

## USO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA PRODUÇÃO DE MUDAS PRÉ-BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM MESAS DE SUBIRRIGAÇÃO

NATALIA P. F. MACAN<sup>1</sup>, THOMAZ P. C. T. SILVA<sup>2</sup>, EDSON E. MATSURA<sup>3</sup>,  
RHUANITO S. FERRAREZI<sup>4</sup>, JONESMAR DE OLIVEIRA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP. (19) 992888854, natalia.macan@feagri.unicamp.br

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Horticultural Sciences Department, University of Florida, Gainesville/FL, EUA.

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP.

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

**RESUMO:** A subirrigação é um método de irrigação que pode apresentar elevada eficiência no uso de água e de nutrientes, pois o excesso de solução aplicado é coletado e reutilizado em irrigações subsequentes. Entretanto, ainda é pouco utilizada no Brasil. A partir de um projeto da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP foi desenvolvida uma mesa de subirrigação do tipo *Ebb-and-Flow* e atualmente está sendo utilizada para avaliar a aplicação da tecnologia na produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar (MPB). O objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento de três cultivares de MPB (IACSP95-5000, IACSP95-5094 e IAC91-1099) irrigados com duas concentrações de solução nutritiva (2/3 e 1/3 da solução recomendada). O experimento compreendeu a fase 1 de aclimação das mudas, em que foram realizadas medições biométricas e de massa seca da parte aérea e sistema radicular. Também foram monitoradas as condutividades elétricas das soluções nutritivas e do substrato. Após os 21 dias, não houve efeito das diferentes concentrações de solução nutritiva sobre os parâmetros biométricos avaliados. Em relação aos cultivares, o IAC91-1099 apresentou valores superiores de altura, área foliar e massa seca da parte aérea.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultivares IAC, Ebb-and-Flow, Fertilização

### USE OF DIFFERENT NUTRIENT SOLUTION CONCENTRATION FOR PRODUCTION OF SUGARCANE SEEDLING OF SINGLE EYE BUD IN EBB-AND-FLOW SUBIRRIGATION BENCHES

**ABSTRACT:** Subirrigation is an irrigation method with potential to present high water and nutrient use efficiency, since the excess of fertilizer solution is collected and reused for subsequent irrigations. However, subirrigation use in Brazil still limited. Previous research performed at the University of Campinas School of Agricultural Engineering developed a subirrigation ebb-and-flow bench, which have been used to study the production of sugarcane seedling of single eye bud (SSB). The goal of this work was evaluated the development of three SSB cultivars (IACSP95-5000, IACSP95-5094 and IAC91-1099) irrigated with two different nutrient solution concentration (2/3 and 1/3 of recommended solution). The experiment comprised the seedlings first acclimation phase and biometric and dry mass measurements were taken. The electric conductivity of substrate and of fertilizer solutions were also monitored. After 21 days, the different nutrient solution concentration didn't have effect on the biometric parameters evaluated. Among the cultivars, the IAC91-1099 showed

higher height, leaf area and shoot dry weight.

**KEYWORDS:** IAC Cultivars, Ebb-and-Flow, Fertilizer solution

## INTRODUÇÃO

Mudas pré-brotadas (MPB) é um sistema de multiplicação de plantas de cana-de-açúcar desenvolvida pelo Instituto Agrônomo (IAC) e que consiste na produção rápida de mudas, com elevado padrão de fitossanidade e vigor (LANDELL et al., 2012). Quando comparado ao plantio convencional através colmos, o plantio utilizando as mudas pré-brotadas apresenta como vantagens: redução da quantidade de material usado, menor ocorrência de pragas devido a utilização de mudas sadias originadas de gemas selecionadas, além de redução de falhas e maior homogeneidade dos canaviais (LANDELL et al., 2012).

Diante dessa nova tecnologia, o grupo Tecnologia de Irrigação e Meio Ambiente (TEIMA) da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP passou a estudar a possibilidade de produzir MPB em mesas de subirrigação, sistema capaz de promover economia do uso de água e de nutrientes, devido a utilização de um ciclo fechado com reaproveitamento da solução nutritiva (MAJSZTRIK et al., 2010).

No sistema conhecido como *Ebb-and-Flow*, recipientes de cultivo como vasos e tubetes são dispostos sobre uma mesa que é periodicamente inundada e drenada. A solução nutritiva que é bombeada do reservatório para mesa fica em contato com os recipientes por certo tempo fornecendo água e nutrientes as raízes pela ação da capilaridade, e em seguida o que não foi utilizado é drenado para o reservatório (LIETH e OKI, 2008). As vantagens da subirrigação envolvem menor uso de água e fertilizantes, maior uniformidade e produtividade da cultura, redução do uso de mão-de-obra, facilidade de automação e redução do descarte de nutrientes ao ambiente (ROUPHAEL et al., 2008).

