

Tamponamento do pH da solução nutritiva na hidroponia de plantas ornamentais

MAIRA C. M. FONSECA¹, KARINE RIBEIRO RASLAN¹, HERMÍNIA E. P. MARTINEZ¹,
PAULO R. G. PEREIRA¹, JOSÉ GERALDO BARBOSA¹

RESUMO

Seis espécies de plantas ornamentais: *Viola tricolor*, *Antirrhinum majus*, *Phlox drummondii*, *Petunia hybrida*, *Statice sinuata* e *Alyssum maritimum* foram cultivadas em solução nutritiva com e sem agente tamponante, num experimento fatorial inteiramente casualizado com três repetições. Avaliou-se o tempo para germinação, produção de muda, início do florescimento, teores de nutrientes e perdas do vigor e da qualidade das flores. As plantas foram colhidas quando perderam o vigor e a qualidade das flores. Dentre as espécies cultivadas, a que apresentou menor ciclo foi boca-de-leão (*Antirrhinum majus*). Boca-de-leão (*Antirrhinum majus*) e petúnia (*Petunia x hybrida*) mostraram-se melhor desenvolvidas quando cultivadas com agente tamponante. Amor-perfeito (*Viola tricolor*) e flox (*Phlox drummondii*) tenderam a um melhor desenvolvimento em solução nutritiva sem agente tamponante. Para estática (*Statice sinuata*) e alisso (*Alyssum maritimum*) as soluções empregadas não resultaram em diferenças significativas no crescimento das plantas, embora o vigor e número de flores de alisso apresentem superioridade em presença de agente tamponante.

Palavras-chave: plantas floríferas, cultivo sem solo, macronutrientes, micronutrientes

ABSTRACT

Nutrient solution buffer in ornamental plants hydroponics. Six species of ornamental plants *Viola tricolor*, *Antirrhinum majus*, *Phlox drummondii*, *Petunia hybrida*, *Statice sinuata* and *Alyssum maritimum* were cultivated in hydroponics with and without buffering agent in a complete randomise factorial experiment with three replications. Time of germination, blooming, lost of vigor, quality of flowers, nutrient content and water consumed were evaluated at harvest. *Antirrhinum majus* was the specie to present minor total cycle reduction. *Antirrhinum majus* and *Petunia x hybrida* tended to a best development when cultivated with buffer agent. *Viola tricolor* and *Phlox drummondii* tended a best development when cultivation without buffer agent. For *Statice sinuata* and *Alyssum maritimum* the solution utilized don't show significative differences in the growth of plants, even so the vigor and the number of flowers show tendency of superiority in presence of buffer agent.

Keywords: flourish plants, soilless culture, macronutrients, micronutrients

1. INTRODUÇÃO

Em vários países, a produção em escala comercial de muitas plantas ornamentais, principalmente rosas, antúrio e gipsofila, é realizada por meio do sistema de cultivo hidropônico. As ornamentais ³/₄ especialmente as de ciclo curto, por possibilitarem alta densidade de plantio, vários ciclos por ano e alto retorno econômico em curto prazo ³/₄ adaptam-se bem ao cultivo em hidroponia. Um aspecto importante a ser considerado é que essas plantas já são, normalmente, cultivadas em casa de vegetação, o que implica menores gastos ao se adotar um sistema hidropônico. Na Europa e nos Estados Unidos, o cultivo hidropônico resulta em flores de melhor qualidade, particularmente no aspecto nutricional e fitossanitário, com conseqüente aumento na vida pós-colheita das flores cortadas (MARTINEZ & BARBOSA, 1996).

A produção brasileira de flores e plantas ornamentais tem evoluído rapidamente, tanto para o mercado interno como para o de exportação, em quantidade e qualidade, principalmente nos Estados de São Paulo e Minas

Gerais (MARTINEZ & BARBOSA, 1996). Há afirmações de que o setor movimentou mais de um bilhão de dólares no varejo em 1999, e que seu crescimento, na década de 1990, ocorreu a uma taxa de 25% ao ano (CROMBERG & CARLETTI, 2001).

O mercado de plantas ornamentais compreende as flores de corte, flores de vaso, sementes, plantas de interiores, plantas de paisagismo e folhagens. A divisão percentual do mercado por estes produtos, baseada em estimativas do faturamento bruto do setor em 1998, foi a seguinte: corte 51%, vaso 25%, vaso verde 11%, jardinagem 12% e folhagens 1% (AKI, 1999).

No Brasil, apesar das poucas informações sobre o cultivo hidropônico de plantas ornamentais (MILLS & JONES, 1996), especialmente para aquelas cujo cultivo se faz em vasos com substratos, visando à decoração de ambientes, tem-se um mercado em expansão.

Em hidroponia, é importante manter a acidez adequada da solução nutritiva ao longo de todo o ciclo de crescimento. Uma vez que as soluções nutritivas não são tamponadas, o pH deve ser ajustado diariamente para uma

¹ Departamento de Fitotecnia – UFV, CEP 36571-000, Viçosa – MG. E-mail: mfonseca@alunos.ufv.br

determinada faixa de valores. Cada espécie tem uma faixa de pH dentro da qual cresce melhor. Para a maioria das plantas, o pH deve estar entre 5,0 e 6,5. A importância do pH está em manter na solução todos os nutrientes em formas disponíveis às plantas. Se o pH subir acima de 6,5 poderá haver precipitação de elementos como o cálcio, fósforo, ferro e manganês, que deixam então de estar disponíveis (ZIESLIN, 1994).

