

## **AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO VOLUMÉTRICO DE ÁGUA EM TUBETES PARA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) DE CANA-DE-AÇÚCAR VIA SENSORES CAPACITIVOS DE UMIDADE**

THOMAZ PENTEADO C. TEIXEIRA DA SILVA<sup>1</sup>, NATALIA PRADO F. MACAN<sup>2</sup>,  
FABRÍCIO T. SOARES<sup>3</sup>, EDSON E. MATSURA<sup>4</sup>, RHUANITO S. FERRAREZZI<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, Departamento de Água e Solo, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas/SP, (+55) 19 98121 8652, thomaz.pcts@gmail.com;

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> de Biosistemas, Mestranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Água e Solo, FEAGRI/UNICAMP, Campinas/SP;

<sup>3</sup> Tecnólogo em Mecânica, Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Máquinas Agrícolas, FEAGRI/UNICAMP, Campinas/SP;

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Professor Titular, Departamento de Água e Solo, FEAGRI/UNICAMP, Campinas/SP;

<sup>5</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Professor Titular, Departamento de Horticultura, Universidade da Flórida, Gainesville/FL, EUA.

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** Com a crescente demanda por alternativas na produção de cana-de-açúcar no Brasil e a verticalização através de maior produtividade no campo, surge uma nova metodologia produtiva chamada de mudas pré-brotadas (MPB). As MPB buscam reduzir matéria-prima de plantio aumentando a segurança do canavial devido à confiabilidade do material genético sadio que vai para o campo. Com isso, esta pesquisa teve por objetivo avaliar o conteúdo volumétrico de água (CVA) em tubetes de 180 cm<sup>3</sup> de volume, preenchidos com substrato comercial para a produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em mesas de subirrigação. Visando a economia de tempo e recursos como água e fertilizantes, foi possível constatar que a lâmina de 1 cm de altura de água não atende a demanda de umidade desejada no substrato num tempo hábil para a subirrigação. Ao se utilizar 2 cm de lâmina de água frente a 3 cm, consegue-se economizar em tempo de irrigação, obtendo-se praticamente o mesmo resultado de CVA, sendo este satisfatório para a umidade desejada no interior do tubete. Havendo a necessidade de um umedecimento mais rápido dos tubetes, pode-se utilizar da altura de 4 cm, obtendo-se maior uniformidade na subirrigação num tempo menor em comparação às outras alturas (1; 2 e 3 cm) simuladas nesta pesquisa.

**PALAVRAS CHAVE:** Irrigação; Ambiente controlado, Solução nutritiva.

### **VOLUMETRIC WATER CONTENT ASSESSMENT ON RECIPIENTS FOR SUGAR CANE PRE-SPROUTED SEEDLINGS USING MOISTURE CAPACITIVE SENSORS**

**ABSTRACT:** With the growing demand for alternatives in the production of sugarcane in Brazil and verticalization through increased productivity in the field, emerges a new production method called pre-sprouted seedlings (PSS). The PSS seeks to reduce planting material increasing the safety of the plantation due to the reliability of the healthy genetic material that goes into the field. Thus, this study aimed to evaluate the volumetric water

content (VWC) in tubes of 180 cm<sup>3</sup> volume, filled with commercial substrate for the production of pre-sprouted seedlings of sugarcane in subirrigation tables. To save time and resources such as water and fertilizer, it was found that the water blade of 1 cm high does not meet the desired moisture demand in the substrate in time for the sub-irrigation. By using 2 cm faced up to 3 cm of water blade, it is possible to save on irrigation time, obtaining practically the same results of VWC, which is suitable for the desired moisture inside the recipient, around 40%. If there is a need for a faster damping of tubes, it can be used the 4 cm water blade, obtaining greater uniformity in subirrigation in a shorter time compared to the other water heights (1, 2 and 3 cm) simulated in this study.

