Salcedo & Sampaio 1984). O objetivo específico, porém, foi o de determinar as massas de raízes e colmos subterrâneos, sua distribuição, as quantidades de nutrientes que eles continham ao longo do ciclo da planta, e a influência da adubação nitrogenada nesses parâmetros.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento com cana-de-açúcar foi instalado na Unidade de Execução de Pesquisa de Itapirema, Goiana, PE, pertencente à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo latossólico álico, distrófico, de textura arenosa; outros dados deste solo já foram publicados (Sampaio et al. 1984).

Do experimento foram utilizados, para o estudo de raízes, dois tratamentos com três repetições: sem N, e com 60 kg.ha⁻¹ de N no sulco do plantio. O nitrogênio foi aplicado como uréia (45% de N). Seis meses antes do plantio aplicou-se 1 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico e, no plantio, 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 100 kg.ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), em toda a área. Os fertilizantes foram colocados no fundo do sulco, 15 cm a 20 cm abaixo da superfície do solo, recobertos com uma camada de 3 cm a 5 cm de solo, acima da qual colocaram-se os rebolos, que foram recobertos com cerca de 10 cm de solo.

As parcelas experimentais eram constituídas de nove sulcos de 10 m de comprimento, distanciados 1,25 m entre si. Os sulcos 1, 2, 8 e 9 foram utilizados para amostragem do sistema radicular 3, 6, 11 e 16 meses após o plantio.

Para cada tratamento, selecionaram-se, nos sulcos, touceiras com 12 a 15 canas em 0,8 m de comprimento de sulco. A parte aérea das plantas foi cortada rente ao solo,

e demarcaram-se, então, três áreas ao longo dos 0,80 m de sulco: uma, central, com 0,3 m para cada lado da linha central da touceira, e duas, laterais a esta, cada uma com 0,325 m de largura. A área total (0,8 m x 1,25 m) correspondia a 1 m².

Todo o solo da área central foi retirado até 20 cm de profundidade, passado por peneira com malha de 0,5 cm e catado manualmente, recolhendo-se as raízes encontradas. O mesmo foi feito com o solo das duas áreas laterais, juntando-se as raízes nelas encontradas. Todo o processo foi repetido de 20 cm em 20 cm até atingir-se 1 m de profundidade ou quando não havia mais raízes presentes. As raízes foram lavadas em água destilada, secadas em estufa a 60°C, pesadas, moídas, e analisadas quanto aos seus teores de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn e Cu. O nitrogênio foi determinado com auto-analisador após digestão sulfúrica; os outros elementos, após digestão nítrico-perclórica, foram determinados por espectrometria de absorção atômica, ou por colorimetria, no caso do P.

Os dados foram tratados estatisticamente através de análise de variância, utilizando-se um delineamento de blocos casualizados e arranjo fatorial, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria seca total subterrânea (raízes + colmos) passou de um mínimo de 3,5 t.ha⁻¹ aos três meses de idade para um máximo de 6,5 t.ha⁻¹ aos onze meses de idade, sem diferenças entre tratamento, adubado ou não com nitrogênio (Tabela 1). Os pequenos decréscimos de matéria seca entre onze e dezesseis meses aconteceram por conta da decomposição total dos rebolos utilizados para o plantio. A literatura registra massas subterrâneas com valores situados numa ampla faixa, indo de um mínimo de 3,6 t.ha⁻¹, na Louisiana, EUA (Golden 1974), para um máximo de 22,9 t.ha⁻¹, em Pernambuco (Lima Júnior 1982), com inúmeros valores intermediários (Krutman 1956, Avilan et al. 1977, Dillewijn 1952, Inforzato & Alvarez 1957). No trabalho de Golden (1974), das 3,6 t.ha⁻¹ 0,6 t.ha⁻¹ correspondia a colmos subterrâneos, enquanto na presente pesquisa, 3,7 t.ha⁻¹ do total de 6,5 t.ha⁻¹ correspondiam aos colmos subterrâneos.

Em nenhum dos outros trabalhos citados há menção a colmos subterrâneos, e não fica claro se a massa atribuída a raízes inclui, ou não, os colmos.

No trabalho de Lima Júnior (1982), os colmos foram pesados junto com as raízes das camadas superiores do solo.

TABELA 1. Massa de raízes, colmos subterrâneos e rebolos de cana-de-açúcar em função da idade das plantas, profundidade e adubação nitrogenada.

