

CINÉTICA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR ALFACE EM HIDROPONIA – NFT - COM DUAS CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO NUTRITIVA.

G.C.S. Matias¹, N.N. Cometti²; M.S. Fernandes¹.

¹UFRRJ, BR 465, km 07, Seropédica, RJ. ²Escola Agrotécnica Federal de Colatina, BR 259, km 70, Colatina, ES. E-mail: ncometti@escelsa.com.br Home: www.niltoncometti.hpg.com.br

A absorção de nutrientes pelas plantas pode ser descrita por parâmetros cinéticos: V_{max} (máxima velocidade de absorção do nutriente por unidade de raiz), K_m (concentração externa na qual a velocidade de absorção é a metade da máxima) e C_{min} (concentração externa na qual o fluxo líquido de íons é zero). O uso de parâmetros cinéticos pode auxiliar tanto na seleção de novas cultivares quanto no estudo do comportamento fisiológico dos transportadores iônicos em relação à disponibilidade dos nutrientes na solução nutritiva. Os cultivos hidropônicos vêm sendo largamente utilizados na produção de verduras no Brasil. Entretanto, o setor carece de conhecimento científico proveniente de pesquisas realizadas nas condições climáticas tropicais, especialmente as que ocorrem no Rio de Janeiro e Espírito Santo. O objetivo deste trabalho foi determinar os parâmetros cinéticos de absorção de $N-NO_3^-$, $N-NH_4^+$, P, K, Ca, Mg e $S-SO_4^-$ pela alface em cultura hidropônica com NFT (Nutrient Film Technique) em função da concentração da solução nutritiva.

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação. A alface foi cultivada em um sistema hidropônico em NFT, conforme a Figura 1, e o experimento de cinética de absorção de íons foi conduzido conforme métodos descritos por Cometti et al. (2000).

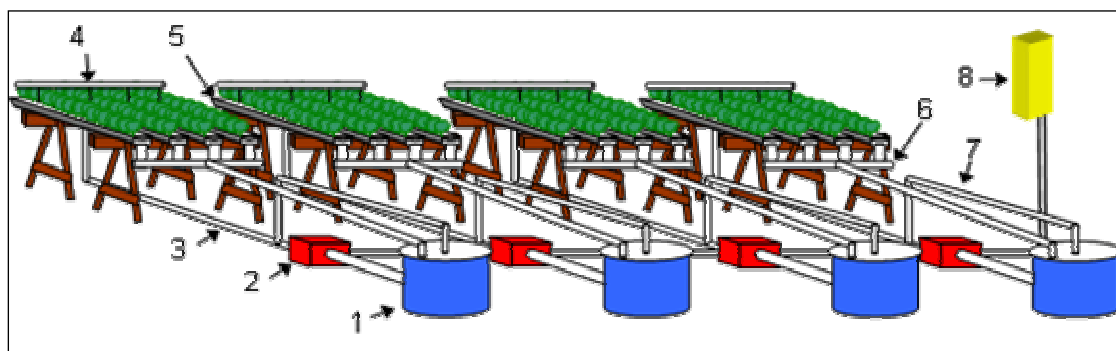


Figura 1. Esquema de Construção da Bancada de Cultivo Hidropônico do Tipo NFT. 1- Reservatório de Solução Nutritiva; 2- Motobomba; 3- Tubulação de Recalque de Solução; 4- Barrilete de Distribuição da Solução Nutritiva; 5- Canal de Cultivo; 6- Tubulação de Retorno da Solução; 7- Tubulação de Oxigenação da Solução; 8- Temporizador/Contator para Acionamento das Motobombas.

Foram utilizados dois tratamentos variando a concentração dos macronutrientes da solução Furlani (1997), conforme a Tabela 1. As plantas foram colhidas aos 36 dias após a semeadura.

Tabela 1 . Soluções Nutritivas dos Tratamentos Utilizados no Experimento.

Tratamento	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	----- mmol L ⁻¹ -----							----- μmol L ⁻¹ -----					
Completa	16,90	2,00	0,51	5,83	3,53	1,57	0,67	28	0,3	36	7,3	0,6	0,9
Diluída	1,63	0,21	0,12	0,74	0,78	0,28	0,31	28	0,3	36	7,3	0,6	0,9

As curvas de depleção de nutrientes são apresentadas na Figura 2. Concentração de Macronutrientes na Solução Nutritiva Durante a Cinética de Absorção por Alface em Sistema Hidropônico NFT. Cada ponto representa a média de duas repetições e as barras de erro indicam desvio padrão. A absorção de nitrato (linhas vermelhas) foi incrementada após a absorção do amônio. Na solução completa, esse fato ocorreu a partir da sexta hora após a aplicação da solução, enquanto na solução diluída, a partir da terceira hora. Isso mostra, que, além do NH₄⁺ ser absorvido mais rapidamente do que o NO₃⁻, há competição entre a absorção de desses íons. De fato, o NH₄⁺ inibe a absorção de NO₃⁻ de tal forma que sua depleção na solução só ocorra após a total absorção do NH₄⁺. Esse comportamento tem sido observado por Cometti (2003), mostrando que tanto o nitrato quanto o potássio têm sua absorção inibida pelos íons NH₄⁺. No presente experimento, a absorção de K⁺ foi aparentemente reduzida na solução completa, da 2^a. à 8^a. hora, correspondendo à exaustão do NH₄⁺ da solução.