O valor de pH 4,0 é usualmente aceito como o mais baixo tolerado pelas raízes em cultivo hidropônico. O crescimento das raízes em pH abaixo de 4,0 é retardado, podendo ocorrer injúrias. Sob tais condições, teores altos de Ca são requeridos para crescimento satisfatório.

Altas concentrações de hidrogênio podem afetar a permeabilidade das membranas das células de raízes e permitir a liberação de íons já absorvidos (YAN et al., 1992). O pH elevado também pode ter efeito direto sobre as funções da membrana e sobre a exsudação de compostos fenólicos como observado por ZIESLIN (1994). O pH elevado apresenta ainda, como efeito indireto, a indisponibilização de micronutrientes como Fe, Mn e Zn, que, em tais condições, podem formar hidróxidos pouco solúveis. Assim, a utilização de agentes tamponantes na solução nutritiva seria de grande utilidade, eliminando, ainda que parcialmente, a necessidade de correção diária do pH.

Segundo BUGBEE e SALISBURY (1985), sais de carbonato podem temporariamente atenuar o decréscimo no pH, mas fornecem pouca proteção contra o seu aumento e podem alterar a absorção de nutrientes. As resinas de troca são mais efetivas, porém podem retirar magnésio e manganês da solução. Estes autores testaram o ácido 2-(N-morfolinil) etanosulfônico (MES) nas concentrações de 1 e 10 mmol/L em cultivos hidropônicos de feijão, milho, alface, tomate e trigo. MES mostrou-se biologicamente inerte e não interagiu significativamente com outros íons da solução. O pH foi estabilizado com a concentração de 1 mmol/L de MES.

FUKUYAMA et al. (1995) afirmam que o zeólito de Ca pode ser utilizado como agente tamponante do pH e de nutrientes em cultivos hidropônicos. Esses autores obtiveram bons resultados adicionando zeólito de Ca em meio usado para cultura de tecidos.

Com base nessas considerações, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do tamponamento da solução nutritiva na produção hidropônica de algumas plantas ornamentais floríferas destinadas ao cultivo e à comercialização como plantas envasadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um experimento fatorial 6 x 2, com três repetições em delineamento experimental inteiramente casualizado, em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (MG), no período de agosto a novembro de 1998.

Os fatores em estudo foram seis espécies de plantas ornamentais: amor-perfeito (*Viola tricolor*), boca-de-leão (*Antirrhinum majus*), flox (*Phlox drummondii*), petúnia (*Petunia X hybrida*), estatices (*Statice sinuata*) e alisso (*Alyssum maritimum*), cultivadas em solução nutri-

tiva de Steiner modificada (STEINER, 1984) com e sem agente tamponante do pH.

As mudas foram obtidas por sementeira em recipientes contendo vermiculita. Esse substrato foi acondicionado em copos de polietileno com 50 cm³ de capacidade, com fundo furado, dispostos sobre bandejas de polietileno, e após seu umedecimento foi realizada a sementeira. Inicialmente a irrigação foi feita com água deionizada, fornecida por subirrigação, utilizando-se um fino filme depositado no fundo das bandejas de polietileno.

As mudas, quando atingiram 5 cm de altura, foram transferidas para vasos de 8 L de capacidade, contendo solução nutritiva de Steiner, obtida a partir da diluição de solução concentrada, com e sem agente tamponante do pH. O agente tamponante utilizado foi o carbonato de cálcio, na proporção de 0,5g/L de solução, a aeração do meio foi realizada com injeção de ar comprimido. Cada recipiente (parcela experimental) contou com dez plantas para as espécies alisso, amor-perfeito e flox; cinco, para petúnia e boca-de-leão e três para estatices.

Determinou-se o pH e a condutividade elétrica a cada dois ou três dias, utilizando-se potenciômetro e condutivímetro portáteis. Para as plantas cultivadas em solução com agente tamponante, nenhum ajuste do pH foi realizado. Para as plantas cultivadas sem agente tamponante, o pH foi ajustado sempre que necessário, de modo a mantê-lo entre 5,0 e 6,0. A concentração de nutrientes foi mantida com base na CE, fazendo-se readições de solução, sempre que necessário.

Observou-se o tempo para germinação, produção da muda, início do florescimento, e, logo após, verificadas as perdas do vigor e da qualidade das flores, a colheita foi realizada. A avaliação do vigor foi visual, por meio de notas (0 a 10), na fase de pleno florescimento, ocasião em que o número de flores por vaso foi contado. Avaliou-se o consumo total de água por planta durante o ciclo de cultivo.

Ao efetuar-se a colheita, as plantas foram separadas em folhas mais caules, haste floral e raízes. Depois foram lavadas, secas em estufa de circulação forçada a 70-75°C, até suas partes atingirem peso constante de matéria seca. A seguir procedeu-se à moagem desse material, em moinho com malha 2 mm, e depois à determinação de seus nutrientes.