Parte da planta	3 meses			6 meses			11 meses			16 meses		
	A ¹	B ²	(A + B)	A	B	(A + B)	A	B	(A + B)	A	B	(A + B)
Toneladas.ha ⁻¹ de matéria seca ³												
Sem adubação nitrogenada												
Raízes												
0 - 20	0,27	0,16	0,43	0,70	0,21	0,91	1,06	0,39	1,45	0,93	0,34	1,27
20 - 40	0,12	0,06	0,18	0,10	0,05	0,15	1,14	0,05	0,19	0,14	0,06	0,20
40 - 60	0,07	0,06	0,13	0,08	0,06	0,14	0,07	0,07	0,14	0,06	0,05	0,11
60 - 80	—	—	—	0,06	0,06	0,12	0,08	0,09	0,17	0,03	0,02	0,05
80 - 100	—	—	—	—	—	—	0,05	0,06	0,11	0,04	0,03	0,07
Subtotal	0,46	0,28	0,74 Ac ⁴	0,94	0,38	1,32 Bb	1,40	0,66	2,06 Aa	1,20	0,50	1,70 Bab
Colmo	1,79	—	1,79 Ab	2,87	—	2,8 Aab	3,74	—	3,74 Aa	3,59	—	3,59 Aa
Rebolo	0,79	—	0,79 Aa	1,26	—	1,26 Aa	0,69	—	0,69 Aa	—	—	—
Subtotal	2,58	—	2,58	4,13	—	4,13	4,43	—	4,43	3,59	—	3,59
Total de matéria seca	—	—	3,32 Ab	—	—	5,45 Aab	—	—	6,49 Aa	—	—	5,29 Aab
Com 60 kg.ha ⁻¹ de N												
Raízes												
0 - 20	0,48	0,16	0,64	1,01	0,28	1,29	1,08	0,30	1,38	1,32	0,36	1,68
20 - 40	0,18	0,04	0,22	0,19	0,07	0,26	0,12	0,05	0,17	0,17	0,06	0,23
40 - 60	0,09	0,03	0,12	0,10	0,09	0,19	0,05	0,09	0,14	0,09	0,05	0,14
60 - 80	—	—	—	0,06	0,04	0,10	0,05	0,07	0,12	0,05	0,05	0,10
80 - 100	—	—	—	—	—	—	0,06	0,07	0,13	0,05	0,05	0,10
Subtotal	0,75	0,23	0,98 Ab ⁴	1,36	0,48	1,84 Aa	1,36	0,58	1,94 Aa	1,68	0,57	2,25 Aa
Colmo	1,40	—	1,40 Ab	2,59	—	2,59 Aab	3,67	—	3,67 Aa	3,58	—	3,58 Aa
Rebolo	0,97	—	0,97 Aa	0,98	—	0,98 Aa	0,71	—	0,71 Aa	—	—	—
Subtotal	2,37	—	2,37	3,57	—	3,57	4,38	—	4,38	3,58	—	3,58
Total de matéria seca	—	—	3,35 Ab	—	—	5,41 Aab	—	—	6,32 Aa	—	—	5,83 Aa

¹ A = 30 cm a cada lado do sulco do plantio.

² B = 32,5 cm a cada lado da faixa central A.

³ Médias de três repetições.

⁴ Médias da mesma parte das plantas, nos tratamentos com e sem adubação nitrogenada de uma mesma data, seguidas pela mesma letra maiúscula, não são diferentes entre si, e médias na mesma linha seguidas de letras minúsculas iguais não são diferentes entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

A separação é importante, não só porque se trata de órgão distintos, com funções específicas, mas também porque as variações de massa de uma e outra parte podem ser explicadas por causas diferentes. Grandes variações nas massas de colmos subterrâneos, por exemplo, podem resultar de variações nas profundidades de plantio, sem o correspondente efeito nas massas de raízes. Já a densidade e textura do solo, a profundidade do lençol

freático e outros fatores podem afetar muito mais as raízes que os colmos subterrâneos. Do ponto de vista de um balanço de nutrientes, a separação justifica-se pela possibilidade de colmos e raízes possuírem teores diferentes dos nutrientes e diferentes taxas de decomposição no solo.

