

CURVA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE COM ÁGUA DE REÚSO

RENATA DA SILVA CUBA¹, JOÃO RIOS DO CARMO², REINALDO GASPAR BASTOS³,
CLAUDINEI FONSECA SOUZA⁴

¹Eng^a Agrônoma, Mestre em Agricultura e Ambiente pelo CCA/UFSCar, Doutoranda em Irrigação e Drenagem pela FCA/UNESP, Botucatu-SP, (17) 98133-3822, renatacuba@hotmail.com

²Estudante de Eng^a Agrônômica, bolsista de IC FAPESP no Centro de Ciências Agrárias, UFSCar, Araras-SP, jrriosagro@hotmail.com

³Eng.^o de Alimentos, Prof. Doutor, Depto de Tecnologia Agroindustrial e Sócio economia Rural, CCA/ UFSCar, Araras- SP, reinaldo@cca.ufscar.br

⁴Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Depto de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, CCA/ UFSCar, Araras- SP, claudinei.souza@gmail.com

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015 - São Pedro - SP, Brasil

RESUMO: A necessidade de promover o uso sustentável dos recursos naturais e dos insumos agrícolas tem sido objeto de muitas pesquisas. Neste contexto o objetivo deste trabalho foi avaliar a curva de absorção de macronutrientes em cultivo hidropônico de alface com água de reúso. O sistema hidropônico utilizado foi a Técnica do Filme de Nutrientes, com três tratamentos, sendo o primeiro com água potável e adubos (TA), o segundo com água de reúso e adubos (TRA), e o terceiro somente com água de reúso (TR). Coletou-se plantas inteiras semanalmente, para determinar massa seca e posteriormente fez-se a análise química para quantificar os macronutrientes. Os resultados apontam que ao longo dos primeiros sete dias a absorção de nutrientes e o ganho de massa são mais lentos em todos os tratamentos. A partir do sétimo dia até a colheita das plantas a absorção dos nutrientes intensificou-se, assim como o ganho de massa nos tratamentos TA e TRA, exceto no tratamento TR. Esses resultados demonstram que não houve diferença na absorção de nutrientes entre o tratamento TA e TRA, porém no tratamento TR a absorção foi mais lenta e menor, demonstrando que é necessário fazer um aporte de nutrientes na água residuária.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa* L., solução nutritiva, hidroponia.

MACRONUTRIENTS ABSORPTION CURVE IN GROWING LETTUCE WITH HYDROPONIC REUSE WATER

ABSTRACT: The need to promote the sustainable use of natural resources and agricultural inputs has been the subject of much research. In this context, the objective of this study was to evaluate the macronutrient absorption curve in hydroponic lettuce with water reuse. The hydroponic system used was the Nutrient Film Technique, with three treatments, the first with clean water and fertilizers (TA), the second with reuse water and fertilizers (TRA), and the third only with reclaimed water (TR). Whole plants was collected from weekly to determine dry matter and subsequently made to chemical analysis to quantify the macronutrients. The results show that over the first seven days absorption of nutrients and weight gain are the slowest in all treatments. From the seventh day to harvest the plants nutrient absorption intensified, as well as the mass gain in the TA and TRA treatments, except for treatment TR. These results demonstrate that there was no difference in the absorption of nutrients between

the TA and TRA treatment, but the treatment TR absorption was slower and lower, demonstrating that it is necessary to make a contribution of nutrients in the wastewater.

KEYWORDS: *Lactuca sativa* L., nutrient solution, hydroponics.

INTRODUÇÃO

A busca por uma agricultura sustentável, a necessidade de preservação dos recursos hídricos devido a sua escassez em algumas regiões, têm levado a um interesse pelo reúso da água. A prática do reúso na agricultura, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1973) pode ser classificada como reúso direto, que consiste em um uso planejado e controlado de esgotos tratados, sem passar pela sua descarga num corpo hídrico receptor.

As vantagens do uso das águas residuárias estão associadas com o fornecimento de água às culturas e com a redução de custos para a aplicação de fertilizantes, promovendo a ciclagem dos mesmos, representando ganhos econômicos, mas principalmente ambientais. De acordo com Oyama et al. (2008), tem havido extensa pesquisa realizada em hidroponia utilizando fertilizantes químicos, no entanto, a integração deste sistema com reutilização de águas residuais é uma área ainda em desenvolvimento.

