

CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO EM PLANTAS DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA LINNAEUS*) CULTIVADAS EM SISTEMAS HIDROPÔNICOS.

Rafaela Dantas de Lucena (*), Kenia Kelly Barros da Silva.

* Universidade Federal de Pernambuco, rafadantas_lucena@hotmail.com.

RESUMO

O A alface é uma hortaliça mundialmente conhecida e consumida. No Brasil, a alface é a hortaliça folhosa é bastante pelos brasileiros e seu cultivo se estende por todo o território nacional. Por sua importância comercial, o cultivo da alface vem despertando o interesse de pesquisadores em aprimorar seu cultivo, principalmente em sistemas hidropônicos, nos quais as plantas são cultivadas em uma solução nutritiva, na ausência de solo. Nos últimos anos, muitas pesquisas vêm desenvolvendo trabalhos de reúso em sistemas hidropônicos alimentados com diferentes tipos de soluções nutrientes (água de abastecimento ou efluentes tratados, por exemplo).

O objetivo deste experimento foi estudar a produtividade das plantas de alface (*Lactuca sativa Linnaeus*) cultivadas em sistemas hidropônicos alimentados, com o uso de efluentes tratados diluídos ou não em água de abastecimento. O experimento foi desenvolvido em uma área experimental de reúso localizada no município de São João-PE. O sistema hidropônico utilizado foi o Mini Floating, abastecido com água de abastecimento, afluente doméstico tratado (diluído ou não em água de abastecimento) e solução nutritiva comercial. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e três repetições. Os resultados revelaram que a solução nutritiva que mais favoreceu ao desenvolvimento da planta foi a solução nutritiva comercial ($0,88\text{g}(\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$ e $0,36\text{g NH}_4^+.\text{kg}^{-1}$) seguida pelo efluente tratado sem diluição (100%) ($0,41\text{g}(\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$ e $0,26\text{g NH}_4^+.\text{kg}^{-1}$). Com relação ao íon amônio, teores acima de $0,48\text{g NH}_4^+.\text{kg}^{-1}$ foram tóxicos às plantas submetidas aos tratamentos T1, T3 e T4, prejudicando seus desenvolvimentos. Esses resultados mostraram que o efluente tratado sem diluição pode ser uma boa fonte nitrogênio no cultivo de alface hidropônica.

Palavras-chave: efluente tratado, reúso, alface, hidroponia, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa Linnaeus*) é reconhecida por ser a hortaliça mais produzida e comercializada no Brasil. Segundo o CNPH – Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliça da EMBRAPA (2015), no item ‘Hortaliças em Números’ está descrito que existem 66.301 propriedades rurais produzindo alface comercialmente, com uma produção no Brasil de 525.602 toneladas por ano, sendo que 10,6% desse total correspondem à produção na região Nordeste, com o estado de Pernambuco ocupando o 2º lugar no ranking da região, apresentando uma produção anual de 12.531 toneladas de alface. Devido a este cenário, vários estudos vêm sendo realizados para melhorar o cultivo dessa hortaliça, destacando-se o uso de sistemas hidropônicos de cultivo.

Hidroponia é uma técnica de cultivo protegido, em que o solo é substituído por uma solução nutritiva ou um substrato inerte que recebe os elementos essenciais, de forma balanceada, ao desenvolvimento das plantas. Esse tipo de cultivo surgiu como medida de escape às doenças causadas por patógenos presentes nos solos, devido à intensa utilização do terreno por atividades antrópicas, em especial, os solos dos cinturões verdes das grandes cidades. Atualmente, em estudos científicos, essas soluções nutritivas vêm sendo substituídas por efluentes tratados e águas de abastecimento. Efluentes tratados, principalmente aqueles de origem doméstica, são ricos em nutrientes, como por exemplo nitrogênio (N) e fósforo (P), além de serem fontes de matéria orgânica e água. O nitrogênio é considerado um dos nutrientes mais importantes ao desenvolvimento das plantas. Esse nutriente é essencial na formação de proteínas, de novas células e de tecidos, além de promover a formação da clorofila. De uma forma individual, o N pode ser considerado um dos mais importantes elementos que influenciam o desenvolvimento das plantas.

Em cultivos hidropônicos, diversos sistemas vêm sendo utilizados, dentre os quais, destacam-se: NutrientFilmTechnique (NFT) e Deepfilmtechnique (DFT). O sistema hidropônico do tipo Mini Floating é indicado quando se deseja cultivar hortaliças que são consumidas *in natura* e a solução nutritiva a ser utilizada será uma água de baixa qualidade e deve-se ter cuidado quanto à sanidade dos frutos; pois a parte aérea das plantas fica protegida por uma estrutura e apenas as raízes entram em contato com essa solução nutritiva, reduzindo assim a contaminação da parte aérea, pois as raízes selecionam os nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas.

A respeito da qualidade nutricional dos alimentos consumidos *in natura*, como é o caso das hortaliças, o acúmulo de nitrato (NO_3^-) nesses alimentos é um problema que vem chamando atenção de muitos pesquisadores há algum tempo, pois esse composto quando ingerido em grandes quantidades pelo homem pode causar graves consequências à saúde, como formação de nitrossaminas, substância potencialmente carcinogênica, além da metahemoglobinemia ou “sangue azul” que reduz o transporte de oxigênio no sangue (BOINK; SPEIJERS, 2001; ADDISCOTT; BENJAMIN, 2004; PÔRTO *et al.*, 2008).

As hortaliças, juntamente com a água potável, representam as principais fontes de NO_3^- para o organismo humano. Algumas estimativas apontam que as hortaliças correspondem ao grupo de alimentos que mais contribui para a ingestão de NO_3^- pelo homem, sendo responsáveis por cerca de 72% e 94% da ingestão diária (TURAZI *et al.*, 2006; TAKAHASHI *et al.*, 2007).

