

Aeroponia pode inovar a produção de minitubérculos de batata no Estado de São Paulo



Alex Humberto Calori¹,
Thiago Leandro Factor²,
José Carlos Feltran³,
Luis Felipe Villani Purquerio⁴

Importância econômica da batata

A batata é o terceiro alimento humano mais consumido do mundo, sendo superada apenas pelo arroz e pelo trigo. Embora o milho seja considerado por muitos autores o terceiro alimento em importância, deve-se destacar que grande parte de sua produção é utilizada na alimentação animal e na produção de óleo e etanol.

O valor nutricional e o alto potencial produtivo por unidade de área levaram a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) a incentivar o plantio de batata e conscientizar a população mundial de sua relevância como forma auxiliar de combate à fome e miséria no mundo, especialmente em países em desenvolvimento.

Muito embora tenha ocorrido significativo aumento na produção de batata nos países em desenvolvimento, seu consumo ainda está longe de atingir a média dos países desenvolvidos. Na África, a média anual de consumo por pessoa é de 14,2 kg. Na América Latina, é de 23,6 kg, enquanto que, na América do Norte, atinge 57,9 kg e chega a 96,1 kg na Europa. No Brasil, em 2006, o consumo foi de 14,2 kg, segundo a Associação Brasileira de Horticultura.

Uma das razões para o baixo consumo de batata no Brasil ainda é o preço elevado pago pelo consumidor, decorrente do elevado custo de

produção e por deficiências no abastecimento e na comercialização. Na composição do custo de produção, a batata-semente é considerada o item mais oneroso, variando de 20 a 40% do custo total, dependendo da região e ano de cultivo. Não obstante, a produção constitui-se como uma das etapas mais importantes da cadeia produtiva, principalmente por estar diretamente relacionada ao processo de degeneração da cultura e, conseqüentemente, ser limitante na expressão do potencial produtivo e na qualidade dos tubérculos.

Sistemas hidropônicos para produção de minitubérculos de batata

A utilização de sistemas hidropônicos tem se destacado no mundo como uma das principais estratégias para a redução do custo de produção e aumento na taxa de multiplicação e produção de batata-semente de qualidade em ambiente protegido. No Brasil, entretanto, a quase totalidade da produção de minitubérculos de batata-semente é oriunda de plantio em vasos e substrato agrícola, com rendimento baixo, com valores entre 3 e 11 tubérculos por planta, segundo a literatura.

No cultivo em hidroponia do tipo NFT (*Nutrient Film Technique*), pesquisas evidenciam que a produção de tubérculos de batata-semente por planta e por área, pode ser cinco vezes maior

¹ Doutorado, Pós Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, ahcalori@gmail.com.

² Polo Nordeste Paulista – DDD/APTA, factor@apta.sp.gov.br.

³ Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, feltran@iac.sp.gov.br.

⁴ Instituto Agrônomo, Centro de Horticultura, felipe@iac.sp.gov.br.



que a produtividade obtida no sistema com o uso de vaso e substrato.

Na técnica de hidroponia NFT, há, ainda, a possibilidade de se trabalhar com diferentes estruturas de cultivo, construídas com diversos tipos de material. Calha articulada de policloreto de vinila (PVC) e telha de fibrocimento (Figura 1) são alternativas de matéria-prima para a construção do sistema. Esses sistemas podem diferir no custo de investimento e, principalmente, na produtividade (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de minitubérculos de batata-semente produzidos em diferentes sistemas hidropônicos.

Sistema hidropônico	Produtividade	
	Tubérculos/planta	Tubérculos/m ²
Aeropônico ¹	50	874
NFT (calha articulada) ²	39	458
NFT (telha de fibrocimento) ²	11	513
DFT ³	42	246
Vaso ⁴	3 - 11	-

¹ Factor et al. (2007); ² Medeiros et al. (2002); ³ Factor & Araújo (2005); ⁴ Favoretto (2005); Daniels et al. (2010); Lima Júnior et al. (2010).



Figura 1. Detalhe de sistema hidropônico do tipo NFT utilizado para a produção de minitubérculos de batata, com calhas articuladas (A); vista superior da bancada com as plantas de batata (B) e vista interior do sistema e dos minitubérculos (C). Fonte: Medeiros et al. (2002).



