

**AVALIAÇÃO DA PROFUNDIDADE EFETIVA DO SISTEMA RADICULAR DE  
UMA CANA-SOCA IRRIGADA NO NOROESTE PAULISTA**

Diego Gonçalves Feitosa<sup>1</sup>, Fernando Braz Tangerino Hernandez<sup>2</sup>, Daniela Araújo de  
Oliveira<sup>3</sup>, Regiane de Carvalho Bispo<sup>4</sup>

**RESUMO:** O uso da irrigação é uma prática cada vez mais crescente no Brasil e no mundo, garantindo não apenas que a cultura atinja sua produtividade potencial como possibilitar o aumento da diversificação de culturas, no entanto, para que estes resultados possam ser alcançados, deve-se realizar o manejo adequado da irrigação, sendo imprescindível a informação adequada da capacidade de água disponível (CAD), que utiliza em seu cálculo a profundidade efetiva do sistema radicular (PESR). Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo determinar a PESR de duas variedades de cana-de-açúcar, a RB 96-6928 e a CTC 4, em uma área comercial de cana de açúcar, no município de Andradina - SP, utilizando-se imagens digitais do sistema radicular em perfis de solo. Os dados analisados no presente estudo, demonstraram que a PESR foi obtida a 0,4 m de profundidade para a variedade RB 96-6928 e a 0,6 m para a variedade CTC 4.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gotejamento, Cana-de-Açúcar, Manejo da Irrigação

**EVALUATION OF THE EFFECTIVE DEPTH OF THE ROOT SYSTEM OF AN  
IRRIGATED RATOON CANE IN THE NORTHWEST PAULISTA**

**ABSTRACT:** The use of irrigation is an increasingly growing practice in Brazil and in the world, ensuring not only that the crop reaches its potential productivity but also enabling increased crop diversification, however, for these results to be achieved, it must be done the adequate management of irrigation, being essential the appropriate information from the available water capacity (AWC), which uses in its calculation the effective depth of the root system (EDRS). In this context, this work aimed to determine the EDRS of two sugarcane

---

<sup>1</sup> Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção, UNESP, Ilha Solteira, SP, 15385-000. E-mail: diegogfeitosa@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Titular da UNESP Ilha Solteira, SP. e-mail: fernando.braz@unesp.br

<sup>3</sup> Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, UNESP, Botucatu, SP

<sup>4</sup> Professora Doutora, Colegiado de Engenharia Agrônômica, UNIVASF, Petrolina, PE

varieties, RB 96-6928 and CTC 4, in a commercial sugarcane area, in the municipality of Andradina - SP using digital images of the root system in soil profiles. The data analyzed in this study showed that the EDRS was obtained at 0.4 m depth for the variety RB 96-6928 and at 0.6 m for the variety CTC 4.

**KEYWORDS:** Drip, Sugar Cane, Irrigation Management

## INTRODUÇÃO

O uso da irrigação é uma prática cada vez mais crescente no Brasil e no mundo, sendo que se bem manejada, a irrigação proporciona não apenas o aumento da produção, garantindo que a cultura atinja sua produtividade potencial, como também aumenta a eficiência do uso da água, possibilitando uma maior conversão desta em alimento, além de possibilitar o aumento da diversificação de culturas, contribuindo assim significativamente na produção agropecuária e conseqüentemente no PIB do país (FAO, 2017).

Segundo Carvalho et al. (2020), entre 2006 e 2015 a área irrigada no Brasil aumentou em 51,9%. Parte desse crescimento deve-se a incorporação da prática da irrigação em culturas onde anteriormente o uso da irrigação não era facilmente encontrado, como no caso da cultura da cana-de-açúcar, cultura essa onde o uso da irrigação foi por muito tempo uma prática questionável, tem-se hoje mais do que claro que somente com o uso da irrigação pode-se aumentar consideravelmente a produtividade da cultura da cana-de-açúcar (FARIAS et al., 2008).

Contudo, para que as áreas irrigadas possam manifestar a produtividade desejada, deve-se dar igual atenção a todas as etapas, desde o planejamento, o projeto, a instalação, a operação, a manutenção dos equipamentos no campo a seleção das cultivares, realização das práticas culturais adequadas, e o manejo adequado da irrigação (FAO, 2017).