A absorção de N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ e K⁺ mostrou ser muito mais rápida do que a dos outros íons, o que têm um significado prático muito importante para os cultivos hidropônicos comerciais. Muitas análises mostram níveis de N, e em especial K, muito baixo nas soluções alguns dias após sua troca. Ao concluir que os níveis desses nutrientes na solução original são insuficientes, incorre-se em erro, pois na verdade sua rápida absorção indica plantas saudáveis, absorvendo eficientemente esses íons.

As inclinações das equações lineares mostradas na Tabela 2 mostram que os transportadores iônicos utilizados para a absorção de todos os íons possuem no mínimo o dobro da velocidade para a faixa de baixa afinidade (solução completa) em relação à faixa de alta afinidade (solução diluída), onde as concentrações são, normalmente, menores do que 1 mmol L⁻¹. Para o K, a velocidade de absorção de K da solução é 5,5 vezes maior na solução completa do que na solução diluída. Esse fato mostra que os canais iônicos ativados para a absorção de K têm velocidade bem maior do que os transportadores ativados na faixa de concentração abaixo de 1 mmol L⁻¹. A Figura 2 mostra que a absorção de NO₃⁻, NH₄⁺ e K⁺ cai linearmente até concentrações tão baixas quanto 0,01 mmol L⁻¹, como ocorreu na solução diluída. Os parâmetros cinéticos (Tabela 3) mostram que o Km do K⁺ e NH₄⁺ podem alcançar valores abaixo de 40 μmol L⁻¹ para a solução diluída, e, especialmente no caso do K⁺, o Km para a solução diluída alcança valores 21 vezes menores do que a solução completa, apesar da relação entre as concentrações do K⁺ em solução ser de apenas 7,9. Isso mostra que os transportadores ativados na faixa de baixa concentração têm muito mais afinidade pelo nutriente do que aqueles ativados na faixa de alta concentração.