Quanto às análises de macro e micronutrientes, nitrato, nitrogênio amoniacal, boro e fósforo foram obtidos por colorimetria (BRAGA et al., 1983; CATALDO et al., 1975; JACKSON, 1958), enxofre por turbidimetria (CHESNIN & YIEN, 1950), potássio por fotometria de chama e o cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco por espectrofotometria de absorção atômica, após realizar extração com água quente, digestão sulfúrica, incineração ou digestão nítrico-perclórica do material seco, conforme o exigido em cada caso.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por análises de variância e regressão. A análise estatística foi feita no programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. As equações foram ajustadas testando-se os coeficientes de determinação pelo teste F.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de alisso, boca-de-leão, petúnia e estátice germinaram em quatro, sete, seis e três dias, respectivamente, sendo transplantadas para as soluções nutritivas aos dez dias após a semeadura. Amor-perfeito e flox levaram dez e doze dias, respectivamente, para germinar, sendo transplantadas para a solução nutritiva 22 dias após a semeadura.

Alisso e petúnia foram as espécies de ciclos mais curtos até o início da floração, que ocorreu aos 32 e 24 dias após a germinação. Ambas apresentaram floração abundante até os 120 dias, quando as plantas foram colhidas. Pôde-se observar acentuado encurtamento do ciclo em cultivo hidropônico.

Flox, amor-perfeito e estátice iniciaram o florescimento 60, 84 e 87 dias, respectivamente, após a germinação, apresentando também considerável redução no ciclo. Flox e amor-perfeito se mantiveram vigorosas até 115 e 113 dias após a germinação e estátice até 121 dias após a germinação, ocasião em que foram colhidas.

Boca-de-leão foi a espécie que apresentou menor encurtamento do ciclo de cultivo. Sua germinação ocorreu sete dias após a semeadura, e as primeiras flores apareceram 93 dias mais tarde.

Para nenhuma espécie utilizada o ciclo foi afetado pela presença de tamponante na solução de cultivo.

As plantas ornamentais estudadas mostraram desenvolvimento vigoroso quando cultivadas em solução nutritiva de Steiner, tanto na presença quanto na ausência de agente tamponante do pH.

As espécies boca-de-leão e petúnia tenderam a um melhor desenvolvimento quando cultivadas com agente tamponante. Em tais condições, a petúnia produziu quantidades de massa seca de folhas mais caules e total significativamente superiores do que quando comparada às mesmas produções sem agente tamponante do pH. Para boca-de-leão produzida com agente tamponante, a variação na produção de massa seca foi significativa para folhas mais caules quando comparada à mesma produção sem agente tamponante do pH. Amor-perfeito e flox não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para as características avaliadas. Para estátice e alisso a superioridade em presença de agente tamponante não resultou em dife-

renças significativas no crescimento das plantas (Tabela 1).

As espécies floríferas empregadas apresentaram acúmulos de massa seca, consumo total de água e número de flores variáveis, como o esperado. Petúnia e estátice foram as que apresentaram o maior acúmulo de massa seca, contrastando com amor-perfeito, cuja produção de massa seca foi a menor. MILLS et al. (1996) observaram em experimento com solução nutritiva que a concentração de N estava linearmente correlacionada com a massa seca, enquanto P e K não apresentaram efeitos significativos no crescimento da petúnia, indicando assim que aplicações de P e K poderiam ser reduzidas. No presente trabalho empregaram-se 12 mmol/L de N, o que justifica a boa produção de massa seca obtida. As espécies em estudo apresentaram bom vigor em solução nutritiva, com exceção da boca-de-leão cultivada em solução sem tamponamento (Tabela 1).

Estátice e boca-de-leão apresentaram problemas de tombamento após a emissão das hastas florais, não se mostrando tão bem adaptadas ao cultivo hidropônico em solução estática aerada quanto alisso e amor-perfeito. Petúnia e flox apresentaram algum problema de tombamento, porém não tão intenso quanto o observado para estátice e boca-de-leão. Acredita-se que ajustes na relação N:K das soluções nutritivas empregadas permitam vegetação menos intensa, menor alongamento de caules, e maior estabilidade para estas espécies no sistema de cultivo em estudo.

Houve algumas variações significativas nos teores de nutrientes observados em plantas cultivadas em solução com e sem agente tamponante, sem haver, entretanto, uma relação clara entre as características de crescimento avaliadas e essas variações. As concentrações de nutrientes nos tecidos variaram entre as espécies, alisso mostrou concentração mais elevada de S, K, Mg, Mn e Zn, estátice de S, Mg e Ca, petúnia de K, amor-perfeito de K, Mn e Zn e boca-de-leão de Fe. Estátice apresentou baixas concentrações de K e Zn, amor-perfeito de S, flox de K e Mn e boca-de-leão de K e Zn (Tabelas 2, 3 e 4).

As figuras 1 a 6 apresentam as variações de pH e CE ocorridas durante o ciclo de cultivo para as seis espécies em questão. A CE variou de 1,07 a 3,96 nas soluções sem tamponamento e de 1,68 a 4,49 nas soluções com tamponamento. O pH, em presença de agente tamponante, variou de 5,33 a 7,45 para alisso; 6,13 a 7,0 dS/m para amor-perfeito; 4,92 a 7,47 para boca-de-leão; 6,49 a 7,50 para