O acúmulo de NO_3^- nas plantas depende de diversos fatores, como aqueles inerentes à cultura (caráter genético, espécies, cultivares e órgãos analisado), fatores ambientais (intensidade luminosa, temperatura, época de cultivo ou estação do ano, por exemplo), horário de colheita (manhã, tarde e noite); sistema de cultivo (convencional, orgânico e hidropônico) e adubação (manejo, quantidade e tipo de fertilizantes nitrogenados). Juntamente com a intensidade luminosa, a disponibilidade de N é o fator que mais exerce influência no acúmulo de NO_3^- pelas plantas. Assim, níveis excessivos de N, através da utilização de fertilizantes minerais, orgânicos ou na composição de soluções nutritivas, irão ocasionar problemas de acúmulo de nitrato nas plantas.

Muitos questionamentos vêm sendo levantados com relação ao risco do acúmulo de NO_3^- nas hortaliças oriundas de cultivo hidropônico. Em geral, sabe-se que a alface hidropônica apresenta teores de NO_3^- superiores aos da alface produzida em sistema orgânico e convencional (BENINNI *et al.*, 2002; COMETTI *et al.*, 2004), o que pode ser justificado pelo fato das soluções nutritivas usadas em hidroponia apresentarem alta disponibilidade de NO_3^- , levando conseqüentemente ao seu maior acúmulo em plantas cultivadas nessas condições (FAQUIN *et al.*, 1996; FAQUIN; ANDRADE, 2004).

Os efluentes de reatores UASB vêm ganhando espaço em atividades de reuso agrícola por apresentarem características nutricionais e físico-químicas adequadas a essa prática. Atualmente, muitos estudos vêm sendo direcionados ao reuso hidropônico de águas residuárias tratadas, como o desenvolvido por Bastos (2005) e por Cavalcante (2007), nos quais estes autores avaliam a eficiência do tratamento de esgotos por meio de filtros anaeróbicos, para que sejam usados no cultivo hidropônico.

Dentro do exposto, ao realizar a pesquisa sobre a ação do efluente de um reator tipo UASB como solução nutritiva hidropônica, o presente trabalho dispõe-se a cooperar cientificamente com uma nova alternativa de água, bem como de nutrientes para o cultivo de alface, e suas consequências no desenvolvimento da cultura de alface hidropônica submetidas ao sistema mini floating.

METODOLOGIA DO TRABALHO

Local de estudo e estação experimental de reuso hidropônico

O experimento foi montado na zona rural do município de São João, estado de Pernambuco. Este município está localizado no agreste meridional de Pernambuco, possui uma área de 258,334 Km², 21.312 habitantes, dista 236 km do Recife e faz limite com os municípios de Garanhuns, Angelim e Palmeirina. A sede do município de São João tem uma altitude de 716 metros e coordenadas geográficas de 08° 52'32" e de latitude sul e longitude de 36° 22' 00" oeste (IBGE, 2010).

A estação experimental de reuso era composta por um sistema hidropônico do tipo mini-floating (sistema flutuante em pequena escala). Neste sistema, as mudas de alface foram cultivadas em vasos, com capacidade de 2L, e fertirrigadas com soluções nutritivas. Como forma de proteger as plantas contra a ação de pequenos animais (pássaros, mosquitos, formigas) e intempéries, a área experimental foi coberta com tela sombrite.

O experimento foi realizado nos meses de abril a maio, na estação seca, a qual compreende os meses de novembro a maio. As temperaturas médias mínimas e máximas registradas na região na qual se localizava o experimento, durante o período de estudo, foram 20 e 24 °C, respectivamente, e a umidade local permaneceu na faixa de 83% a 91%.

Em cada vaso hidropônico do sistema mini floating foi cultivada um muda de alface. As mudas foram dispostas em um meio suporte (funil) e este foi acoplado à tampa do vaso. Os meios suportes das plantas foram utilizados com a finalidade de permitir que apenas as raízes das plantas permanecessem em contato com a solução nutritiva (Figura 1a).

Os vasos foram cobertos por uma fita adesiva de alumínio, cujo objetivo era proteger a solução nutritiva da ação de raios solares, os quais poderiam aumentar a temperatura da solução nutritiva e, conseqüentemente, prejudicar o desenvolvimento das plantas, do possível crescimento de fungos e, também, ajudar a repelir os insetos (Figura 1b)

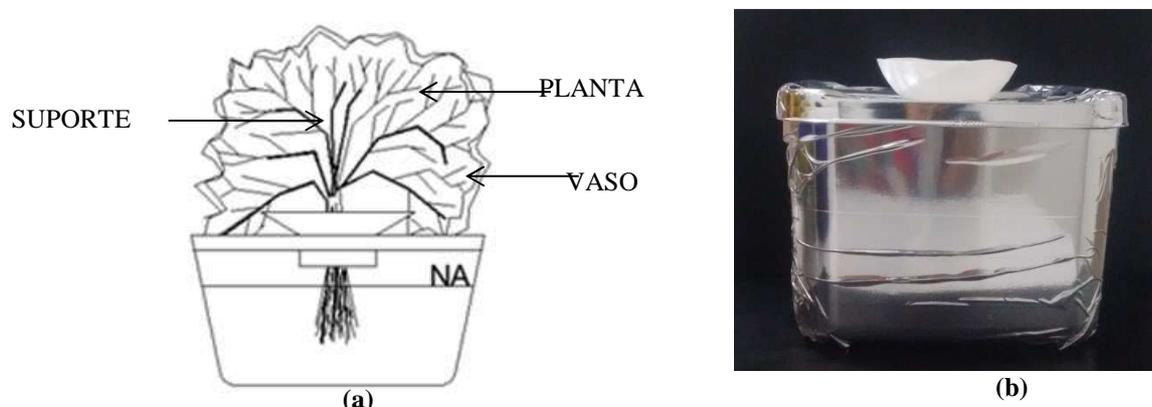


Figura 1. Estrutura dos vasos hidropônicos. (a) Esquema de alocação das mudas; (b) vaso preparado para receber as mudas.