Como a solução nutritiva é fornecida pela parte inferior do recipiente e se movimenta predominantemente por capilaridade, há uma tendência dos sais se acumularem na parte superior do substrato (LIETH e OKI, 2008). Por não haver lixiviação, a aplicação de uma taxa excessiva de fertilização pode aumentar a condutividade elétrica do substrato (MONTESANO et al., 2010) e prejudicar o desenvolvimento da cultura. Dessa forma, para a subirrigação, a recomendação mais comum é reduzir a concentração de fertilizantes em 50% em relação a aplicada via aspersão (KANG et al., 2004). Contudo, essa porcentagem de redução da concentração depende da cultura que será irrigada. Como as informações disponíveis na literatura são para produção de plantas ornamentais, hortaliças e mudas florestais, observa-se a necessidade de estudar a fertilização para produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em mesas de subirrigação.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi buscar uma concentração adequada de solução nutritiva para produção de MPB via subirrigação. Para isso foram avaliados o crescimento e o acúmulo de massa seca de diferentes cultivares de cana-de-açúcar (IACSP95-5000, IACSP95-5094 e IAC91-1099) irrigados via subirrigação com diferentes concentrações de solução nutritiva (2/3 e 1/3 da recomendação).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma estufa de 118,8 m<sup>2</sup> localizada na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/UNICAMP) em Campinas/SP (latitude 22°48'S e longitude 47°03'O). A estufa é do modelo *Poly House*, com cobertura plástica em polietileno, tela antiafídica nas laterais e tela termo-refletora interna de 50%. As condições ambientais

monitoradas durante o período experimental foram (média  $\pm$  desvio padrão): Temperatura de  $24,8 \pm 5,6$  °C e umidade relativa de  $70,8 \pm 14,9$  %.

Foram utilizadas quatro mesas de subirrigação do modelo desenvolvido por Ribeiro (2013). Cada mesa possuía 5,32 m de comprimento e 1,58 m de largura, além de uma motobomba de 0,5 cv e um reservatório de 500 L para armazenamento da solução nutritiva. Tanto a adução como a drenagem ocorriam pelo mesmo orifício, localizado em uma das extremidades da mesa. Quando a tubulação de adução era despressurizada, uma válvula de três vias permitia o retorno da solução nutritiva ao reservatório através da tubulação de drenagem.

Os tratamentos foram constituídos por três cultivares de cana-de-açúcar (IACSP95-5000, IACSP95-5094 e IAC91-1099) e por duas concentrações de solução nutritiva (2/3 e 1/3 da recomendação da literatura). O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo a concentração da solução nutritiva a parcela e o cultivar a subparcela. Foram utilizadas duas repetições, cada uma contendo 6 bandejas de cada cultivar.

A recomendação de adubação para mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar apresentadas em Landell et al. (2012) foi utilizada como referência e convertida para um valor de solução nutritiva contendo a seguinte concentração de nutrientes ( $\text{mg.L}^{-1}$ ): N = 300; P = 150; K = 350; Ca = 200; Mg = 50; S = 60; B = 0,5; Cu = 0,05; Fe = 3; Mn = 1,5; Mo = 0,08 e Zn = 0,3. As duas diferentes concentrações de solução nutritiva utilizadas nesse experimento continham 2/3 e 1/3 dessa recomendação.

O preparo dos pré-brotados para formação da MPB foi realizado pelo Centro de Cana do Instituto Agrônomo (IAC), localizado em Ribeirão Preto/SP. Após 17 dias do início da brotação, as mudas foram transferidas para tubetes de 130 ml contendo substrato composto por fibra de coco e casca de pinus (Tropstrato Hortaliças Mix, da Vida Verde). Estes tubetes foram então acondicionados em bandejas de 54 células, e estas foram colocadas sobre as mesas de subirrigação.

O manejo de irrigação foi realizado de forma automatizada, através de sensores capacitivos de monitoramento da umidade do substrato (modelo EC-5 da Decagon). Foram utilizados 6 sensores por mesa, instalados verticalmente nos tubetes, e conectados a um datalogger (modelo CR1000, da Campbell Scientific). A lógica de programação desenvolvida foi baseada no trabalho de Silva (2017), e consistia em realizar a leitura dos sensores de cada mesa a cada 30 minutos, calcular a média e comparar com um valor de referência. Quando o valor médio de umidade do substrato era inferior a 35 %, o datalogger enviava um comando para ligar a motobomba. Já o desligamento do sistema ocorria a partir de uma chave de nível, quando a altura da lâmina de água na mesa chegava a 3 cm.

