

Efeito do nitrogênio amoniacal no acúmulo de nitrato, amônio, N-amino e açúcares livres na alface em cultivo hidropônico - sistema NFT.⁽¹⁾

Nilton Nélio COMETTI^(2,3), Gean Carlos Silva MATIAS^(2,4), Manlio Silvestre FERNANDES^(2,5)

⁽¹⁾ Apoio do CPGA-CS/UFRRJ. ⁽²⁾ Dp^{to}. de Solos, Instituto de Agronomia, UFRRJ, BR 465, km 07, 23850-000, Seropédica, RJ. Email: ncometti@ufrj.br ⁽³⁾ Doutorando do CPGA-CS/UFRRJ. ⁽⁴⁾ Bolsista do PIBIC, ⁽⁵⁾ Bolsista do CNPq.

INTRODUÇÃO.

As pesquisas em fisiologia de hortaliças cultivadas em hidroponia têm crescido exponencialmente nos últimos cinco anos. Em se tratando de cultivo hidropônico no sistema NFT (Nutrient Film Technique), a cultura da alface tem sido o "carro chefe" em volume de produção no Estado do Rio de Janeiro e do Espírito Santo. Assim como as demais "folhosas", a alface hidropônica tem suscitado especulações a respeito do acúmulo excessivo de nitrato como fator antinutricional, cujos efeitos tóxicos para o ser humano são principalmente a metahemoglobinemia - doença provocada pela formação de metahemoglobina que constitui-se num complexo estável da hemoglobina das hemácias do sangue com o nitrito (NO_2^-) originado a partir da redução do NO_3^- absorvido dos alimentos pelo organismo, e que é incapaz de transportar oxigênio para as células - e o aparecimento de nitrosaminas - complexos de amins secundárias com o nitrito, ambos presentes no sangue e que são cancerígenos (Maynard et al., 1976). A nutrição nitrogenada na forma amoniacal (N-NH_4^+), mesmo que parcialmente, tem sido uma proposta para reduzir os níveis de N-NO_3^- acumulado nos tecidos (Maynard et al., 1976). Alguns parâmetros como NO_3^- , NH_4^+ , açúcares e N-amino livres têm sido utilizados na avaliação dos efeitos do N-NH_4^+ sobre o metabolismo das plantas (Cometti et al., 2001), principalmente por constituírem-se em bons indicadores de estresses fisiológicos (Fernandes e Rossello, 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de N-NH_4^+ contínua e intermitentemente em solução nutritiva sobre os teores de NO_3^- , NH_4^+ , N-amino e açúcares livres nos tecidos da alface cultivada hidroponicamente em sistema NFT.

MATERIAL E MÉTODOS.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com alface do tipo "crespa" da cultivar "Vera", em sistema hidropônico (NFT), composto de um reservatório de solução nutritiva de 100 L, uma bomba de 32 W para recirculação da solução nutritiva (tipo máquina de lavar roupas), tubos de PVC 25 mm de diâmetro e canais de cultivo de PVC de 100 mm de diâmetro do tipo Hidrogood®. Doze dias após a semeadura (DAS) em espuma fenólica, as plântulas foram transferidas para canais, recebendo a solução de Furlani (1997), à metade da força iônica. Aos 21 DAS as plantas foram homogeneizadas para 20 por repetição, sendo conduzidas por mais nove dias antes da aplicação dos tratamentos, conforme Furlani (1997). Foram utilizados quatro tratamentos com quatro repetições, onde cada canal foi considerado como parcela experimental. O tratamento 4 (Quadro 1) recebeu N na forma amoniacal continuamente, o tratamento 2 apenas um "pulso" de amônio (aos 36 DAS) e o tratamento 3, dois pulsos de amônio (aos 36 e aos 42 DAS).

Quadro 1. Composição das Soluções Nutritivas Usadas nos Tratamentos.