No entanto independente da forma a ser utilizada para o manejo da irrigação, é indispensável o conhecimento da CAD (Capacidade de Água Disponível) sendo esta, a capacidade do solo de reter a umidade que fica disponível as plantas. Porém a CAD de um solo é diretamente relacionada aos seus parâmetros físicos como textura, porosidade, e matéria orgânica (NUNES, 2014; SOBRINHO et al., 2019) e a profundidade efetiva do sistema radicular (PESR) da cultura (BERNARDO et al., 2006), que corresponde a profundidade onde está concentrado 80% do sistema radicular (AQUINO et al., 2015). Dessa forma, conhecer a profundidade de desenvolvimento do sistema radicular da cultura, é fundamental para o manejo correto da irrigação (PIRES et al., 2000; SOUZA et al., 2018).

Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo determinar a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura da cana-de-açúcar afim de apresentar o valor mais adequado a ser utilizado no correto manejo da irrigação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi conduzido em uma área comercial de cana-de-açúcar no município de Andradina - SP, com coordenadas geográficas: Latitude 20° 43' 43,6" S; Longitude 51° 16' 30,3" W e altitude 360 metros, com clima, segundo classificação de Köppen, do tipo tropical com inverno seco (Aw) (ROLIM et al., 2007), com precipitação anual média 1.242 mm, temperatura do ar entre de 19,7 a 26,9°C e umidade relativa média de 62,4% (UNESP, 2019).

A área de estudo é cultivada com cana-de-açúcar, em um sistema de linhas duplas, com o espaçamento entre linhas simples de 0,9 m e o espaçamento entre as linhas duplas de 1,5 m, com a cultura irrigada por um sistema de gotejamento de subsuperfície (GSS) à profundidade de 0,4 m, sob cada linha de cana, com uma vazão do emissor de 1,0 L/h e espaçamento entre os emissores de 0,6 metros. As avaliações foram realizadas em talhões com duas variedades diferentes, RB 96-6928 e CTC 4 localizadas respectivamente área solos classificados como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico e NITOSSOLO VERMELHO Distrófico típico (SANTOS et al., 2018)

As amostragens do solo foram realizadas no segundo semestre de 2018, logo após o quinto corte de cada variedade que ocorreu em final de junho para a variedade RB 96-6928 e no final de setembro para a variedade CTC 4, em 4 trincheiras, sendo 3 trincheiras abertas em uma área com a variedade RB 96-6928 (T1, T2 e T3) e uma trincheira em um talhão com a variedade CTC 4 (T4). As trincheiras foram abertas com aproximadamente 1,0 metro de profundidade x 1,0 metro de largura e 1,5 metro de comprimento, em cada trincheira foram avaliados dois perfis em lados opostos (P1 e P2).

A caracterização física dos perfis (Tabela 1) foi realizada utilizando amostras de estrutura preservada, coletadas por meio de anéis volumétricos e amostras deformadas nas profundidades de 0,0-0,2; 0,2-0,4; 0,4-0,6 e 0,6-0,8 metros para determinação da Capacidade de Água Disponível (CAD), macroporosidade (MA), microporosidade (MI), porosidade total (PT) e densidade do solo (DS) e análise granulométrica, sendo que todas as análises foram realizadas conforme a metodologia proposta por Embrapa (2017) e a classificação textural realizada de acordo com Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística - IBGE (2015).

**Tabela 1.** Caracterização física do solo dos perfis avaliados.

Local	Porosidade (%)			Densidade (g cm <sup>-3</sup> )	CAD (mm cm <sup>-1</sup> )	Argila	Areia g kg <sup>-1</sup>	Silte	Classe textural
	Macro	Micro	Total						
T1P1	7	26	33	1.62	0.9	180	749	71	Franco-arenosa
T1P2	11	24	35	1.54	0.9	160	772	68	Franco-arenosa
T2P1	10	25	35	1.57	1.0	182	749	70	Franco-arenosa
T2P2	10	26	36	1.56	1.3	182	751	67	Franco-arenosa
T3P1	10	27	36	1.53	1.3	186	741	73	Franco-arenosa
T3P2	12	25	37	1.51	1.1	176	753	71	Franco-arenosa
Média	10	26	35	1,56	1,08	178	753	70	
T4P1	8	43	52	1.34	1.5	503	347	150	Argila
T4P2	9	41	50	1.36	1.2	519	341	140	Argila
Média	8,5	42	51	1,35	1,35	511	344	145	

Macro: Macroporosidade, Micro: Microporosidade, Total: Porosidade Total, CAD: Capacidade de Água Disponível.