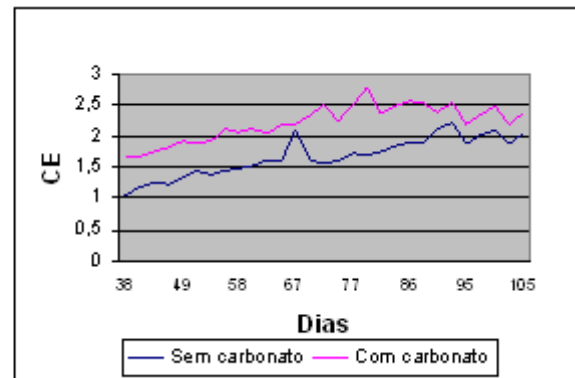
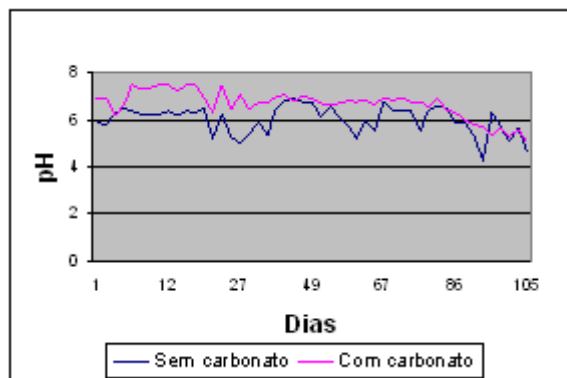


Figura 1. pH e condutividade elétrica (dS/m) da solução nutritiva, com e sem agente tamponante do pH, no cultivo de alisso (*Alyssum maritimum*).

petúnia; 5,73 a 7,00 para flox e 6,12 a 7,46 para estática. Após análise dos tecidos, percebeu-se que caules e folhas de amor-perfeito apresentaram menor concentração de N-NO⁻ e P em solução com tamponamento do pH, na mesma espécie a concentração do N amoniacal na raiz

também foi menor. Estática apresentou menor concentração de P na raiz de plantas cultivadas em solução com tamponamento do pH. Flox apresentou baixa concentração de S nas raízes de plantas cultivadas em solução com tamponamento do pH.

Tabela 1. Produção de matéria seca, consumo total de água, vigor e número de flores de plantas ornamentais, cultivadas em soluções nutritivas.

Características ^{1/}	Espécie						CV (%)	
	Alisso	A. Perf.	B. Leão	Petúnia	Flox	Estática		
MST (g)	S1	33,05 A c	30,00 A c	49,61 Abc	110,45A a	44,30 Abc	81,45 Aab	27.62
	S2	31,51 A b	53,45 Aab	22,75 A b	81,23 B a	51,03 Aab	85,48 A a	
MSCF (g)	S1	23,79 A b	27,24 A b	43,96 A b	98,22 A a	36,18 A b	58,67 A b	29.41
	S2	21,71 A b	46,90 Aab	19,68 B b	72,01 B a	41,37 Aab	65,64 A a	
MSHF (g)	S1	8,55 A a	0,98 A b	-	6,38 A ab	5,50 A ab	7,27 A ab	42.21
	S2	9,31 A a	2,10 A b	-	5,82 A ab	6,83 A ab	10,29 A a	
MSR (g)	S1	0,70 A b	1,78 A b	3,02 A b	5,84 A b	2,62 A b	15,51 A a	44.73
	S2	0,48 A b	4,45 A ab	1,76 A b	3,40 A b	2,83 A b	9,56 B a	
CTA (mL)	S1	21,40 A b	16,47 A b	21,60 A b	27,50 A b	16,13 A b	47,03 A a	27.71
	S2	15,80 A b	20,53 A b	9,57 B b	21,20 A b	14,07 A b	52,93 A a	
VIG	S1	8,00 A a	6,00 A a	5,00 A a	6,67 A a	6,00 A a	6,00 A a	18.64
	S2	6,50 A ab	7,67 A a	4,00 A b	6,00 A ab	6,33 A ab	6,67 A ab	
NFLOR	S1	122,50 Aab	22,00 Acd	5,67 A d	135,00 Aa	70,33A bc	36,67 Acd	34.65
	S2	99,00 A ab	53,67Aabc	1,67 A c	104,00 Aa	63,67 Aab	48,00 Abc	

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{1/} Matéria seca total (MST), matéria seca de caules mais folhas (MSCF), matéria seca da haste floral (MSHF), matéria seca de raízes (MSR), consumo total de água (CTA), vigor (VIG) e número de flores (NFLOR), com tamponamento do pH (S₁) e sem tamponamento do pH (S₂). Médias de três repetições.

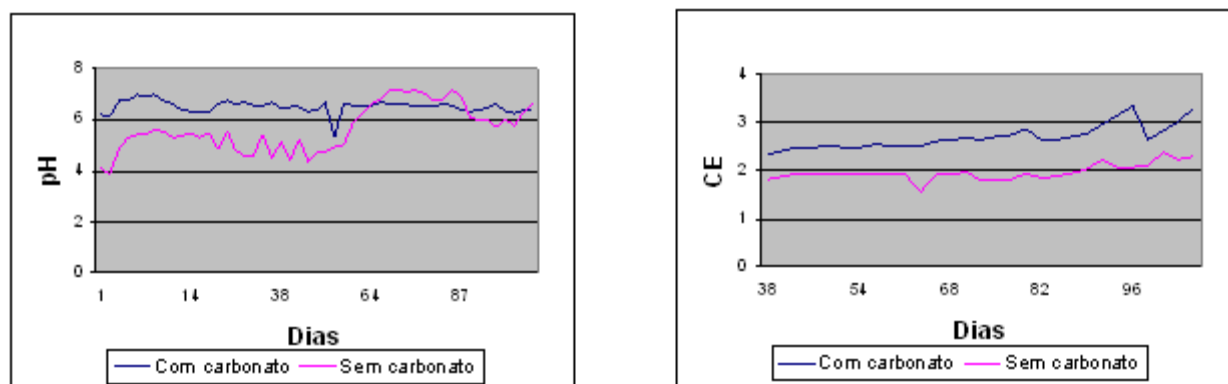


Figura 2. pH e condutividade elétrica (dS/m) da solução nutritiva, com e sem agente tamponante do pH, no cultivo de amor-perfeito (*Viola tricolor*).