O manejo da solução nutritiva foi realizado de acordo com a estratégia A proposta por Massa et al. (2010), com o objetivo manter relativamente constante a concentração de nutrientes na solução recirculada ao longo do ciclo de cultivo. Dessa forma, os reservatórios foram reabastecidos a cada 2 dias com a solução nutritiva já diluída, não sendo necessário descartar solução durante o período do experimento. A cada 3 dias foi realizado o monitoramento da condutividade elétrica e pH das soluções nutritivas e do substrato, sendo este através do método Pour Thru (CAVINS et al., 2000).

O experimento teve duração de 21 dias (10/03/2017 a 31/03/2017), correspondentes a fase 1 de aclimação das mudas de cana-de-açúcar. No final desse período, em cada repetição foram coletadas 10 amostras de cada cultivar para realização das medições biométricas. A altura foi determinada como a distância da base da muda até a 1ª folha emergente (1ª lígula) e o diâmetro como a média de duas medidas (perpendiculares entre si). A área foliar foi determinada através do medidor LI-3100C da LI-COR. As amostras foram então colocadas para secar a 65° C por 72 h para posterior determinação da massa seca da parte aérea e das

raízes.

Os dados de altura, diâmetro, área foliar e massa seca das mudas de cana-de-açúcar foram submetidos a análise de variância (Anova) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade pelo software SISVAR 5.3.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação do substrato

O monitoramento da condutividade elétrica (CE) e pH do substrato é necessário para caracterizar o meio em que a cultura está se desenvolvendo. Enquanto que o pH influencia na disponibilidade de nutrientes para a planta, a CE pode ser utilizada como um indicativo da salinidade do substrato. Dessa forma, a variação de CE e pH do substrato para cada tratamento é exibida na Figura 1.

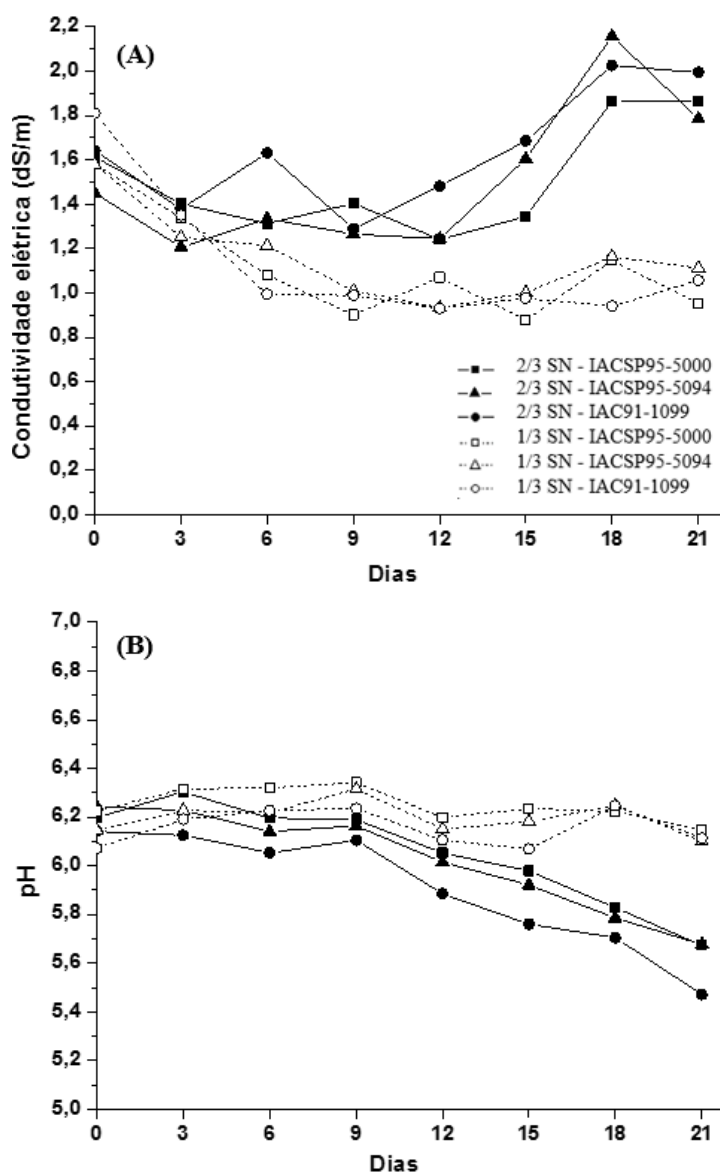


Figura 1. Condutividade elétrica (A) e pH (B) da solução lixiviada do substrato, coletada pelo método Pour Thru, para os diferentes cultivares de cana-de-açúcar (IACSP95-5000, IACSP95-5094 e IAC91-1099) irrigados via subirrigação por 21 dias com solução nutritiva (SN) contendo 2/3 e 1/3 da concentração recomendada.