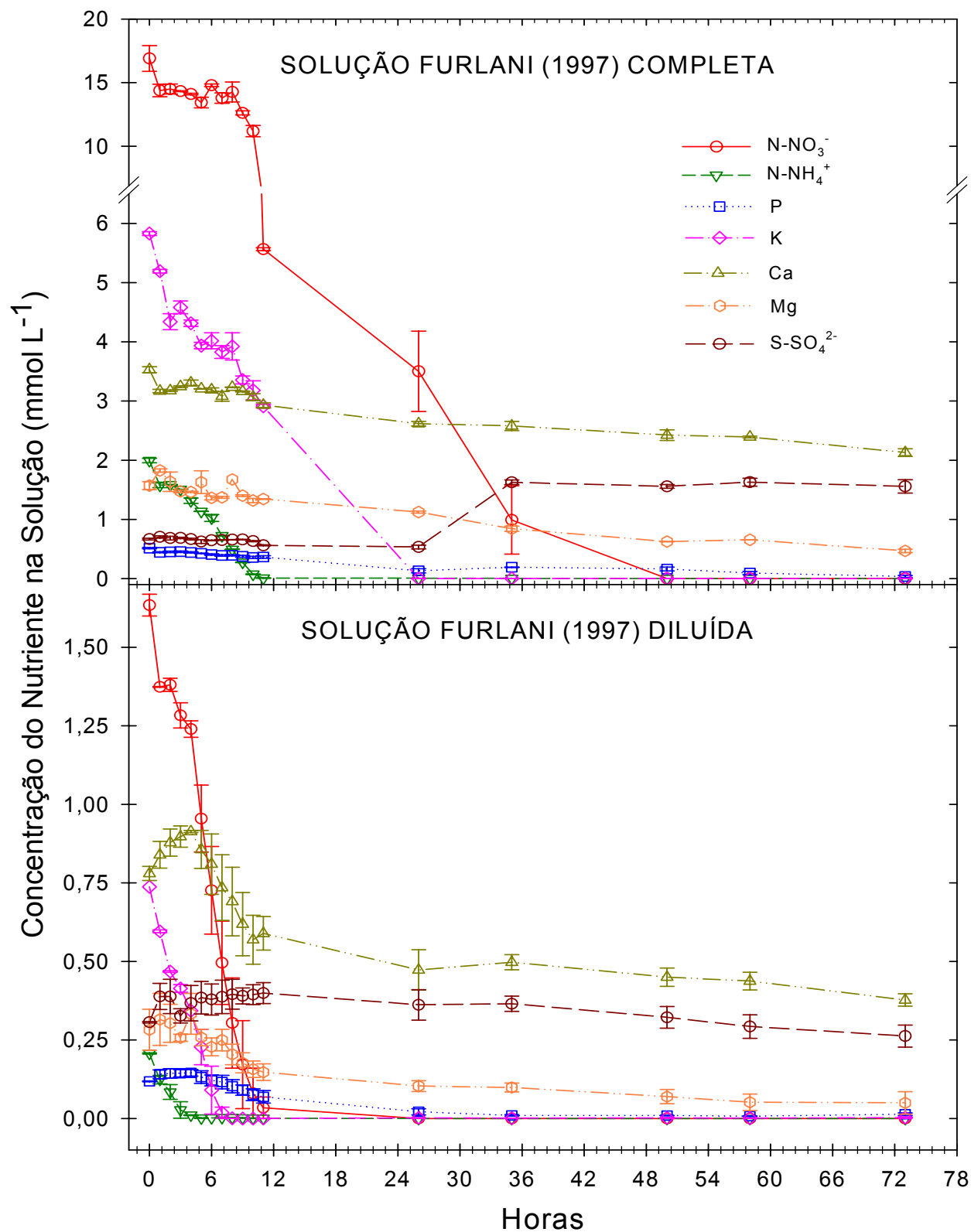


Figura 2. Concentração de Macronutrientes na Solução Nutritiva Durante a Cinética de Absorção por Alface em Sistema Hidropônico NFT. Cada ponto representa a média de duas repetições e as barras de erro indicam desvio padrão.

Tabela 2. Módulo da Inclinação da Equação Linear de Depleção do Nutriente da Solução Furlani, (1997) Completa e Diluída.

Nutriente	Completa	Diluída	Relação
N-NO ₃ ⁻	13,61	4,86	2,8
N-NH ₄ ⁺	5,40	1,72	3,1
P	0,41	0,19	2,1
K	22,42	4,05	5,5
Ca	3,55	0,79	4,5
Mg	1,99	0,46	4,3

Tabela 3. Parâmetros Cinéticos da Absorção de Nutrientes por Alface Cultivada em Sistema Hidropônico – NFT, com Duas Concentrações da Solução Nutritiva Furlani (1997).

Nutriente	Relação inicial [§]	Vmax		Relação	Km		Relação
		μmol g ⁻¹ h ⁻¹			μmol L ⁻¹		
		Completa	Diluída		Completa	Diluída	
N-NO ₃ ⁻	10,3	43,3 [‡] ± 2,5 [†]	17,2 ± 2,1	2,5	433,5 ± 13,9	133,4 ± 7,5	3,2
N-NH ₄ ⁺	9,6	17,2 ± 0,1	6,1 ± 1,3	2,8	163,4 ± 1,3	26,2 ± 2,1	6,2
P	4,3	1,3 ± 0,1	0,7 ± 0,2	1,9	221,1 ± 29,4	28,7 ± 2,3	7,7
K	7,9	77,4 ± 0,0	14,2 ± 0,6	5,4	882,4 ± 55,4	40,8 ± 11,5	21,7
Ca	4,5	11,2 ± 8,7	2,8 ± 1,6	4,0	2858,8 ± 431,5	571,9 ± 27,8	5,0
Mg	5,6	6,3 ± 4,3	1,6 ± 0,2	3,9	958,7 ± 348,1	148,0 ± 40,9	6,5

[§] Relação entre o nutriente na solução completa e o nutriente na solução diluída.

[‡] Valor calculado com o auxílio do programa Cinética (Ruiz, 1985)

[†] Desvio padrão.

Os resultados de Vmax e Km para NO₃⁻ encontrados nos presente trabalho são menores do que os valores encontrados por Swiader & Freiji (1996) e Cometti et. al. (2000). Observa-se que é muito difícil comparar dados de parâmetros cinéticos entre experimentos, pois mesmo utilizando concentrações de soluções semelhantes, as diferenças entre cultivares, idade fisiológica e fatores ambientais modificam decisivamente esses parâmetros. Entretanto, é importante que em trabalhos sejam utilizadas faixas de concentrações acima e abaixo de 1,0 mmol L⁻¹, permitindo assim comparações entre transportadores de afinidades diferentes.

COMETTI, N.N.; FERNANDES, M.S.; MATIAS, G.C.S. Cinética de Absorção de Nitrato e Potássio por Alface em Sistema Hidropônico – NFT. In: FERTBIO2000, Santa Maria, 2000. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. CD-Rom.

COMETTI, N.N. **Nutrição Mineral da Alface (*Lactuca sativa* L.) em Cultura Hidropônica - Sistema NFT. 2003.** Tese (Ph.D. em Nutrição de Plantas) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SWIADER, J.M. & FREIJI, F.G. Characterizing Nitrate Uptake in Lettuce Using Very-Sensitive Ion Chromatography. **Journal of Plant Nutrition**, v. 19, n.1, p. 15-27, 1996.

RUIZ, H.A. Estimativa dos Parâmetros Cinéticos K_m e V_{max} por uma Aproximação Gráfico-Matemática. **Rev. Ceres**, v. 32, n. 179, p. 79-84, 1985.