

## Absorção de nutrientes em mudas de berinjela cultivadas em substratos alternativos<sup>1</sup>

Nutrients absorption of eggplant seedlings cultivated in alternative substrates

Alexandre Bosco de Oliveira<sup>2,\*</sup> e Fernando Felipe Ferreyra Hernandez<sup>3</sup>

**Resumo** - Objetivou-se caracterizar quimicamente os substratos à base de pó e fibra de coco verde e avaliar seus efeitos sobre a absorção de nutrientes na cultura da berinjela. O experimento foi conduzido por quarenta dias em casa de vegetação, utilizando sementes de cultivar Florida Market que foram cultivadas em bandejas de polietileno com 54 células e irrigadas com solução nutritiva duas vezes ao dia. Os substratos usados foram: pó e a fibra de coco verde, nas proporções de 100% de pó, 75% de pó + 25% de fibra e 50% de pó + 50% de fibra, lavado e não lavado; pó de coco seco não lavado; casca de coco verde triturada (mistura de pó e fibra proveniente da máquina) lavado e não lavado; substrato comercial não adubado e testemunha (pó de coco verde não lavado e não adubado). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com onze tratamentos e quatro repetições, com 25 plantas por repetição. Foi realizada a caracterização química dos substratos e avaliou-se os teores de nutrientes totais da parte aérea das plantas. Os melhores resultados foram observados nas mudas cultivadas em pó de coco seco, seguidas pelo substrato comercial e pó de coco verde lavado.

**Palavras-chave** - *Solanum melongena*. Caracterização química. Nutrição mineral. Horticultura.

**Abstract** – The objective of this study was to characterize chemically substrates composed by coconut coir fiber and powder and evaluate its effects on nutrient absorption by eggplant. The experiment was conducted in greenhouse environment during forty days, with seedlings of the cultivar Florida Market, in polyethylene trays, with 54 cells each, irrigated with a nutrient solution, twice a day. Eleven treatments, with four replications, 25 plants in each, were disposed in a randomized block design. Treatments were: 100% powder and 100% coconut fiber, 75% powder + 25% fiber and 50% powder + 50% fiber, washed and non washed; dry fiber non washed; grinded green coconut rind, washed and non washed; commercial non fertilized substrate; green coconut coir fiber, non washed and non fertilized, as control. Chemical characterization of substrata was done and total nutrient of the upper part of the plants evaluated. The best results were observed for the plants grown in the non washed coconut coin fiber, followed by commercial substrate and the washed green coconut coir fiber.

**Key words** - *Solanum melogena*. Chemical characterization. Mineral nutrition. Horticulture.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 29/05/2007; aprovado em 11/10/2008

Parte da monografia do primeiro autor, apresentada à Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia, CCA/UFC, Fortaleza-CE, 2006.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, M. Sc., Doutorando em Agronomia, bolsista do CNPq, Depto. de Fitotecnia, CCA/UFC, Caixa Postal: 12.168, CEP: 60 455-970, Fortaleza-CE, aleufc@gmail.com

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, D. Sc., Prof. Titular do Departamento de Ciências do Solo/CCA/UFC, ferrey@ufc.br

## Introdução

A produção brasileira anual de hortaliças atinge cerca de 12,5 milhões de toneladas (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004), destacando-se as hortaliças nutracêuticas, que vêm se consolidando no mercado dos fitoterápicos e deverão exercer expressiva contribuição para esse crescimento (PEDROSA et al., 2001), isso porque o uso da fitoterapia no Brasil cresce a taxas de 10 a 15% ao ano (RODRIGUES et al., 2004), e o seu mercado mundial é da ordem de 20 a 40 bilhões de dólares ao ano (PERECIN, 2001).

Nos últimos anos tem se observado no Brasil um aumento considerado no consumo de berinjela (*Solanum melongena* L.) (PEDROSA et al., 2001). Certamente esse crescimento do consumo e do número de consumidores deve-se ao fato de que o seu fruto é uma boa fonte de vitaminas e sais minerais (RIBEIRO et al., 1998), e são atribuídas propriedades medicinais ao mesmo, como capacidade de diminuir o colesterol plasmático (JORGE et al., 1998), efeito hipoglicêmico (RIBEIRO et al., 1998; DERIVI et al., 2002), entre outras.