Tratamento	N- NO_3^-	N- NH_4^+	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
----- mg L ⁻¹ -----													
1	100		20	92	71	19	26	0,3	0,02	2	0,4	0,06	0,06
2	100	*	20	92	71	19	26	0,3	0,02	2	0,4	0,06	0,06
3	100	*	20	92	71	19	26	0,3	0,02	2	0,4	0,06	0,06
4	80	20	20	92	71	19	26	0,3	0,02	2	0,4	0,06	0,06

* O "pulso" de NH_4^+ foi na quantidade de 20 mg L⁻¹ seis dias antes de cada coleta, na forma de sulfato de amônio.

Foram feitas quatro coletas (cinco plantas) para cada parcela durante o experimento, de 20 de junho de 2000 a 14 de julho de 2000. As plantas foram coletadas pela manhã, enquanto apresentavam o estado de máxima turgência das células. Após a coleta, foram retiradas a quinta folha e a região do caule da mesma folha para compor a amostra. Uma fração de 1,0 g de tecido fresco foi retirado para a extração com etanol a 80% e determinação de NO_3^- , NH_4^+ , N-amino e açúcares por colorimetria (Cometti et al., 2000). Os dados de açúcares foram transformados por

"arc sen hiperbólico (x)" e os de N-amino e N-NH₄⁺ por "Ln (x+1)" para a análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Os teores de N-NO₃⁻ (Figura 1) das folhas nos tratamentos (trat.) 1, 2 e 3 tenderam a crescer com o tempo, chegando a 1880 mg kg⁻¹, enquanto no tratamento 4, que recebeu amônio continuamente, manteve-se sempre baixo, em torno de 500 mg kg⁻¹. No tratamento 3, aos 48 DAS, seis dias após o segundo pulso de amônio, o nitrato chegou ao mesmo nível (660 mg kg⁻¹) do trat. 4, tornando a subir rapidamente, assim que cessou a absorção do "pulso" de amônio. Para efeitos práticos, a aplicação de um pulso de amônio para fins de redução do teor de NO₃⁻ nos tecidos só teria efeito se realizado poucos dias antes da colheita da alface. Em relação aos teores de N-NO₃⁻ no caule, há uma tendência de aumento até os 48 DAS nos trat. 1 e 2, e 42 DAS nos trat. 3 e 4 redução a partir disso, mostrando a inflexão da curva de absorção de NO₃⁻, e redistribuição para outras partes.

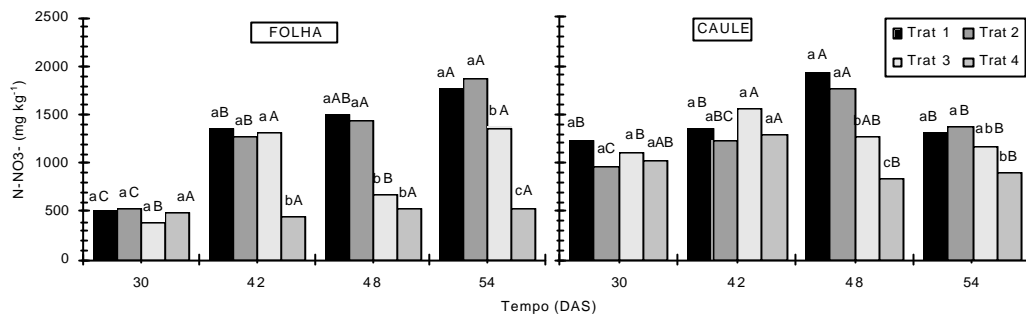


Figura 1. Teor de N-NO₃⁻ na alface em cultivo hidropônico - sistema NFT. Letras iguais sobre as barras não diferem ao nível de P ≤ 5%. Letras minúsculas comparam tratamentos e maiúsculas comparam datas de coleta.

