

Crescimento, teor e acúmulo de nutrientes em hipobiotos de caramboleiras, cultivados em diferentes soluções nutritivas

Danilo Eduardo Rozane¹; Renato de Mello Prado²; William Natale³; Claudenir Facincani Franco⁴

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de carambola do mundo, entretanto, há poucas informações científicas, especialmente estudos de nutrição mineral em caramboleiras. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar o efeito de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de hipobiotos (porta-enxertos) de caramboleira. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com quatro soluções nutritivas e cinco repetições. Como solução padrão foi utilizada a de Hoagland & Arnon, comparada com outras três soluções. O experimento foi conduzido em estufa de vidro, em recipientes plásticos de oito litros. Cento e cinquenta dias após o transplante, foram determinados a massa da matéria seca, teores e acúmulo de nutrientes nos diversos órgãos da planta. As soluções nutritivas de Furlani, de Castellane & Araújo e de Sarruge foram semelhantes na produção de massa da matéria seca da planta inteira de hipobiotos de caramboleira. O uso da solução nutritiva de Hoagland & Arnon resultou em menor acúmulo da massa da matéria seca na planta inteira e de nutrientes, exceto de N, Ca e Fe.

Palavras-chave: *Averrhoa carambola* L., nutrição mineral, hidroponia.

ABSTRACT

Growth, content and nutrient accumulation in hypobiototes of star fruit grown in different nutrient solutions

Brazil is one of the largest star fruit producers in the world, however, there is little scientific information, especially on mineral nutrition contributing to the production of star fruit. The objective of this study was to evaluate the effect of nutritive solutions on the development and the nutritional status of star fruit hypobiototes (root-stocks). The experiment was arranged in a completely randomized design, with four nutritive solutions and five repetitions. The Hoagland & Arnon solution was used as standard, for comparison with the other three solutions. The experiment was carried out in a greenhouse, using 8 L plastic containers. Shoot dry matter and nutrient accumulation in the various plant parts were determined at 150 days after transplanting. The nutritive solutions by Furlani, Castellane & Araújo and Sarruge gave similar dry mass yield of whole plant for the star fruit hypobiototes. The Hoagland & Arnon solution resulted in reduced dry mass of the whole plant and accumulation of nutrients, except of N, Ca and Fe. Nitrogen and potassium are the most needed nutrients at the initial plant development stage.

Key words: *Averrhoa carambola* L., mineral nutrition, hydroponics.

Recebido para publicação em outubro de 2009 e aprovado em março de 2011

¹ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rua Nelson Brihi Badur, 430, 11900-000, Registro, São Paulo, Brasil. danilorozane@registro.unesp.br

² Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Solos e Adubos, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. rmprado@fcav.unesp.br

³ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Departamento de Solos e Adubos, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. natale@fcav.unesp.br

⁴ Engenheiro-Agrônomo, Mestre., Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. cfafranco@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A caramboleira é uma frutífera originária do continente asiático. O Brasil é um dos principais produtores (Al-Yahyai *et al.*, 2005), sendo a espécie cultivada em todo o País, principalmente nas regiões mais quentes e sem ocorrência de geadas (Bastos, 2004). Donadio *et al.* (2001) citam que, por causa das poucas informações científicas sobre a cultura, colocam-se como prioritários os estudos sobre calagem, adubação e nutrição mineral. Isso evidencia a necessidade de pesquisas sobre nutrição e exigências nutricionais dessa frutífera, especialmente na fase de produção de mudas, haja vista que, no estabelecimento de um pomar, o estado nutricional da planta é fundamental para garantir a qualidade e homogeneidade das mudas, o rápido desenvolvimento e o início precoce da produção.