Aberinjela é uma solanácea de ciclo anual, originária das regiões tropicais do Oriente, sendo cultivada há séculos por chineses e árabes (ANTONINI et al., 2002). Apresenta ramificações bem desenvolvidas, sistema radicular profundo, com flores hermafrodita e baixa incidência de polinização cruzada. Os frutos são bagas carnosas, de formato alongado e cores variadas, usualmente roxo-escuras com cálices verdes (FILGUEIRA, 2000).

As hortaliças geralmente possuem ciclo curto, estando sujeitas a distúrbios nutricionais, devido ao rápido crescimento, intensa produção, alta necessidade nutricional e intensas lixiviações de nutrientes no solo (FILGUEIRA, 2000). Portanto, os substratos utilizados na olericultura devem ter baixo custo, ser disponíveis nas proximidades da região de consumo, apresentar suficiente teor de nutrientes, boa capacidade de troca de cátions, permitir aeração e retenção de umidade, bem como, favorecer a atividade fisiológica das raízes (KÄMPF; FERMINO, 2000; SCHMITZ et al., 2002).

Um dos grandes desafios na produção de mudas em recipientes é assegurar um bom crescimento das plantas e uma alta produção de biomassa aérea, com um volume limitado de raízes, restritas a um pequeno volume de substrato (KÄMPF; FERMINO, 2000). Atualmente vem sendo implementado no meio agrícola o uso da casca de coco (*Cocos nucifera* L.), como substrato para cultivo de plantas, em sementeiras e vasos. A casca de coco é constituída por uma fração de fibras e outra fração denominada pó, que se apresenta agregada às fibras. Alguns trabalhos têm mostrado a possibilidade da utilização deste resíduo como substrato agrícola para produção de

hortaliças (ROSA; BEZERRA, 2002; OLIVEIRA et al., 2008). Conforme Nunes (2000), o pó de coco é um excelente material orgânico para formulações de substratos devido as suas propriedades de retenção de água, aeração do meio de cultivo e estimulador do enraizamento.

Visto que o coco é totalmente biodegradável e não poluente, bem como, é um fruto de grande disponibilidade no Nordeste brasileiro, o objetivo desse estudo foi caracterizar quimicamente os substratos a base de pó e fibra de coco verde e avaliar seus efeitos sobre a absorção de nutrientes na cultura da berinjela.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e laboratório, na Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE, à altitude de 22 m, latitude de 3°44'37"S e longitude de 38°34'25"W. No interior da casa de vegetação, foi registrada ao longo do experimento, temperatura média de 30,5 °C e umidade relativa do ar de 79%.

O pó e a fibra de coco verde foram obtidos por processos de desfibramento e trituração do mesocarpo maduro (CARRIJO et al., 2002) na usina de beneficiamento do Jangurusu, em Fortaleza-CE, enquanto o pó de coco seco e o substrato comercial foram adquiridos no comércio local. Os substratos utilizados são apresentados na Tabela 1.

Para os tratamentos com pó e fibra da casca de coco verde lavados, os mesmos foram saturados com água da torneira em tambores de 50 litros, realizando-se a drenagem da água duas vezes por dia, até o substrato atingir condutividade elétrica (CE) inferior a 0,8 dS m<sup>-1</sup>. Não foi possível acrescentar um tratamento testemunha contendo apenas fibra, visto que é inviável a utilização da fibra pura como substrato (ROSA; BEZERRA, 2002; OLIVEIRA et al., 2008).

Para a caracterização química dos substratos foram pesadas 5 g de cada amostra e transferidas para erlenmeyers de 200 mL, onde se acrescentou 50 mL do extrator (água, Mehlich-1 ou DTPA). Esse material foi agitado em mesa com movimento horizontal com 220 rpm durante 15 minutos e, em seguida filtrado, obtendo-se o extrato que foi utilizado para as determinações de Mg, Fe, Cu, Mn e Zn, determinados por espectrofotometria de absorção atômica e Na e K, por emissão em fotometria de chama. Os teores de nitrogênio e fósforo não foram determinados devido à dificuldade de extração destes pelos extratores utilizados, exibindo valores muito desuniformes.

O pH em água foi determinado no extrato aquoso em peagâmetro e a condutividade elétrica (CE) foi determinada no extrato aquoso utilizando um condutivímetro, sendo os resultados expressos em dS m<sup>-1</sup> a 25 °C.