Dentre as culturas hidropônicas, a alface é a espécie de maior expressão devido ao seu pioneirismo nesse sistema de produção, por ter fácil aceitação no mercado consumidor, apresentar um ciclo curto de produção (45-60 dias), alta produtividade e rápido retorno do capital investido (SANTOS, 2000; LONDERO & AITA, 2000). Além do mais, Boyden & Rababah (1996) destacam que uma cultura de alface hidropônica é capaz de extrair aproximadamente 77% do fósforo e 80% do nitrogênio contidos na solução de efluentes de tratamento de esgoto sanitário, mostrando que além de presentes na solução, estes nutrientes também estão disponíveis para serem absorvidos.

Apesar dos esgotos serem ricos em macro e micronutrientes (FLORENCIO et al. 2006), os teores encontrados podem não ser suficientes para atender as exigências da cultura neste tipo de cultivo, uma vez que sua única fonte nutrientes é a solução nutritiva. A caracterização do efluente a ser aplicado é essencial para o planejamento do uso de águas residuárias em hidroponia. No entanto, o conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta cultivada com água de reúso, em cada estágio de desenvolvimento, pode fornecer informações importantes sobre a real disponibilidade destes nutrientes e um possível manejo da solução nutritiva.

Em razão da importância de estudos e pesquisas sobre a ciclagem de nutrientes através da prática de reúso em sistemas hidropônicos, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de nutrientes em alface ao longo do seu ciclo, cultivada em sistema hidropônico NFT (Técnica do Filme de Nutrientes) com água de reúso.

MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo foi realizado nas instalações do Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental (DRNPA) do CCA – UFSCar (Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de São Carlos) localizado no município de Araras, estado de São Paulo, com latitude 22°18'53,23"S e longitude de 47°23'00,91"O. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação, composta por estrutura metálica do tipo teto em arco, coberta com

polietileno transparente, altura de 3 m e dimensão de 20 m de comprimento por 6,40 m de largura, com laterais fechadas por tela do tipo sombrite.

A cultivar selecionada foi a “Vanda”, que é do segmento crespa, uma vez que segundo Sala & Costa (2012), é o tipo que predomina no mercado brasileiro. O sistema hidropônico adotado foi a Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT) (Martinez, 2006). As mudas foram transplantadas para um berçário, no qual permaneceram por 14 dias, até atingirem o tamanho ideal para serem transferidas para o local definitivo do experimento. O período de cultivo no local definitivo foi de 24 de novembro a 14 de dezembro de 2014.

No berçário as plantas foram cultivadas com solução nutritiva conforme proposto por Martinez & Silva Filho (2004). A estrutura utilizada foi composta por doze bancadas (parcelas) de cultivo, com três metros de comprimento cada uma, e quatro perfis hidropônicos de polipropileno (75 mm) por bancada, em casa de vegetação (Figura 1).

O esquema experimental utilizado foi em quatro blocos ao acaso, com três tratamentos, totalizando doze parcelas. O primeiro tratamento foi alimentado com água de abastecimento e fertilizantes químicos (TA), o segundo por esgoto tratado e complementado com fertilizantes químicos de acordo com resultado de sua análise química (TRA) e o terceiro somente com esgoto tratado (TR) do qual também foi feito a análise química. A estrutura de cada tratamento foi composta por um sistema hidropônico NFT, contendo um reservatório com capacidade para armazenar 500 L de solução nutritiva, um sistema de bombeamento, quatro bancadas (repetições) com quatro perfis hidropônicos e um sistema de retorno da solução ao tanque.

O espaçamento entre perfis hidropônicos foi de 0,30 m, entre plantas de 0,25 m e a distância entre as bancadas de 0,70 m para permitir o manuseio, desta forma trabalhou-se com 12 plantas por perfil, 48 por bancada e 192 plantas por tratamento. A declividade usada foi de 10 % para facilitar o escoamento da solução nutritiva por gravidade. A vazão mantida em média para cada perfil foi de 1,5 L min⁻¹, conforme proposto por Martinez & Silva Filho (2004).