No Brasil, em iniciativa pioneira recente, pesquisadores desenvolveram o protótipo de um sistema aeropônico para a produção de minitubérculos de batata-semente. Nesse sistema, as plantas crescem suspensas e apoiadas pelo colo da raiz na parte superior de uma câmara, em cujo interior o conjunto de raízes se desenvolvem sem solo e sem substrato, recebendo solução nutritiva por meio de nebulizadores (Figura 2).

A aeroponia possibilita maior produtividade de minitubérculos em relação aos demais sistemas hidropônicos (NFT, DFT e vaso). Além disso, a colheita é escalonada e facilitada, pois é feita por meio de janelas laterais (Figura 2C). O aumento da produção ocorre devido à ausência de obstáculos ao desenvolvimento das raízes, melhor aeração do sistema radicular e maior número de plantas por área. Na aeroponia, a produtividade pode ser

2 vezes maior que no sistema NFT e 3,5 vezes maior que no sistema DFT. Por sua vez, em relação ao sistema de cultivo em vaso, a diferença na taxa de multiplicação pode ser ainda maior, de 4,5 vezes (Tabela 1).

A multiplicação em sistema aeropônico pode diminuir o número de gerações de batata-semente no campo e os custos de produção e aumentar a qualidade fitossanitária das sementes para a primeira geração de produção no campo de batata para consumo.

A aeroponia é uma técnica com grande potencial de aplicação no Brasil, principalmente como estratégia para aumentar a produção e proporcionar alta qualidade sanitária da batata-semente em condições tropicais de cultivo. Entretanto, pela recente introdução desse sistema no país, avaliado somente na forma de protótipo até o momento, a aeroponia precisa de aprimoramento e adaptação para con-



Figura 2. Protótipo de sistema do tipo aeropônico para a produção de minitubérculos de batata, com caixas de cultivo: nebulização em funcionamento (A); vista lateral do sistema com as plantas de batata (B); e vista do interior da câmara de cultivo e dos minitubérculos (C). Fonte: Factor (2007); Factor et al. (2012).

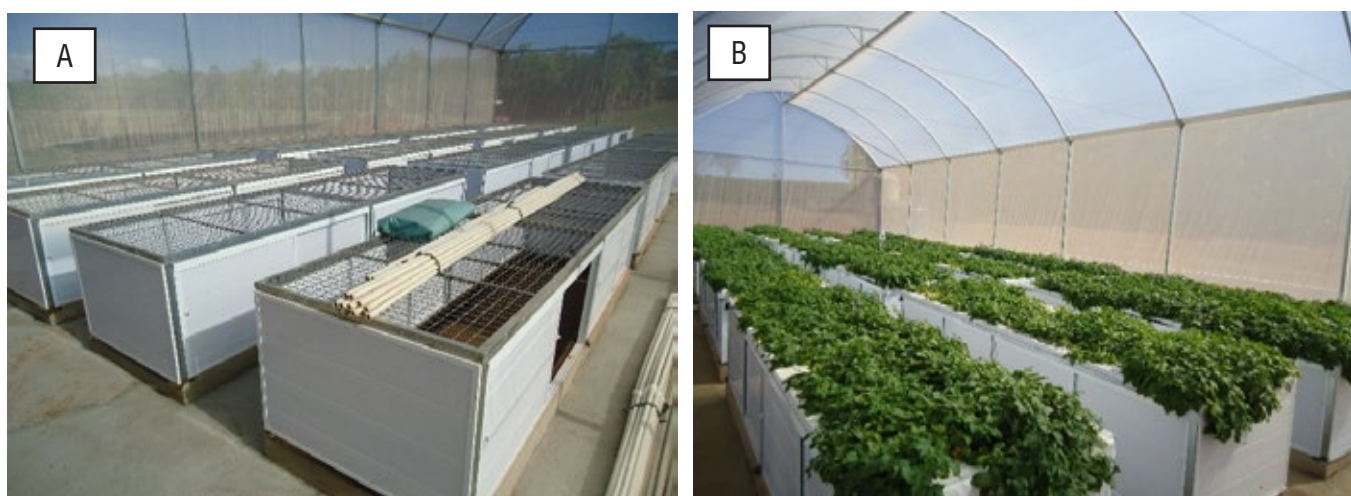


Figura 3. Sistema aeropônico para produção de batata-semente: detalhe das câmaras ou bancadas (A); e plantas em pleno desenvolvimento (B). Fonte: Calori AH, Factor TL.

dições comerciais de cultivo. Além disso, são necessários estudos sobre manejos cultural e nutricional, bem como divulgação e adoção por produtores e empresas especializadas em produção de batata-semente do estado de São Paulo e Brasil.