Como o solo é um meio altamente complexo e interativo, para que sejam analisados os efeitos isolados dos nutrientes, há necessidade de se empregarem meios artificiais mais simples, que permitam melhor controle das proporções dos nutrientes, como é o caso das soluções nutritivas contendo os elementos necessários ao crescimento vegetal. No Brasil, diversas soluções nutritivas já foram propostas (Sarruge, 1975; Castellane & Araújo, 1995; Furlani *et al.*, 1999). No entanto, não há uma solução ideal para todas as espécies vegetais e condições de cultivo (Teixeira, 1996), uma vez que a absorção de nutrientes é influenciada por sua concentração na solução, pela espécie vegetal e sua fase de ontogênese, além de pelo ambiente (Adams, 1994).

Especificamente para o cultivo de hipobiotos de caramboleira em hidroponia, não se conhecem estudos que indiquem a solução nutritiva adequada, ou seja, que evite os efeitos de deficiência ou toxicidade e resulte na obtenção de plantas com equilíbrio nutricional desejável.

Tendo em vista o exposto, este estudo teve por objetivo estudar os efeitos de diferentes soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de hipobiotos (porta-enxertos) de caramboleira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, na FCAV/Unesp campus Jaboticabal-SP. Os hipobiotos (porta-enxertos) de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.), utilizados no experimento, foram provenientes da propagação por sementes, como indicado por Donadio *et al.* (2001). Para isto, foram extraídas sementes de caramboleiras do cultivar Malásia, cultivadas, individualmente, em tubetes plásticos de 53 cm³ com casca de pinho e vermiculita até 120 dias após sua germinação, quando as raízes das plantas foram submetidas à lavagem, retirando-se todo

o substrato aderido, a fim de transplantá-las para o sistema de cultivo hidropônico.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro soluções nutritivas: Hoagland & Arnon (1950) – Solução 1, Sarruge (1975) - Solução 2, Castellane & Araújo (1995) - Solução 3 e Furlani *et al.* (1999) - Solução 4, que apresentam as concentrações de nutrientes indicadas na Tabela 1. Cada unidade experimental foi representada pela média de quatro plantas, totalizando 80 hipobiotos em ensaio.

A adaptação dos hipobiotos ocorreu nos primeiros 15 dias após o transplante, com as soluções nutritivas diluídas a 1/4 da concentração preconizada. Após esse período, até o final do experimento (150 dias após o transplante), utilizou-se a solução completa, sem diluição. Os hipobiotos transplantados foram acondicionados em vasos plásticos, com 8L de capacidade e formato trapezoidal (0,48 m de comprimento na parte superior, 0,44 m de comprimento na base inferior, 0,16 m de largura e 0,17 m de altura). Durante o período experimental, foi realizada a rotação aleatória dos vasos, na bancada, para que todas as plantas recebessem as mesmas condições ambientais.

Para o manejo da solução nutritiva, ao longo do período de estudo, o pH da solução foi monitorado diariamente, ajustando-se a $5,5 \pm 0,5$ com solução NaOH ou HCl 0,1 mol/L. A reposição da água evapotranspirada foi realizada com água desionizada. As soluções nutritivas nos vasos foram oxigenadas constantemente, por meio de um borbulhador acoplado a um compressor de ar, sendo as soluções renovadas a cada 25 dias.

No final do ensaio, foram avaliadas as seguintes características: altura (do colo da planta até a extremidade da última folha expandida); diâmetro do caule (a 0,20 m do colo da planta, determinado com o auxílio de um paquímetro digital); o número de folhas e a área foliar (determinada com o auxílio de um aparelho integrador de área, portátil, LI-COR® modelo LI-3100). Em seguida, os hipobiotos foram divididos em raízes, caule e folhas e todo o material lavado em água destilada, seco em estufa com circulação de ar, à temperatura de 65 a 70°C, até peso constante, moídos e armazenados. Na sequência, foram determinados os teores de nutrientes no tecido vegetal, seguindo os métodos descritos por Bataglia *et al.* (1983). A partir do teor de nutrientes no tecido vegetal e da massa da matéria seca, foi obtido o acúmulo dos nutrientes pelo produto entre o teor do elemento e a massa da matéria seca.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Nos casos de significância do teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa AgroEstat (Barbosa & Maldonato, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos sobre o crescimento