Neste experimento foi utilizada a variedade de Alface Lisa. As mudas de alface foram adquiridas na zona rural de Caruaru, Distrito de Murici. Essas mudas foram cultivadas em hortas caseiras, sem qualquer forma de adubação mineral. O tempo de cultivo da variedade estudada é de 70 a 80 dias, em sistema hidropônico (EMBRAPA, 2009). No ato do transplante para os vasos hidropônicos, as mudas possuíam aproximadamente 15 dias de cultivo.

Uma quantidade de aproximadamente 2 L de solução hidropônica foi colocada em cada vaso; em seguida, esses vasos foram tampados e os suportes com as mudas foram encaixados nas tampas dos vasos, tomando-se o cuidado de introduzir apenas as raízes das plantas na solução nutritiva. O tempo de cultivo do experimento foi de 48 dias, durante o qual, os níveis das soluções nutritivas foram monitoradas, a fim de constatar se havia ou não a necessidade de reposição do nível de lâmina líquida.

Tratamentos estudados

Neste experimento, as plantas foram fertirrigadas com 5 tipos de soluções hidropônicas, caracterizando 5 tratamentos, os quais estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Tratamentos aplicados ao experimento - Fonte: Autor (2016)

| Tratamentos | Descrição da solução hidropônica |
|-------------|----------------------------------|
| T1 | Água de abastecimento |
| T2 | 100% do efluente tratado |
| T3 | 50% do efluente tratado |
| T4 | 75% do efluente tratado |
| T5 | Solução nutritiva (controle) |

Nos tratamentos T3 e T4 os efluentes tratados foram diluídos com água de abastecimento nas proporções de 50:50 (efluente tratado:água, v/v) e 75:25 (efluente tratado:água, v/v).

O efluente tratado utilizado neste experimento foi gerado por um reator do tipo UASB, operando em escala de laboratório para tratar um esgoto sintético acrescido de papel higiênico. O fluxo de esgotos no reator era mantido por bombeamento, para permitir sua alimentação contínua. O tempo de detenção hidráulica (TDH) do sistema era de 24 h e o volume útil do reator era 8L.

Monitoramento das soluções hidropônicas

As soluções hidropônicas utilizadas neste experimento foram caracterizadas no início do experimento (dia "0", primeira alimentação dos vasos hidropônicos) e ao final do experimento (aos 48 dias), para fins de monitoramento de suas características físico-químicas. Os parâmetros de caracterização foram: pH, salinidade, condutividade elétrica, DQOs (bruta e filtrada), N-NTK e NH_4^+ .

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA), este localizado no Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, de acordo com os métodos descritos no Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1999).

Análise da planta

A preparação das amostras e as análises químicas em tecido vegetal foram realizadas conforme os métodos descritos no Manual de Análises de Solos, Plantas e outros Materiais (TEDESCO, 1995). Todos os procedimentos laboratoriais serão realizados no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA), do Centro Acadêmico do Agreste.

Para a análise foliar, foram coletadas folhas verdes e sem indícios de deterioração, aos 48 dias do experimento. As folhas recém coletadas foram lavadas com água de abastecimento e, em seguida, enxaguadas com água destilada. Após as lavagens, as folhas foram colocadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar, a 60°C, até peso constante. Em seguida, para a extração de NH_4^+ e ($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$), as folhas secas foram maceradas, pesadas e reservadas em béquer. A cada amostra macerada foram adicionados 5mL de KCl 2M, Após a adição do KCl, as amostras foram submetidas a um processo de agitação, por 30 minutos, em equipamento de agitação magnética, seguido por mais 30 minutos de decantação. Depois destes procedimentos, as amostras foram filtradas em papel qualitativo (marca Sartorius Stedim, com 0,45 μm de porosidade) e dispostas em tubos Kjeldahl, para a determinação de NH_4^+ , ($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$), em equipamento de destilação Kjeldahl, segunda o método descrito em Tedesco (2005).

Estatística experimental

O delineamento experimental utilizado foi o Inteiramente Casualizado, com 5 tratamentos e 3 repetições, isto porque a variação do material estudado é relativamente pequena e a perda de unidades experimentais não ocasionará dificuldades à análise (SANTOS et al., 2008). Os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória na estação experimental.

Para avaliar estatisticamente os parâmetros estudados, foram realizados a Análise de Variância (ANOVA) e o teste de hipóteses, a fim de detectar diferenças significativas entre os tratamentos, através do Teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização inicial da solução nutritiva de abastecimento

Os resultados das caracterizações químicas inicial (0 dia de experimento), das soluções hidropônicas estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização inicial das soluções nutritivas de abastecimento (0 dia de experimento) - Fonte: Autor (2016)

| Tratamentos | pH | CE* ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Salinidade | DQObruta ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) | DQOfiltrada ($\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) | N- NTK ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | N- amoniacal ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) |
|-------------|-----|------------------------------------|------------|--|---|---|---|
| T1 | 7,2 | 690 | 0,5 | - | - | 5,1 | 2,1 |
| T2 | 7,1 | 1423 | 0,5 | 104,8 | 34,2 | 34,7 | 25,9 |
| T3 | 7,4 | 987 | 0,4 | 51,7 | 18,7 | 11,5 | 6,5 |
| T4 | 7,2 | 1327 | 0,4 | 92,4 | 32,8 | 21,6 | 13,7 |
| T5 | 7,2 | 2900 | 1,9 | - | - | 52,7 | 44,6 |

Legenda: * Condutividade Elétrica.

Os resultados mostraram que os pHs das soluções hidropônicas se encontram entre 7,1 e 7,4 (Tabela 2), dentro da faixa recomendada por Furlani (1999), cujo autor relata que a solução nutritiva para alface hidropônica precisa apresentar variações de pH na faixa de 4,5 a 7,5, fazendo com que não sejam observados problemas no crescimento das plantas de alface.