Considerando as demandas de pesquisa da aeroponia e as perspectivas de produção de batata-semente no país, a APTA/IAC está desenvolvendo essa tecnologia inovadora por meio de projeto¹ de pesquisa envolvendo sua equipe de pesquisadores e o Curso de Pós-Graduação do IAC. A pesquisa objetiva estudar e superar gargalos do

manejo cultural para a produção de minitubérculos de batata no sistema aeropônico. Para a realização da pesquisa, foi construído o primeiro sistema aeropônico, em escala comercial no Brasil, com matérias-primas e equipamentos de fácil aquisição no mercado (Figura 3).

A construção do sistema aeropônico

o sistema aeropônico destacado neste artigo pode ser dividido em três partes: fundação e estrutura de suporte, bancadas de cultivo e sistema de distribuição da solução nutritiva.

- Fundação e estrutura de suporte: compostas pelo reservatório de contenção da solução nutritiva, construído com tijolos, e a base para fixação da segunda parte (Figura 4A). Além

¹ O projeto está sendo conduzido no Polo Nordeste Paulista e no Instituto Agronômico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), sob a coordenação dos pesquisadores Thiago Leandro Factor e Luis Felipe Villani Purquerio e do aluno de doutorado do IAC, Alex Humberto Calori, com financiamento da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - 2013/15867-0).



da captação da solução nutritiva, as paredes perimetrais do sistema aeropônico têm a função de servir de base para a fixação das bancadas metálicas. Antes da impermeabilização do reservatório, foram feitos o nivelamento e a compactação do terreno, deixando-se uma diferença de nível de, aproximadamente, 2%, voltada para o centro do reservatório. Após o nivelamento, co-

locou-se uma camada de 2 cm de areia peneirada no interior do reservatório, a fim de proporcionar melhor acomodação do revestimento e evitar sua perfuração por objetos pontiagudos. Na impermeabilização do reservatório de solução nutritiva, foi utilizado material à base PVC, chamado de geomembrana, composto por uma liga plástica, elástica e flexível (Figura 4B). No