As massas de raízes no tratamento sem N foram inferiores às do tratamento adubado aos seis e dezesseis meses, mas aos três e onze meses foram

iguais (Tabela 1). Evidência do aumento no desenvolvimento do sistema radicular com aplicação de N é citada por Humbert (1973). O acréscimo de raízes no tratamento fertilizado limitou-se à região em que se concentra a maior parte das raízes, como está ilustrado na Fig. 1. Em geral, nos primeiros 20 cm de profundidade do solo estão cerca de 75% da massa de raízes, sendo que 55%, nos 60 cm próximos do sulco; nesta região central, até 1 m de profundidade, estão cerca de 70% do total da massa de raízes. Esta maior concentração de raízes nas camadas superficiais é confirmada em toda a literatura, variando apenas quanto às proporções (Krutman 1956, Inforzato & Alvarez 1957, Srivastava & Ghosh 1970, Avilan et al. 1977, Botta & Volf 1978, Lima Júnior 1982). Os efeitos dessa distribuição das raízes foram observados no deslocamento vertical e lateral no NO_3 e NH_4 do solo no mesmo campo (Salcedo & Sampaio 1984).

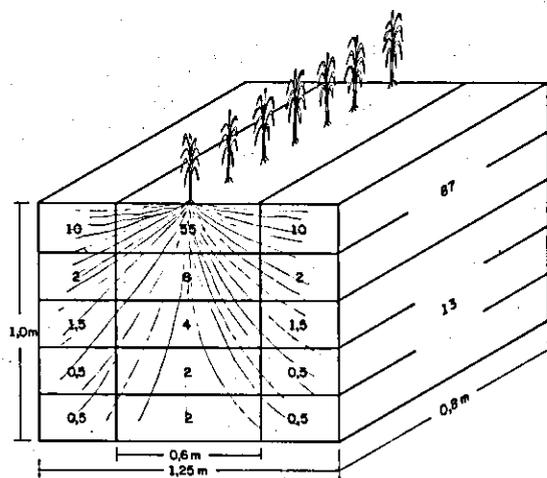


FIG. 1. Distribuição percentual da massa radicular de cana-de-açúcar no solo, onze meses após o plantio.

Como não houve diferenças nos teores de nutrientes nas raízes, pela presença ou ausência de adubação nitrogenada, os valores apresentados são médias dos dois tratamentos (Tabela 2). Os maiores teores ocorreram aos três meses de idade sem que tenham existido diferenças entre as restantes amostragens.

Os teores dos colmos subterrâneos (não mostrados em tabela) seguiram o mesmo padrão das raízes; aos três meses de idade, as médias dos tratamentos com e sem adubação nitrogenada foram: 0,74% de N, 0,04% de P, 0,29% de K, 0,10% de Ca, 0,12% de Mg, 15 ppm de Mn, 4 ppm de Zn e 3 ppm de Cu, enquanto as médias gerais aos 6, 11 e 16 meses foram: 0,29% de N, 0,03% de P, 0,11% de K, 0,06% de Ca, 0,06% de Mg, 5 ppm de Mn, 3 ppm de Zn e 2 ppm de Cu.

Com exceção do N, todos os outros teores das raízes foram mais baixos que os relatados nos poucos trabalhos que tratam do assunto em cana-de-açúcar. Os teores de N foram semelhantes aos relatados por Borden (1944) e Lima Júnior (1982), e inferiores aos encontrados por Golden (1974), que julgou seus altos teores como sendo consequência da pesada adubação nitrogenada ($240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de N). Os teores de P e K foram mais baixos que os encontrados por Borden (1944) — 0,13% e 0,45% —; por Golden (1974) — 0,09% e 0,41% —; e por Krutman (1956) — 0,10% e 0,36% a 0,49% —; este último trabalhou também em Pernambuco.

Os teores de Ca foram menores que os relatados por Krutman (1956) — 0,20% a 0,25% — e por Golden (1974) — 0,36% —, do mesmo modo que o de Mg também foi menor que o do trabalho de Golden (1974) — 0,13%.

Não foram encontrados, na literatura, dados de micronutrientes em raízes de cana, e não é possível, portanto, saber se os teores obtidos também foram baixos. É difícil explicar por que os teores seriam tão baixos em Goiana, já que, embora o solo seja de baixa fertilidade, as produções de cana foram satisfatórias (Sampaio & Salcedo 1984), os teores nas folhas + 3 foram normais (exceto Mn, que foi baixo), e o campo recebeu calcário e adubação básica de P e K. Poder-se-ia pensar em perdas de nutrientes durante o processo de lavagem das raízes mas não só as raízes nos outros trabalhos também foram lavadas, e às vezes até separadas do solo por imersão e jatos de água (Krutman 1956, Avillan et al. 1977), como a consistência e repetibilidade dos dados obtidos não estão de acordo com esta hipótese. Além disso, nos trabalhos revistos por Böhm (1979) as perdas por lavagem foram consideradas insignificantes, atingindo no

máximo 10% - 15% com uma prolongada lavagem por duas horas. Seriam necessários mais estudos nesta área, com uma metodologia padronizada, e que considerassem também possíveis diferenças entre variedades, para poder explicar melhor as diferenças obtidas em relação a outros trabalhos publicados, nas concentrações dos vários nutrientes.

