

# **VALIDAÇÃO DE MEDIDAS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E pH DO DRENADO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA FRENTE À SOLUÇÃO NO MEIO RADICULAR EM SUBSTRATO CULTIVADO COM MORANGUEIRO**

GABRIEL NACHTIGALL MARQUES<sup>1</sup>; THIAGO FREITAS DA LUZ<sup>2</sup>,  
LAIS PERIN<sup>2</sup>; CRISTIANE NEUTZLING<sup>2</sup>; CARLOS REISSER JÚNIOR<sup>3</sup>,  
ROBERTA MARINS NOGUEIRA PEIL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – gabrielnmarques@hotmail.com

<sup>2</sup>UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

<sup>3</sup>Embrapa – carlos.reisser@embrapa.br

<sup>4</sup>UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel/Bolsista CNPq – rmnpeil@gmail.com

## **1. INTRODUÇÃO**

Apesar de recente, o emprego de substratos em sacolas plásticas (slabs) e o fornecimento de nutrientes exclusivamente via líquida já é realidade para produtores de morango do Estado do Rio Grande do Sul, especialmente na Serra Gaúcha e no Vale do Caí. Entretanto, há grande carência de conhecimento no que tange ao manejo adequado da solução nutritiva, principalmente em sistemas com coleta e reutilização do lixiviado (“sistemas fechados”).

O potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (CE) são indispensáveis parâmetros de monitoramento da solução nutritiva que devem ser continuamente avaliados no decorrer do cultivo. Através da correta interpretação destes dados, e considerando as exigências do morangueiro, será determinado o manejo mais adequado da solução.

Em sistemas hidropônicos, como por exemplo, o NFT (Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes, descrito por COOPER, 1973), o controle do pH e da CE é uma tarefa simples, pois os valores dos parâmetros da solução nutritiva contida no reservatório são muito aproximados àqueles valores da lâmina que circula pelo sistema radicular das plantas. Entretanto, o substrato empregado no cultivo do morangueiro exerce forte influência sobre a solução nutritiva, podendo alterar significativamente os parâmetros químicos e, assim, encobrir a real condição da solução que está em contato com o sistema radicular das plantas.

Atualmente, para obtenção de dados mais exatos, existem aparelhos extratores para a retirada da solução contida no substrato e posterior análise de pH e CE, porém, possuem elevado custo e apresentam muitas desvantagens operacionais. Neste sentido, baseado em uma metodologia já existente para substratos (‘Método do Lixiviado’ ou ‘Pour Through’, descrito por FERMINO, 2014), está sendo preconizado que os produtores de morango em substrato utilizem as leituras de pH e CE da solução lixiviada, coletada após a primeira fertirrigação do dia.

Assim, o objetivo do trabalho foi validar a metodologia da análise da solução lixiviada, coletada na drenagem do sistema, através da associação com os valores de pH e CE provenientes da solução extraída por extratores diretamente do substrato no cultivo do morangueiro, bem como verificar o efeito da adição de composto orgânico ao substrato sobre estas medidas.

## **2. METODOLOGIA**

O experimento foi conduzido no Campo Experimental e Didático do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, na Universidade Federal de Pelotas, localizado no município de Capão do Leão, RS.

As plantas foram cultivadas no interior de uma casa de vegetação modelo 'Teto em Arco' de estrutura metálica, coberta com filme plástico de polietileno (150  $\mu\text{m}$  de espessura).

O sistema de cultivo sem solo empregado é baseado no sistema amplamente utilizado pelos produtores da Serra Gaúcha, descrito por BORTOLOZZO et al. (2005). As plantas de morangueiro foram cultivadas em sacos de filme plástico branco tubular (slabs) que quando preenchidos com 50 litros de substrato apresentavam 1,00 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,15 m de altura. Usualmente, o sistema tem sido adotado sem a coleta e recirculação da solução nutritiva drenada. No entanto, neste experimento, foram empregadas bancadas de cultivo com 1 m de altura, constituídas de calhas de madeira de 6,0 m de comprimento, 0,2 m de largura e 0,1 m de profundidade cada, previamente impermeabilizadas com filme plástico para coletar a solução nutritiva drenada oriunda do interior dos slabs, reconduzi-la ao tanque de armazenamento da solução e proporcionar a sua reutilização no sistema. Cada bancada de cultivo suportava 12 sacos, dispostos longitudinalmente sobre a calha de madeira, formando duas linhas de seis sacos, separadas por uma distância de 0,2 m.