Com relação à condutividade elétrica, segundo Martinez *et al.* (2010), valores de condutividade elétrica (CE) acima de 2600 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ favorecem o desenvolvimento da alface hidropônica, resultando em maiores valores de peso por planta. Neste experimento, apenas o valor de CE registrado no tratamento controle (2900 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ em T5, solução comercial de nutrientes) permaneceu acima do valor recomendado pelo autor (Tabela 2).

Dias *et al.* (2011) constaram que uma salinidade superior a 2,3 ppm dificulta a produção de folhas nas plantas de alface hidropônico. Com relação à salinidade, os valores observados em todos os tratamentos estudados permaneceram abaixo do limite recomendado, não sendo considerados prejudiciais ao desenvolvimento da cultura estudada (Tabela 2).

O nitrogênio é considerado um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento de vegetais. Os valores recomendados de concentrações de nitrogênio orgânico em solução nutritiva para o cultivo da alface hidropônica devem-se encontrar na faixa de 100 mg.L⁻¹ a 300 mg.L⁻¹ (FERREIRA, 2002). Neste experimento, a maior concentração de N-NTK registrada foi 52,7 mg.L⁻¹, abaixo do menor limite recomendado. No entanto, no decorrer do experimento pode-se observar. Segundo Ayres e Westcot (1991), com exceção das hortaliças, a grande maioria das culturas é capaz de se devolver com concentrações de nitrogênio inferiores a 30 mg.L⁻¹.

Caracterização final da solução nutritiva de abastecimento

Os resultados das caracterizações químicas finais (48 dias de experimento) das soluções hidropônicas estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Caracterização final das soluções hidropônicas (48 dias de experimento) - Fonte: Autor (2016)

| Trat. | Est. | pH | CE* (μ S/cm) | Salinidade | DQObruta (mgO ₂ /L) | DQOfiltrada (mgO ₂ /L) | N- NTK (mg.L ⁻¹) | N- amoniacal (mg.L ⁻¹) |
|-------|---------------|------------|----------------------|------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| T1 | Média | 7,2 | 551,7 | 0,1 | - | - | 2,4 | 0,6 |
| | <i>DesPad</i> | 0,1 | 110,8 | 0,1 | - | - | 0,4 | 0,4 |
| | CV(%) | 1,4 | 20,1 | 100 | - | - | 16,0 | 60,1 |
| T2 | Média | 7,4 | 1406,5 | 0,6 | 44,2 | - | 3,7 | 0,6 |
| | <i>DesPad</i> | 0,2 | 50,5 | 0,1 | 4,5 | - | 0,2 | 0,6 |
| | CV(%) | 2,7 | 3,6 | 17 | 10 | - | 5,4 | 100,0 |
| T3 | Média | 7,4 | 421,0 | 0,1 | 18,2 | - | 2,5 | 1,4 |
| | <i>DesPad</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 |
| | CV(%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 |
| T4 | Média | 7,2 | 634,0 | 0,0 | 31,5 | - | 2,5 | 1,2 |
| | <i>DesPad</i> | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 |
| | CV(%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 |
| T5 | Média | 6,2 | 2700 | 1,5 | 0,0 | - | 15,0 | 14,9 |
| | <i>DesPad</i> | 0,5 | 0,3 | 0,1 | - | - | 8,4 | 3,2 |
| | CV(%) | 8,1 | 0,01 | 6 | - | - | 55,9 | 21,2 |

Legenda: * Condutividade Elétrica.

Os resultados mostraram que os pHs das soluções hidropônicas se encontram entre 6,2 e 7,4 (Tabela 3), continuando dentro da faixa recomendada por Furlani (1999), cujo autor relata que a solução nutritiva para alface hidropônica precisa apresentar variações de pH na faixa de 4,5 a 7,5, para que não sejam observados problemas no crescimento das plantas de alface. De acordo com esses resultados o pH das soluções hidropônicas chegou ao final do experimento colaborando com o desenvolvimento da planta. Os valores médios de pH encontrado foi de 7,4 para o tratamento T2 e 6,2 para o tratamento controle T5, respectivamente.

A condutividade elétrica (CE) encontrada nas soluções hidropônicas (Tabela 3), quando comparada com os valores da caracterização inicial (Tabela 2), observa-se que para todos os tratamentos os valores de CE foi reduzido, apresentando o tratamento T4 a maior redução (693,0 μ S.cm⁻¹), e o tratamento controle (2700 μ S.cm⁻¹ em T5, solução comercial de nutrientes), de maneira semelhante a caracterização inicial, apresentou o maior valor de CE na solução hidropônica.

Do mesmo modo a salinidade e a DQO (bruta e filtrada), tiveram redução significativa para todos os tratamentos estudados. Destacando o fato de que a quantidade de DQO (matéria orgânica) encontrada nos tratamentos T2, T3 e T4, que utilizaram soluções hidropônicas com efluente tratado, foi nula para a DQO filtrada (Tabela 3).

Os níveis de nitrogênio (N-NTK e NH₄⁺) encontrados nas soluções hidropônicas de todos os tratamentos analisados (Tabela 3) foram bem baixos quando comparados com as concentrações iniciais das soluções hidropônicas de abastecimento (Tabela 2). Na caracterização final do experimento p tratamento controle T5 (solução nutritiva comercial) estando com as maiores concentrações de nitrogênio em solução hidropônica, apresentando 14,9 mg(NH₄⁺).L⁻¹ e 15,0 mg(N-NTK).L⁻¹ e o tratamento T1 (água de abastecimento) estando com as menores concentrações de nitrogênio, apresentando 0,6 mg(NH₄⁺).L⁻¹ e 2,4 mg(N-NTK).L⁻¹. Estes resultados mostraram que as plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico do tipo mini floating conseguiram absorver grande quantidade de nitrogênio para seu desenvolvimento.