Tabela 2. Concentração de nitrato, amônio, fósforo e enxofre em plantas ornamentais, cultivadas em solução nutritiva. Médias de três repetições

Nutriente ^{1/}	Espécie	Parte da Planta					
		Caules e Folhas		Raiz		Haste Floral	
		S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂
N-NO ₃ (dag/kg)	Alisso	1,33 A a	0,94 A a	-	-	1,08Aa	0,93 A a
	A. Perf.	1,30 Aa	0,62 A b	1,86 A a	0,41Ab	0,19Ba	0,11 B a
	B. Leão	0,85ABa	0,84 A a	0,70ABa	0,28ABa	-	-
	Petúnia	0,28 B a	0,39 A a	0,51 B a	0,73 B a	0,13Ba	0,17 B a
	Flox	0,57 B a	0,76 A a	1,19ABa	1,37 A a	0,14Ba	0,22 B a
	Estátice	0,37 B a	0,52 A a	0,23 B a	0,37ABa	0,15Ba	0,20 B a
	CV (%)	30,73		53,85		36,00	
N-NH ₄ (dag/kg)	Alisso	3,74ABa	3,81 A a	3,97BCa	4,36ABa	4,24Aa	4,73 A a
	A. Perf.	5,02 A a	4,22 A a	5,61 A a	4,44ABb	4,03Aa	3,31 A a
	B. Leão	2,49 B a	3,22 A a	3,91BCa	3,66 C a	-	-
	Petúnia	2,64 B a	2,87 A a	3,47CDa	4,16 B a	3,18Aa	3,63 A a
	Flox	4,63 A a	4,18 A a	4,90ABa	5,10 A a	5,18Aa	4,04 A a
	Estátice	2,94 B a	3,16 A a	2,29 D a	2,69 C a	2,79Aa	2,98 A a
	CV (%)	15,56		11,97		25,57	
P (dag/kg)	Alisso	0,51ABa	0,56 A a	1,46 A a	0,53 A a	0,67Ba	0,69BCa
	A. Perf.	0,68 A a	0,53 A b	1,54 A a	0,85 A a	0,72Ba	0,73ABa
	B. Leão	0,40 B a	0,36 A a	1,18 A a	0,75 A a	-	-
	Petúnia	0,42 B a	0,46 A a	1,25 A a	0,95 A a	0,60Ba	0,60BCa
	Flox	0,60ABa	0,55 A a	1,38 A a	1,17 A a	0,99Aa	0,88 A a
	Estátice	0,40 B a	0,44 A a	1,83 A a	0,95 Ab	0,41Ca	0,50 C a
	CV (%)	17,75		22,29		8,99	
S (dag/kg)	Alisso	1,71 A a	1,65 A a	1,04 A a	0,75 A a	1,93Aa	1,80 A a
	A. Perf.	0,21 C a	0,11 D a	0,87 A a	0,60 A a	0,19Ca	0,23 C a
	B. Leão	0,29 C a	0,47BCa	0,55 A a	0,48 A a	-	-
	Petúnia	0,43 B a	0,41BDa	1,04 A a	2,21 A a	0,22Ca	0,20 C a
	Flox	0,16 C a	0,32CDa	1,04 A a	0,56 Ab	0,18Ca	0,27 C a
	Estátice	0,65 B a	0,68 B a	0,70 A a	0,68 A a	0,54Ba	0,73 B a
	CV (%)	18,27		53,55		18,07	

Na parte das plantas, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para cada nutriente, as médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{1/} Nitrato (N-NO₃), nitrogênio amoniacal (N-NH₄), fósforo (P) e enxofre (S), com tamponamento do pH (S₁) e sem tamponamento do pH (S₂).

Tabela 3. Concentração de potássio, cálcio e magnésio em plantas ornamentais, cultivadas em solução nutritiva. Médias de três repetições.