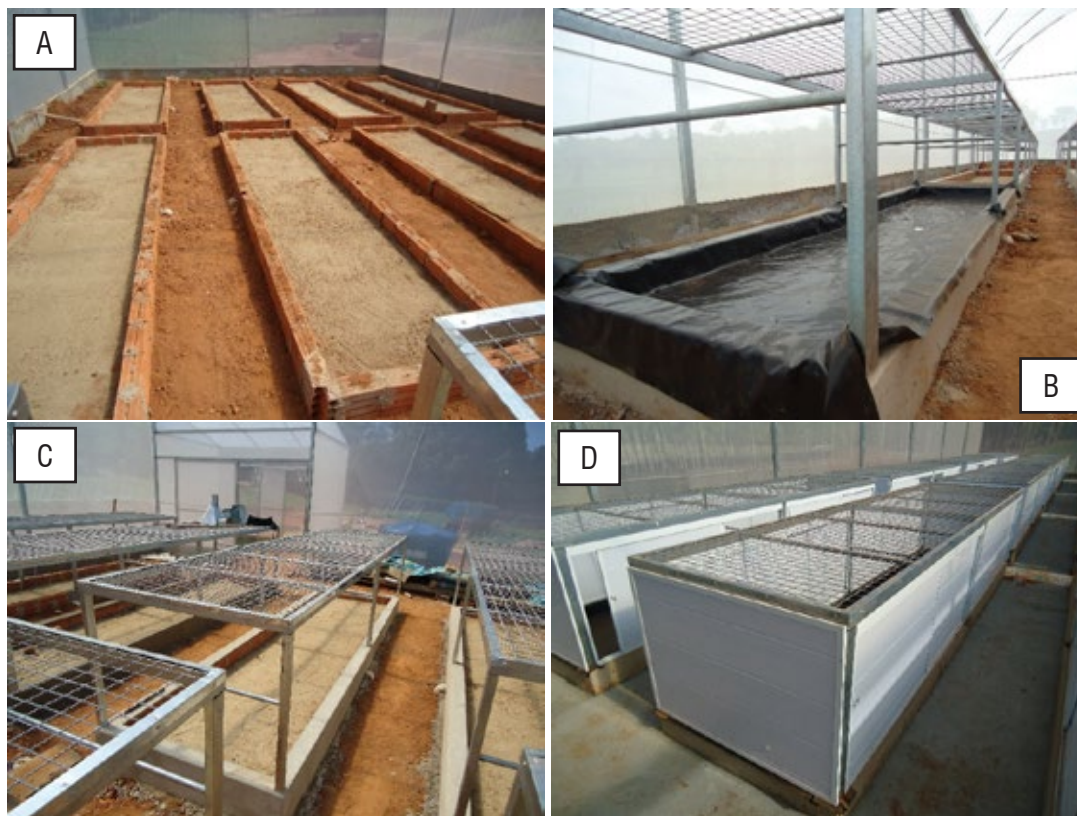


Figura 4. Estrutura de alvenaria para sistema aeropônico composta por: reservatório de contenção da solução nutritiva (a); impermeabilização do reservatório com geomembrana (b); estrutura metálica de aço galvanizado para suporte das plantas e do revestimento lateral (c); e revestimento lateral de PVC com janelas que deslizam para a realização da colheita (d). Fonte: Calori, A.H.

centro do reservatório, colocou-se um ralo destinado a captação e condução da solução nutritiva aos reservatórios de 1000 L, constituindo-se em um sistema hidropônico do tipo fechado.

- **Bancadas de cultivo:** compostas por estrutura metálica e revestimento de PVC. A estrutura metálica é responsável pelo suporte das plantas, assim como do sistema radicular. No revestimento de PVC ficam as janelas que permitem a colheita escalonada dos minitubérculos de batata. As bancadas metálicas possuem dimensões de 4,0 m de comprimento por 1,1 m de largura e 1,0 m de altura, construídas em aço galvanizado e tela ondulada galvanizada na extremidade superior (Figura 4C). As bancadas foram fixadas e travadas junto à base de alvenaria. Após a fixação das bancadas e a impermeabilização dos reservatórios, foi feita a instalação dos trilhos e das placas de PVC. Para tanto, foram utilizadas placas montáveis de PVC, apoiados em trilhos duplos de alumínio, de maneira a formar as janelas laterais (Figura 4D). As janelas foram dispostas em módulos de 2 m de comprimento, deslizáveis em 1 m de deslocamento para cada lado, deixando o lado oposto livre para a colheita dos tubérculos.

- **Sistema de distribuição da solução nutritiva:** os nutrientes são fornecidos por meio de nebulização. O sistema é composto por nebulizadores com vazão de 14 L/h, distribuídos de

maneira intercalar e espaçamento de 0,5 m nas linhas. Na parte interna das bancadas, foram usadas 3 linhas de tubos de PVC $\frac{3}{4}$ " (Figura 5A). Para a drenagem da solução nutritiva, foram utilizados tubos de PVC de 50 mm. Estes conectam a câmara de nebulização aos reservatórios de solução nutritiva, com capacidade para 1000 L. Para o acionamento do sistema, utilizaram-se motobombas centrífugas de múltiplo estágio e potência de 1 CV, reguladas por um painel eletrônico automatizado. O tempo de distribuição da solução nutritiva pode ser variável em função do desenvolvimento da cultura.

Etapa de produção de mudas

como as plântulas utilizadas no sistema aeropônico provêm de propagação vegetativa *in vitro*, é necessária uma etapa de aclimação das mesmas antes do transplante para o sistema aeropônico. Para isso, foi construída uma estrutura de aclimação do tipo *floating* ou piscina, onde as plântulas recebem a solução nutritiva pela parte inferior da bancada.

As bancadas de *floating* foram construídas utilizando-se estrutura metálica e madeira do tipo compensado, sendo revestidas com geomembrana de PVC. Na parte superior das bancadas foram fixados arcos, os quais foram recobertos com tela de polietileno com 30 % de sombreamento. Os nebulizadores foram instalados na área protegida (Figura 6).