Para os tratamentos irrigados com 1/3 da concentração, houve uma redução do valor condutividade elétrica da solução lixiviada do substrato no início do ciclo, e após o 9º dia houve uma tendência da CE a se manter constante, próximo a 1,00 dS.m<sup>-1</sup>. Para os tratamentos irrigados com 2/3 da concentração, houve uma redução do valor de CE nos três primeiros dias. Posteriormente esses valores tiveram algumas oscilações no meio do ciclo e aumentaram após o 12º (IAC91-1099 e IACSP95-5094) e 15º dia (IACSP95-5000), atingindo um valor médio próximo a 1,88 dS.m<sup>-1</sup> ao final dos 21 dias. A redução inicial do valor de condutividade elétrica para todos tratamentos sugere que os fertilizantes fornecidos pelo substrato comercial foram consumidos logo nos primeiros dias de experimento. Posteriormente, o aumento de CE para os tratamentos irrigados com 2/3 da concentração indica que os nutrientes estavam sendo fornecidos a uma quantidade maior do que as plantas conseguiam absorver, resultando em um acúmulo de sais no substrato. Da mesma forma, a estabilização do valor de CE para os tratamentos irrigados com 1/3 da concentração é um indicativo de que a fertilização está sendo realizada em uma taxa adequada, sem excesso e sem déficit. Comportamento semelhante da condutividade elétrica da solução lixiviada do substrato foi obtido por Kang e van Iersel (2009), irrigando petúnias via mesas de subirrigação com seis diferentes concentrações de solução nutritiva (0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS.m<sup>-1</sup>). O valor de CE do lixiviado aumentou para os tratamentos irrigados com as quatro maiores taxas de fertilização, permaneceu estável para o tratamento irrigado com 1,5 dS.m<sup>-1</sup> e diminuiu para o tratamento irrigado com 0,5 dS.m<sup>-1</sup>, indicando que as plantas estavam consumindo mais nutrientes do que estava sendo fornecido. Ainda sobre esse experimento, o tratamento que manteve o valor de CE do lixiviado constante, foi o que resultou em plantas com maiores valores de massa seca.

Em relação ao pH da solução lixiviada do substrato, os tratamentos irrigados com 1/3 da concentração mantiveram o valor próximo a 6,20 durante todo o ciclo de cultivo, e os tratamentos irrigados com 2/3 da concentração tiveram uma redução do valor ao longo do tempo, atingindo 5,68 (IACSP95-5000 e IACSP95-5094) e 5,47 (IAC91-1099) após os 21 dias. Essa redução do pH com o aumento da taxa de fertilização também foi observada por Zheng et al. (2004) e por Kang e van Iersel (2009).

Para a produção de muda de cana-de-açúcar, a recomendação é que o pH do substrato fique entre 5,5 e 6,5, para evitar a ocorrência de indisponibilidade ou toxidez de nutrientes para a planta (XAVIER et al. 2014). Já a faixa de condutividade elétrica do substrato obtida pelo método Pour Thru e considerada adequada por Cavins et al. (2000) para produção de mudas em geral é de 1 a 2,6 dS.m<sup>-1</sup>. Dessa forma, ao longo do experimento, as duas concentrações de solução nutritiva utilizadas mantiveram o pH e a CE do substrato dentro da faixa recomendada.

#### *Avaliação biométrica*

As mudas de cana-de-açúcar com 38 dias após o plantio (17 dias de brotação + 21 dias de aclimação) foram avaliadas em relação à altura, diâmetro, área foliar e massa seca, e os valores médios são exibidos na Tabela 1. A análise estatística mostrou que o cultivar IAC91-1099 apresentou maior desenvolvimento da parte aérea, com valores superiores de altura, área foliar e massa seca da parte aérea (MSPA). Esse cultivar não diferiu do IACSP95-5000 em relação ao diâmetro, e não diferiu do IACSP95-5094 em relação a massa seca de raiz (MSR). Tristão et al. (2016) trabalhando com os mesmos cultivares observou que após 52 dias o IAC91-1099 apresentou maior valor médio de MSR, e em relação a MSPA, o IAC91-1099 foi superior ao IACSP95-5000 e estatisticamente igual ao IACSP95-5094.

De acordo com Santi et al. (2016), não existe ainda clara definição sobre o melhor parâmetro biométrico para atestar a qualidade das mudas pré-brotadas. No entanto a análise de crescimento é útil no estudo do comportamento vegetal em diferentes condições de cultivo

e permite conhecer as diferenças entre cultivares de uma mesma espécie (MARAFON, 2012).