**Tabela 1** – Substratos utilizados na produção de mudas de berinjela. Fortaleza-CE, 2006

Tratamento	Símbolo	Substrato
T1	L100	Pó de coco-verde lavado
T2	L75	(75% de pó + 25% de fibra) de coco verde lavados
T3	L50	(50% de pó + 50% de fibra) de coco verde lavados
T4	N100	Pó de coco verde não lavado
T5	N75	(75% de pó + 25% de fibra) de coco verde não lavados
T6	N50	(50% de pó + 50% de fibra) de coco verde não lavados
T7	PCS	Pó de coco seco não lavado
T8	ML	Casca de coco verde triturada e lavada sem passar pela etapa de secagem na usina de beneficiamento (ROSA et al., 2001)
T9	MN	Casca de coco verde triturada não lavada sem passar pela etapa de secagem na usina de beneficiamento (ROSA et al., 2001)
T10	SC	Substrato comercial não adubado - Bioplant®
T11	T	Testemunha (pó de coco verde não lavado e não adubado)

Os substratos utilizados foram analisados quanto ao pH e CE, antes e após o cultivo (Tabela 2) e elementos solúveis em água, extraídos por Mehlich-1 (HCL 0,05 M + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125 M) e extraídos por DTPA (C<sub>14</sub>H<sub>23</sub>N<sub>3</sub>O<sub>10</sub>) (Tabela 3) seguindo a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997). Após secagem ao ar e homogeneização, os substratos foram colocados em bandejas de polietileno de 54 células, nas quais se semeou a berinjela, cultivar comercial Florida Market, colocando-se quatro sementes por célula. Aos 14 dias após a semeadura foi realizado o desbaste, deixando a plântula mais vigorosa.

**Tabela 2** – pH e CE inicial e final (antes e após o cultivo) dos substratos utilizados na produção de mudas de berinjela

Substrato	pH		CE	
	Inicial	Final	Inicial	Final
	dS m <sup>-1</sup>			
L100	5,31 d	5,03 b	0,79 e	1,93 d
L75	5,35 d	5,07 b	0,66 e	1,75 de
L50	5,41 cd	5,22 b	0,67 e	1,52 fg
N100	5,4 cd	5,03 b	1,65 d	2,89 a
N75	5,32 d	5,05 b	1,81 cd	2,69 ab
N50	5,21 e	5,09 b	2,06 c	2,72 ab
PCS	6,42 a	6,05 a	0,78 e	1,47 g
ML	5,38 d	5,06 b	0,71 e	1,68 ef
MN	5,48 c	5,27 b	3,01 a	2,3 c
SC	5,93 b	5,85 a	2,99 b	1,09 h
T	5,4 cd	5,09 b	1,65 d	2,67 b
C.V (%)	2,45	2,37	5,61	3,68

Com a finalidade de se observar a possível produção de mudas de berinjela em pó de coco verde sem a lavagem do material e sem o uso da adubação, bem como, compará-las com as plantas cultivadas no substrato comercial, o tratamento testemunha e o Bioplant® foram irrigados apenas com água proveniente da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). Em todos os demais tratamentos as mudas foram irrigadas alternadamente duas vezes ao dia, sendo uma com água da CAGECE (CE = 0,49 dS m<sup>-1</sup>) e outra com solução nutritiva de CE = 1,2 dS m<sup>-1</sup>, constituída de 80,0; 4,1; 75,0; 15,0; 4,0 e 5,0 mg/L de N, P, K, Ca, Mg, e S, preparada com NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> e MgSO<sub>4</sub> e de 1,2; 1,1; 0,4; 0,2; 0,03 e 0,01 de Fe, Mn, Zn, B, Cu e Mo preparada com Fe-EDTA, MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O e Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O.

Na idade de 40 dias de cultivo, as plantas tiveram suas raízes cortadas e a parte aérea foi seca em estufa com circulação de ar forçada, a 65 °C, até atingir peso constante (FILGUEIRA, 2000). O sistema radicular das plantas não foi avaliado devido à grande perda de radículas que ocorre na tentativa de se separar o pó de coco agregado às raízes, proporcionando assim valores discrepantes para matéria seca do sistema radicular.