Com os resultados da caracterização final das soluções hidropônicas foi possível obter a quantidade de nutrientes absorvidos por cada tratamento, os resultados se encontram na tabela 3.

Tabela 4– Absorção de matéria orgânica e de nitrogênio pelas plantas ao final do experimento (48 dias de experimento) - Fonte: Autor (2016)

| Trat. | Est. | DQO bruta | | DQO filtrada | | N- NTK | | N- amoniacal | |
|-------|--------|--|--------------------|--|--------------------|--|---------------------|---|---------------------|
| | | DQO _{rem} (mgO ₂ .L ⁻¹) | Remoç ão (%) | DQO _{rem} (mgO ₂ .L ⁻¹) | Remoç ão (%) | NTK _{Abs} (mgO ₂ .L ⁻¹) | Absorç ão (%) | NH ₄ ⁺ _{Abs} (mgO ₂ .L ⁻¹) | Absorç ão (%) |
| T1 | Média | - | - | - | - | 2,8 | 54 | 1,4 | 70 |
| | DesPad | - | - | - | - | 0,4 | 7,4 | 0,4 | 17,8 |
| | CV(%) | - | - | - | - | 14 | 14 | 25 | 25 |
| T2 | Média | 60,6 | 58 | 34,7 | 100 | 32,6 | 94 | 22,8 | 88 |
| | DesPad | 4,5 | 4,2 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 3,0 | 0,2 | 0,8 |
| | CV(%) | 7 | 7 | 0,0 | 0,0 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| T3 | Média | 33,5 | 65 | 18,7 | 100 | 9,1 | 79 | 5,1 | 79 |
| | DesPad | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | CV(%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| T4 | Média | 60,8 | 66 | 32,8 | 100 | 19,2 | 89 | 12,5 | 91 |
| | DesPad | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | CV(%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| T5 | Média | - | - | - | - | 37,7 | 72 | 29,6 | 67 |
| | DesPad | - | - | - | - | 8,4 | 15,9 | 3,2 | 7,1 |
| | CV(%) | - | - | - | - | 22 | 22 | 11 | 11 |

De acordo com os resultados encontrados, pode-se observar que a remoção de DQO bruta foi superior a 50% em todos os tratamentos abastecidos pelo efluente tratado, com o tratamento T3 alcançando 65% de remoção (Tabela 4). Em relação à remoção de DQO filtrada, em todos os tratamentos abastecidos pelo efluente tratado observou-se uma remoção de 100% (tratamentos T2, T3 e T4). Estes resultados estão de acordo com Gomes Filho *et al* (2001), que constataram uma eficiência de remoção de DQO de 57% a 74%, em sistema hidropônico abastecido com águas residuárias, utilizado no cultivo de aveia forrageira.

Em cultivos hidropônicos, a absorção de nutrientes geralmente é proporcional à concentração desses na lâmina da solução nutritiva que fica em contato direto com as raízes, sendo muito influenciada por diversos fatores, como a salinidade, a temperatura e o pH da solução nutritiva, além das temperatura e umidade do ar (ADAMS, 1994).

As plantas submetidas aos tratamentos T1, T2 e T4, apresentaram porcentagens de absorção de NH₄⁺ superiores às porcentagens de absorção de N-NTK (Tabela 4). Os tratamentos T1 (absorções de 70% e 54% para NH₄⁺ e N-NTK, respectivamente), T2 (absorções de 88% e 94% para NH₄⁺ e N-NTK, respectivamente), T3 (absorções de 79% e 79% para NH₄⁺ e N-NTK, respectivamente) e T4 (absorções de 91% e 89% para NH₄⁺ e N-NTK, respectivamente) apresentaram parcelas com deficiências, como folhas amareladas e baixa produtividade, aos 26 dias de experimento. Por outro lado, o tratamento controle (T5) apresentou um quadro diferente de absorção de nitrogênio, com 67% para NH₄⁺ e 72% para N-NTK, e melhores desenvolvimentos das plantas, no mesmo período.

Além das características deficitárias citadas anteriormente, as parcelas dos tratamentos T2, T3 e T4 também apresentaram raízes mais curtas e grossas, quando comparadas às aparências das raízes das parcelas dos tratamentos T1 e T5, o que dificultou o desenvolvimento das parcelas, fazendo com que as mesmas não respondessem muito bem aos tratamentos, e fossem perdidas posteriormente.

O processo de oxidação do NH₄⁺ a NO₃⁻ ocorre rapidamente, em condições naturais, no solo por bactérias nitrificantes, na presença de oxigênio. Em solos alagados, o ambiente anaeróbico e quimicamente reduzido favorece a formação do íon amônio, fazendo com que essa forma de N seja a mais absorvida pelas plantas; isto porque nesses ambientes, a disponibilidade do NO₃⁻ é reduzida, pois o NO₃⁻ é rapidamente reduzido a formas menos oxidadas ou voláteis (NO₂, NO e N₂) nas zonas anaeróbicas dos solos alagados (PONNAMPERUMA, 1972).

Na maioria dos sistemas hidropônicos utilizados para o cultivo da alface hidropônica (NFT System, por exemplo), há um mecanismo de recirculação da solução nutritiva, favorecendo o incremento de oxigênio ao meio líquido através de sua mistura, o que facilita a oxidação do NH₄⁺ e a liberação do NO₃⁻ para ser assimilado pelas plantas. No entanto, como no sistema Mini-Floating utilizado neste experimento não teve nenhum tipo de sistema de bombeamento e recirculação do líquido, possivelmente a oxidação do íon NH₄⁺ a NO₃⁻ não foi eficiente, fazendo com que as plantas absorvessem

mais o íon NH_4^+ , o qual em grandes concentrações pode causar toxicidade às plantas, e em casos severos, a perda da cultura agrícola.