O solo deformado coletado para as análises físicas, também foi utilizado para a caracterização química (Tabela 2) e analisado para fertilidade do solo, realizada de acordo com Rajj et al. (2001), sendo que devido à proximidade com a trincheira 1 e por pertencer a mesma classe textural (Tabela 1), as amostras das trincheiras 2 e 3 não foram avaliadas para fertilidade.

**Tabela 2.** Caracterização da fertilidade do solo para os perfis avaliados

Local	Profundidade (m)	P-resina mg dm <sup>-3</sup>	MO g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+AL	AL	SB	CTC	V m	
												mmolc dm <sup>-3</sup>	
T1	0,0-0,2	11	14	5,2	1,1	16	8	18	0	25,1	43,1	58	0
T1	0,2-0,4	5	11	5,0	0,7	11	6	20	1	17,7	37,7	47	5
T1	0,4-0,6	3	10	4,9	0,7	11	4	20	1	15,7	35,7	44	6
T1	0,6-0,8	2	9	5,1	0,6	10	4	18	0	14,6	32,6	45	0
T1	Média	5	11	5	0,8	12	6	19	1	18	37	49	3
T4	0,0-0,2	5	22	4,4	2,1	15	13	52	10	30,1	82,1	37	25
T4	0,2-0,4	2	19	4,2	0,7	12	10	52	18	22,7	74,7	30	44
T4	0,4-0,6	1	15	4,1	0,6	5	3	64	13	8,6	72,6	12	60
T4	0,6-0,8	1	12	4,1	0,5	5	2	52	13	7,5	59,5	13	63
T4	Média	2	17	4	1	9	7	55	14	17	72	23	48

Para a aquisição de imagens digitais do sistema radicular da cultura foi utilizada a metodologia proposta por Jorge (1996), onde o perfil de solo foi escarificado manualmente para maior exposição das raízes e em seguida pintado com uma tinta branca e posteriormente lavado com uma bomba costal utilizando um bico com ponta em leque de alta vazão, permanecendo assim apenas as raízes pintadas de branco para contrastar com a cor do solo, sendo estas fotografadas na sequência.

Posteriormente utilizou-se o programa Safira (JORGE & SILVA, 2010) para fazer a quantificação da área superficial das raízes em mm<sup>2</sup>, onde estes dados foram processados para as camadas de 0,0 a 0,2 m, 0,2 a 0,4 m, 0,4 a 0,6 m e 0,6 a 0,8 m de profundidade. Os dados de área de raiz foram calculados em porcentagem da área de cada camada em relação a área total do perfil, assim como para a área acumulada, somando-se a porcentagem de cada camada com as camadas anteriores, sendo os resultados avaliados de maneira separada para cada uma das variedades, quanto a média, desvio padrão da média e coeficiente de variação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados da Tabela 3, é possível observar que a camada de 0,0-0,2 m apresentou em média uma concentração de 75% do sistema radicular entre os seis perfis avaliados, sendo o menor valor encontrado com 56% na trincheira 2, perfil 2 (T2P2) e maior valor com 83% na trincheira 2, perfil 1 (T2P1) e trincheira 3, perfil 1 (T3P1), sendo essa camada a que apresentou o menor coeficiente de variação, com 14%, valor considerado com uma média variação (PIMENTEL-GOMES, 1985). Resultado semelhante foi encontrado por Aquino et al. (2015), que avaliando o sistema radicular da variedade de cana-de-açúcar SP80-1816 logo após o segundo e terceiro corte, encontraram a profundidade efetiva do sistema radicular a 0,18 e 0,21 metros respectivamente, considerando uma distância de 0,45 m da linha de plantio.

**Tabela 3.** Porcentagem de área de raiz e de área acumulada (mm<sup>2</sup>) do sistema radicular da cana-de-açúcar para a variedade RB96-6928.

Profundidade (m)	T1P1	T1P2	T2P1	T2P2	T3P1	T3P2	Média	D.P.	C.V.
	% de Área (mm <sup>2</sup> )								
0,0-0,2	82	72	83	56	83	74	75	11	14
0,2-0,4	15	17	3	2	6	10	9	6	70
0,4-0,6	2	10	2	2	7	10	5	4	74
0,6-0,8	1	2	12	41	5	6	11	15	138
	% de Área Acumulada (mm <sup>2</sup> )								
0,0-0,2	82	72	83	56	83	74	75	11	14
0,2-0,4	97	88	86	58	89	84	84	14	16
0,4-0,6	99	98	88	59	95	94	89	15	17
0,6-0,8	100	100	100	100	100	100	100	-	-

T: Trincheira, P: Profundidade, D.P.: Desvio Padrão, C.V.: Coeficiente de Variação.