Com relação à altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar e massa da matéria seca do caule, não houve efeito significativo dos tratamentos (Tabela 2). A solução nutritiva proposta por Furlani *et al.* (1999) foi superior à de Hoagland & Arnon (1950) para a produção da massa de matéria seca de folhas, raízes e planta inteira, não havendo diferença estatística entre as soluções de Furlani *et al.* (1999), Sarruge (1975) e Castellane & Araújo (1995).

As soluções de Sarruge (1975) e Castellane & Araújo (1995) foram equivalentes à solução de Hoagland & Arnon (1950), quanto à produção de massa de matéria seca de folhas. Entretanto, a solução de Hoagland & Arnon (1950) foi inferior a de Furlani *et al.* (1999). A solução de Hoagland & Arnon (1950) promoveu menor acúmulo de massa de

matéria seca nas raízes e na planta inteira que as demais soluções empregadas, sendo que na planta inteira não diferiu da solução de Sarruge (1975) (Tabela 2). Tais diferenças, na produção de massa da matéria seca, podem ser atribuídas às diferentes eficiências nutricionais, ocasionadas pelas variações nas concentrações das soluções nutritivas empregadas (Tabela 1). Franco & Prado (2006), empregando as mesmas soluções, observaram semelhanças no acúmulo da massa da matéria seca total em mudas de goiabeira. De acordo com aqueles autores, as concentrações e relações entre elementos das soluções empregadas foram suficientemente adequadas para atender à exigência nutricional das plantas e não causar variações na produção da massa de matéria seca total.

A ausência de diferenças significativas entre soluções nutritivas sobre a maioria das variáveis de crescimento pode ser explicada pela presença de nutrientes nas soluções, nas quantidades exigidas pelos hipobiotos, como

Tabela 1. Concentrações de nutrientes das soluções nutritivas testadas

	Solução 1 Hoagland & Arnon (1950)	Solução 2 Sarruge (1975)	Solução 3 Castellane & Araújo (1995)	Solução 4 Furlani <i>et al.</i> (1999)
mmol L ⁻¹ de solução nutritiva				
N	15,0	15,0	15,9	14,4
P	1,0	1,0	2,0	1,0
K	6,0	6,0	10,9	4,9
Ca	5,0	5,0	3,5	3,6
Mg	2,0	2,0	1,0	1,6
S	2,0	2,0	1,0	1,6
μmol L ⁻¹ de solução nutritiva				
B	46,3	46,3	46,1	24,3
Cu	0,3	0,6	0,8	0,6
Cl	18,3	20,3	-	-
Fe	90,0	89,6	89,6	32,3
Mn	9,1	9,1	7,6	6,7
Mo	0,1	0,1	0,5	0,7
Zn	0,8	1,5	4,0	1,7

Tabela 2. Altura, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar e massa da matéria seca de hipobiotos de caramboleira, sob cultivo em soluções nutritivas durante 150 dias (médias de quatro plantas)

Solução	Altura das plantas cm	Diâmetro dos caules mm	Número de folhas	Área foliar dm ²	Massa da matéria seca			
					Folhas	Caule	Raízes	Planta inteira
					g por planta			
1	53,71	5,48	9,20	9,03	6,18b	1,91	2,57b	10,66b
2	54,83	5,47	9,67	8,97	6,83ab	2,23	3,49a	12,55ab
3	60,17	5,77	10,06	9,83	6,93ab	2,44	3,42a	12,79a
4	55,67	5,71	11,20	10,95	7,61a	2,25	3,40a	13,26a
Q.M.	24,04 ^{ns}	0,75 ^{ns}	37,44 ^{ns}	41,06 ^{ns}	16,37*	2,35 ^{ns}	9,04**	62,75*
C.V. (%)	8,8	7,5	24,5	21,2	6,8	9,7	5,4	6,0

