



EFEITO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NA PRODUÇÃO DE BATATA SEMENTE EM AEROPONIA

João Gabriel Madeira **Martins**¹; Gustavo de Souza **Gonçalves**²; Paulo Jomilson Rebouças
Barbosa³; Alex Humberto **Calori**⁴; Thiago Lenadro **Factor**⁵

Nº 15307

RESUMO - Uma das principais estratégias para aumentar a taxa de multiplicação e produção de batata semente de alta sanidade no mundo é o uso de sistemas hidropônicos, dentre os quais destaca-se a aeroponia. Entretanto, pela recente introdução desse sistema no Brasil, avaliado somente na forma de protótipo, ainda há necessidade de aprimoramento e adaptação para condições comerciais de cultivo, assim como a necessidade de estudos sobre manejo cultural e nutricional da cultura nesse sistema, visando à disseminação e adoção por produtores e empresas especializadas em produção de batata semente do Estado de São Paulo e Brasil. Assim, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na produtividade de tubérculos de batata semente em sistema aeropônico. Para tanto, foi instalado um sistema aeropônico no interior de um ambiente protegido (estufa) em área experimental da APTA, Pólo Nordeste Paulista, Mococa – SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro diferentes condutividades da solução nutritiva (1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹) num total de quatro blocos. Foram avaliadas variáveis de crescimento das plantas e de produtividade, variedade Agata, por ocasião das sucessivas colheitas. O sistema aeropônico apresenta grande potencial para produção de batata semente de alta sanidade no Brasil, sendo a condutividade elétrica da solução nutritiva que proporciona o maior número e massa de minitubérculos por planta e por m² ficou entre 1,7 e 2,2 dS m⁻¹.

Palavras-chaves: aeroponia, batata semente, minitubérculos, condutividade elétrica

¹Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduando em Tecnologia dos Agronegócios, FATEC Mococa-SP johnjohnmartins@gmail.com

²Colaborador, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduando em Tecnologia dos Agronegócios, FATEC Mococa-SP.

³Bolsista Fundag - Tecnólogo em Agronegócios, FUNDARP, São José do Rio Pardo-SP.

⁴Doutorando IAC/APTA - Bolsista CAPES, Campinas – SP.

⁵Orientador: Pesquisador da Apta Regional-Nordeste Paulista, Mococa-SP; factor@apta.sp.gov.br



ABSTRACT- *One of the main strategies to increase the rate of multiplication and production of seed potatoes in the world is the use of hydroponic systems, among which stands out the aeroponics. However, the recent introduction of this system in Brazil, evaluated only in prototype form, there is still need for improvement and adaptation for commercial scale, as well studies cultural and nutritional management of culture in this system, aiming the dissemination and adoption by producers and companies specialized in seed potato production in the state of São Paulo and Brazil. The objective of this study was to evaluate the influence of electrical conductivity of the nutrient solution in the yield of seed potato tubers in aeroponic system. Thus, a aeroponic system inside a greenhouse in the experimental area of APTA was installed, Polo Paulista Northeast, Mococa - SP. The experimental analyses was a randomized complete block design with four different conductivities of nutrient solutions (1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 dS m⁻¹) a total of four blocks. Plant growth and yield variables were assessed, Agata variety, during the successive harvests. The aeroponic system has great potential for the production of seed potatoes high sanity in Brazil, and the electrical conductivity of the nutrient solution that provides the highest number and mass of minitubers per plant and per m² was between 1.7 and 2.2 dS m⁻¹.*

Key-words: aeroponic, seed potato, minitubers, electrical conductivity

1 INTRODUÇÃO

Sistemas hidropônicos têm se destacado, recentemente, como uma das principais estratégias para a redução do custo de produção e aumento na taxa de multiplicação de batata semente de alta sanidade em ambiente protegido no mundo. No Brasil, entretanto, a quase totalidade da produção de minitubérculos de batata semente é baseada no uso de vasos/caixas plásticas e plantio em substratos agrícolas. Embora nesse sistema seja possível produzir batata semente de excelente qualidade, apresenta baixa taxa de multiplicação por planta, em média de 3 a 10 tubérculos, dependendo da variedade e número de plantas por vaso ou caixa. Além disso, o elevado uso de mão de obra no manuseio de substratos, a necessidade de esterilização para reuso e posterior descarte desse material no meio ambiente, contribuem para o aumento do custo de produção. Nesse sentido, os sistemas hidropônicos podem ser considerados como uma excelente alternativa para uma produção mais sustentável de batata semente no Brasil, com destaque para a aeroponia.