Como substrato, foram avaliadas duas proporções de casca de arroz carbonizada: 100% casca de arroz carbonizada (CAC) e 80% de casca de arroz carbonizada + 20% de composto orgânico (CAC+CO), no segundo ano de cultivo. Para este experimento, utilizaram-se duas bancadas independentes, com sistema individualizado de fornecimento e coleta do lixiviado da solução nutritiva para cada substrato.

No dia 16 de março de 2015, foram transplantadas oito plantas em cada sacola de cultivo formando duas linhas de quatro plantas em arranjo desencontrado. O espaçamento na linha foi de 0,23 m entre plantas. Considerando a população de 96 plantas por bancada, o comprimento útil de 6 m da calha de cultivo e o caminho de 0,50 m entre bancadas de cultivo, a densidade de plantio foi de 13,3 plantas  $\text{m}^{-2}$ .

A solução nutritiva adotada foi baseada na solução proposta por SONNEVELD e STRAVER (1994) e a utilizada pelos produtores de morango em substrato do Vale do Caí /RS, correspondendo a uma condutividade elétrica inicial aproximada de 1,4  $\text{dS m}^{-1}$ . Em função da capacidade de retenção de água, da fase de desenvolvimento das plantas e das condições meteorológicas reinantes no período, as frequências de fornecimento de solução nutritiva preestabelecidas foram: CAC (às 8:30, 11:00, 13:00, 15:00 e 17:00) e CAC+CO (8:30, 12:00 e 15:00), todas com 7 minutos de duração.

No centro de oito slabs (quatro de cada substrato), instalou-se a aproximadamente 10 cm das plantas e 15 cm de profundidade, extratores de solução nutritiva da marca 'Soil Control®'. Tais extratores são constituídos de uma cápsula microporosa acoplada a uma câmara de vácuo, vedada por uma tampa de borracha.

As coletas e respectivas leituras de pH e CE foram realizadas a partir das 8 horas da manhã durante os dias 01, 04, 08, 11, 13, 15, 18 e 20 de maio de 2015, quando as plantas encontravam-se em florescimento/início da frutificação. O procedimento operacional da coleta dos dados obedeceu aos seguintes passos: 1º) antes do primeiro fornecimento diário de solução nutritiva (às 8 horas e 30 minutos), através de uma seringa de 60  $\text{cm}^3$ , foi aplicado aos extratores o vácuo de aproximadamente 75 KPa; 2º) cerca de 20 minutos depois, com o auxílio de outra seringa acoplada a um microtubo flexível, a solução extraída do substrato foi retirada do interior do extrator e acondicionada em copos plásticos para posterior

leitura; 3º) na sequência, a motobomba era acionada durante 7 minutos realizando o fornecimento de solução nutritiva a todos os 'slabs' do experimento. Após o seu desligamento, coletava-se com copos plásticos a solução lixiviada dos slabs e drenada pelas calhas de coleta. As leituras de pH e CE foram realizadas, respectivamente, por pHâmetro (modelo 'pHep') e condutivímetro (modelo 'Dist 4') manual digital, marca 'Hanna'.

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de 32 repetições para cada substrato (totalizando 64 repetições). A leitura dos dados provenientes das soluções obtidas pelos extratores e do lixiviado drenado foram associadas por meio da análise de correlação de Pearson a 1% de probabilidade. Para cada substrato e forma de coleta da solução nutritiva, as médias de pH e CE obtidos durante o período de coletas foram submetidas a análise de variância pelo Teste F a 1% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância demonstraram diferenças com significância estatística entre os substratos avaliados (Tabela 1).

De acordo com o exposto na Tabela 1, o acréscimo de 20% de composto orgânico à casca de arroz carbonizada acarretou no aumento significativo da condutividade elétrica e do pH, independentemente da forma de coleta da solução nutritiva em contato com o substrato. As médias das formas de coleta mostram que a casca de arroz carbonizada possui CE e pH, respectivamente, 9 e 12% inferiores aos da mistura com composto orgânico. Estes resultados devem ser considerados para a definição do tipo de sistema de cultivo empregado, uma vez que para sistemas fechados, em que ocorre a coleta e a recirculação da solução nutritiva drenada, substratos que proporcionem maior elevação da CE e pH exigirão correção da solução nutritiva de forma mais constante.

**Tabela 1.** Condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH) das soluções extraídas (Extrator) e lixiviadas (Drenado) dos substratos à base de casca de arroz carbonizada empregados no cultivo do morangueiro em sistema 'fechado'. Capão do Leão, UFPel, 2015.