** ; * e ^{ns} - Significativo a 1 e a 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente. As médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Solução 1: Hoagland & Arnon (1950); Solução 2: Sarruge (1975); Solução 3: Castellane & Araújo (1995) e Solução 4: Furlani *et al.* (1999).

também observado por Franco & Prado (2006) em mudas de goiabeira. Deve ser considerado ainda o fato de a caramboleira ser uma planta rústica (Donadio *et al.*, 2001), possuindo certa tolerância a pequenas variações nas concentrações de nutrientes nas soluções nutritivas utilizadas.

Apesar disso, é importante avaliar várias soluções nutritivas, com vista a obter o melhor desenvolvimento dos hipobiotos. Santos (2000), estudando várias soluções nutritivas para o cultivo de alface hidropônica, concluiu que a solução proposta por Castellane & Araújo (1995) apresentou produção de massa da matéria seca superior às demais, bem como melhor aspecto qualitativo. Por não terem sido encontrados na literatura dados relativos à adequação de soluções nutritivas para o cultivo de hipobiotos de caramboleira, há dificuldade na confrontação dos resultados obtidos com outros.

Efeito sobre os teores de nutrientes

Não houve efeito significativo das soluções nutritivas sobre os teores foliares de N, P, Ca, B, Cu e Zn (Tabela 3). A solução 3 de Castellane & Araújo (1995) proporcionou teor superior de potássio. Tal efeito pode ser explicado pela elevada concentração do elemento na referida

solução, comparativamente às demais. Efeito semelhante foi observado por Franco & Prado (2006) no cultivo de mudas de goiabeira, em hidroponia, utilizando as mesmas soluções nutritivas.

O teor foliar de Mg, proporcionado pela solução 4 de Furlani *et al.* (1999), foi superior ao da solução de Castellane & Araújo (1995) e semelhante aos obtidos pelas soluções 1 e 2 (Hoagland & Arnon, 1950; Sarruge, 1975, respectivamente), embora tivesse maior concentração de Mg em sua composição (Tabela 1), em relação à da solução 3 de Castellane & Araújo (1995) e menor em relação à das soluções 1 e 2, de Hoagland & Arnon (1950) e Sarruge (1975).

O teor de S nas folhas com a solução 4 de Furlani *et al.* (1999) foi superior ao da solução 1 Hoagland & Arnon (1950) e semelhante ao das demais soluções, apesar de as soluções 1 e 3 de Castellane & Araújo (1995) e de Hoagland & Arnon (1950) não terem diferido.

Comparativamente ao Fe, os teores foliares de Mn são praticamente o dobro (Tabela 3). Altos teores de Mn, entre 67-112 e 810-1220 mg kg⁻¹, em caramboleiras adultas e jovens, respectivamente, também foram relatados por Banerd, citado por Donadio *et al.* (2001), em pomares da Flórida – USA.

Tabela 3. Teores de nutrientes nas folhas, caule e raízes dos hipobiotos de caramboleira em função dos tratamentos após 150 dias de cultivo hidropônico, em soluções nutritivas (médias de quatro plantas)