A comparação com os dados da literatura sugere que a utilização da subirrigação na fase 1 de aclimação das mudas pré-brotadas (MPB) de cana de açúcar pode promover precocidade no desenvolvimento da altura e do diâmetro das mudas. Após 70 dias do plantio de 3 cultivares (RB966928, RB867515 e RB92579) em diferentes substratos, Santi et al. (2016) obtiveram valores médios de altura de 15,89 cm e diâmetro médio de 6,98 mm. Ohashi et al. (2016) produzindo IACSP95-5000 em diferentes substratos e usando a recomendação de adubação presente em Landell et al. (2012), obtiveram após 60 dias do plantio valor médio de altura de 14,44 cm. Já Tristão et al. (2016) estudando 4 cultivares (IACSP95-5000, IACSP95-5094, IAC91-1099 e IACSP97-4039) com e sem inoculação fungos micorrizicos, obtiveram após 52 dias do plantio mudas com diâmetro médio de 4,75 mm. Nesses três trabalhos os valores ficaram próximos aos valores médios obtidos no presente experimento aos 38 dias (altura média de 13,84 cm e diâmetro médio de 6,73 mm).

Tabela 1. Efeito de diferentes cultivares e da concentração da solução nutritiva (SN) na altura da primeira lígula, diâmetro do caule, área foliar e massa seca de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar irrigadas via subirrigação durante 21 dias.

	Altura 1ª lígula (cm)	Diâmetro (mm)	Área foliar (cm²)	Massa seca	
				Parte aérea (g)	Raiz (g)
<b>Cultivar</b>					
IACSP95-5000	11,1 b	6,87 ab	115,35 b	1,19 b	0,128 b
IACSP95-5094	12,6 b	5,70 b	114,53 b	1,00 b	0,180 ab
IAC91-1099	17,9 a	7,64 a	185,94 a	1,65 a	0,221 a
<b>SN</b>					
1/3 SN	13,5 a	6,62 a	135,88 a	1,22 a	0,162 a
2/3 SN	14,2 a	6,85 a	141,33 a	1,34 a	0,191 a
<b>Probabilidade</b>					
Cultivar	0,0004	0,0119	0,0001	0,0027	0,0122
SN	0,1203	0,4843	0,6015	0,2333	0,4280
Cultiva * SN	0,5175	0,5974	0,1020	0,1893	0,0502
CV Cultivar (%)	5,33	7,19	3,93	8,71	13,21
CV SN (%)	1,81	5,50	9,42	6,30	22,62

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Já os valores de massa seca obtidos nesse experimento foram inferiores aos dados encontrados na literatura, o que já era esperado devido as avaliações terem sido realizadas no final da fase 1 de aclimação, e não no final da fase 2, como ocorreu em Santi et al. (2016), Ohashi et al. (2016) e Tristão et al. (2016). A fase 2 de aclimação é realizada em bancadas a pleno sol com o objetivo de adaptar as mudas às condições de plantio no campo (LANDELL et al., 2012). Dessa forma os valores médios encontrados na literatura para MSPA e MSR foram, respectivamente, 3,13g e 11,19 g após 70 dias (SANTI et al., 2016), 1,99 g e 0,402g após 60 dias (OHASHI et al., 2016) e 2,65g e 1,61 após 52 dias (TRISTÃO et al., 2016). Já os valores médios de MSPA e MSR encontrados no presente trabalho foram respectivamente 1,28g e 0,176 após 38 dias do plantio. Outro fator que pode ter influenciado nos valores de massa seca é o volume do recipiente de cultivo. Enquanto que no presente trabalho as mudas de cana-de-açúcar foram cultivadas em tubetes de 130 ml, Santi et al. (2016) e Ohashi et al.

(2016) utilizaram tubetes de 180 ml. No caso, por exemplo, da planta herbácea *Echinacea pallida* irrigada por subirrigação, Pinto et al. (2008) perceberam que o aumento do volume do recipiente de cultivo resultou em plantas com maiores valores de massa seca da parte aérea e de raiz.

A Tabela 1 também mostra que não houve efeito das diferentes concentrações de solução nutritiva sobre os parâmetros biométricos avaliados. Essa informação juntamente com o fato da condutividade elétrica do substrato ter permanecido constante (sem acúmulo ou depleção de sais) sugerem que a solução nutritiva com 1/3 da concentração recomendada pode ser utilizada na fase 1 de aclimação para produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em mesas de subirrigação.