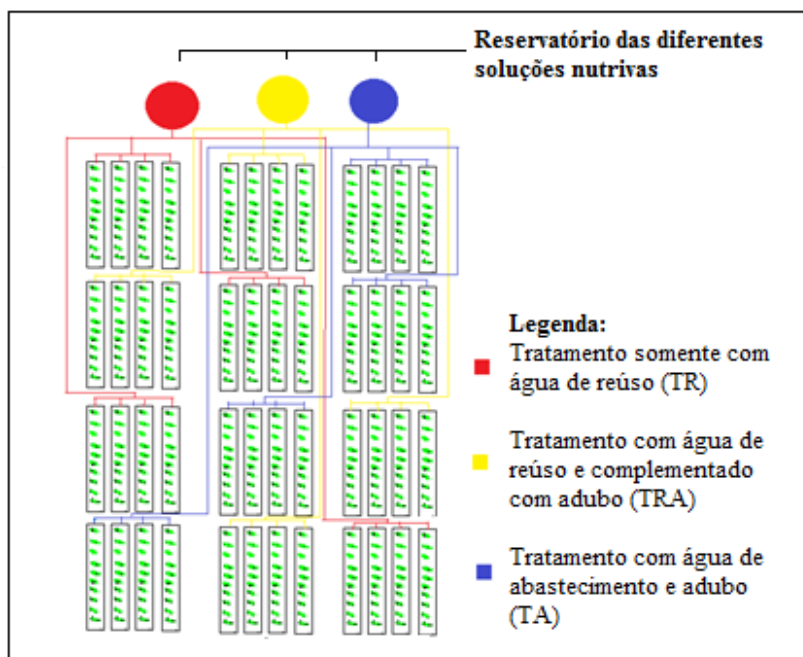


Figura 1. Representação esquemática da estrutura hidropônica. Fonte: Arquivo próprio.

A água de reúso utilizada foi captada na saída da estação de tratamento de esgoto (ETE), que fica instalada ao lado da casa de vegetação. Essa estação trata o esgoto

proveniente dos sanitários e do restaurante da universidade. A estação é dividida em várias unidades, onde o efluente bruto que é gerado é lançado, primeiramente, no tanque séptico, seguindo por tubulação de PVC para uma lagoa de microalgas, depois para o tanque de *wetlands* (leitões cultivados) e posteriormente vai para um tanque de equalização onde fica armazenado para uso. Todas as unidades da estação são estanques, de material impermeabilizado (polietileno) para que evite qualquer tipo de vazamento e consequente contaminação do solo, lençol freático ou aquífero subterrâneo.

A análise do efluente tratado foi feita antes do seu uso nos tratamentos, para efeito de caracterização e também para calcular a quantidade de fertilizante a ser adicionado no tratamento TRA. Foram coletadas amostras de 0,5 L em frasco esterilizado no tanque de equalização, segundo metodologia da CETESB (2011), e conduzida para o Laboratório de Poluição do Solo do CCA/ UFSCar, para análise dos parâmetros físicos, químicos tais como: pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5^{20}), oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), fósforo total, nitrogênio orgânico total e condutividade elétrica (CE). Os demais parâmetros químicos, como os teores de cálcio, sódio, potássio, magnésio, foram analisados no Laboratório de Fertilidade do Solo do CCA/ UFSCar.

O preparo da solução nutritiva para o TA e para o TRA foi feita com base na recomendação para a cultura de alface proposta por Martinez & Silva Filho (2004). No tratamento TRA a adição dos fertilizantes foi feita descontando da quantidade recomendada os teores já presentes no efluente tratado, e para o tratamento TR conforme já mencionado a solução usada foi apenas a água de reúso.

Para manter o meio favorável ao desenvolvimento das plantas neste sistema fez-se o monitoramento diário do pH e condutividade elétrica das soluções, através do qual foi possível determinar a necessidade da adição de sais para ajustar o pH e a condutividade elétrica, conforme proposto por Martinez (2002).