Em relação à camada de 0,2 a 0,4 metros, a média obtida foi de 9%, sendo o menor valor com 2%, obtido para a T2P2 e o maior para a T1P2 com 17%, devido a esta variação o CV encontrado para esta profundidade foi de 70%, classificado por Pimentel-Gomes (1985) como muito alto. Mesmo comportamento observado nas camadas de 0,4 a 0,6 e 0,6 a 0,8, que apresentaram respectivamente uma média de 5 e 11% de concentração do sistema radicular com valores de CV de 74 e 138%.

Os altos valores de CV nas camadas de 0,0 a 0,2; 0,2 a 0,4 e 0,4 a 0,6 m, foram influenciados pelos dados observados na trincheira 2, que apresentou os menores valores de porcentagem de área radicular para a camada de 0,2 a 0,4 m e 0,4 a 0,6 m, sendo que nesta última camada o valor de 2% foi igual a T1P1, já na profundidade de 0,6 a 0,8 m, a T2P2 apresentou uma concentração do sistema radicular de 41%, valor este 373% maior que a média entre todas as trincheiras, seguido pelo perfil 1 da mesma trincheira, com 12% de concentração.

Já nos perfis da trincheira 3, essa diferenciação na distribuição do sistema radicular ocorreu de forma bem mais harmônica com a trincheira 1, sendo que a T3P1 apresentou uma concentração do sistema radicular de 83% na camada de 0-20 (Tabela 3) enquanto a T3P2

apresentou uma concentração de 74% para a mesma profundidade, porém em relação a área acumulada, os dois perfis apresentavam para a camada de 0,2-0,4 m, valores de 89 e 84% respectivamente, concentrações acumuladas próximas a média geral que foi de 84%, sendo que com exceção da T2P2, todas as demais atingiram a PESR até os 0,4 m de profundidade, uniformidade esta observada nos valores de CV que foram de 14, 16 e 17% para as profundidades de 0,0-0,2; 0,2-0,4 e 0,4-0,6 cm de profundidade.

Resultado semelhante foi obtido por Ohashi et al. (2015), que avaliou o sistema radicular dos cultivares IACSP94-2094, IACSP94-2101 e SP79-1011, irrigados por um sistema de gotejamento de subsuperfície a 0,2 metros de profundidade, na região de campinas em um solo com teor de argila entre 400 a 510 g/kg nas profundidades de 0,1 a 0,8 m, e encontrou a partir dos 123 após o segundo corte da cultura, uma concentração acima de 80% das raízes até a profundidade de 0,4 m para os três cultivares avaliados.

Já Silva-Olaya et al. (2017) em estudo conduzido em área de plantio de cana-de-açúcar com a variedade RB86-7515 logo após o primeiro corte, avaliando a profundidade de distribuição do sistema radicular, utilizando os métodos do monólito e da sonda, encontraram para as duas metodologias, uma concentração próxima a 80% das raízes até 0,6 m de profundidade. Sendo importante diferenciar que devido ao perfilhamento mais superficial, o sistema radicular da cana soca tende a ser mais superficial em relação a cana planta.

Em relação aos dados de distribuição do sistema radicular da variedade CTC 4, pode-se observar na Tabela 4 que a média de porcentagem de área de raiz foi de 45, 27, 20 e 8% para as profundidades 0,0-0,2; 0,2-0,4; 0,4-0,6 e 0,6-0,8 m respectivamente. Já os valores de CV variaram de 2,3% para a camada de 0,4-0,6 cm, a 33,8% para a camada de 0,6-0,8 cm, sendo que devido ao baixo número de repetições, os valores de CV sofrem grandes alterações mesmo diante de diferenças relativamente pequenas.

**Tabela 4.** Porcentagem de área e de área acumulada do sistema radicular da cana-de-açúcar em função da profundidade para a variedade CTC 4.