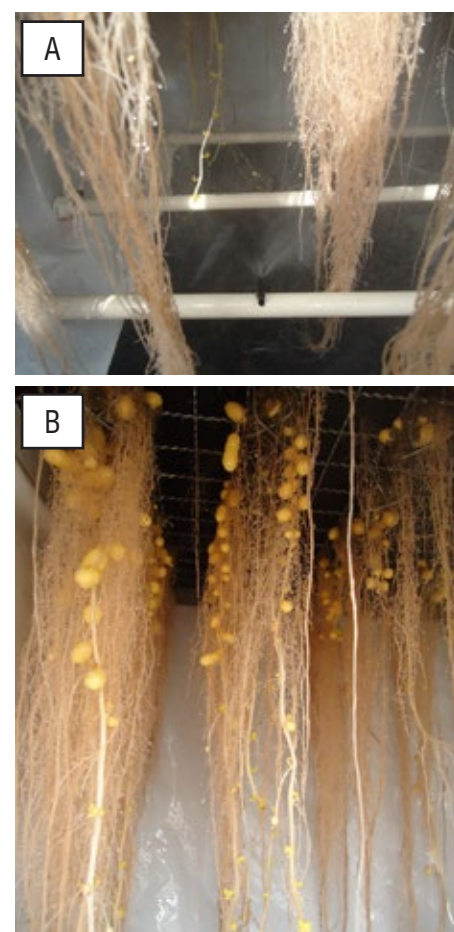


Figura 5. Distribuição da solução nutritiva por nebulização (a) e sistema radicular com minitubérculos de batata (b). Fonte: Calori, A.H.



Agenda de pesquisa: estudos com manejos nutricional e cultural

além do desenvolvimento da estrutura para a produção de minitubérculos de batata-semente, o projeto de pesquisa contempla estudos envolvendo os manejos nutricional e cultural para esse sistema produtivo.

Em cultivo sem solo, é essencial conhecer a concentração da solução nutritiva, pois ela está diretamente ligada à produtividade e à qualidade do produto final. O desequilíbrio nutricional da planta pode ocorrer tanto por excesso quanto por deficiência. A composição ideal de uma solução nutritiva depende não somente da concentração dos nutrientes, mas também de fatores ligados ao cultivo, incluindo o tipo de sistema hidropônico, ambiente, está-

dio de desenvolvimento da planta, espécie vegetal e a cultivar utilizada.

Além da solução nutritiva, o manejo cultural também é importante. A maior vantagem dos plantios adensados é o ganho de produtividade, com menor custo de produção, pela utilização mais eficiente da radiação solar, da água e dos nutrientes. Essa prática torna-se ainda mais importante no cultivo aeropônico, onde o custo de investimento do sistema produtivo é elevado.

Na pesquisa em andamento, estão sendo estudadas quatro condutividades elétricas (CE) da solução nutritiva (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS/m) e quatro espaçamentos entre plantas (10,0 x 10,0; 10,0 x 15,0; 15,0 x 15,0 e 20,0 x 20,0 cm). O primeiro experimento foi finalizado no segundo semestre de 2014 e o segundo experimento será repetido em 2015.



A



B

Figura 6. Estrutura de aclimatização do tipo floating para plântulas de batata: vista externa (a); e vista interna, com a linha de nebulização e as plântulas (b). Fonte: Calori, A.H.

Após a determinação da CE e do espaçamento adequados, será estudada a concentração de nitrogênio (N) da solução nutritiva, uma vez que esse nutriente está diretamente relacionado ao processo de tuberização da planta de batata. O N disponível nos diferentes estádios de desenvolvimento exerce grande efeito sobre a taxa de multiplicação e produtividade, devido à sua atividade na diferenciação e crescimento dos tubérculos. A deficiência de N podem afetar o desenvolvimento da parte aérea das plantas causando redução da área foliar. Conseqüentemente, a produtividade será baixa, além da redução no tamanho dos minitubérculos. Em contrapartida, o excesso de N pode atrasar o processo de tuberização, levando, também à redução da produtividade.