As folhas e caules, após secagem, foram triturados em moinho tipo Willey e prepararam-se extratos de digestão nitroperclórica, através dos quais se determinou os elementos N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn e Zn, seguindo a mesma metodologia usada para a caracterização química dos substratos. O teor de P foi obtido pelo método do molibdo-vanadato de amônio e para determinação do N total as amostras foram

**Tabela 3** – Teores de nutrientes extraídos por Água, Mehlich-1 e DTPA dos substratos utilizados no cultivo de berinjela. Fortaleza-CE, 2006

Substrato	Extrator	Nutrientes							
		Ca	Mg	K	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
		g kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>			
L100	Água	0,09	0,11	0,82	0,68	10,07	-	4,96	1,12
	Mehlich-1	2,34	0,48	1,58	0,97	130,35	4,42	10,52	18,77
	DTPA	-	0,83	1,46	0,99	184,79	5,54	9,31	19,38
L75	Água	0,09	0,09	0,76	0,66	10,07	-	3,23	0,93
	Mehlich-1	2,23	0,67	1,50	0,96	118,89	4,67	9,54	17,35
	DTPA	-	0,79	1,26	0,88	158,69	4,85	7,84	16,02
L50	Água	0,09	0,11	0,76	0,64	9,26	-	3,66	1,03
	Mehlich-1	2,08	0,68	1,35	0,84	114,74	4,51	8,11	15,93
	DTPA	-	0,66	1,07	0,85	126,74	4,76	1,66	14,33
N100	Água	0,13	0,13	1,29	0,68	18,21	-	8,19	1,01
	Mehlich-1	1,54	0,73	1,83	1,54	95,11	3,26	7,28	21,41
	DTPA	-	0,74	1,99	1,39	162,42	5,89	12,87	20,79
N75	Água	0,15	0,18	1,48	0,73	21,34	-	10,13	1,14
	Mehlich-1	2,19	0,75	1,68	1,44	100,69	3,43	8,38	19,74
	DTPA	-	0,79	2,04	1,36	161,09	5,48	11,73	18,55
N50	Água	0,19	0,26	1,23	0,56	14,14	-	15,29	1,63
	Mehlich-1	1,77	0,66	1,76	1,51	111,87	3,85	10,76	18,01
	DTPA	-	0,82	2,06	1,42	158,16	5,16	10,99	17,63
PCS	Água	0,22	0,23	1,89	0,56	21,12	-	15,09	0,9
	Mehlich-1	2,07	0,4	1,5	1,5	157,71	1,96	15,22	13,46
	DTPA	-	0,64	1,45	1,62	184,26	2,11	11,75	49,88
ML	Água	0,07	0,07	0,95	0,85	2,44	-	1,94	0,53
	Mehlich-1	1,47	0,51	1,54	1,54	83,23	2,98	7,51	13,78
	DTPA	-	0,74	0,75	0,76	113,43	4,28	6,99	14,41
MN	Água	0,22	0,38	1,68	1,68	14,29	-	14,44	1,34
	Mehlich-1	1,31	0,71	1,21	1,21	77,51	2,71	8,41	12,56
	DTPA	-	0,91	1,05	1,96	130,19	5,22	10,57	25,15
SC	Água	2,65	0,63	1,85	1,85	2,61	-	17,54	1,94
	Mehlich-1	2,47	0,81	1,04	1,04	145,97	1,77	21,62	26,13
	DTPA	-	1,73	0,53	0,53	220,47	5,88	30,98	51,95
CV (%)	Água	50,76	41,12	5,19	9,82	29,28	-	33,96	17,92
	Mehlich-1	7,79	14,17	6,29	6,29	8,51	8,67	16,38	17,97
	DTPA	-	6,21	3,98	7,31	5,59	6,45	14,54	14,51

C.V = Coeficiente de variação

submetidas à digestão com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, sendo destiladas e tituladas com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,02 M), conforme Malavolta et al (1997). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com onze tratamentos e quatro repetições, sendo 25 plantas por repetição. Os dados

foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as comparações de médias foram obtidas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A análise dos dados foi realizada através do programa computacional SAEG Versão 5.0 e do Microsoft Excel 2000, utilizado na análise de regressão.

## Resultados e discussão

A faixa de valores médios de pH e CE encontrados nos diferentes substratos foi de 5,2 a 6,4 e 0,66 a 3,01 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2), os quais podem ser considerados adequados para a produção de berinjela (FILGUEIRA, 2000).