O íon NH_4^+ , também é assimilável pelas plantas, sendo este encontrado em águas residuais ou aplicados pelos fertilizantes, que, em concentrações altas, podem ser benéficos durante as primeiras fases e prejudiciais durante a floração e frutificação das culturas, causando diminuição nos rendimentos, sendo uma medida útil à mistura ou mudança de água. No entanto, em plantas folhosas, como a alface, o repolho, por exemplo, o nitrogênio é benéfico, devendo ser tomadas precauções somente quando ocorrer indícios de toxidez às plantas. (KARAM *et al.* 2002)

Um efeito associado à redução do crescimento da parte aérea de algumas plantas não tolerantes ao íon NH_4^+ é a entrada excessiva desse íon nas células das raízes, que ocorre por transportadores de baixa afinidade e ocupa canais de outros cátions, provocando um fluxo do íon NH_4^+ para fora das células, o que resulta em um elevado gasto energético necessário para bombear o excesso do íon NH_4^+ para fora das células. O elevado consumo de ATP resulta no aumento da respiração nas raízes, retardando seu crescimento.

Segundo Silva *et al.* (2010), a aplicação de uma solução nutritiva contendo uma proporção de 100:0 de íon NH_4^+ e NO_3^- , respectivamente, no cultivo do Girassol reduziu os comprimento e volume dos sistemas radiculares das plantas. Os autores associaram esses resultados à menor atividade fotossintética, provocada pela ação negativa do íon NH_4^+ sobre a condutância estomática na planta; uma vez que esta pode ter afetado a abertura e o fechamento estomáticos das plantas, interferindo na transpiração e fotossíntese e comprometendo o crescimento das plantas.

Ao final do experimento (48 dias), os tratamentos T1, T3 e T4, mesmo com valores altos de absorção das formas nitrogenadas, apresentaram algumas plantas que não se desenvolveram bem. Como o tempo de colheita pode ser reduzido em sistemas hidropônicos, o período de 48 dias deve ter sido demasiado para a colheita da alface, fazendo com que as plantas respondessem negativamente aos tratamentos.

Com relação ao tratamento T1, embora não havendo registros de parcelas pedidas, a qualidade das plantas não foi considerada boa. As folhas das plantas não cresceram satisfatoriamente e apresentaram coloração amarelada, o que indica sintomas de clorose, doença causada pela deficiência de nitrogênio nas plantas. O não desenvolvimento geral das plantas submetidas ao tratamento T1 também podem estar associados aos baixos níveis de condutividade elétrica encontrados na água de abastecimento utilizada como solução nutritiva de abastecimento, com valor $690,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

É possível concluir que a maior porcentagem absorção do íon NH_4^+ pelas plantas dificultou o desenvolvimento das mesmas, uma vez que as plantas submetidas aos tratamentos T2 e T5, que tiveram maior porcentagem de absorção do N-NTK, apresentaram melhores desenvolvimento e produtividade, assim como um maior número de folhas, estas com tamanho significativo e colorações bem esverdeadas, já que a retirada do nitrogênio orgânico do sistema hidropônico através da assimilação pelas plantas está diretamente relacionada à produtividade e desenvolvimento das mesmas. (MELO, 1999)

Caracterização da planta

Ao final do experimento as plantas de alface foram submetidas à análise dos seguintes parâmetros: comprimentos das folhas e das raízes, peso da massa foliar seca, produtividade e presença de NH_4^+ , ($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$) em tecido foliar. Os resultados estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros analisados nas plantas ao final do experimento (48 dias) ($p > 0,05$) - Fonte: Autor (2016)

| Trat. | Peso (g) | D. do Caule (cm) | Comp. das Raízes (cm) | Comp. das folhas (cm) | Prod. (nºfolhas.planta ⁻¹) | NH_4^+ (g.kg ⁻¹) | $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ (g.kg ⁻¹) |
|-------|----------|------------------|-----------------------|-----------------------|--|---------------------------------------|---|
| T1 | 0,10 c | 0,47 b | 20,90 ab | 8,60 bc | 3 c | 0,48 | 0,20 cd |
| T2 | 0,48 bc | 0,67 b | 10,80 c | 10,13 bc | 6 bc | 0,26 | 0,41 bc |
| T3 | 0,06 c | 0,23 b | 2,17 c | 2,40 c | 2 c | 0,17 | 0,06 d |
| T4 | 0,14 c | 0,30 b | 5,00 c | 4,50 c | 2 c | 0,17 | 0,08 cd |
| T5 | 1,05 ab | 1,77 a | 12,93 bc | 18,17 ab | 15 ab | 0,36 | 0,88 a |
| DMS | 0,48 | 0,99 | 13,47 | 12,05 | 8 | - | 0,37 |
| CV% | 63 | 69 | 63 | 44 | 71 | - | 55 |
| DesvP | 0,23 | 0,48 | 6,48 | 3,87 | 3,78 | - | 0,18 |

Os tratamentos T1, T3 e T4, onde as concentrações médias de NH_4^+ foram m iguais a $0,48 \text{ gNH}_4^+.\text{kg}^{-1}$, $0,17 \text{ gNH}_4^+.\text{kg}^{-1}$ e $0,17 \text{ gNH}_4^+.\text{kg}^{-1}$, respectivamente, não obtiveram bons resultados quanto ao peso da massa foliar seca, tamanho da folha e número de folhas por planta, apresentando para estes parâmetros os seguintes resultados: 0,10 g, 8,6 cm e 3 folhas por planta, em T1; 0,06 g, 2,4 cm e 2 folhas por planta, em T3; 0,14 g, 4,5 cm e 2 folhas por planta, em T4.

Isto pode ser associado ao fato que essas concentrações de amônia são tóxicas às plantas. O excesso de amônio (NH_4^+) no tecido vegetal dissipa o gradiente de prótons entre as membranas das células; este gradiente é necessário para os processos de fotossíntese e respiração, além de ser importante na transpiração e acúmulo de metabólitos para o vacúolo, (FERREIRA, 2002).