A aeroponia, ou cultivo no ar, possibilita a produção de alimentos deixando expostas suas raízes. Um sistema de nebulização, que funciona à base de energia elétrica, é responsável por pulverizar as raízes expostas com uma solução aquosa contendo todos os micros e



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

macronutrientes necessários ao crescimento das plantas. O tempo de nebulização varia entre 15 e 60 segundos, de acordo com o ciclo da cultura e o clima da região onde se está cultivando. A produção ocorre dentro de uma espécie de caixa, que funciona como uma estufa em total escuridão, reproduzindo as características do meio abaixo do solo.

Resultados de aumento na taxa de multiplicação de minitubérculos de batata semente em aeroponia foram observados em pesquisas realizadas na Espanha (Ritter et al., 2001), Nova Zelândia (Nichols, 2005), Sri Lanka (Nugaliyadde et al., 2005), no CIP-Perú (Otazú, 2010), na Argentina (Ariel et. al., 2014), Colômbia (Matheus-Rodrigues et al., 2014) e Austrália (Pathania, N. et. al., 2014). Vale ressaltar que a aeroponia é uma técnica hidropônica e como tal apresenta também suas desvantagens como: maior investimento inicial, necessidade de gerador caso ocorra falta de energia elétrica e maior vulnerabilidade na distribuição do patógeno (solução recirculante), caso ocorra contaminação. Portanto, o aprimoramento e a capacitação técnica para a condução e manejo da cultura da batata neste sistema de produção são fundamentais para o sucesso com esta nova tecnologia de produção.

Apesar das dificuldades, a aeroponia é uma técnica com grande potencial de aplicação no Brasil, principalmente como estratégia para aumentar a produção e melhorar a qualidade de batata semente de alta sanidade em condições tropicais de cultivo. Entretanto, pela recente introdução desse sistema no país, avaliado somente na forma de protótipo, ainda há necessidade de aprimoramento e adaptação para condições comerciais de cultivo, assim como a necessidade de estudos sobre manejo cultural e nutricional, visando à disseminação e adoção por produtores e empresas especializadas em produção de batata semente do Brasil. Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar a influência da condutividade elétrica da solução nutritiva (1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹) sobre a produtividade de tubérculos de batata semente em sistema aeropônico, na região Nordeste do Estado de São Paulo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido em área experimental da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Pólo Nordeste Paulista, cujas coordenadas geográficas são 21°28' S e 47°01' N e altitude média de 665 m, localizado no município Mococa – SP. O município de Mococa esta inserido na região Nordeste Paulista, principal região produtora de batata do Estado de São Paulo, distante 60 km do município de Vargem Grande do Sul e 35 km do município de Casa Branca/SP, principal município produtor do Estado de São Paulo. O clima da região é do



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015
10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

tipo tropical, com inverno seco, classificado como Aw segundo Köppen, descrito por Vianello & Alves (1991), com temperaturas médias máxima de 28,5°C e média mínima de 16,6°C.

O sistema aeropônico utilizado foi baseado no descrito por Factor (2007) e Factor *et al.* (2007), porém aperfeiçoado para produção em maior escala e utilizando materiais de boa durabilidade e menor custo, substituindo caixas de fibra de vidro por bancadas de aço, revestidas nas laterais por placas de PVC deslizantes encaixadas em trilhos de alumínio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹) num total de quatro blocos. Cada parcela possuiu dimensões de 4 x 1 m separadas por placas de PVC e interligadas as demais repetições por tubulação de recalque e drenagem da solução nutritiva individualizadas. Foi adotada a cultivar Agata por se tratar do genótipo de maior expressão atualmente no mercado nacional de tubérculos “in natura”.