Em todos os tratamentos foram extraídos teores de nitrogênio abaixo dos valores propostos por Wichamann (2000), que sugere teores médios de N para as folhas de berinjela em torno de 49 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca (Tabela 4). Malavolta (1987) também sugere níveis de nitrogênio superiores (48,2 g kg<sup>-1</sup>) aos obtidos no presente ensaio, no qual se observa valores médios entre 10,25 e 23,75 g kg<sup>-1</sup>. Apesar disso, não foram observados sintomas visuais de deficiência nas plantas. Provavelmente por se tratar de plantas jovens (40 dias de cultivo) não houve acúmulo de nutrientes na parte aérea.

Outra possível causa para os resultados obtidos no presente ensaio seria que a fertirrigação necessita ser melhorada, pois a fonte de adubação nitrogenada presente na solução nutritiva também pode ter influenciado na absorção de N. Trabalhando diferentes fontes de N na produção de couve-da-Malásia, Zanão Júnior et al. (2005) constataram que a fonte de maior eficiência na produção de massa seca e fresca da parte aérea das plantas e de raízes foi a nítrica (nitrato de cálcio), que propiciou aumento de 23% em relação à fonte amídica (uréia). Segundo Larcher (2000), dentre outros fatores, a espécie/cultivar tem implicações nos ajustamentos metabólicos à absorção

do amônio e do nitrato. A absorção do íon amônio causa grande demanda de esqueletos carbônicos, pois pode servir imediatamente para síntese de aminoácidos e compostos que contêm N reduzido. Grande consumo dos carboidratos pode ocorrer, se a fotossíntese for insuficiente, utilizando o carbono que estaria disponível para a planta converter em biomassa. Por outro lado, o nitrato quando absorvido é reduzido antes de sua assimilação, mas a demanda imediata por carboidratos é menor que a do amônio (LARCHER, 2000; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Os teores de fósforo das mudas variaram de 1,11 a 3,88 g kg<sup>-1</sup>, estando estes valores, portanto, abaixo daqueles sugeridos por Wichamann (2000), que propõe níveis de 4,5 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca para este elemento em folhas sadias de berinjela (Tabela 4).

Sabe-se que a deficiência de fósforo é o mais importante fator nutricional a restringir o crescimento das plantas, como têm sido observados por diversos pesquisadores (LANA et al., 2004; RODRIGUES et al., 2004). Marschner (1995) complementa que este elemento tem função importante na composição do ATP, responsável pelo armazenamento e transporte de energia para processos endergônicos, como a síntese de compostos orgânicos e absorção ativa de nutrientes.

Não houve diferença significativa no teor de potássio entre os tratamentos, os quais apresentaram teores médios entre 35 e 54 g kg<sup>-1</sup> na matéria seca, valores similares aos de Wichamann (2000), que sugere 46 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca. Isto pode estar relacionado com a concentração desse

**Tabela 4** - Teores de nutrientes da parte aérea de plantas de berinjela aos 40 dias de cultivo em diferentes substratos. Fortaleza-CE, 2006

Substrato	Nutrientes									
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup> MS					mg kg <sup>-1</sup> MS				
L100	18,25ab	2,75b	51,77a	11,1b	6,97ab	0,78cde	239,5a	18ab	154,5b	100,5b
L75	19,55a	1,76de	46,66a	10,77b	6,82b	0,77de	241,0a	18,3ab	83,5b	123,8ab
L50	18,85a	1,93cd	34,77a	10,55b	6,79bc	0,75de	223,8a	19,8ab	129,5b	117,5ab
N100	17,8ab	2,99b	51,9a	8,45c	6,35bc	0,9b	201,3a	21,5a	93,5b	99,0b
N75	18,05ab	2,36bcd	52,39a	8,45c	6,18bc	0,86bcd	250,3a	22,0a	80,5b	100,0b
N50	20,45a	2,6bc	52,39a	9,02bc	6,1bc	0,86bcd	206,5a	14,5ab	80,3b	109,3b
PCS	23,75a	2,21bcd	53,94a	10,34bc	7,08ab	0,71e	244,0a	14,3ab	80,0b	58,0c
ML	10,25b	1,11e	46,35a	9,94bc	7,96a	1,07a	193,8a	13,5b	140,0b	143,8a
MN	17,35ab	2,67bc	52,39a	8,31c	6,43bc	0,88bc	248,8a	17,0ab	90,5b	103,5b
SC	15,55ab	3,88a	47,74a	17,63a	5,76c	0,55f	194,5a	15,5ab	206,5a	103,5b
Média	17,99	2,43	49,03	10,46	6,64	0,81	224,35	17,44	113,88	105,91
C.V (%)	12,02	12,54	8,42	7,74	6,05	5,41	18,39	17,13	24,99	9,7