De maneira geral, os teores de Ca, K, P e Mg decresceram com a profundidade, em todas as idades, enquanto em relação aos outros elementos isto só tendeu a ocorrer aos três e seis meses. Em nenhum dos trabalhos sobre teores de nutrientes em raízes de cana foi feita análise do sistema radicular em diferentes profundidades; mas em milho (Fehrenbacher & Snider 1954), os teores de P, K, Ca, Mg e Mn foram semelhantes em raízes de 0 cm a 25 cm e de 25 cm a 18 cm de profundidade. Houve poucas diferenças entre os teores das

raízes mais próximas e os das mais afastadas dos colmos, merecendo destaque apenas o fato de que nas raízes entre 0 cm e 20 cm de profundidade, aquelas na faixa externa do sulco tinham os maiores teores de N e Ca. Não há explicação plausível para estas diferenças de teores quanto à distância dos colmos.

As diferenças no sentido vertical poderiam ser atribuídas à maior disponibilidade de nutrientes na camada superficial e a uma translocação preferencial dos nutrientes absorvidos no sentido ascendente, como acontece com o Ca (Howard & Adams 1965).

As quantidades totais de nutrientes no sistema radicular e colmos subterrâneos (Tabela 3) podem ser consideradas pequenas em relação às quantidades relatadas por outros autores para a parte aérea (Silva & Casagrande 1983, Sobral & Weber 1983). Naturalmente, não se deve inferir, desta conclusão,

TABELA 2. Teores de nutrientes em raízes de cana-de-açúcar em função da idade das plantas, da profundidade das raízes e da distância destas em relação aos colmos (A = 30 cm de cada lado do sulco de plantio; B = 32,5 cm de cada lado da faixa central A). (Teores médios de tratamentos com e sem adubação nitrogenada).

Prof.	N		P		K		Ca		Mg		Mn		Zn		Cu	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
cm	----- % -----															
	----- $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ -----															
	3 meses															
0-20	0,74 ¹ *	0,88	0,068*	0,081	0,36	0,29	0,27*	0,34	0,090*	0,116	31	35	38	42	6	9
20-40	0,58	0,64	0,046	0,040	0,30	0,34	0,10	0,10	0,036	0,043	27	29	26	30	6	6
40-60	0,62	0,68	0,037	0,037	0,47	0,44	0,05	0,08	0,028	0,038	21	25	22	24	4	5
Tukey 0,05 ²	0,14		0,014		0,14		0,07		0,017		7		17		3	
	6 meses															
0-20	0,48*	0,60	0,038	0,042	0,16	0,15	0,16*	0,22	0,061	0,060	19	18	29	26	16	9
20-40	0,41	0,45	0,024	0,022	0,10	0,09	0,10	0,10	0,039	0,039	16	16	20	26	6	4
40-60	0,41	0,44	0,020	0,021	0,08	0,08	0,07	0,08	0,034	0,033	16	16	16	16	4	4
60-80	0,46	0,47	0,020	0,020	0,08	0,08	0,07	0,06	0,032	0,032	16	18	14	13	4	4
Tukey 0,05	0,15		0,015		0,015		0,08		0,019		8		18		4	
	11 meses															
0-20	0,48*	0,64	0,039	0,042	0,17	0,18	0,16*	0,25	0,056	0,088	12	18	26*	52	5*	13
20-40	0,46*	0,58	0,030	0,028	0,12	0,13	0,12	0,10	0,038	0,040	14	12	38	35	4	5
40-60	0,46	0,56	0,024	0,023	0,10	0,11	0,07	0,09	0,032	0,036	11	14	21	32	3	3
60-80	0,54	0,58	0,023	0,023	0,10	0,09	0,07	0,08	0,032	0,036	12	13	24	25	4	3
80-100	0,50	0,54	0,018	0,019	0,08	0,09	0,08	0,08	0,034	0,038	14	14	32	22	3	2
Tukey 0,05	0,16		0,016		0,016		0,08		0,020		8		20		4	
	16 meses															
0-20	0,54*	0,66	0,032	0,036	0,22	0,27	0,20*	0,26	0,065	0,070	12	16	18	21	10	13
20-40	0,49	0,48	0,032	0,025	0,20	0,14	0,13	0,15	0,050	0,055	13	14	20	19	10	10
40-60	0,49	0,58	0,024	0,020	0,16	0,14	0,10	0,12	0,045	0,050	12	12	16	18	8	8
60-80	0,56	0,54	0,022	0,020	0,14	0,14	0,11	0,11	0,045	0,045	11	12	17	18	8	8
80-100	0,52	0,50	0,020	0,019	0,13	0,13	0,11	0,10	0,050	0,045	12	12	15	15	8	8
Tukey 0,05	0,16		0,016		0,16		0,08		0,020		8		20		4	
Tukey 0,05 ³	0,15		0,015		0,15		0,08		0,019		8		18		4	