A solução nutritiva utilizada foi àquela recomendada para o cultivo de batata, proposta por Factor (2007), com a seguinte concentração total de nutrientes: 145, 29, 40, 295, 162, 40, 64, 2,0, 0,3, 1,0, 0,3, 0,05, e 0,05 mg.L⁻¹ de NO₃⁻, NH₄⁺, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B, Cu e Mo, respectivamente, e condutividade elétrica (CE) de aproximadamente 2,0 dS m⁻¹ (S2). A partir desta solução três concentrações adicionais foram preparadas, calculadas por coeficientes de 0,5 (S1), 1,5 (S3) e 2,0 (S4) a partir de S2, de maneira a obter as diferentes condutividades elétricas a serem estudadas, porém mantendo-se sempre a mesma proporção de nutrientes.

A condutividade elétrica (CE) foi medida diariamente por meio de um aparelho portátil digital modelo Combo HI 98130 (medidor de pH/CE/TDS – 0 a 19,99 mS - HANNA®) e corrigida quando os valores medidos situaram-se acima ou abaixo de 0,1 mS do valor da CE inicial. No primeiro caso, a correção foi feita mediante a adição de água e, no segundo, pela adição de um volume complementar de solução nutritiva estoque com proporção de nutrientes correspondente a solução original, porém com concentração cinco vezes maior, de forma a atingir o valor da CE inicial. O pH da solução nutritiva medido com o mesmo aparelho foi mantido no intervalo entre 5,5 a 6,5, mediante adição de ácido sulfúrico 6N ou hidróxido de sódio 1N.

Por ocasião das colheitas, realizadas semanalmente e a partir dos 40 dias após o transplante, adotando-se o critério de colher os minitubérculos na faixa de 30 mm de diâmetro transversal (Medeiros *et al.*, 2002), foram avaliados: número de minitubérculos planta⁻¹, número de minitubérculos m⁻² e produtividade de minitubérculos (g m⁻²).

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância e por meio do teste F e análise de regressão que melhor represente a variável analisada, levando em consideração o ajuste (R²) e representação do fenômeno biológico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se claramente que o número de minitubérculos por planta foi maior nas plantas conduzidas entre as soluções nutritivas 2 e 3. A análise estatística de regressão revelou que a maior taxa de multiplicação foi obtida com uma condutividade elétrica da solução de 2,2 dS m⁻¹, média de 33 minitubérculos por planta, devido esta solução nem faltar e nem exceder a quantidade de nutrientes para as plantas (Figura 1). Segundo Savvas (1999) grandes quantidades de nutrientes na solução nutritiva, induzem a estresse osmótico, toxicidade de íons e falta de balanço nutricional, em contrapartida, pequenas quantidades de nutrientes geralmente levam a deficiência nutricional.

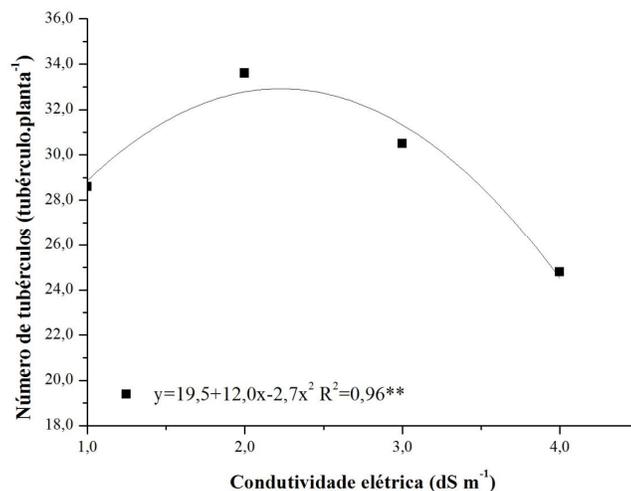


Figura 1. Número médio de tubérculos por planta em função de diferentes condutividades elétricas (CE) da solução nutritiva em aeroponia (1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹). APTA/DDD/Pólo Nordeste Paulista – Mococa/SP.