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V = Coeficiente de variação

nutriente na solução nutritiva e com o aproveitamento do mesmo pelas plantas. Entre os macronutrientes, o  $K^+$  é comumente o nutriente mais absorvido pelas hortaliças. Embora este elemento não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenha importantes funções na planta como nas propriedades osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos entre outros (MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Quanto ao cálcio, pode-se constatar que o substrato SC proporcionou os maiores teores. Isto se explica pelo alto teor de  $Ca^{2+}$  solúvel em água presente no substrato comercial (Tabela 3), visto que as plantas submetidas a esse tratamento foram irrigadas apenas com água. Conforme Collier e Tibbitts (1983), na planta, o  $Ca^{2+}$  move-se com a água, sendo sua translocação e seu teor nos tecidos sujeitos à taxa de transpiração. Uma vez depositado, não apresenta redistribuição para outras partes da planta, sendo acumulado principalmente em tecidos com transpiração mais intensa.

As menores concentrações de cálcio foram observadas nas plantas cultivadas em MN, entretanto, não foram detectados sintomas visuais de deficiência. A principal função do cálcio na planta é manter a integridade da parede celular e o seu fornecimento inadequado é caracterizado pelo surgimento de necrose, principalmente nas extremidades das folhas em desenvolvimento (COLLIER; TIBBITTS, 1983). O magnésio foi encontrado em maior concentração nas plantas cultivadas em ML, PCS e L100 (Tabela 4). Constatou-se que nestes tratamentos houve um aumento na concentração de Mg em detrimento dos menores níveis de Ca encontrados. Isto pode ser explicado pelo antagonismo que existe entre estes elementos, ou seja, o aumento na concentração externa de um destes elementos implica na diminuição da absorção do outro (MALAVOLTA et al., 1997).

Em relação ao sódio, os valores encontrados para as plantas cultivadas em substratos à base de pó de coco verde lavado foram semelhantes aos obtidos por Souza (2004), que trabalhando com berinjela encontrou teores médios de  $0,71 \text{ g kg}^{-1}$  MS na quarta e quinta folhas. Não houve diferença significativa quanto aos teores de ferro das plantas submetidas aos diferentes tratamentos, podendo ser observado que a cultura em questão absorveu quantidades semelhantes deste elemento, mesmo sendo cultivada em diferentes substratos. De acordo com Ribeiro et al. (1998), a planta da berinjela requer mais micronutrientes e, portanto, é mais prejudicada pelo déficit destes elementos durante a fase de produção de frutos, principalmente pela deficiência de boro, zinco, cobre e manganês.

Os substratos N100 e N75 possibilitaram maior acúmulo de cobre, indicando uma maior disponibilidade deste elemento para as plantas cultivadas nestes substratos. O tratamento ML proporcionou os menores valores para este micronutriente, entretanto, não se observaram

sintomas visuais de deficiência deste elemento. Para Hegde (1997), a berinjela é a mais eficaz, dentre as solanáceas, em fazer uso dos nutrientes prontamente disponíveis no meio de cultivo.

As mudas produzidas no substrato comercial conseguiram absorver maiores quantidades de manganês, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos (Tabela 4). Os menores valores para este elemento foram verificados nas plantas cultivadas em PCS. Isto pode ser explicado em parte, pela competição entre os cátions  $NH_4^+$  e  $Mn^{2+}$ , uma vez que houve maior absorção de N nestas plantas, podendo-se inferir que a presença do amônio na solução diminuiu a absorção do Mn. Este fato também foi verificado por Fernandes et al. (2002) trabalhando com alface e diferentes fontes de nutrientes em cultivo hidropônico.

O substrato ML também foi destaque em relação aos níveis de zinco, possivelmente porque houve menor competição entre cobre e zinco neste substrato (Tabela 3), pois as plantas cultivadas neste substrato foram as que absorveram menor quantidade de cobre e, conseqüentemente, apresentaram maiores teores de zinco. Segundo Malavolta (1991), quando em uma solução está presente mais de um elemento químico, estes podem interagir entre si de forma antagonica, sinérgica ou de inibição, afetando desta maneira sua absorção. Isto ocorre nos casos em que boro ou cobre diminuem a absorção de zinco, sendo que a diminuição provocada pelo cobre pode ser atenuada aumentando-se a concentração de zinco na solução. As plantas cultivadas no tratamento testemunha não obtiveram massa seca suficiente para a obtenção do extrato, o que impossibilitou a análise de nutrientes da parte aérea destas plantas. Pelos resultados obtidos pode-se inferir que o uso do pó de coco verde como substrato alternativo para a produção de mudas de berinjela só é viável com suplementação de nutrientes.