A Figura 2 mostra que os teores de N-NH₄⁺ foram bem mais baixos nas folhas do que no caule (significativo a 1% - letras não mostradas). Não é comum encontrar-se amônio acumulado em tecidos vegetais devido sua fitotoxidez (Fernandes e Rossiello, 1995) Aqui, podemos observar que o nível basal situa-se em torno de 30 mg kg⁻¹ nas folhas e 70 a 80 mg kg⁻¹ no caule. Esses valores maiores no caule podem ser explicados pela maior atividade da nitrato redutase que normalmente se encontra no caule, em relação às outras partes da alface (Cometti et al., 2001). Nos trat. 3 e 4, a presença de amônio parece ter causado uma ruptura nesse nível basal de amônio, elevando-se significativamente aos 48 DAS. O mesmo não ocorreu na parte aérea, indicando que o caule funcionou como um tampão para a maior absorção de NH₄⁺ da solução nutritiva num dado momento (Bendix et al., 1982).

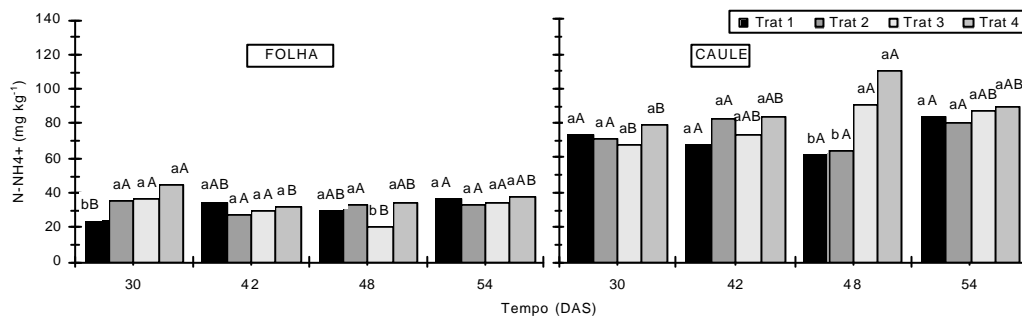


Figura 2. Teor de N-NH₄⁺ na alface em cultivo hidropônico - sistema NFT. Letras iguais sobre as barras não diferem ao nível de P ≤ 5%. Letras minúsculas comparam tratamentos e maiúsculas comparam datas de coleta.

Tanto os teores de N-amino (Figura 3) como os de açúcares (Figura 4) mostram-se significativamente mais baixos nas folhas do que no caule. Em relação aos teores de N-amino, parece não haver variações permanentes em função da aplicação de amônio. Ocorreram, entretanto, picos de N-amino no caule aos 42 DAS em todos os tratamentos que receberam amônio na forma de pulso ou continuamente. Esse fato parece mais estar relacionado com o momento de crescimento exponencial da planta, cuja rápida absorção do íon NH₄⁺ é acompanhada também de rápida assimilação na forma de aminoácidos, dada a alta disponibilidade de esqueletos de carbono provenientes das folhas. Os teores foliares de açúcares (Figura 4), por sua vez, mostram-se decrescentes ao longo do tempo tanto nas folhas como no

caule. Nas folhas das plantas que receberam amônio de forma contínua (trat. 4), esses teores foram sempre os mais elevados. Aos 42 DAS, o teor de açúcares no caule no trat. 1, que recebeu N apenas na forma de NO_3^- , encontra-se bastante baixo, provavelmente devido a maior demanda energética nas folhas das plantas supridas apenas com N-NO_3^- . Por outro lado, a nutrição amoniacal, nesse mesmo período, provocou o aumento do N-protéico nas folhas (dados não mostrados), o que indica metabolismo mais acelerado e maior produção de fotossintatos.