Quanto ao número de minitubérculos por m² observou-se que os melhores resultados segundo a análise de regressão foram obtidos com a condutividade elétrica de 1,7 dS m⁻¹, média de 863 minitubérculos por m² (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Müller et al.(2007), porém em sistema hidropônico que utiliza areia como substrato e com uma menor produtividade. Os autores verificaram que no outono, ocorreu resposta linear inversa, ou seja, na medida em que se aumentou a CE da solução nutritiva, aumentou a massa de matéria fresca dos tubérculos e diminui-se seu número. Já no cultivo de primavera, foi observada resposta quadrática para a massa de matéria fresca do tubérculo, em função da concentração da solução nutritiva, com um valor máximo estimado em 3,9 g à CE de 1,7 dS m⁻¹, no entanto, o número de tubérculos

aumentou, diferentemente do outono, seguindo regressão linear, com o valor máximo de 435 tubérculos por m^2 à CE de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$. Em contrapartida, Coelho (2007), utilizando o mesmo sistema hidropônico de cultivo verificou que o aumento da concentração da solução nutritiva não aumentou a produtividade e não alterou a relação tubérculos/parte aérea. Concluiu, ainda, que baixas de solução nutritiva, com valores da ordem de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ podem ser utilizadas neste tipo de sistema de cultivo que utiliza areia como substrato.

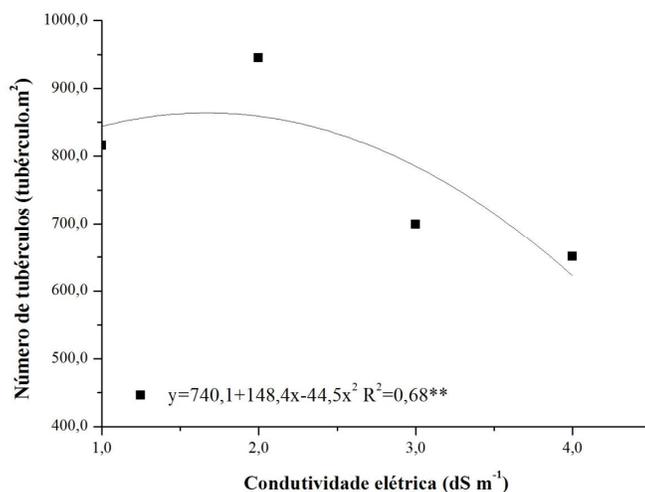


Figura 2. Número médio de tubérculos por m^2 em função de diferentes condutividades elétricas (CE) da solução nutritiva em aeroponia (1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m^{-1}). APTA/DDD/Pólo Nordeste Paulista – Mococa/SP.

No que se refere a produtividade ($\text{g por } m^2$) verifica-se que as plantas conduzidas com condutividade de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ foram as que mais produziram minitubérculos, média de 5173 g . Esta solução não falta e não excede a quantidade de nutrientes para a planta em relação as demais, por isso foi a melhor e se destacou entre as outras (Figura 3). A concentração da solução nutritiva determina a disponibilidade de nutrientes e a absorção de água pelas plantas (Costa *et al.*, 2001), o que altera o crescimento e a partição dos assimilados (Beltrão *et al.*, 1997). A concentração da solução nutritiva afeta, entre outros fatores, a abertura estomática, o que influencia a eficiência fotossintética, a expansão das folhas, o crescimento radicular e a produtividade de tubérculos (Costa *et al.*, 2001).

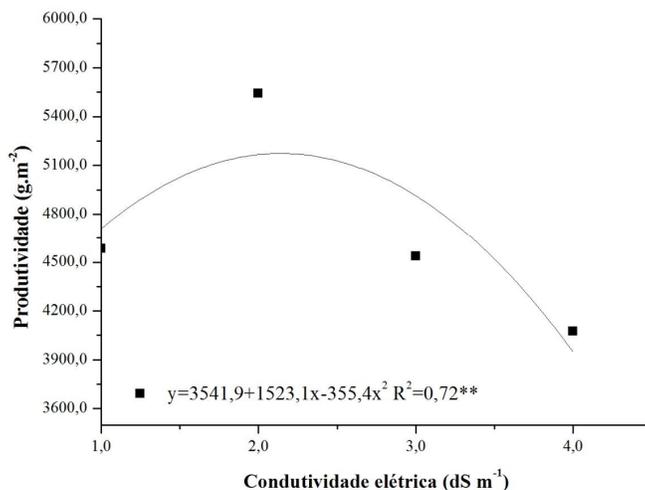


Figura 3. Produtividade (g m⁻²) em função de diferentes condutividades elétricas (CE) da solução nutritiva em aeroponia (1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 dS m⁻¹). APTA/DDD/Pólo Nordeste Paulista – Mococa/SP.