Nutriente ^{1/}	Espécie	Parte da Planta					
		Caudex e Folhas		Raiz		Haste Floral	
		S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂
K (dag/kg)	Alisso	6,78ABa	7,28 A a	2,28 B a	1,56 C a	5,56 A a	5,44 A a
	A. Perf.	8,25 A a	7,62 A a	5,79 A a	5,21ABa	4,42BCa	4,42ABa
	B. Leão	4,25 C a	4,37 B a	4,37ABa	2,79BCa	-	-
	Petúnia	5,39BCa	6,00ABa	3,37ABa	2,15 C a	4,62ABa	4,60ABa
	Flox	4,96BCa	4,71 B a	4,08ABb	6,71 A a	3,67CDa	3,12 C a
	Estátice	4,27 C a	4,56 B a	2,54 B a	3,42BCa	3,00 D a	3,72BCa
CV (%)		12,13		25,46		9,50	
Ca (dag/kg)	Alisso	2,79 B a	1,63 B a	1,62 A a	0,31 A a	3,08 Aa	2,02 Ab
	A. Perf.	1,43 B a	1,06 B a	1,75 A a	0,53 A a	0,47 Ba	0,42 Ba
	B. Leão	10,96Aa	10,25Aa	6,06 Aa	4,89 Aa	-	-
	Petúnia	1,31 B a	1,21 B a	2,36 A a	2,35 A a	0,61 Ba	0,60 Ba
	Flox	0,95 B a	0,85 B a	5,06 A a	0,73 A a	0,68 Ba	0,63 Ba
	Estátice	8,47 A a	8,81 A a	9,05 A a	11,54Aa	3,05 Aa	3,76 Aa
CV (%)		16,56		54,36		10,84	
Mg (dag/kg)	Alisso	0,93 A a	0,99ABa	0,46 A a	0,20 B a	1,14 A a	1,05 A a
	A. Perf.	0,44ABa	0,41 C a	0,59 A a	0,83 A a	0,23 B a	0,23 C a
	B. Leão	0,40ABb	0,76ABC a	0,72 A a	0,70ABa	-	-
	Petúnia	0,46ABa	0,53BCa	0,82 A a	0,75ABa	0,33 B a	0,39 B a
	Flox	0,22 B a	0,33 C a	0,60 A a	0,54ABa	0,24 B a	0,32BCa
	Estátice	0,74 A b	1,07 A a	0,54 A a	0,66ABa	0,28 B b	0,44 B a
CV (%)		33,22		28,61		11,08	

Na parte das plantas, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para cada nutriente, as médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{1/} Potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), com tamponamento do pH (S₁) e sem tamponamento do pH (S₂).

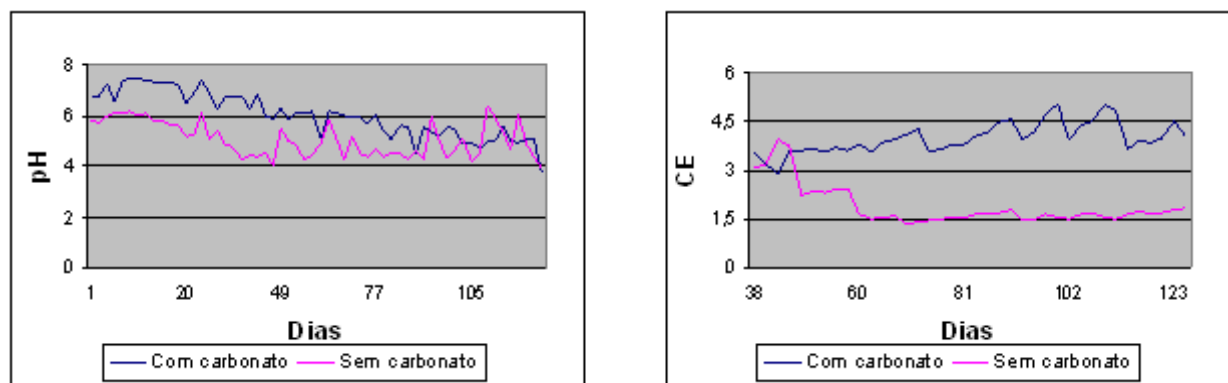


Figura 3. pH e condutividade elétrica (dS/m) da solução nutritiva, com e sem agente tamponante do pH, no cultivo de boca-de-leão (*Antirrhinum majus*).

Tabela 4. Concentração de boro, cobre, ferro, manganês e zinco na matéria seca de plantas ornamentais cultivadas em solução nutritiva. Médias de três repetições.

Nutriente ^{1/}	Espécie	Parte da Planta					
		Caules + Folhas		Raiz		Haste Floral	
		S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂
B (mg/kg)	Alisso	20,9 A a	38,7 A a	-	-	18,7 A a	18,0 ABa
	A.Perf.	15,4 A a	15,5 A a	17,5 B a	15,2 B a	7,3 A b	24,1 A a
	B.Leão	15,1 A a	10,2 A a	7,4 B a	12,1 B a	-	-
	Petúnia	16,8 A b	184,6 A a	17,1 B a	16,4 B a	13,0 A a	14,4ABa
	Flox	46,2 A a	13,5 A a	11,3 B a	12,8 B a	15,0 A a	15,7ABa
	Estátice	9,0 A a	15,0 A a	156,8Aa	107,9Ab	8,5 A a	8,7 B a
CV (%)		23,37		36,97		34,95	
Cu (mg/kg)	Alisso	0,60ABa	0,60 A a	8,20ABa	9,50 A a	0,80 B a	0,70 B a
	A.Perf.	1,10 A a	0,80 A a	9,00 A a	2,90 B b	0,90ABa	0,80 Ba
	B.Leão	0,50 Ba	0,30 Aa	7,20ABa	2,00 Bb	-	-
	Petúnia	0,80ABa	0,70 A a	5,00ABa	4,30ABa	1,30 A a	1,50 A a
	Flox	0,80ABa	0,70 A a	2,70 B a	3,10 B a	1,10ABa	1,50 A a
	Estátice	0,80ABa	0,60 A a	3,30 B a	2,70 B a	0,70 B a	0,80 B a
CV (%)		25,29		30,97		20,29	
Fe (mg/kg)	Alisso	13,7 A a	22,2 AB a	730,0Aa	53,6 A b	18,1 A a	17,8 A a
	A.Perf.	14,4 A a	13,0 B a	191,5Aa	22,4 A a	11,3 A a	10,4 A a
	B.Leão	19,6 A b	42,5 A a	381,3Aa	279,4Aa	-	-
	Petúnia	17,8 A a	19,8 B a	234,4Aa	304,8Aa	18,1 A a	16,9 A a
	Flox	17,2 A a	16,8 B a	244,1Aa	76,7 A a	17,7 A a	21,7 Aa
	Estátice	22,0 A a	22,0 AB a	898,9Aa	359,9Ab	7,9 A a	12,8 A a
CV (%)		37,55		30,41		48,84	
Mn (mg/kg)	Alisso	22,4 A b	42,5 AB a	77,2 B a	34,5 B a	27,5 Ab	48,4 A a
	A.Perf.	34,4 A b	58,5 A a	115,0 Ba	125,3 Ba	12,8 B b	19,9 B a
	B.Leão	19,5 A a	22,3 BC a	99,1 B a	27,1 B a	-	-
	Petúnia	18,0 A a	30,1 BC a	362,7Aa	230,3AB a	6,3 B a	10,8 C a
	Flox	14,3 A a	16,0 C a	276,1ABa	345,1Aa	8,2 B a	10,5 C a
	Estátice	14,9 A a	20,4 BC a	184ABa	198ABa	8,6 B a	13,7BCa
CV (%)		31,55		47,78		21,98	
Zn (mg/kg)	Alisso	7,5 AB a	11,0 A a	14,6ABa	18,4 A a	8,6 ABa	11,6 A a
	A.Perf.	10,8 A a	12,6 A a	9,7 B a	9,6 A a	9,1 A a	9,0 AB a
	B.Leão	5,1 B a	3,3 B a	67,9 A a	20,7 A b	-	-
	Petúnia	4,7 B a	8,2 AB a	27,9ABa	27,8 A a	4,7 B a	5,6 BC a
	Flox	6,6 AB a	8,7 AB a	9,8 B b	54,0 A a	8,6 ABa	9,6 AB a
	Estátice	4,0 B a	4,3 B a	9,7 B a	4,2 A a	4,7 B a	3,4 C a
CV (%)		26,65		25,85		22,43	