Profundidade (cm)	T4P1	T4P2	Média	D.P.	C.V.
	Área (mm <sup>2</sup> )				%
0-20	49	41	45	5.7	12.8
20-40	22	33	27	7.9	29.0
40-60	20	20	20	0.4	2.3
60-80	10	6	8	2.7	33.8
	Área Acumulada (mm <sup>2</sup> )				%
0-20	49	41	45	5.7	12.8
20-40	71	74	72	2.2	3.1
40-60	90	94	92	2.7	2.9
60-80	100	100	100	-	-

T: Trincheira, P: Profundidade, D.P.: Desvio Padrão, C.V.: Coeficiente de Variação.

Distribuição semelhante foi relatada por Vasconcelos et al. (2003), onde utilizando cinco métodos diferentes para avaliar o sistema radicular de uma soqueira de cana-de-açúcar, aos

oito meses do quinto ciclo, em um Latossolo Vermelho distrófico típico álico, de textura média com  $330 \text{ g kg}^{-1}$  de argila no município de Tarumã-SP, obtiveram uma média entre todos os métodos utilizados, com 47% das raízes entre 0,0 e 0,2 m, 24% entre 0,4 e 0,4 m, 17% entre 0,4 e 0,6 m e 12% entre 0,6 e 0,8 m.

Em relação a PESR o mesmo autor obteve em todos os métodos utilizados, uma concentração das raízes acima de 80% na profundidade de 0,4 a 0,6 m, mesmo resultado obtido no presente trabalho para a variedade CTC4, onde os dois perfis avaliados apresentaram uma média de 75% para a profundidade de 0,2-0,4 m, chegando na PESR apenas na camada de 0,4-0,6 m com uma média de 92% do sistema radicular concentrado até 0,6 m de profundidade.

Dessa forma é possível observar que a variedade CTC 4 apresentou uma PESR a 0,6 m, enquanto para a variedade RB96-6928 a PESR encontrada foi de 0,4 m, resultado esse explicado em maior parte pelas características físicas do solo (Tabela 1), sendo que o solo onde se encontra a variedade CTC 4 possui uma classe textural Argilosa com uma média de  $511 \text{ g/Kg}$  de argila, enquanto o solo onde se encontra cultivada a variedade RB96-6928, possui uma textura Franco-arenosa com um teor médio de  $178 \text{ g/Kg}$  de argila.

Essa diferença textural influencia diretamente no maior valor da CAD observada no talhão da CTC 4 em relação ao talhão da RB96-6928, onde os valores médios foram respectivamente  $1,35$  e  $1,08 \text{ mm/cm}$ . Neste contexto o maior valor da CAD pode assim ter favorecido um desenvolvimento radicular mais profundo devido a uma maior retenção da umidade no solo.

Essa mesma tendência poderia ser corroborada pelos dados de fertilidade do solo apresentados na Tabela 2, onde observa-se que enquanto o solo do talhão da RB96-6928 apresentava uma CTC média de  $37 \text{ mmolc dm}^{-3}$ , o talhão da CTC 4 apresentou uma CTC média de  $72 \text{ mmolc dm}^{-3}$ , porém a maior parte desta CTC estava ocupada com alumínio, apresentando valores de m% de 25 e 44% para as profundidades de 0,0 a 0,2 m e de 0,2 a 0,4 m respectivamente, valores estes considerados altos de acordo com Souza & Lobato (2004), já as profundidades de 0,4 a 0,6 e de 0,6 a 0,8 m, apresentaram valores de 60 e 63% de saturação por alumínio, sendo essa concentração considerada muito alta pelo mesmo autor supracitado. Neste contexto, devido aos elevados valores de m% principalmente abaixo 0,4 m de profundidade, esperava-se que ocorresse uma inibição do crescimento do sistema radicular, já que o Al provoca uma restrição do crescimento da raiz devido a inibição da mitose (ECHART & CAVALLI-MOLINA, 2001).

Porém outro fator que corrobora com o maior crescimento radicular da CTC 4 em comparação a RB96-6928, é a própria caracterização agrônômica da variedade, onde se observa

nos dados da Associação Rural dos Fornecedores e Plantadores de Cana da Média Sorocabana - ASSOCANA (2020), que a variedade CTC 4 é recomendada para ambientes de produção de A-C, enquanto a RB96-6928 é recomendada para ambientes A-B, demonstrando assim que a CTC 4 se demonstra mais adaptadas a solos menos férteis que a RB96-6928.