**KEYWORDS:** Irrigation; Controlled environment, Nutrient solution.

**INTRODUÇÃO:** Atualmente o plantio da cana-de-açúcar é realizado a partir de colmos picados e lançados diretamente no sulco de plantio de forma manual ou semi-mecanizada para com isso brotarem e se transformarem em planta. Segundo LANDELL et al. (2013), com o advento do plantio mecânico, as falhas se tornaram mais frequentes e, para que não redundasse em prejuízos significativos na produtividade, o volume de mudas utilizadas se tornou muito alto, atingindo níveis superiores a 20 t/ha. Além da questão do desperdício de matéria prima no plantio, a cana-de-açúcar é uma cultura agrícola que necessita de considerável quantidade de água para seu ciclo de produção. Com o intuito de se reduzir a quantidade de material necessário ao plantio e desenvolvimento dos canaviais, assim como a otimização de água e nutrientes necessários a implantação dessas áreas, é que vem sendo difundido o sistema de produção de mudas pré-brotadas de cana (MPB) desenvolvido pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em sua unidade de Ribeirão Preto, que permite a redução do volume de mudas e o melhor controle na qualidade de vigor, redundando em canaviais de excelente padrão clonal e, portanto, com maior homogeneidade (LANDELL et al., 2013). Para se maximizar a economia de água para a irrigação em cultivo protegido existem alternativas tecnológicas cada vez mais eficientes como a subirrigação ou irrigação por capilaridade, que é uma opção para plantas cultivadas em vasos ou tubetes, com potencial para minimizar e até evitar problemas como desuniformidade de distribuição de água, de descartes e desperdícios de SN (solução nutritiva), reduzindo os riscos de contaminações ambientais, principalmente quando a SN é reutilizada e conseqüentemente, apresentando potencial de aumentar a lucratividade (RIBEIRO, 2013). Nesse sistema de irrigação, a água e os nutrientes são elevados às camadas superiores do meio de crescimento da cultura por capilaridade, que promove ascensão da água ou SN pela interação do ângulo de contato das forças de tensão superficial, adesão e coesão, disponibilizando-as para as plantas. A partir dos conceitos apresentados é que surgiu o propósito deste trabalho que teve por objetivo avaliar o conteúdo volumétrico de água (CVA) em tubetes preenchidos com substrato comercial para a produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar, através de sensores capacitivos de umidade.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os testes para a medição da melhor umidade do tubete para a produção de MPB foram realizados no Laboratório de Instrumentação e Controle (LIC) da FEAGRI/UNICAMP. Através da utilização de tubetes, substrato, sensores de umidade, uma bandeja para a suspensão dos tubetes e uma bandeja tipo piscina para a irrigação, foi possível obter a melhor faixa de umidade no interior do tubete, bem como a melhor quantidade de água para a subirrigação. Utilizou-se dos materiais descritos a seguir: tubete plástico com capacidade de 180 cm<sup>3</sup>, 130 mm de altura, dimensão da parte superior interna de 52 mm e da parte inferior de 12mm. Seu peso é de 0,017 Kg; bandeja para tubetes modelo caixa, cujas

dimensões são 620x420x165 mm, e que acomoda um total de 54 tubetes; substrato comercial composto por casca de pinus, fibra de coco e enriquecido com macro e micronutrientes. Sua capacidade de retenção de água é de 150% (p/p), densidade base seca de 190 kg/m<sup>3</sup> e umidade de 60% (p/p); piscina para a subirrigação com dimensões internas de 67,7x56 cm e parte externa com medidas 70x58,3 cm, sendo a altura de 6 cm. A piscina, que serve como mesa de subirrigação em menor escala, teve a elevação de água periodicamente programada, para que o tubete fosse umedecido na medida exata para a brotação da MPB; sensor capacitivo de umidade que foi utilizado é o modelo EC-5 da Decagon Devices, com tempo de medição de 10 ms, acurácia de +-2% e medidas de 8,9x1,8x0,7 cm. Para melhor eficácia nas medições, este foi inserido na faixa mediana do tubete, mantendo o raio de atuação uniforme para toda a faixa de medição.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A caracterização do CVA (m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) para diferentes alturas de lâmina de água foi realizada a partir da calibração do sensor de umidade EC-5 e da determinação de sua curva, recomendada por COBOS & CHAMBERS (2010), sendo possível fazer uso da metodologia de FERREIRA FILHO (2012), para com isso caracterizar o comportamento de umedecimento do substrato comercial, utilizando-se dos sensores para simular diferentes alturas de lâmina de água, comportamento tal que ocorre na prática numa mesa de subirrigação. A seguir são apresentados os dados médios das leituras dos sensores em suas diferentes alturas de lâmina de água, assim como as curvas de saturação para as respectivas alturas.

Tabela 1. Dados médios de tensão do sensor EC-5 para 4 lâminas de altura de água.