Na parte das plantas, as médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para cada nutriente, as médias seguidas de uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{1/} Boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), com tamponamento do pH (S₁) e sem tamponamento do pH (S₂).

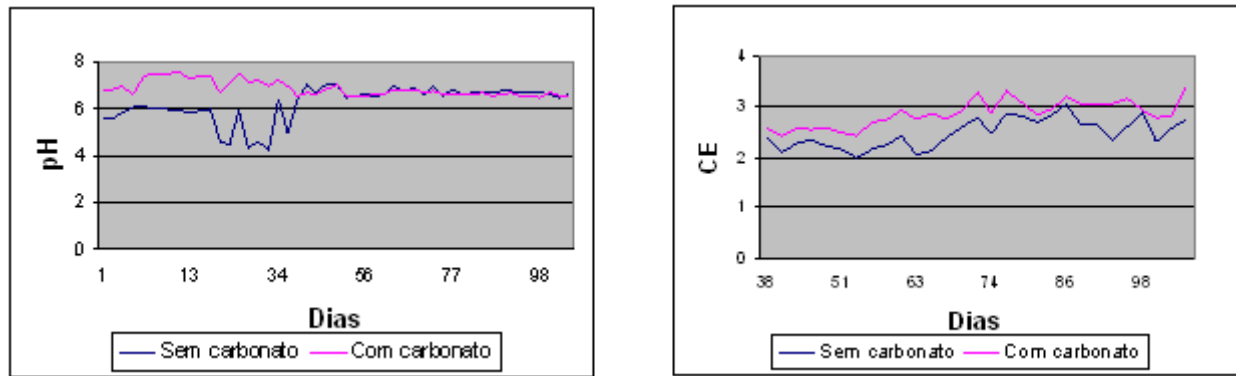


Figura 4. pH e condutividade elétrica (dS/m) da solução nutritiva, com e sem agente tamponante do pH, no cultivo de petúnia (*Petunia X hybrida*).

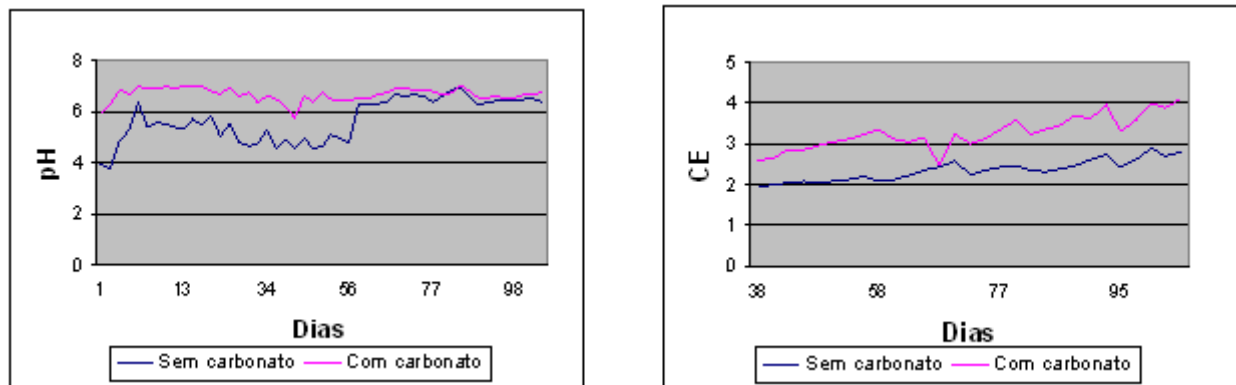


Figura 5. pH e condutividade elétrica (dS/m) da solução nutritiva, com e sem agente tamponante do pH, no cultivo de flox (*Phlox drummondii*).