As coletas de plantas inteiras para quantificar os teores de macronutrientes foram aos 1, 07, 14 e 21 dias após o transplante. Foram coletadas três plantas ao acaso por parcela, e encaminhadas ao laboratório para pesagem e secagem em estufa com circulação de ar, a 60° C por 72 horas. Após a secagem determinou-se a massa seca das amostras que foram posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo do CCA/UFSCar. Os teores dos nutrientes analisados foram: nitrogênio (N), fósforo (P) potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Com os valores de matéria seca e os teores de macronutrientes determinaram-se o acúmulo de massa seca e dos nutrientes em cada época de coleta. Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância utilizando-se o software *Instat* versão 3.6, e a análise de regressão com o software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas da água de reúso proveniente da ETE conforme Tabela 1, revelam um efluente com baixos teores de nutrientes para ser usada como solução nutritiva, levando em consideração os valores recomendados por Martinez & Silva Filho (2004) para a cultura da alface. Estes resultados estão relacionados principalmente à origem do efluente, doméstica, e também ao processo de tratamento utilizado.

O valor do pH da água de reúso ficou acima do recomendado, segundo Castellane & Araújo (1995), a faixa de pH entre 6,0 a 6,5 é a melhor para o desenvolvimento vegetal, e valores acima dessa faixa podem produzir precipitações na solução indisponibilizando

elementos essenciais, principalmente cálcio, fósforo, ferro e manganês, acarretando crescimento reduzido da planta.

Tabela 1. Comparação dos resultados médios da análise físico-química da água de reúso com alguns teores de nutrientes da solução nutritiva proposta por Martinez & Silva Filho (2004) para o cultivo de alface hidropônica

Parâmetros	Água de Reúso		Solução Nutritiva (Martinez & Silva Filho, 2004)
	Média	Desvio padrão	
pH	7,9	0,15	5,5 a 6,5
CE (dS m ⁻¹)	0,52	0,12	2,50
DBO ₅ ²⁰ (mg L ⁻¹)	42,3	9,84	NE
OD (mg L ⁻¹)	2,35	0,27	NE
Turbidez (NTU)	21,35	4,45	NE
NOT ³ (mg L ⁻¹)	23,8	6,08	173,96
P (mg L ⁻¹)	5,08	2,55	29,76
K (mg L ⁻¹)	14,5	7,19	239,00
Ca (mg L ⁻¹)	48,39	17,37	171,00
Mg (mg L ⁻¹)	11,39	9,53	44,50
S (mg L ⁻¹)	28,89	37,53	NE
Na (mg L ⁻¹)	53	40,27	NE

CE: condutividade elétrica; DBO₅²⁰: Demanda bioquímica de oxigênio; OD: oxigênio dissolvido; NOT: Nitrogênio orgânico total; NE: não há padrão estabelecido para este parâmetro segundo os autores Martinez e Silva Filho (2004).

Os resultados médios do monitoramento diário do pH e da condutividade elétrica da solução nutritiva de ambos os tratamentos constam na Tabela 2. Os valores médios da condutividade elétrica dos tratamentos TA e TRA estão bem próximos, porém do tratamento TR ficou menor em relação a estes.

Tabela 2. Médias da condutividade elétrica e pH do monitoramento da solução nutritiva dos tratamentos

Tratamentos	pH	Desvio padrão	CE (dSm ⁻¹)	Desvio padrão
TA	6,46	0,45	2,07	0,27
TRA	6,64	0,38	2,11	0,17
TR	8,34	0,31	0,55	0,09

O valor do pH oscilou nos tratamentos TA e TRA, porém é esperada essa variação, uma vez que a solução nutritiva não tem capacidade tampão (BACKES et al., 2004). Estes valores médios estão no limite da faixa considerada ideal para a absorção dos nutrientes, porém mesmo nestas condições não foram observados sintomas visuais de deficiência de nutrientes. Para o tratamento TR, o valor do pH apresentou pequenas variações, contudo com valor acima do ideal.

Backes et al. (2004) em um trabalho sobre a reposição de nutrientes em soluções nutritivas para o cultivo de alface, observaram que nos tratamentos em que ocorreram maiores oscilações do pH e da condutividade elétrica houve uma menor produção de matéria fresca total. Apesar das variações para a solução nutritiva dos tratamentos TA e TRA, não houve nenhum prejuízo para a cultura, uma vez que ficaram dentro da faixa considerada aceitável.

Para o tratamento somente com água de reúso, o pH permaneceu estável em comparação com os demais tratamentos, no entanto, em uma faixa acima do ideal. Gomes et al. (2011) afirmam que o efeito direto sobre o crescimento de plantas cultivadas em solução nutritiva com pH acima do recomendado, é resultado da ação dos íons hidroxila (OH^-) sobre as membranas das células das raízes. Neste caso, foi possível observar visualmente menor crescimento do sistema radicular das plantas do tratamento TR quando comparadas aos demais.