A redução da concentração da solução nutritiva para produção de diferentes culturas em sistemas de subirrigação é amplamente relatada na literatura. No cultivo de planta ornamental Zheng et al. (2004) concluíram que na fase final da produção de gérbera usando subirrigação, a concentração da solução nutritiva pode ser reduzida em 50% em relação a solução aplicada via aspersão na fase inicial, sem causar prejuízos no crescimento ou qualidade da cultura. No cultivo de hortaliças, Liu et al. (2012) observaram que para atingir os maiores valores de massa seca, pimenta, alface e uma variedade de couve necessitam de menos fertilizantes quando são irrigadas por subirrigação do que manualmente, além de que a aplicação de elevadas taxas de fertilização (maiores que 350 mg.L<sup>-1</sup> de N) quando realizadas via subirrigação comprometem o desenvolvimento dessas culturas, sendo que o mesmo não ocorre quando a alta taxa de fertilização é aplicada via irrigação manual.

No caso de mudas de cana-de-açúcar, não há referências sobre seu desenvolvimento utilizando diferentes concentrações de solução nutritiva. No entanto, Carneiro et al. (1995) relatam que a reserva orgânica e de nitrogênio nos minirrebolos tem influência direta sobre a brotação e o desenvolvimento inicial das plantas. Gírio et al. (2015) mostraram que maiores produções de massa seca são encontradas em mudas provenientes de gemas com maiores reservas. Enquanto que gemas com 4,5g de massa seca produziram após 50 dias mudas com 1,05g de MSPA e 0,26g MSR, gemas com 1,5g resultaram em mudas com apenas 0,6g de MSPA e 0,19g de MSR (GÍRIO et al., 2015). Comportamento semelhante foi observado no presente experimento, em que o cultivar que apresentou os maiores valores de massa seca de parte aérea e de raiz foi aquele proveniente de minirrebolos com maior massa inicial: As mudas de IAC91-1099 foram originárias de minirrebolos com massa seca média de 4,2 g e atingiram valores médios de MSPA de 1,65g e de MSR de 0,221g após 38 dias. Já as mudas de IACSP95-5000, que foram originárias de minirrebolos com menor massa seca (3,5 g), atingiram 1,19 g de MSPA e 0,128 g de MSR.

#### *Avaliação da solução nutritiva*

Ambas soluções nutritivas (SN) tiveram um aumento do valor de condutividade elétrica (CE) ao longo do tempo (Figura 2). Durante o período de 21 dias, a SN com 2/3 da concentração teve um aumento de 24% no valor médio de CE, passando de 1,60 a 1,98 dS.m<sup>-1</sup>. Já a SN com 1/3 da concentração apresentou para o mesmo período um aumento de 22%, variando de 0,98 a 1,20 dS.m<sup>-1</sup>. Essa variação no valor de condutividade elétrica já era esperada devido a forma que foi realizada o manejo da solução nutritiva. Como os reservatórios eram sempre reabastecidos com a solução de referência já diluída, íons como Cl<sup>-</sup> e Na<sup>+</sup> provenientes da água usada para o preparo da SN e que são pouco consumidos pela planta, tendem a se acumular na SN e aumentar o valor de CE (MASSA et al., 2010). Contudo, como essa alteração do valor de CE não foi muito grande durante o tempo de condução do experimento (21 dias), não foi necessário realizar o descarte de SN.

Em relação ao pH, ambas soluções tiveram um aumento nos três primeiros dias. Posteriormente o valor de pH da SN com 1/3 da concentração estabilizou próximo a 6,61 e a

SN com 2/3 da concentração estabilizou em um valor próximo a 6,25.

O consumo total de solução nutritiva no período do experimento foi de 414 L para os tratamentos irrigados com 2/3 da concentração e 404 L para os irrigados com 1/3 da concentração.