Solução	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Folhas											
1	32,9	2,9	25,0b	14,8	4,9ab	3,1b	69	3	116b	266b	40
2	33,2	2,6	24,7b	15,1	5,8a	3,6a	81	3	135ab	387ab	35
3	30,0	2,6	33,7a	12,5	4,2b	3,5ab	74	4	124ab	433a	43
4	32,2	3,1	26,3b	13,6	5,9a	4,0a	79	4	144a	320ab	46
Q.M.	6,11 ^{ns}	0,19 ^{ns}	54,04 ^{**}	4,44 ^{ns}	1,88 ^{**}	0,38 ^{**}	77,88 ^{ns}	0,44 ^{ns}	467,88 [*]	16178,97 [*]	57,64 ^{ns}
C.V. (%)	9,2	7,8	4,0	9,7	7,3	4,7	7,7	12,3	6,8	13,5	9,9
Caule											
1	18,3a	5,4ab	15,2ab	13,6	5,8	2,8 ^a	31	4b	82a	35	56
2	17,5ab	4,8ab	12,8b	12,5	5,2	2,5ab	32	4b	67ab	51	55
3	15,7b	4,2b	18,7a	13,0	5,1	2,4b	29	4b	60b	41	70
4	19,3a	5,6a	14,7ab	10,7	5,5	2,7ab	30	8a	76ab	50	78
Q.M.	7,03 ^{**}	1,16 [*]	18,60 [*]	4,47 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,13 [*]	7,22 ^{ns}	10,31 ^{**}	275,33 ^{**}	173,19 ^{ns}	389,44 ^{ns}
C.V. (%)	4,8	9,2	11,7	10,7	7,8	6,10	12,6	10,1	8,6	16,6	15,9
Raízes											
1	27,3	8,9	30,1	4,2	3,8	4,3	37	15b	929a	265a	46ab
2	22,9	8,3	29,4	5,0	4,3	3,9	38	10c	334c	147b	40b
3	22,9	7,6	29,4	5,2	3,8	3,5	36	12c	700b	104c	49a
4	26,0	9,2	30,8	4,2	4,0	4,6	35	19a	602b	133bc	48ab
Q.M.	15,20 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,67 ^{ns}	5,64 ^{ns}	38,97 ^{**}	1825,56 ^{**}	15048,22 ^{**}	49,64 [*]
C.V. (%)	17,0	10,9	13,6	11,4	10,0	15,8	17,6	6,1	8,8	8,7	6,4

** ; * e ^{ns} - Significativo a 1 e a 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente. As médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Solução 1: Hoagland & Arnon (1950); Solução 2: Sarruge (1975); Solução 3: Castellane & Araújo (1995) e Solução 4: Furlani *et al.* (1999).

Silva *et al.* (1984), em coleta de campo, amostrando ramos sem frutos de caramboleiras adultas, encontraram teores (em g kg⁻¹) de 14,0 de N; 1,2 de P; 1,2 de K; 9,8 de Ca; 6,4 de Mg; 2,4 de S e de (em mg kg⁻¹) 51 de B e <5 de Cu; 170 de Fe; 73 de Mn e 20 de Zn. No presente estudo, os teores médios foliares foram (em g kg⁻¹) de 32,1 de N; 2,8 de P; 27,4 de K; 14,0 de Ca; 5,2 de Mg; 3,6 de S e (em mg kg⁻¹) de 76 de B; 4 de Cu; 130 de Fe e 352 de Mn e 41 de Zn. Natale *et al.* (2008), estudando a calagem em pomar adulto de caramboleiras, consideraram adequados os teores de 8,0 e 4,6 g.kg⁻¹ de Ca e Mg, respectivamente, relacionando-os com maior produtividade. No entanto, a confrontação de tais resultados é limitada, uma vez que as citações referem-se a plantas adultas, enquanto no presente trabalho, foram utilizadas mudas de 150 dias. Além disso, as folhas amostradas e as épocas foram distintas. Contudo, observa-se que há maiores teores de nutrientes em cultivo com solução nutritiva do que os encontrados em outros estudos em solos, o que, provavelmente, possa ser atribuído a vários fatores, dentre os quais o pronto e abundante fornecimento de nutrientes, a maior concentração em relação à solução do solo e as diferentes condições ambientais em que o presente estudo foi conduzido, que podem respaldar tal constatação.