¹ O asterisco indica diferença significativa a 5% pelo teste de Tukey entre A e B numa mesma profundidade.

² Diferença mínima significativa a 5% pelo teste de Tukey para comparações entre médias das várias profundidades numa mesma data e distância em relação aos colmos.

³ Diferença mínima significativa a 5% pelo teste de Tukey para comparações entre as médias das várias datas, numa mesma profundidade e distância em relação aos colmos.

TABELA 3. Nutrientes contidos no sistema radicular e colmos subterrâneos de cana-de-açúcar em função da idade das plantas e fertilização nitrogenada.

Meses após plantio	Elementos							
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu
	----- kg.ha ⁻¹ -----				----- g.ha ⁻¹ -----			
	Sem fertilização nitrogenada							
3	15,9	1,05	7,59	3,20	2,70	29	46	11
6	16,0	1,22	4,88	3,48	2,34	40	37	21
11	21,3	1,83	7,21	5,13	3,05	68	48	21
16	19,3	1,51	7,81	5,48	3,23	42	44	25
	Com 60 kg.ha de N ⁻¹							
3	19,3	1,20	7,60	3,76	2,46	40	51	11
6	17,6	1,35	5,39	4,22	2,51	58	47	29
11	20,8	1,65	7,03	5,20	3,13	80	46	18
16	21,7	1,76	8,42	5,88	3,35	55	47	33

que o reservatório subterrâneo seja qualitativamente pouco importante, já que a translocação de nutrientes dele para a rebrota é essencial ao rápido desenvolvimento da soca. Acima de 90% das quantidades de nutrientes na parte subterrânea das plantas estava na porção contida nos primeiros 20 cm do solo. Também é fundamental considerar a importância da fitomassa subterrânea em relação à manutenção dos níveis da matéria orgânica, já bastante baixos nestes solos de tabuleiro costeiro. Com efeito, os teores de C de 0 cm - 20 cm e de 20 cm - 40 cm do solo estudado foram de 0,67% e 0,41%, respectivamente; com uma densidade aparente de 1,5 g.cm⁻³, representam 20,1 e 12,3 t.ha⁻¹ de carbono. Em trabalho recente, Salcedo et al. (1985) relataram que as taxas de mineralização desse carbono seriam de, aproximadamente, 10% e 6% ao ano para 0 cm - 20 cm e para 20 cm - 40 cm de profundidade, totalizando 2,7 t.ha⁻¹.ano⁻¹. Num sistema de manejo para cana-de-açúcar, que comumente envolve queima dos resíduos vegetais aéreos (folhas verdes e secas), em poucos anos o teor de C do solo baixaria para níveis incompatíveis com uma produção agrícola aceitável se não fosse o aporte de C da massa subterrânea. Nos primeiros 40 cm de solo localizam-se 87% do sistema radicular (Fig. 1), que representam, por ocasião da colheita de cana-de-açúcar, aproximadamente 5 t.ha⁻¹ de matéria seca e 2 t.ha⁻¹ de C disponível para a biomassa micro-

biana. Estas 2 t.ha⁻¹ seriam uma contribuição importante às 2,7 t.ha⁻¹ de C mineralizadas anualmente (Salcedo et al. 1985) e possivelmente o balanço seria fechado, considerando-se a produção de exsudatos radiculares e a descamação e subsequente decomposição de parte do tecido radicular durante o crescimento da cultura.