Serão estudadas quatro concentrações de N da solução nutritiva. As doses de N a serem avaliadas serão definidas com base no melhor resultado obtido nos experimentos anteriores. Esse experimento tem previsão de instalação em 2016.

Realizações e perspectivas futuras

A experiência da instalação de uma estrutura aeropônica em escala comercial para a produção de minitubérculos de batata é inovadora no Brasil, bem como serão inéditos os resultados da pesquisa com relação as manejos cultural e nutricional. Ressalta-se, ainda, que por ser uma pesquisa de caráter aplicado, seus resultados poderão ser

imediatamente adotados pelo setor produtivo, que já se mostra interessado na nova tecnologia.

Até o momento, o sistema aeropônico foi construído e testado com sucesso, bem como foi realizado o primeiro experimento no sistema.

Embora os estudos sejam iniciais, durante a instalação da estrutura e realização do primeiro experimento, pesquisadores, professores, representantes de empresas privadas e estudantes de pós-graduação e imprensa tiveram a oportunidade de conhecer o sistema produtivo que chama a atenção do público em geral pelo caráter inovador de cultivo das plantas “no ar” (Figura 7. <https://www.youtube.com/watch?v=aJ7RI06RtK4>).

É importante ressaltar que o sistema aeropônico, além do cultivo de minitubérculos de batata-semente, possibilita o cultivo de outras espécies vegetais, principalmente daquelas em que o sistema radicular tem valor econômico, como plantas medicinais e aromáticas, por exemplo. Assim, criam-se perspectivas futuras de oportunidade de produção e estudos em diferentes linhas de pesquisa como a fitotecnia, melhoramento genético, nutrição mineral de plantas, fitossanidade, entre outras. Para o setor produtivo, vale lembrar que esse sistema de cultivo pode ser uma opção para a produção de raízes de alto valor agregado, que tem sua produção dificultada no solo, como é o caso dos minitubérculos de batata-semente (Figura 8).



Figura 7. Visita de pesquisadores, professores, pós-graduandos do IAC e da ESALQ e representantes de empresas privadas à estrutura experimental de produção de minitubérculos de batata, no Primeiro Dia de Campo de Aeroponia, realizado em 16/09/2014 (a) e vista interna da câmara de produção aberta em ambos os lados no final do ciclo produtivo (b). Fonte: Purquerio, L.F.V.



Figura 8. Minitubérculos de batata-semente das cvs. Asterix e Ágata produzidos experimentalmente no sistema aeropônico. Fonte: Calori, A.H.

REFERÊNCIAS

ABH – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA. *Ano internacional da batata*. 2008. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/news.html>>. Acesso em: 22 de junho de 2012.

ANDERSON, P.K. *Reduciendo el hambre y la pobreza através de las papas*. Avances em ciencia y desarrollo de la patata para uma agricultura sortenible. Vitoria-Gasteiz, p. 11-13, 2008.

CHOAIRY, S.A.; FERNANDES, P.D. Densidade de plantio na cultura do abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.18, p.985-988, 1983.

CORREÂ, R.M.C. Produção de batata-semente pré-básica em canteiros, vasos e hidroponia. Lavras: UFLA. 119p., 2005. (Dissertação mestrado).

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.

DANIELS, J.; PEREIRA, A.S.; FORTES, G.R.L. Verticalização da produção de batata-semente por produtores de agricultura familiar no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 4p., 2000. (Comunicado Técnico).

DELEO, J.P.B.; LEGNARO, A. Gestão de custos: o controle dos gastos é essencial para garantir a renda do bataticultor. *Hortifruti Brasil*, v.6, n.62, p.6-14, 2007.

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

FACTOR, T.L.; ARAÚJO, J.A.C.. Produção de minitubérculos de semente pré-básica de batata em sistema hidropônico DFT (*Deep Flow Technique*). *Batata Show*, v.5, n.13, p.12-15, 2005.

FACTOR, T.L.; LIMA JUNIOR, S.; MIRANDA FILHO, H.S; ARAÚJO, J.A.C. Potential hydroponics systems for seed potato production in tropical conditions. *ActaHorticulturae*, v.927, p.905-911, 2012.