No tratamento TR a condutividade elétrica permaneceu estável, e com valor bem abaixo do necessário. A origem do efluente usado e o processo de tratamento empregado refletem diretamente neste valor. Os resultados da falta de nutrientes no tratamento TR, no qual não foi adicionado nenhum fertilizante foram visíveis, como sintomas de deficiência de nutrientes, crescimento reduzido da parte aérea e do sistema radicular, refletindo na massa seca (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios da massa fresca de plantas de alface (g planta^{-1}) dos tratamentos do cultivo de inverno

Massa seca	TA	TRA	TR	CV %	dms	p
Média ¹ (g planta^{-1})	20,86a	20,47a	13,19b	6,57	2,59	<0,01

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV%: coeficiente de variação entre os resultados de cada tratamento; dms: diferença mínima significativa.

Nos tratamentos TA e TRA não houve diferença no resultado da massa seca ao final do cultivo, isto mostra que apesar da água de reúso utilizada no preparo da solução nutritiva inicialmente estar fora do recomendado para a cultura, a complementação foi suficiente para torná-la adequada ao desenvolvimento da cultura, em relação aos nutrientes. A diferença altamente significativa entre o tratamento TR e os demais, conforme já mencionado, confirma o efeito negativo da falta de nutrientes e do pH alcalino sobre o crescimento das plantas, demonstrando que a água de reúso sem complementação de nutrientes é inviável para uso em hidroponia na cultura de alface.

A absorção de nutrientes também ficou reduzida ao comparar o tratamento TR com os demais, a partir dos 7 dias após o transplantio (Figura 2). A análise estatística da regressão demonstrou que o acúmulo dos nutrientes nas plantas está relacionada significativamente ao seu crescimento em todos os tratamentos, exceto para o magnésio. A explicação está relacionada ao pH, uma vez que em pH mais elevado pode ocorrer a precipitação deste elemento. Os resultados demonstram que o acúmulo de nutrientes analisados é crescente, sendo o período a partir 12 dias após o transplantio até a colheita o de maior exigência.

No tratamento TR, o acúmulo dos macronutrientes até os 7 dias é bem próximo ao dos outros tratamentos, porém após este período passa a ser mais lento. As plantas neste mesmo tratamento, aos 7 dias no local definitivo já apresentaram os primeiros sinais de deficiência, em decorrência da baixa quantidade de nutrientes na solução nutritiva e o pH inadequado.