No caule, não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto aos teores de Ca, Mg, B, Mn e Zn. Entretanto, para N e P a solução 4 de Furlani *et al.* (1999) foi superior à 3 de Castellane & Araújo (1995) e semelhante às demais (Tabela 3), apesar de a solução 4 de Furlani *et al.* (1999) ter a metade da concentração de P da solução 3 de Castellane & Araújo (1995) (Tabela 1).

A solução 3 de Castellane & Araújo (1995) proporcionou maior teor de K no caule do que a solução 2 de Sarruge (1975), mas foi semelhante às demais soluções de Hoagland & Arnon (1950) e Furlani *et al.* (1999). Já em relação aos teores de S e de Fe no caule, a solução 1 Hoagland & Arnon (1950) foi superior à de Castellane & Araújo (1995), não diferindo das demais.

A solução 4 de Furlani *et al.* (1999) apresentou teores de Cu no caule e nas raízes superiores aos das demais soluções. Nas raízes, os maiores teores de Fe e Mn foram obtidos com o emprego da solução 1 de Hoagland & Arnon (1950), possivelmente por esta solução apresentar as maiores concentrações destes elementos. O teor de Zn nas raízes foi superior na solução 3 de Castellane & Araújo (1995), em relação à solução 2 de Sarruge (1975), e semelhante às demais, o que era esperado, visto possuir maior concentração de Zn em sua composição (Tabela 1).

Efeitos no acúmulo de nutrientes

Quanto ao acúmulo de nutrientes na planta inteira, somente para N e Ca não foram constatados efeitos significativos (Tabela 4). O acúmulo de P, Mg, S e Cu foi supe-

rior quando empregada a solução 4 de Furlani *et al.* (1999), em relação às soluções 1 de Hoagland & Arnon (1950) e 3 de Castellane & Araújo (1995); somente para P e Mg foi semelhante à solução 2 de Sarruge (1975), embora tivesse menor concentração destes elementos em sua composição (Tabela 1).

Os acúmulos de K e Zn, na planta inteira, foram superiores nas soluções nutritivas 3 de Castellane & Araújo (1995) e solução 4 de Furlani *et al.* (1999), comparativamente aos das demais. O acúmulo de B foi superior, quando se utilizou a solução 4 de Furlani *et al.* (1999), em relação às soluções de Hoagland & Arnon (1950) e Sarruge (1975); entretanto, não diferiu do acúmulo da solução 3 de Castellane & Araújo (1995), apesar de a solução de Furlani *et al.* (1999) apresentar menor concentração do elemento em sua composição, comparativamente à das demais. Os acúmulos de Fe e Mn, nas plantas cultivadas nas soluções 2 de Sarruge (1975) e 1 de Hoagland & Arnon (1950), foram inferiores aos das demais (Tabela 4).

Independentemente da solução empregada, verificou-se que o nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais requeridos nesta fase inicial de desenvolvimento das plantas. É conhecida a atuação do nitrogênio na divisão celular e na composição da clorofila, bem como a do potássio em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na permeabilidade das membranas e no controle do pH (Epstein & Bloom, 2006).

O acúmulos médios nos hipobiotos de caramboleira foram (em mg kg⁻¹) de 340 de N, 57 de P, 319 de K, 141 de Ca, 61 de Mg e 43 de S e (em µg kg⁻¹) de 713 de B, 79 de Cu, 3049 de Fe, 3026 Mn e 564 de Zn, sendo que a sequência de acúmulo médio na planta toda foi: N>K>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>B>Zn>Cu (Tabela 4). Esta ordem de acúmulo de nutrientes foi semelhante à verificada por Freitas (2008) no mesmo sistema de cultivo para a caramboleira 'Nota-10'. Variações na ordem de absorção de nutrientes em mudas de frutíferas são comumente relatadas na literatura, quando se empregam materiais genéticos e meios de cultivo distintos, além do tempo de experimentação.