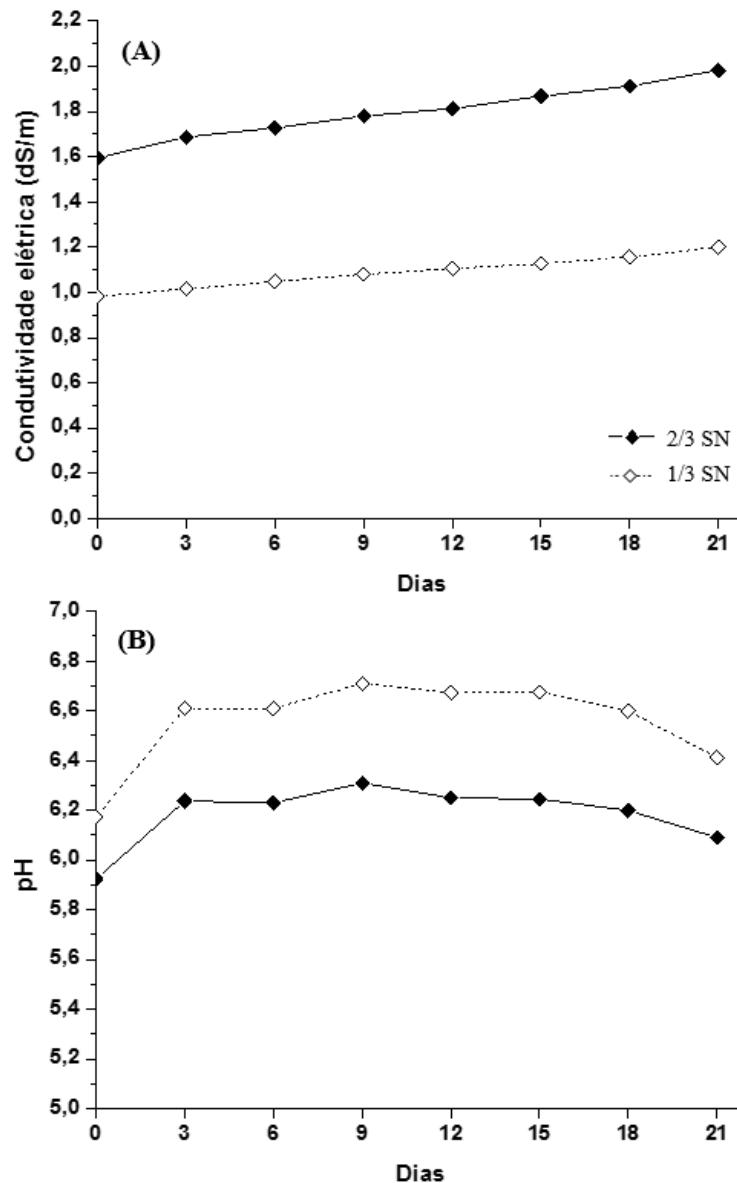


Figura 2. Condutividade elétrica (A) e pH (B) das soluções nutritivas (SN) com 2/3 e 1/3 da concentração recomendada e utilizadas para irrigar as mudas de cana-de-açúcar via subirrigação durante 21 dias.

## CONCLUSÕES

A solução nutritiva contendo 1/3 da concentração recomendada não promoveu salinização do substrato e resultou em plantas com valores de parâmetros biométricos semelhante as irrigadas com 2/3 da concentração. Dessa forma, para produção de mudas pré-brotadas em mesas de subirrigação recomenda-se a utilização de solução nutritiva com 1/3 da concentração, possibilitando assim uma economia do uso de fertilizantes.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela concessão de bolsa de estudo, a FAEPEX pelo apoio financeiro e ao IAC pelo fornecimento dos pré-brotados.

## REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, A.E.V.; TRIVELIN, P.C.O.; VICTORIA, R.L. Utilização da reserva orgânica e de nitrogênio do tolete de plantio (colmo-semente) no desenvolvimento da cana-planta. **Scientia Agricola**, v.52, p.199-209, 1995.
- CAVINS, T. J.; WHIPKER, B. E.; FONTENO, W. C.; HARDEN, B.; MCCALL, I.; GIBSON, J. **Monitoring and managing pH and EC using the “Pour thru” extraction method**. Raleigh, NC: North Carolina Coop. Ext. Serv., College of Agriculture & Life Sciences, 17p., 2000.
- GÍRIO, L. A. S.; DIAS, F. L. D.; REIS, V. M.; URQUIAGA, S.; SCHULTZ, N.; BOLONHEZI, D.; MUTTON, M. A. Bactérias promotoras de crescimento e adubação nitrogenada no crescimento inicial de cana-de-açúcar proveniente de mudas pré-brotadas. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.50, n.1, p.33-43, jan. 2015.
- KANG, J. G.; VAN IERSEL, M. W.; NEMALI, K. S. Fertilizer concentration and irrigation method affect growth and fruiting of ornamental pepper. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 5, p.867–884, 2004.
- KANG, J. G.; VAN IERSEL, M. W. Managing fertilization of bedding plants: A comparison of constant fertilizer concentrations versus constant leachate electrical conductivity. **HortScience**, v. 44, p.151-156, 2009.
- LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M. A.; ANJOS, I. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SCARPARI, M. S.; GARCIA, J. C.; BIDÓIA, M. A. P.; SILVA, D. N.; MENDONÇA, J. R.; KANTACH, R. A. D.; CAMPOS, M. F.; BRANCALIÃO, S. R.; PETRI, R. H.; MIGUEL, P. E. M. **Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas**. Campinas: Documentos IAC, Instituto Agrônomo, v.109, 16p. 2012 (Boletim técnico).
- LIETH, J. H.; OKI, L. R. Irrigation in soilless production. In: RAVIV, M.; LIETH, J. H. **Soilless culture: Theory and practice**. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2008. p. 117-156.
- LIU, J.; LEATHERWOOD, W. R.; MATTSON, N. S. Irrigation method and fertilizer concentration differentially alter growth of vegetable transplants. **HortTechnology**, v. 21, p. 56–63, 2012.
- MAJSZTRIK, J.C., RISTVEY, A.G.; LEA-COX, J.D. Water and nutrient management in the production of container-grown ornamentals. In: JANICK, J. **Horticultural Reviews**. Hoboken, United States: John Wiley & Sons, 2010. v.38, p.253–296.
- MARAFON, A.C. **Análise quantitativa de crescimento em cana-de-açúcar: Uma introdução ao procedimento prático**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 29 p. (Documentos 168).
- MASSA, D.; INCROCCI, L.; MAGGINI, R.; CARMASSI, G.; CAMPIOTTI, C.A.; PARDOSSI, A. Strategies to decrease water drainage and nitrate emission from soilless cultures of greenhouse tomato. **Agricultural Water Management**, v. 97, p. 971–980, 2010.
- MONTESANO, F.; PARENTE, A.; SANTAMARIA, P. Closed cycle subirrigation with low concentration nutrient solution can be used for soilless tomato production in saline conditions.