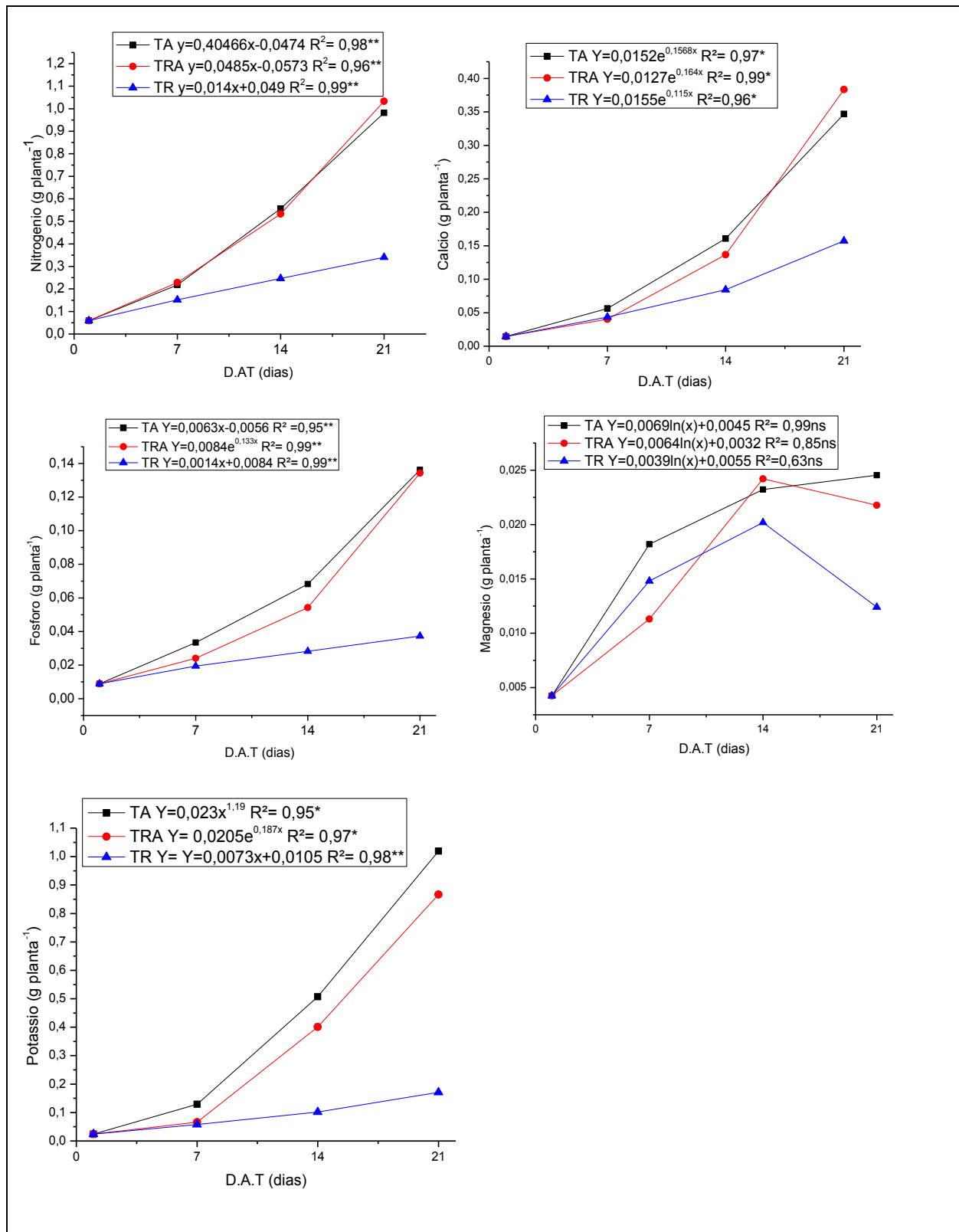


Figura 2. Acúmulo de N, P, K, Ca e Mg nas plantas (raiz e parte aérea) dos diferentes tratamentos, aos 1, 7, 14 e 21 dias após o transplante (D.A.T).

O primeiro sintoma de deficiência visual observado no tratamento TR foi o de nitrogênio. É o elemento mais exigido pela maioria das culturas (Martinez & Clemente, 2011), e por fazer parte das moléculas de clorofila, quando seu teor é insuficiente o resultado é uma redução da taxa de fotossíntese. E conseqüentemente funções essenciais como a absorção de nutrientes, crescimento e divisão celular são prejudicados, resultando em plantas pequenas com o crescimento lento e clorose generalizada.

A partir da metade do ciclo do tratamento TR notou-se deficiência de cálcio, com o aparecimento de necrose nos meristemas apicais das folhas, conhecido como “tip burn” ou “queima dos bordos” e também necrose nos meristemas radiculares. Estes sintomas ocorrem por que o cálcio tem função essencial no crescimento meristemáticos, nas folhas, mas principalmente nas raízes.

Ao final do ciclo do tratamento TR pequenas pontuações de coloração marrom foram observadas nas bordas das folhas mais velhas, sintoma condizente com a falta de potássio. Segundo Martinez & Clemente (2011) este nutriente está relacionado em vários processos fisiológicos, como crescimento celular, transporte de açúcares no floema e controle de turgescência das células, tendo forte influência na produtividade, qualidade final do produto. Todos os sintomas observados ao final do ciclo do tratamento TR, como menor massa seca, a mal formação das raízes, a necrose das folhas, demonstram o resultado da quantidade insuficiente de nutrientes contidos na água de reúso.

Pacheco et al. (2011) descrevem estes mesmo sintomas em trabalho para caracterizar sintomas visuais de deficiências de macronutrientes em alface. Presume-se que não houve perda de plantas no TR devido ao tempo que as plantas ficaram no berçário com a solução nutritiva convencional e isto pode ter proporcionado uma absorção eficiente dos nutrientes nesta fase, uma vez que este período foi de 14 dias.

O crescimento das raízes e das folhas das plantas do TR tiveram prejuízos, caracterizados por menor desenvolvimento ao serem comparados com os demais tratamentos, TA e TRA.