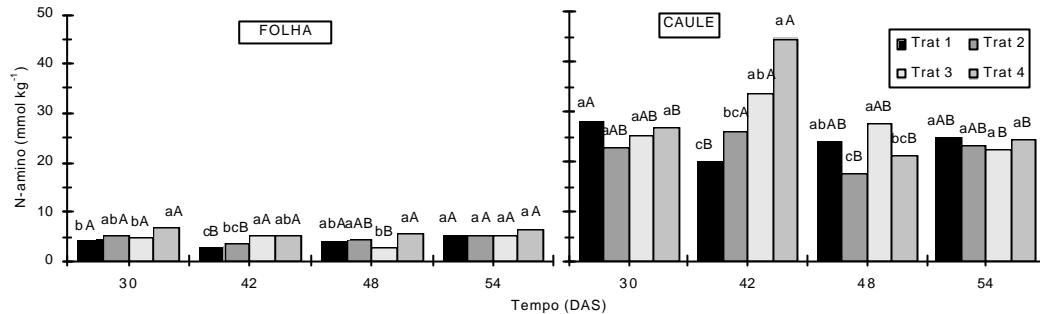


Figura 3. Teor de N-amino na alface em cultivo hidropônico - sistema NFT. Letras iguais sobre as barras não diferem ao nível de $P \leq 5\%$. Letras minúsculas comparam tratamentos e maiúsculas comparam datas de coleta.

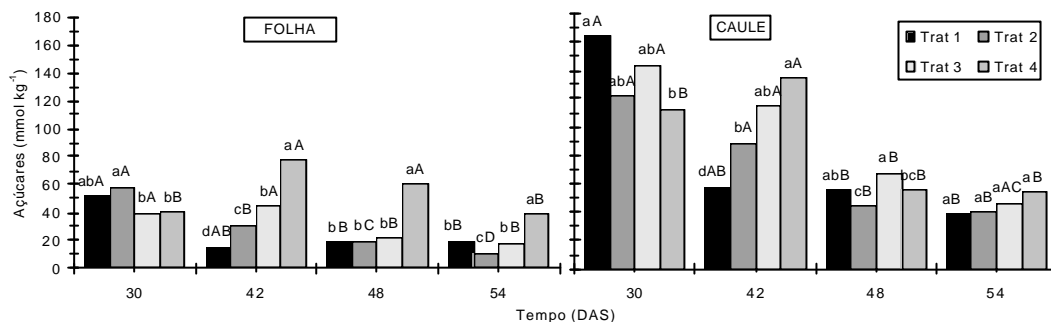


Figura 4. Teores de açúcares na alface em cultivo hidropônico - sistema NFT. Letras iguais sobre as barras não diferem ao nível de $P \leq 5\%$. Letras minúsculas comparam tratamentos e maiúsculas comparam datas de coleta.

CONCLUSÕES.

Os parâmetros fisiológicos estudados mostram claramente os efeitos esperados da nutrição nitríca X amoniacal, indicando os locais de maior demanda assimilatória proveniente da presença do íon amônio ou do nitrato, bem como sua demanda reductiva.

Aparentemente, apenas aos 42 DAS os níveis de amônio utilizados nos tratamentos representaram excesso, devido os picos de N-amino no caule, nos trat. 3 e 4, e de açúcares na folha, no trat. 4.

A aplicação de "pulsos" de NH_4^+ até seis dias antes da colheita pode ser usada para reduzir os teores de NO_3^- nas folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- BENDIX, M.E.S.; FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspectos de la nutrição nitrogenada de *Paspalum notatum* Flüggé, en respuesta a fuentes de nitrogeno e inhibicion de nitrificacion. *Turrialba*, 32(1): 33-41, 1982.
- COMETTI, N.N.; MATIAS, G.C.S., FERNANDES, M.S. **Variação da atividade da nitrato reductase nas diferentes partes da alface cultivada em hidroponia – sistema NFT.** In: XXIV CBCS, Londrina, 2001. Anais. Londrina, SBCS, 2001.
- COMETTI, N.N.; FERNANDES, M.S.; MATIAS, G.C.S. **Teores de N-amino livre, açúcares solúveis, nitrato e N-protéico nas várias partes da alface.** In: FERTBIO2000, Santa Maria, 2000. Anais. Santa Maria, SBCS, 2000. CD-Rom.
- FERNANDES, M.S. & ROSSIELLO, O.P. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 14(2):111-148, 1995.
- FURLANI, P.R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia -NFT.** Campinas, Instituto Agrônomo, 1997. 30 p. (Boletim técnico, 168).
- MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V.; MINOTTI, P.L.; PECK, N.H. Nitrate accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy*, 28:71-118, 1976.