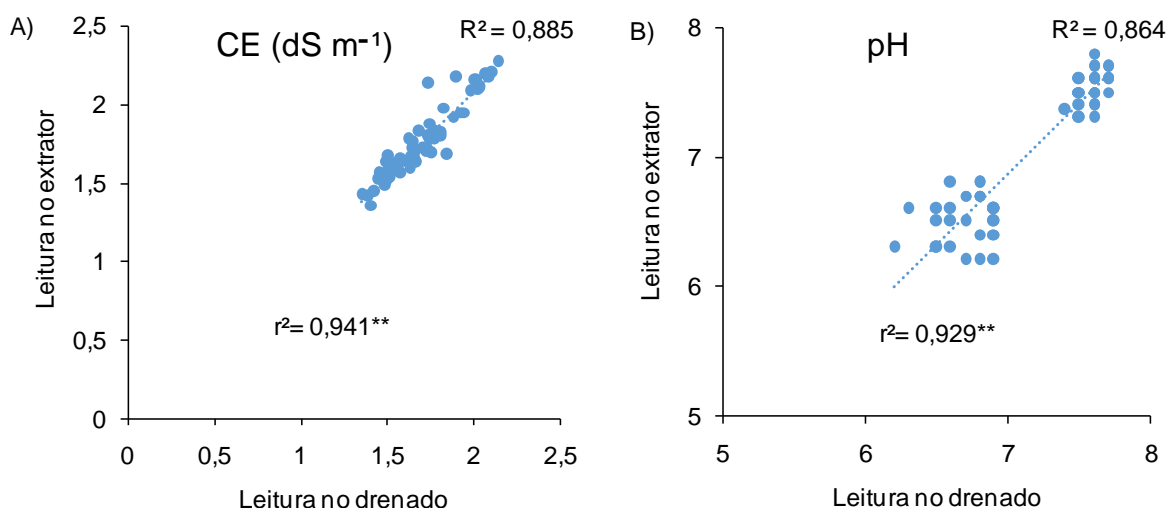
Substrato	CE (dS m <sup>-1</sup> )		pH	
	Extrator	Drenado	Extrator	Drenado
CAC+CO	1,78 **	1,83**	7,58**	7,54**
CAC	1,63	1,68	6,72	6,52
CV (%)	11,31	12,57	1,97	2,27

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Visto que as médias de CE e pH da solução extraída e drenada foram muito próximas para ambos os substratos avaliados, foi possível estabelecer o grau de associação das duas formas de coleta da solução, independente do substrato (Figura 1A e 1B).

Segundo a análise de correlação, existe forte relação para as leituras de CE e pH entre a solução do extrator e do drenado. Esta afirmação é comprovada mediante a interpretação dos elevados coeficientes de Pearson ( $r^2$ ). Para a CE, (Figura 1A) o  $r^2$  foi de 0,941, resultado que foi significativo ao nível de 1% de probabilidade e revela elevada magnitude estatística. De modo semelhante, também foi observado esta forte correlação para o pH (Figura 1B), dada pelo  $r^2$  de 0,929.

Devido à comprovada relevância estatística, estes resultados validam a metodologia de coleta do lixiviado drenado da solução nutritiva para a tomada das leituras e decisão referente ao controle dos dois parâmetros químicos avaliados no trabalho. Além disso, os gráficos da Figura 1 demonstram acentuados coeficientes de determinação da linearidade da dispersão dos dados, ou seja, a relação entre as formas de medida ocorre, mesmo, sob elevada amplitude de variação de CE e pH.



**Figura 1.** Relação entre os valores de condutividade elétrica (A) e pH (B) de soluções nutritivas provenientes de extrator e do drenado dos substratos à base de casca de arroz carbonizada empregados no cultivo do morangueiro em sistema 'fechado'. Capão do Leão, UFPel, 2015. **\*\***Significativo ao nível de 1% de probabilidade pela Correlação de Pearson.

#### 4. CONCLUSÕES

A adição do composto orgânico na proporção de 20% ao substrato de casca de arroz carbonizada eleva a CE e o pH da solução nutritiva. A solução drenada pelo substrato é representativa das condições da solução no meio radicular, podendo ser empregada com elevada exatidão para o monitoramento da CE e do pH na cultura do morangueiro.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORTOLOZZO, A.R.; SANHUEZA, R.M.V.; BOTTON, M.; MELO, G.W.B. de; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F.F.; FERLA, N.J.; PINENT, S.M.J. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho (**Circular Técnica**, 62), 2005, 23 p.
- COOPER, A.J. **The ABC of NFT**. Grower Books (Edit), London, 1979. 181p.
- FERMINO, M.H. **Substratos**: composição, caracterização e métodos de análise. Agrolivros. Guaíba, 2014. 112p.
- SONNEVELD, C.; STRAVER, N. **Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water or substrates**. 10th ed. The Netherlands, proefstation voor Tuinbouw onder Glas Te Naaldwijk. (Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, n8). 1994. 45p.