Conforme apresentado, as plantas dos três tratamentos tiveram um crescimento e acúmulo de nutrientes no período inicial mais lento e parecido, até os 7 dias, este resultado indica a possibilidade de a água de reúso ser suficiente para suprir a demanda inicial da cultura, sendo necessário posteriormente fazer a complementação com fertilizantes químicos. Estes resultados também podem sugerir um manejo mais sustentável da solução nutritiva, uma vez que os fertilizantes podem ser adicionados gradualmente conforme o desenvolvimento da cultura.

Com o uso do efluente como fonte de água e de nutrientes para o preparo da solução nutritiva, foi possível uma redução na quantidade de alguns fertilizantes aplicados no tratamento TRA, comparado ao tratamento TA, sem prejuízos para a cultura. A quantidade de nitrato de cálcio, sulfato de magnésio, cloreto de potássio e fosfato monoamônico, foram 11, 44, 49 e 11% respectivamente menor que no tratamento TA.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais foi possível concluir que a aplicação da água de reúso como fonte alternativa de água e nutrientes para o cultivo hidropônico de alface, quando complementada com fertilizantes minerais não alterou a absorção e o acúmulo de macronutrientes e massa seca. Porém o seu uso sem complementação mineral reduziu a massa seca da cultura, a absorção dos nutrientes foi insatisfatória, resultando em plantas pequenas, cloróticas e fora dos padrões de comercialização.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo- FAPESP (Processo 2013/14893-7), CAPES, CNPQ, ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente-PPGAA, Centro de Ciências Agrárias- CCA/UFSCar, aos grupos de pesquisa EASA e GEHORT, e as empresas Lumaplastic e IBS Mudanças.

REFERÊNCIAS

- BACKES, F. A. A. L.; SANTOS, O. S. S.; PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; FAGAN, E. B. Reposição de nutrientes em solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface, 2004. *Ciência Rural*, 34(5), 1407-1414. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n5/a13v34n5.pdf>> Acesso em: 27 maio 2014.
- BOYDEN, B.H.; RABABAH, A.A. **Recycling nutrients from municipal wastewater**. *Desalination*, v.106, n.1-3. p.241-246, 1996.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Faculdade de Ciências Agrônômica e Veterinária, Jabotical, FUNEP, 1995, 43p.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB, 2011). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**, São Paulo: CETESB; Brasília, ANA, 2011, 326 p.: il.
- FLORENCIO, L.; BASTOS, R.K.X.; AISSE, M.M. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 426p.
- GOMES, L.; MARTINS, C.; NOGUEIRA, N.; LOPES, F.; XAVIER, T.; CARDOSO, L.. Efeito de diferentes valores de pH da solução nutritiva no desenvolvimento de variedades de melão - DOI:10.5039/agraria.v6i1a922. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, América do Norte, v.6, p.73- 78, 2011.
- LONDERO, F.A.A.; AITA, A. Comercialização de alface hidropônica. In: SANTOS, O. **Hidroponia da Alface**. Santa Maria : UFSM, 2000. p.145-152.
- MARTINEZ, E. P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. (Cadernos didáticos), Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2002, 76 p.
- MARTINEZ, H.E.P. **Manual prático de hidroponia**. Viçosa: UFV. 2006. 271p.
- MARTINEZ, H. P.; CLEMENTE, J. M. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. Viçosa: UFV, 2011, 76 p.
- MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J. B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa: UFV. 2. ed. 2004. 111 p.
- OYAMA, N., NAIR, J. and HO, G. E. Utilising an integrated wastewater hydroponics system for small scale use. *Water and Environmental management series*, 2008, p. 13- 23.
- SALA, F.C; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alface cultura brasileira. **Horticultura Brasileira.**, v.30, n.1, p.187-194, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362012000200002> Acesso em: 16 novembro 2013.
- SANTOS, O.S. Conceito, histórico e vantagens da hidroponia. In: SANTOS, O. **Hidroponia da alface**. Santa Maria : UFSM, 2000. p.5-9.



XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
Hotel Fazenda Fonte Colina Verde – São Pedro - SP
13 a 17 de setembro de 2015



WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards. Of a WHO meeting of experts. Technical report series N° 517. Genebra, 1973.