CONCLUSÕES

1. Não houve efeito de adubação nitrogenada nas massas totais das partes subterrâneas da cana, na distribuição das raízes ou nos teores de nutrientes. A cana adubada com N teve maiores massas radiculares aos seis e dezesseis meses, mas não aos três e onze meses.
2. Nos 20 cm superficiais do solo concentraram-se 75% da massa radicular, sendo 55% a uma distância de menos de 30 cm do centro da touceira.
3. Os teores de nutrientes — exceto de N — nas raízes, foram bem mais baixos que os já relatados, em cana-de-açúcar. Os teores de Ca, K, P e Mg foram mais baixos nas raízes situadas em camadas mais profundas do solo do que na camada superficial (0 cm - 20 cm).
4. As quantidades de nutrientes contidas nas partes subterrâneas das canas foram pequenas em relação à parte aérea, atingindo aproximadamente 22, 2, 9, 6 e 4 kg.ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg e 80, 50 e 30 g.ha⁻¹ de Zn, Mn e Cu, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- AVILAN, R.L.; GRANADOS, M.F.; ORTEGA, D. Estudio del sistema radicular de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en un mollisol de los valles de Aragua. *Agron. Trop.*, Maracay, 27:69-87, 1977.
- BOHM, W. *Methods of studying root systems*. Berlin, Springer, 1979. 188p.
- BORDEN, R.J. The early development and rate of nutrient uptake by sugarcane. *Hawaii. Plant. Rec.*, 48:13-9, 1944.
- BOTTA, S. & VOLF, F. Morfología del sistema radicular de las variedades C-8751 y B-4362. *ATAC Rev. Bimest. Asoc. Tec. Azucar. Cuba*, 37:38-44, 1978.
- DILLEWIJN, C.V. *Botany of sugarcane*. Waltham, Chronica Botanica, 1952. 371p.
- FEHRENBACHER, S.B. & SNIDER, H.J. Corn root penetration in Muscatine, Elliot and Cisne soils. *Soil Sci.*, 77:281-91, 1954.
- GOLDEN, L.E. Yield and nutrient element content of roots and below-ground stubble as related to fertilization of sugarcane and soil variation. In: AMERICAN SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS. Meetings, 1973. *Proceedings. s.l.*, 1974. v. 3, p.116-9.
- HOWARD, D.D. & ADAMS, F. Calcium requirements for penetration of subsoils by primary cotton roots. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.*, 29:558-62, 1965.
- HUMBERT, R.P. Plant analysis as an aid in fertilizing sugar crops. Part II. Sugarcane. In: WALSH, L.M. & BEATON, J.D., ed. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.289-98.
- INFORZATO, R. & ALVAREZ, R. Distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar var. Co. 290 em solo tipo Terra-roxa-legítima. *Bragantia*, 16:1-13, 1957.
- KRUTMAN, S. Observações preliminares do sistema radicular de cana POJ 2878 e Co 331 em solo de baixa da (Várzea). *B. téc. Inst. Agron. NE*, (3), 1956. 1956.
- LIMA JÚNIOR, M.A. Nitrogen nutrition of sugarcane in N.E. of Brazil. Saskatoon, University of Saskatchewan, 1982. 172p. Tese Doutorado.
- SALCEDO, I.H. & SAMPAIO, E.V.S.B. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. II. Deslocamento vertical e horizontal de $\text{NO}_3\text{-N}$ e $\text{NH}_4\text{-N}$ no solo. *Pesq. agropec. bras.*, 19(9):1103-8, 1984.
- SALCEDO, I.H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ALVES, G.D. Mineralização do carbono e do nitrogênio em solo cultivado com cana-de-açúcar. *R. bras. Ci. Solo*, 9:33-8, 1985.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; BETTANY, J. Dinâmica de nutrientes em cana-de-açúcar. I. Eficiência na utilização de uréia (^{15}N) em aplicação única ou parcelada. *Pesq. agropec. bras.*, 19(8): 943-9, 1984.
- SILVA, L.C.F. & CASAGRANDE, J.C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar (macronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J., coord. *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 1983.p.77-99.
- SOBRAL, A.F. & WEBER, H. Nutrição mineral da cana-de-açúcar (micronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J., coord. *Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR, 1983. p.103-22.
- SRIVASTAVA, S.C. & GHOSH, A.K. The pattern of sugarcane root development and its implication in fertilization. *J. Indian Soc. Soil Sci.*, 18:117-9, 1970.