Gratieri (2005), avaliando cultivares de pepino do grupo japonês, em várias soluções nutritivas, também não obteve destaque de uma única solução que melhor se correlacionasse com a produção e com o acúmulo de nutrientes na planta. Furlani *et al.* (1999) relataram que trabalhos com soluções nutritivas, empregando diversas formulações, têm mostrado que não há uma solução que sobressaia a todas as outras. Epstein & Bloom (2006) complementaram que existe pouca probabilidade de que qualquer combinação particular de concentração e proporção de sais seja definitivamente superior para todas as situações e culturas.

Tabela 4. Acúmulo de nutrientes nas folhas, caule e raízes e planta inteira, em hipobiotos de caramboleira, em função dos tratamentos após 150 dias de cultivo hidropônico em soluções nutritivas (médias de quatro plantas)

Solução	mg por planta						µg por planta				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Folhas											
1	203,0	17,9b	153,7c	101,6	30,7b	19,2c	425b	19b	717b	1649b	245b
2	226,9	17,8b	168,7c	103,2	39,4ab	24,8b	551a	21ab	922ab	2648a	241b
3	208,4	18,0b	233,5a	86,6	29,2b	24,5b	515ab	25ab	860ab	3008a	296ab
4	245,2	23,6a	200,4b	103,4	44,8a	30,2a	601a	28a	1095a	2416ab	348a
Q.M.	1104,14 ^{ns}	43,77 ^{**}	3765,03 ^{**}	196,74 ^{ns}	163,71 ^{**}	60,22 ^{**}	16570,80 ^{**}	57,00 [*]	11408,45 ^{**}	9907,40 [*]	7546,78 [*]
C.V. (%)	12,0	11,1	6,1	12,5	11,2	7,1	8,1	15,6	13,2	15,6	11,7
Caule											
1	36,1	10,2	28,8b	25,9	11,0	5,3	59	8b	160	66b	107c
2	38,9	10,6	28,6b	27,8	11,7	5,5	75	8b	141	114a	123bc
3	38,3	10,3	45,8a	31,8	12,4	5,8	70	11b	147	100a	144ab
4	43,3	12,6	33,2ab	24,1	12,5	6,1	67	17a	159	101a	163a
Q.M.	36,11 ^{ns}	3,90 ^{ns}	197,84 ^{**}	32,79 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,38 ^{ns}	100,07 ^{ns}	58,77 ^{**}	256,43 ^{ns}	1251,96 ^{**}	1790,00 ^{**}
C.V. (%)	8,1	9,3	14,5	12,9	13,4	10,6	14,2	13,4	10,1	11,8	9,5
Raízes											
1	70,0	22,7b	77,7	10,8b	9,89b	11,2	94b	39bc	2388a	681a	118b
2	79,0	28,8ab	101,9	17,4a	14,94a	13,6	16c	35c	1164b	512a	139ab
3	78,3	25,9ab	100,6	17,8a	12,90ab	12,0	124a	41b	2396a	356b	168a
4	94,1	31,2a	104,7	14,3ab	13,69a	15,5	119a	65a	2048a	453b	163a
Q.M.	301,61 ^{ns}	40,40 [*]	469,89 ^{ns}	8,67 [*]	13,80 [*]	10,71 ^{ns}	7450,02 ^{**}	230,12 [*]	51882,74 ^{**}	3587,87 ^{**}	2579,45 ^{**}
C.V. (%)	15,5	9,2	14,1	12,7	10,5	16,5	6,9	8,7	13,5	14,8	10,3
Planta inteira											
1	309,1	50,8b	260,2b	138,3	51,6b	35,7c	578c	66b	3265a	2396b	470b
2	344,8	57,2ab	299,2b	148,4	66,0ab	43,9b	642bc	64b	2227b	3274a	503b
3	325,0	54,2b	379,9a	136,2	54,5b	42,3b	709ab	77b	3403a	3464a	608a
4	382,6	67,4a	338,3a	141,8	71,0a	51,8a	787a	110a	3302a	2970ab	674a
Q.M.	3097,04 ^{ns}	142,30 [*]	7945,26 ^{**}	45,84 ^{ns}	255,77 [*]	130,80 ^{**}	24426,10 ^{**}	1841,78 ^{**}	92885,62 ^{**}	2548,25 ^{**}	4924,87 ^{**}
C.V. (%)	10,6	7,8	5,6	11,7	9,6	5,4	7,3	9,2	11,1	12,9	9,6