A respeito dos tratamentos T2 e T5, os quais apresentaram concentrações de $0,26 \text{ gNH}_4^+.\text{kg}^{-1}$ e $0,36 \text{ gNH}_4^+.\text{kg}^{-1}$, respectivamente, ambos tiveram melhores resultados quanto ao peso da massa foliar seca, tamanho da folha e número de folhas por planta, tendo como resultados: 0,48g, 10,13 cm e 6 folhas por planta, em T2, e 1,05 g, 18,17 cm e 15 folhas por planta, em T5, .

As concentrações de ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) nos tratamentos foram proporcionais ao desenvolvimento e produtividade das plantas, as maiores concentrações foram encontradas nos tratamentos em que suas plantas apresentaram melhor desenvolvimento. Os tratamentos T2 e T5 apresentaram $0,41 \text{ g} (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$ e $0,88 \text{ g} (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$, respectivamente, sendo esses os tratamentos que mais se desenvolveram no experimento. Por outro lado, os tratamentos T1, T3 e T4 que registraram, respectivamente, $0,20 \text{ g} (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$, $0,06 \text{ g} (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$ e $0,08 \text{ g} (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$, não apresentassem bons desenvolvimento e produtividade.

Os teores de ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) encontrados nos tecidos foliares das plantas estudas estão abaixo do permitido pela legislação internacional, que permite até 4,50 g de nitrato em tecido foliar por planta de alface. Os níveis de nitrato considerados aceitáveis para o consumo humano variam com a época do ano e não são estipulados nas leis brasileiras, sendo, portanto, adotados índices europeus no Brasil.

De acordo com a norma europeia Nº 1881/2006 - ACT, os limites requeridos para o teor de nitrato na matéria fresca dos vegetais são: em cultivos de inverno, $4,50 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ para alface cultivada em ambiente protegido e $4,00 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ para alface para as cultivadas a campo; para cultivos de verão, o limite para nitrato cultivados em ambiente protegido é de $3,50 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$. (COMMISSION REGULATION - EC, 2016).

Ao analisar o tratamento estatístico aplicado aos resultados (Tabela 5), verifica-se que apenas as concentrações do íon NH_4^+ presente nas folhas de alface não foram significativamente diferentes entre os resultados, ao nível de 5% de significância. Com relação a esse parâmetro, o tratamento T1 registrou a maior concentração do íon NH_4^+ , $0,48 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$. Nas demais características analisadas, todos os resultados apresentaram diferença significativa, ao nível de 5%.O número de folhas por planta apresentou diferenças significativas, com o tratamento controle T5 obtendo 15 folhas por planta, estando próximo aos valores encontrados por Furtado (2008), que apresentou 22 folhas por planta de alface cultivada em sistema hidropônico.

Os resultados apresentados na Tabela 5 permitem verificar que ocorreram diferenças significativas entre o tratamento T5 e os demais tratamentos (T1, T2, T3 e T4), ao nível de 5% da margem de erros para os teores de ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) em tecido foliar. Com relação ao tratamento T2, o qual registrou o segundo maior teor de ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$), $0,41 \text{ g} (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$, apenas não foi significativamente diferente do tratamento T3, o qual registrou o menor teor entre os tratamentos estudados: $0,06 (\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-).\text{kg}^{-1}$.

Esses resultados mostram que, nos cinco tratamentos, os teores de nitrato podem estar bem abaixo do padrão estabelecido pela legislação europeia, que vai de $3,50$ a $4,50 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ (FAQUIN & ANDRADE, 2004), uma vez que os teores de ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) se apresentaram muito baixas. No entanto, Furlani *et al.* (1997), estudando o teor de nitrato em vegetais comercializados na Itália, encontraram em alface uma variação de 0,01 e $3,68 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$. Nos estudos realizados por Fytianos & Zarogiannis (1999), a variação foi de 0,08 e $0,81 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$ e Escoín-Peña *et al.* (1998) encontraram teores de nitrato entre 0,10 e $1,24 \text{ g}.\text{kg}^{-1}$.

De acordo com os parâmetros analisados, quando comparado com o tratamento controle (T5), este que apresentou os melhores resultados para o desenvolvimento da planta, o tratamento T2, cuja solução hidropônica utilizada foi o efluente sem diluição, apresentou maiores semelhanças nos resultados obtidos, não havendo diferença significativa, ao nível de 5% nas características de peso, comprimento das raízes, comprimento das folhas, número de folhas por planta e

na presença quantidade do íon NH_4^+ nas folhas de alface. Constatando a eficácia do efluente tratado sem diluição como solução nutritiva no cultivo de alface hidropônico.

CONCLUSÕES

Diante da análise das soluções nutritivas para abastecimento do sistema hidropônico, pôde-se concluir que o balanceamento da solução nutritiva é de extrema importância, já que no tratamento abastecido com água de abastecimento, a condutividade elétrica obtida encontrou-se muito abaixo do recomendado, influenciando no resultado final do desenvolvimento das plantas. As plantas submetidas a este tratamento apresentaram, poucas folhas e ao mesmo tempo pequenas e amareladas.

Em relação à absorção de nitrogênio das soluções nutritivas, pelos tratamentos analisados, os resultados mostraram que os tratamentos com porcentagens de absorção de nitrogênio amoniacal (NH_4^+) maiores que as porcentagens de absorção de nitrogênio total (N-NTK) não apresentaram um desenvolvimento satisfatório, sendo atribuído ao fato de que o nitrogênio orgânico (N-NTK - NH_4^+) é responsável direto na produtividade e desenvolvimento das plantas.