Outro ponto de comparação entre as variedades que deve ser considerado é o período de maturação, onde a CTC 4 é uma cana de ciclo médio e de produtividade muito alta, tendo esta sido colhida em final de setembro, enquanto a RB96-6928 é uma variedade precoce e de média produtividade, tendo esta sido colhida em final de junho, concomitante a essa diferença, a CTC 4 apresenta uma capacidade de rebrota de soqueira melhor que a RB96-6928, dessa forma com uma maior produtividade, melhor capacidade de rebrota e com um ciclo que abrange uma maior período de dias em estações favoráveis ao desenvolvimento vegetativo da planta, justifica-se que a CTC 4 tenha apresentado uma maior PESR.

### CONCLUSÕES:

A PESR não é a mesma para as variedades estudadas e foi de 0,6 m para a variedade CTC 4 e de 0,4 m para a variedade RB 96-6928, recomendando que seja utilizada para o manejo da irrigação na cultura da cana-de-açúcar a profundidade de 0,6 m.

Os resultados encontrados demonstram que a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura da cana-de-açúcar pode sofrer influência da variedade, do tipo de solo e do posicionamento do sistema de irrigação quando este é realizado em subsuperfície.

### REFERÊNCIAS

AQUINO, G. S.; MEDINA, C. C.; PORTEIRA JÚNIOR, A. L.; SANTOS, L. O.; CUNHA, A. C. B.; KUSSABA, D. A. O.; SANTOS JÚNIOR, J. H.; ALMEIDA, L. F.; SANTIAGO, A. D. Sistema radicular e produtividade de soqueiras de cana de açúcar sob diferentes quantidades de palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 1150-1159, 2015.

ASSOCANA - Associação Rural dos Fornecedores e Plantadores de Cana da Média Sorocabana. 2020.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006.



- CARVALHO, D. F.; MARTINS, R. D. C.; SANTOS, J. J.; TELES, G. C.; GENTILE, M. A.; OLIVEIRA, M. S. D. Evolution and current scenario of irrigated area in Brazil: Systematic data analysis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 8, p. 505-511, 2020.
- ECHART, C. L.; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 531-541, 2001.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, 2017.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias**. 2017. 243p.
- FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; AZEVEDO, H. M.; NETO, J. D. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 356-362, 2008.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 3ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 425p.
- JORGE, L. A. C. **Recomendações práticas para aquisição de imagens digitais analisadas através do SIARCS**. São Carlos - SP: 1996.
- JORGE, L. A. C.; SILVA, D. J. C. B. **SAFIRA: manual de utilização**. 1ed. São Carlos - SP: Embrapa Instrumentação, 2010.
- NUNES, M. S. **Comparação de métodos via solo e via demanda evaporativa para manejo de irrigação**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, 2014. 102f.
- OHASHI, A. Y. P.; PIRES, R. C. D. M.; RIBEIRO, R. V.; SILVA, A. L. B. D. O. Root growth and distribution in sugarcane cultivars fertigated by a subsurface drip system. **Bragantia**, v. 74, n. 2, p. 131-138, 2015.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba-SP, 1985.
- PIRES, R. C. D. M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A.; AMBROSANO, G. M. B.; MINAMI, K. Profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro sob diferentes coberturas do solo e níveis de água. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 793-799, 2000.

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **ANÁLISE QUÍMICA PARA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DE SOLOS TROPICAIS**. Campinas : Instituto Agrônômico, 2001.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. de A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Embrapa. ed. Brasília. 2018.

SILVA-OLAYA, A. M.; PELLEGRINO CERRI, C. E.; CERRI, C. C. Comparação de métodos de amostragem para avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar. **Revista de Ciências Agrícolas**, v. 34, n. 1, p. 7-16, 2017.

SOBRINHO, O. P. L.; SILVA, G. S.; PEREIRA, A. I. S.; SOUSA, A. B.; CASTRO JÚNIOR, W. L.; SANTOS, L. N. S. A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e o manejo da irrigação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 4, p. 1605-1625, 2019.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (org.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SOUZA, J. M. D.; REIS, E. F. D.; BONOMO, R.; GARCIA, G. D. O. Wet bulb and Conilon coffee root distribution under drip irrigation. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 1, p. 93-103, 2018.

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Canal CLIMA da UNESP Ilha Solteira**. Disponível em: <<http://clima.feis.unesp.br/>>. Acesso em: 9 mar. 2019.

VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE, A. A.; PERECIN, D.; JORGE, L. A. C.; LANDELL, M. G. A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 849-858, 2003..