** ; * e ^{ns} - Significativo a 1 e a 5 % de probabilidade e não significativo, respectivamente. As médias seguidas da mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Solução 1: Hoagland & Arnon (1950); Solução 2: Sarruge (1975); Solução 3: Castellane & Araújo (1995) e Solução 4: Furlani *et al.* (1999).

CONCLUSÕES

A produção de massa de matéria seca da planta inteira de hipobiotos de caramboleira foi semelhante empregando-se as soluções nutritivas de Furlani, Castellane & Araújo e de Sarruge. O uso da solução nutritiva de Hoagland & Arnon resultou em menor acúmulo de massa da matéria seca na planta inteira e de nutrientes, exceto do N, Ca e Fe.

REFERÊNCIAS

- Adams P (1994) Nutrition of greenhouse vegetables in NFT an hydroponic systems. *Acta Horticulturae*, 361:254-257.
- Al-Yahyai R, Davies FS, Schaffer B & Crane J (2005) Effect of soil water depletion on growth, yield, and fruit quality of carambola in gravelly loam soil. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Gainesville. Proceedings, ASHS*. v.118, p.237-241.
- Barbosa JC & Maldonado Júnior W (2009) AgroEstat versão 1.0 - Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP.
- Bastos DC (2004) A cultura da carambola. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26:1-2.
- Bataglia OC, Furlani AMC, Teixeira JPF, Furlani PR, & Gallo JR (1983) Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas. 48p.
- Castellane PD & Araújo JAC (1995) Cultivo sem solo: hidroponia. 4ª ed. Jaboticabal. FUNEP. 43p.
- Donadio LC, Silva JAA, Araújo PSR & Prado RM (2001) Caramboleira (*Averrhoa carambola* L.). Campinas, Sociedade Brasileira de Fruticultura. 81p.
- Epstein E & Bloom AJ (2006) Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas. 2ª. Ed. Londrina, Editora Planta. 403p.
- Franco CF & Prado RM (2006) Uso de soluções nutritivas no desenvolvimento e no estado nutricional de mudas de goiabeira: macronutrientes. *Acta Scientiarum Agronomy*, 28:199-205.

- Freitas, N (2008) Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes em mudas de caramboleira 'Nota-10'. Monografia de graduação em Agronomia. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 81p.
- Furlani PR, Silveira LCP, Bolonhezi D & Faquin V (1999) Cultivo hidropônico de plantas. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas. 52 p.
- Gratieri LA (2005) Avaliação de cultivares de pepino do grupo japonês, cultivados na fibra da casca de coco, sob diferentes soluções nutritivas. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 58p.
- Hoagland DR & Arnon DI (1950) The water culture method for growing plants without soils. Berkeley, California Agricultural Experimental Station. 32p. (Circular, 347).
- Natale W, Prado RM, Rozane DE, Romualdo LM, Souza HA & Hernandes A (2008) Resposta da caramboleira a calagem. Revista Brasileira de Fruticultura, 30:1136-1145.
- Santos OS (2000) Hidroponia da alface. Santa Maria, UFSM. 160p.
- Sarruge JR (1975) Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica, 1:231-233.
- Silva H, Silva AQ, Cavalcanti AT, Malavolta E, (1984) Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. In: 7º Congresso Brasileiro de Fruticultura, Florianópolis. Anais, EMPASC/SBF. p.320-325.
- Teixeira NT (1996) Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba, Agropecuária, 86p.