Os resultados permitem comprovar o potencial dos efluentes tratados como solução nutritiva hidropônica, com o efluente não diluído, tratamento T2, apresentou resultados satisfatórios tanto para o desenvolvimento e produtividade das plantas, como para os teores de N em tecido foliar, estando atrás apenas do tratamento controle T5, este se destacando por apresentar os melhores resultados em todas as análises que foi submetido. Comprovando, também, que a utilização de efluente tratado na agricultura é uma importante forma de reúso para a água de abastecimento.

As concentrações superiores de $\text{NH}_4^+ \cdot \text{kg}^{-1}$, apresentou toxicidade as plantas de alface submetidas aos tratamentos com o efluente tratado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADDISCOTT TM; BENJAMIN N. Nitrate and human health. *Soil and Use Manage* 20: 98-104. 2004.
2. AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisado 1)
3. BASTOS, R. K. X. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands para hidroponia. Universidade Federal de Juiz de Fora. 2005.
4. BENINNI, E, R, Y; TAKAHASHI, H, W; NEVES, C, S, V, J; FONSECA, I, C, B. 2002. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. *Horticultura Brasileira* 20: 183-186.
5. BOINK A; SPEIJERS G. 2001. Health effect of nitrates and nitrites, a review. *Acta Horticulturae* 563: 29-36
6. CAVALCANTE, F. L. Avaliação da eficiência de filtros anaeróbios na remoção de coliformes fecais e ovos de helmintos. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 92 p. 2007.
7. COMETTI, N, N; MATIAS, G, C, S; ZONTA, E; MARY, W; FERNANDES, M, S. 2004. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. *Horticultura Brasileira* 22: 748-743.
8. COMMISSION REGULATION (EC). Maximum levels for certain contaminants. ACT N° 1881/2006 of 19 December 2006. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Disponível: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32006R1881>. Acesso em: 15 ago. 2016.
9. DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; NETO, O. N. S.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra decoco. *Revista Ceres, Viçosa*, v.58, n.5, p.632-637, 2011
10. EMBRAPA. Doenças em cultivos hidropônicos e medidas de controle. Comunicado técnico 107. 2015. 12p.]
11. EMBRAPA. Tipos de Alface Cultivados no Brasil. Comunicado técnico 75. 2009. 7p.
12. ESCOÍN-PEÑA, M.C.; IBAÑEZ, M.A.C.; SANTAMARTA, A.A.; LAZARO, R.C. Contenido de nitratos en lechugas y espinacas frescas. *Alimentaria*, n. 298, p. 37-41, 1998.
13. FAQUIN, V; ANDRADE, A, T. Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004. 88p.
14. FAQUIN, V; FURTINI NETO, A; VILELE, L, A, A. Produção de alface em hidroponia. Lavras: UFLA. 1996. 50p.

15. FERREIRA, V.P. Doses e parcelamento de Nitrogênio em alface. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 63p. 2002.
16. FURLANI, L.; GRILLENZONI, S.; ORI, E.; RESCA, P. Nitrate levels in vegetables that may be eaten raw. *Italian Journal of Food Science*, v. 9, n. 1, p. 65-69, 1997.
17. FURLANI, P.R. Soluções Nutritivas. Instituto Agrônomo, Centro de Solos e Recursos Agroambientais. Boletim técnico informativo do Instituto Agrônomo. 2p. 1999.
18. FURTADO, L. F. Vazões de aplicação de solução nutritiva, teor de nitrato em alface sob cultivo hidropônico e aceitabilidade sensorial. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 77p. 2008.
19. FYTIANOS, K.; ZAROGIANNIS, P. Nitrate and nitrite accumulation in fresh vegetables from Greece. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 62, n. 3, p. 187-192, 1999.
20. GOMES FILHO, R.R.; MOTOS, A.T.; SILVA, D.D.; MARTINEZ, E.P. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.131-134, 2001.
21. IBGE. 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?cdmun=260410>>. Acessado em: 06/12/2015.
22. KARAM ,F.; MOUNZER, O.; SARKIS, F.; LAHOUD, R. Yield and nitrogen recovery of lettuce under diferente irrigation regimes. *Journal Applied Horticulture*, Indiranagar, v.4, n.2, p.706, 2002
23. MARTINEZ, H.E.P. O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. 2a ed. – Viçosa: UFV, 2010.
24. MELO, J.L. S; Avaliação da remoção de nitrogênio orgânico e amoniacal em amostras de esgoto doméstico submetido a pós-tratamento em tabuleiros irrigados Departamento de Engenharia Química, C.T. PPGEQ, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário,
25. PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, 24:29-96, 1972.
26. PÔRTO, M, L, A; ALVES, J, C; SOUZA, A, P; ARAÚJO, R, C; ARRUDA, J, A; TOMPSON JÚNIOR, U, A. 2012. Doses de nitrogênio no acúmulo de nitrato na produção da alface em hidroponia. *Horticultura Brasileira* 30: 539-543. 2012. 5p.
27. SILVA, P. C. C; COUTO, J.L; SANTOS, A. R. Efeito dos íons amônio e nitrato no desenvolvimento do girassol em solução nutritiva. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.17, n.1, p. 104-114. 2010
28. SNIS. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Estudo Trata Brasil “Ranking do Saneamento – 2015. Disponível: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>*. Acessado: 15 ago 2016.
29. TAKAHASHI HW; HIDALGO PC; FADELLI L; CUNHA MET. Composição e manejo da solução nutritiva visando à diminuição do teor de nitrato nas folhas de alface hidropônica. *Horticultura Brasileira* 25: 06-09. 2007.
30. TEDESCO, M.J; GIANELLO, C; BISSANI, C.A; BOHNEN, H; VOLKWEISS, S.J; Análise de solo, planta e outro materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1995. 65p. (Boletim Técnico nº 5, 2ª ed)
31. TURAZI CMV; JUNQUEIRA AMR; OLIVEIRA AS; BORGIO LA. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. *Horticultura Brasileira* 24: 65-70. 2006.