4 CONCLUSÕES

O sistema aeropônico apresenta grande potencial para produção de batata semente de alta sanidade no Brasil, sendo a condutividade elétrica da solução nutritiva que proporcionou o maior número e massa de minitubérculos por planta e por m² ficou entre 1,7 e 2,2 dS m⁻¹.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC pela concessão da bolsa, a FAPESP - Projeto nº 2012/50786-8 pelo apoio financeiro e a APTA REGIONAL - Nordeste Paulista pela oportunidade de estágio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RITTER, E.; ANGULO, B.; RIGA, P.; HERRÁN, J.; RELLOSO, J.; SAN JOSE, M. Comparación of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. **Potato Research**, v. 44, p. 127-135, 2001.

NICHOLS, M.A. Aeroponics and potatoes. **Acta Horticulturae**, v. 670, p. 201-206, 2005.



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015
10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

NUGALIYADDE, M.M.; SILVA, H.D.M.DE; PERERA, R.; ARIYARATNA, D. AND SANGAKKARA, U.R. An aeroponic system for the production of pré-basic seeds of potato. **Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture**, v. 7, p.199-208, 2005.

OTAZÚ, V. 2010. **Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía**. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. 44 p.

ARIEL, A.; HORMAECHEA, J.C.; GONZÁLEZ, P.A.; HERNÁNDEZ, W.A.; JUÁREZ, J.A.; MAGNONI, J.M.; PANUNZIO, M.P.; DOMINGUEZ, M.S. Producción aeropónica de semilla pré-básica de papa (*Solanum tuberosum* SSP. *Tuberosum*). Uma expeeriencia em Argentina. In: XXVI Congreso de la Asociación latino americana de la papa – ALAP. **Anais....** pg. 229, Colombia, 2014.

MATHEUS-RODRIGUES, J.F.; ALZATE, L.G.; GUTIERREZ, A.Y. Experinecia em el uso de la técnica de aeroponia para la producción de mini-tubérculos de papa em Colombia. In: XXVI Congreso de la Asociación latino americana de la papa – ALAP. **Anais....** pg. 235, Colombia, 2014.

PATHANIA, N.; TREVORROW, P.; HUGHES M.; JOVICICH, E. Optimization of aeroponic technology for future integrations in quality potato seed production systems in tropical environments. In: International Horticultural Congress, ISSH, Brisbane, Austrália. **Anais...CD Rom**, Austrália, 2014.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 448p, 1991.

SAVVAS, D.; ADAMIDIS, K., Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. **Journal of Plant Nutrition** 22:1415-1432, 1999.

FACTOR, T.L. **Produção de minitubérculos de batata semente em sistemas hidropônicos NFT, DFT e Aeroponia**. UNESP: FCAV – Jaboticabal/SP. 120 p, 2007. (Tese Doutorado).

FACTOR, T.L.; ARAÚJO, J.A.C. de ; KAWAKAMI, F.P.C. ; IUNCK, V. Produção de minitubérculos básicos de batata em três sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 82-87, 2007.

MEDEIROS, C.A.B.; ZIEMER, A.H.; DANIELS, J.; PEREIRA, A.S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.1, p.110-114, 2002.

MÜLLER, D.R.; BISOGNIN, D.A.; ANDRIOLO, J.L.; DELLAI, J.; COPETTI, F. Produção hidropônica de batata em diferentes concentrações de solução nutritiva e épocas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.647-653, 2007.

COELHO, M.B.N. **Controle do crescimento e desenvolvimento da batata semente através da condutividade elétrica da solução nutritiva**. 2007. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2007. 60 p.

COSTA, P.C.; DIDONE, E.B.; SESSO, T.M.; CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Condutividade elétrica de solução nutritiva de alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, v.58, p.595-597, 2001.

BELTRÃO, J.; TRINDADE, D.; CORREIA, P.J. Lettuce yield response to salinity of sprinkle irrigation water. **Acta Horticulturae**, v.449, p.623-628, 1997.