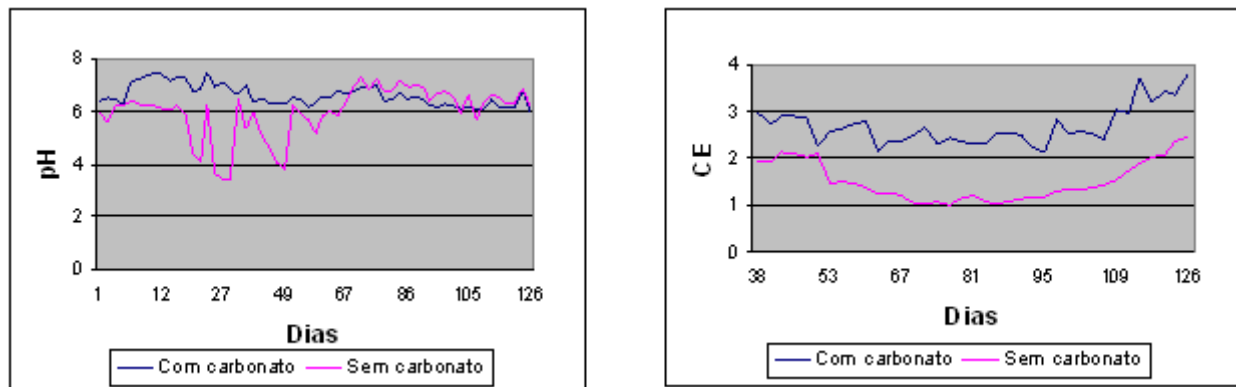


Figura 6. pH e condutividade elétrica (dS/m) da solução nutritiva, com e sem agente tamponante do pH, no cultivo de estátice (*Statice sinuate*).

4. CONCLUSÕES

A produção de matéria seca e de flores, e o vigor das espécies testadas indicam que o cultivo em vasos, com solução estática aerada, é viável.

Plantas cultivadas em solução com e sem tamponamento do pH apresentaram diferenças não significativas quanto ao crescimento e à composição química, que não comprometeram a produção, de modo que nas condições em que foi realizado este experimento o uso de agente tamponante pode substituir a correção diária do pH.

As espécies empregadas nesse experimento apresentam exigências nutricionais diferentes, sendo necessário ajustar as soluções de cultivo, para maximizar seu rendimento e qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKI, A. 1998. Repensando a comercialização de flores. Como o produtor pode combater a inadimplência e as perdas. Como o florista pode vencer a concorrência?. Heliza Produções Gráficas, **Holambra**, São Paulo, Brazil. 100 pp.
- BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.23, n.113, p.261-266, 1983.
- BUGBEE, B.G. & SALISBURY, F.B. An evaluation of MES and amberlite as pH buffers for nutrient solution

studies. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.8, n.7, p.567-583, 1985.

CATALDO, D.A.; HAROON, M. & SCHARDER, M. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitritation of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. New York, v.6, n.1, p.71-81.1975.

CHESNIN, L.; YIEN, C.H. Turbidimetric determination of available sulfate. **Soil Sci. Am. Proceed.**, Baltimore, v.15, n.1, p.149-151, 1950.

CROMBERG, V.U., CARLETTI, J. Perspectivas do mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Agriannual**. São Paulo, p.337-348, 2001.

FUKUYAMA, T.; NONAMI, H.; KATAYAMA, K. & HASHIMOTO, Y. Improvement of hydroponic culture medium by adding calcium-zeolite. **Acta Horticulturae**, Holanda, NL, v.396, p.115-122, 1995.

HOOD, T.M., MILLS, H.A., THOMAS, P.A. Stage of development affects nutrient uptake in four snapdragon cultivars of *Antirrhinum majus*. **HortScience**, Alexandria, 1993. (in press).

JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: JACKSON, M.L. (ed.) **Soil Chemical Analysis**. New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1958. p. 183-204.

MARTINEZ, H.E.P.; BARBOSA, J.G. **O cultivo de flores sob hidroponia**. Viçosa: UFV. 1996. 25p. Boletim de extensão n° 38.

MILLS, H.A., JONES, J.B. **Plant analysis handbook II**. A practical sampling, preparation analysis, and interpretation guide. Athens, Ga.: Micro Macro Publishing 1996.

STEINER, A.A. **The universal nutrient solution**. In:INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6, 1984, Santa Catarina. **Anais...** Santa Catarina, ISOSC. 1984. p.633-649.

VANIERSEL, M.W., THOMAS, P.A., BEVERLY, R.B.,

LATIMER, J.G., MILLS, H.A. Nutrition affects pre and posttransplant growth of impatiens and petunia plugs. **HortScience**. Alexandria, US, v.33, n.6, p. 1014-1018, 1998.

YAN, F.; SCHUBERT, S. & MENGEL, K. Effect of low root medium pH on net proton release, root respiration and root growth of corn (*zea mays* L.) and broad bean (*Vicia faba* L.). **Plant Physiology**, Minneapolis, v.99, p.415-421, 1992.

ZIESLIN, N. Effect of pH in the root environment on leakage from plant roots. **Acta Horticulturae**. Wageningen, v.361, p.282-289. 1994.