## Conclusões

Nas condições de realização do experimento conclui-se que:

1. O desenvolvimento inicial de plantas de berinjela é favorecido quando estas são cultivadas nos respectivos substratos, conforme a seguinte ordem:  $PCS > SC > L100 \geq L50 \geq L75 > N100 \geq N50 \geq N75 > MN \geq ML > T$ .
2. É indicado o uso de Mehlich-1 como extrator para substratos a base de pó e fibra de coco verde.
3. A lavagem dos substratos à base de pó e fibra de coco verde é indicada, uma vez que diminui os níveis de sódio do substrato, evitando a salinização do mesmo.
4. A utilização de diferentes proporções do pó e fibra de coco verde não influencia na absorção de nutrientes em plantas de berinjela.

## Referências

- ANTONINI, A. C. C. et al. Capacidade produtiva de cultivares de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 04, p. 646-648, 2002.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca de coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 04, p. 533-535, 2002.
- COLLIER, G. F.; TIBBITTS, T. W. Tipburn of lettuce. **Horticultural Reviews**, v. 04, p. 49-65, 1983.
- DERIVI, S. C. N. et al. Efeito hipoglicêmico de rações à base de berinjela (*Solanum melongena*, L) em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 02, p. 164-169, 2002.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403 p.
- FERNANDES, A. A. et al. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 02, p. 195-200, 2002.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, 402 p.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 04, p. 740-743, 2004.
- HEGDE, D. M. Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. **Food & Fertilizer Technology Center**. 1997. Disponível em: <<http://www.fttc.agnet.org>>. Acesso em: 13 ago. 2006.
- JORGE, P. A. R. et al. Efeito da berinjela sobre os lípidos plasmáticos, a peroxidação lipídica e a reversão da disfunção endotelial na hipercolesterolemia experimental. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 70, n. 02, p. 1-5, 1998.
- KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: GÊNESIS, 2000. p. 112-121.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.
- LANA, R. M. Q. et al. Produção da alface em função do uso de diferentes fontes de fósforo em solo de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 03, p. 525-528, 2004.
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 496 p.
- MALAVOLTA, E. É essencial a ação dos micronutrientes. **Informativo Agropecuário Coopercitrus**, n. 55, p. 34-36, 1991.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.
- NUNES, M. U. C. **Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó da casca de coco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29 p. (Comunicado Técnico, 13).
- OLIVEIRA, A. B. de.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JR., R. N. de. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 01, p. 39-44, 2008.
- PERECIN, M. B. Produção e mercado de plantas medicinais, aromáticas e condimentares: perspectivas para o pequeno produtor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1., 2001, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: Agroecológica, 2001. p. 136-139.
- RIBEIRO, C. S. da C.; BRUNE, S.; REIFCHNEIDER, F. J. B. **Cultivo da berinjela**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1998. 23 p. (Instrução Técnica 15).
- RODRIGUES, C. R. et al. Nutrição mineral, crescimento e teor de óleo essencial da menta em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo e épocas de coleta. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 03, p. 573-578, 2004.
- ROSA, M. F. et al. **Caracterização do pó da casca de coco usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2001. 6 p. (Comunicado Técnico, 54).
- ROSA, M. F.; BEZERRA, F. C. **Utilização do pó da casca de coco verde como substrato para produção de mudas de alface**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico, 71).
- SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v. 32, n. 32, p. 937-944, 2002.
- SOUZA, V. S. **Avaliação da solução nutritiva no cultivo de tomate, pepino, pimentão e berinjela em pó de coco**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719 p.
- WICHAMANN, W. **World fertilizer use manual**. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2000. 600 p.
- ZANÃO JÚNIOR, L. A.; LANA, R. M. Q.; SÁ, K. A. Formas de parcelamento e fontes de adubação nitrogenada para produção de couve-da-Malásia. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 04, p. 965-969, 2005.