Tempo (min)	Lâmina 1 cm (mV)	Lâmina 2 cm (mV)	Lâmina 3 cm (mV)	Lâmina 4 cm (mV)
0	0,116	0,118	0,091	0,110
5	0,145	0,178	0,179	0,264
10	0,175	0,204	0,213	0,299
15	0,190	0,218	0,233	0,316
20	0,199	0,229	0,246	0,323
25	0,208	0,237	0,251	0,327
30	0,214	0,243	0,258	0,330

A Tabela 1 mostra que os dados médios das diferentes alturas seguiram uma tendência de comportamento ao longo do tempo. Percebe-se que a menor variação de dados de tensão (mV) é para a altura de 1 cm, ficando os dados de 2 e 3 cm de lâmina muito próximos em amplitude e os dados de 4 cm os mais expressivos para uma possível utilização em subirrigação de mudas de cana. Ao analisar-se a Figura 1, constata-se as informações já discorridas sobre a Tabela 1, verificando-se a importância de coletar tais dados para a tomada de decisão futura no manejo de irrigação com a utilização de sensores de umidade de princípio capacitivo, como o Decagon EC-5. Além disso, a obtenção das curvas de saturação (Figura 1) possibilita a decisão da escolha adequada do tempo e da altura de lâmina de subirrigação versus a umidade desejada no substrato para a produção de mudas de cana.

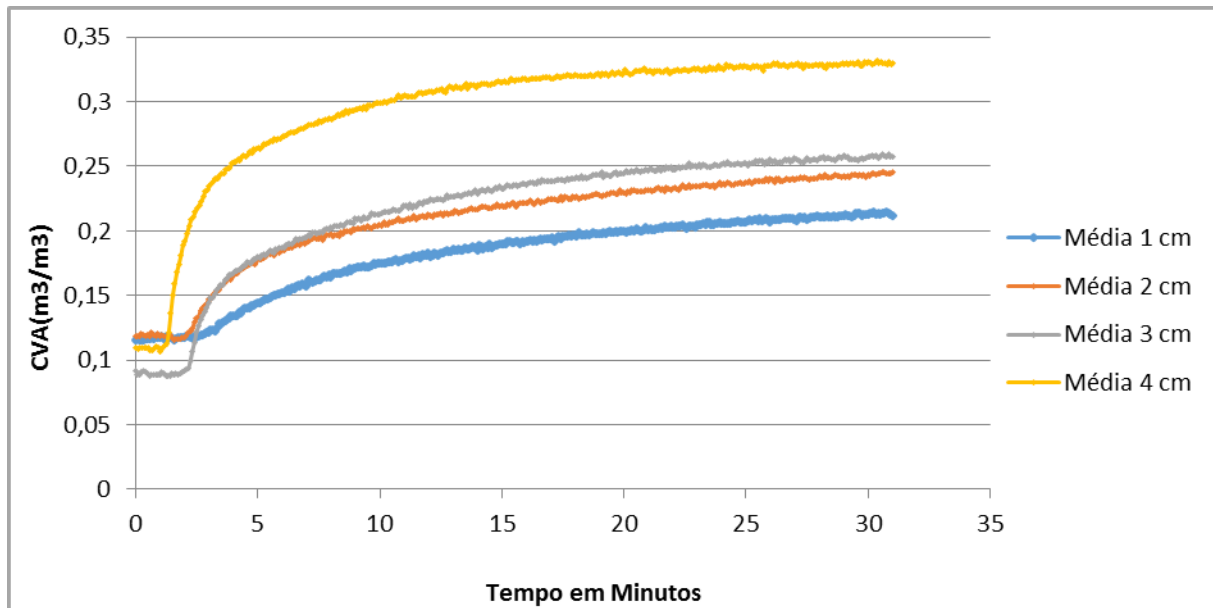


Figura 1. CVA ( $\text{m}^3.\text{m}^{-3}$ ) ao longo do tempo para as curvas médias de lâmina de água.

**CONCLUSÕES:** Visando a economia de tempo e recursos como água e fertilizantes, foi possível concluir que a lâmina de 1 cm de altura de água não atende a demanda de umidade desejada no substrato num tempo hábil para a subirrigação. Ao se utilizar 2 cm de lâmina de água frente a 3 cm, consegue-se economizar em tempo de irrigação, obtendo-se praticamente o mesmo resultado de CVA, sendo este satisfatório para a umidade desejada no interior do tubete. Havendo a necessidade de um umedecimento mais rápido dos tubetes, pode-se utilizar da altura de 4 cm, obtendo-se maior uniformidade na subirrigação num tempo menor em comparação às outras alturas (1; 2 e 3 cm) simuladas nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS:

COBOS, Douglas R.; CHAMBERS, Chris. **Calibrating ECH2O Soil Moisture Sensors:** Application Note. 2. ed. Pullman: Decagon Devices, 2010. 7 p. (Soil Moisture Sensors).

FERREIRA FILHO, Antônio Carlos. **Avaliação das características operacionais de mesas de subirrigação na produção de mudas em ambientes protegidos.** 2012. 18 f. IC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

LANDELL, Marcos Guimarães de Andrade et al. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas:** Documento 109. 2. ed. Campinas: Iac, 2013. 16 p.

RIBEIRO, Maycon Diego. **Projeto de uma mesa de subirrigação para ambientes protegidos.** 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.