FACTOR, T.L.; CALORI, A.H.; PURQUERIO, L.F.V.; FELTRAN, J.C.; BARBOSA, P.J.R.; GONÇALVES, G.S.; MARTINS, J.G.M. Novo sistema de aeroponia para a produção de minitubérculos de batata semente no brasil: I – Descrição do sistema. *Batata Show*, v.14, n.40, p.25-29, 2014.

FARRAN, I.; MINGO-CASTEL, A. Potato minituber production using aeroponics: effect of plant density and harvesting intervals. *American Journal of Potato Research*, v.83, p.47-53, 2006.

FAVORETTO, P. Parâmetros de crescimento e marcha de absorção de nutrientes na produção de minitubérculos de batata cv. Atlantic. Piracicaba: USP – ESALQ. 98p., 2005. (Dissertação mestrado).

FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. *Ano internacional da batata*. 2008. Disponível em: <https://www.fao.org.br>. Acesso em: 01/05/2013.



- FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. *Cultivo hidropônico de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 52p. (Boletim técnico, 180).
- FURUMOTO, O.; LOPES, C.A. Batata-semente. In: LOPES, C.A.; BUSO, J.A. (ed.). *Cultivo da batata (Solanum tuberosum L.)*. Brasília: Embrapa, 1997, 35p. (Instruções Técnicas, 8).
- HIRANO, E. Batata-semente básica, registrada e certificada. In: PEREIRA, A.S., DANIELS, J. (ed.). *O Cultivo da batata na região sul do Brasil*. Brasília: CIT, p.475-494, 2003.
- LIMA JÚNIOR, S. FACTOR, T.L. ARAÚJO, J.A.C. Avaliação técnica e econômica da produção de minitubérculos de batata semente em função do número de plantas por vaso. *Annals... Águas de Lindóia: ABH. Horticultura Brasileira*, v.27, p.3602-3607, 2009.
- MEDEIROS, C.A.B.; ZIEMER, A.H.; DANIELS, J.; PEREIRA, A.S. Produção de sementes pré-básicas de batata em sistemas hidropônicos. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.1, p.110-114, 2002.
- MEDEIROS, C.A.B.; CUNHA, B.P. Diferenciação de tubérculos de batata em função da concentração de nitrogênio na solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.2, 2003.
- MURO, J.; DÍAZ, V.; GONI, J.L.; LAMSFUS, C. Comparation of hydroponic culture and culture in a peat/sand mixture and the influence of nutrient solution and plant density on seed potato yields. *Potato Research*, v.40, p.431-438, 1997.
- NICHOLS, M.A. Aeroponics and potatoes. *Acta Horticulturae*, v.670, p.201-206, 2005.
- NUGALIYADDE, M.M.; SILVA, H.D.M.; PEREIRA, R.; ARIYARATNA, D.; 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.
- OPARKA, K.J.; DAVIES, H.V.; PRIOR, D.A.M. The influence of applied N on export and partitioning of current assimilate by field-grown potato plants. *Annals of Botany*, v.59, n.3, p.484-488, 1987.
- RITTER, E.; ANGULO, B.; RIGA, P.; HERRÁN, J.; RELLOSO, J.; SAN JOSE, M. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. *Potato Research*, v.44, p.127-135, 2001.
- ROLOT, J.L.; SEUTIN, H.; MICHELANTE, D. Production de minitubercules de pomme de terre par hydroponie: évaluation d'un système combinant les techniques 'NFT' et 'Gravel Culture' pour deux types de solutions nutritives. *Biotechnological Agronomy Society Environment*, v.6, n.3, p.155-161, 2002.
- SAVVAS, D.; ADAMIDIS, K., Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. *Journal of Plant Nutrition*, v.22, p.1415-1432, 1999.
- SCHWARTZMANN, M. Potato: a world production, a European business. PPO-Special Report, Arras, n.14, p.11-16, 2010.
- WAN, W.; CAO, W.; TIBBITTS, T.W. Tuber initiation in hydroponically-grown potatoes by alteration of solution pH. *HortScience*, v.29, n.6, p.621-623, 1994.
- WHEELER, R.M.; MACKOWIAK, J.C.; SAGER, W.L.; BERRY, W.L.; KNOTT, W.M.; HINKLE, C.R. Potato growth and using nutrient film technique (NFT). *American Journal of Potato Research*, v.67, p.177-187, 1990.