**Scientia Horticulturae**, v.124, p.338–344, 2010.

OHASHI, A. Y. P.; XAVIER, M. A.; GARCIA, J. C.; PETRI, R. H.; SILVA, L. P. M.; PIRES, R. C. M. Crescimento e eficiência no uso da água de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em diferentes substratos. 10º Congresso nacional da sociedade dos técnicos açucareiros e alcooleiros do Brasil, 2016, Ribeirão Preto. **Anais...** p.212-216, 2016.

PINTO, J. R.; CHANDLER, R.; DUMROESE, R. K. Growth, nitrogen use efficiency, and leachate comparison of subirrigated and overhead irrigated pale purple coneflower seedlings. **HortScience**, v. 42, p. 897–901, 2008.

RIBEIRO, M. D. **Projeto de uma mesa de subirrigação para ambientes protegidos**. 2013. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

ROUPHAEL, Y., CARDARELLI, M.; REA, E.; COLLA, G. The influence of irrigation system and nutrient solution concentration on potted geranium production under various conditions of radiation and temperature. **Scientia Horticulturae**, v.118, p.328–337, 2008

SANTI, P. H. P.; SCAVAZZA, A. L.; BELLONI, A. L.; SOARES, M. R.; CASAGRANDE, J. C.; SARTORIO, S. D.; ROCHA, K. S. S.; LAVORENTI, J. A. L.; SANTANA, C. A.; JOSIMARA APARECIDA FERREIRA, J. A.; ZINA, A. C. S. Desenvolvimento de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar em diferentes substratos. In: X Workshop Agroenergia Matérias Primas, 2016, Ribeirão Preto. **Anais...**, 2016.

SILVA, T. P. C. T. **Produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar por subirrigação**. 2017. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

TRISTÃO, L. E.; FIGUEIREDO, P. A. M.; ZIED, D. C.; LISBOA, L. A. M.; ALVES V. G. C. Parâmetros agronômicos iniciais de cana-de-açúcar inoculadas com fungos micorrizicos arbusculares. 1º Encontro Internacional de Ciências Agrárias e Tecnológicas Crise: tecnologias para a superação de desafios no setor agrário, 2016, Dracena. **Anais...** p.529-537, 2016.

XAVIER, M.A.; LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; FIGUEIREDO, P.; MENDONÇA, J.R.; DINARDO-MIRANDA, L.L.; SCARPARI, M.S.; GARCIA, J.C.; ANJOS, I.A.; AZANIA, C.A.M.; BRANCALIÃO, S.R.; KANTHACK, R.A.D.; AFERRI, G.; SILVA, D.N.; BIDÓIA, M.A.P.; CAMPOS, M.F.; PERRUCCO, D.; MATSUO, R.S.; NEVES, J.C.T.; CASSANELI JÚNIOR, J.R.; PERRUCCO, L.; PETRI, R.H.; SILVA, T.N.; SILVA, V.H.P.; THOMAZINHO JÚNIOR, J.R.; MIGUEL, P.E.N.; LOREZANTO, C.M. **Fatores de desuniformidade e kit de pré-brotação IAC para sistema de multiplicação de cana-de-açúcar -Mudas pré-brotadas (MPB)**. Campinas: Documentos IAC, Instituto Agrônomo, v.113, 22p. 2014 (Boletim técnico).

ZHENG, Y.; GRAHAM, T. H.; RICHARD, S.; DIXON, M. Potted gerbera production in a subirrigation system using low-concentration nutrient solutions. **HortScience**, v. 39, n. 6, p. 1283-1286, 2004.