

Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Brasil

de A. de Oliveira, Francisco; de Oliveira, Mychelle K. T.; dos P. da Silva, Otaciana M.; de M. E. Maia,  
Priscila; de Paiva, Emanoela P.; da Silva Júnior, José G.

Desenvolvimento do maxixeiro cultivado em substrato fertirrigado com diferentes soluções nutritivas

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 7, 2012, pp. 777-783

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119025455011>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.777-783, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7isa2014

Protocolo 2014 - 26/12/2011 • Aprovado em 14/07/2012

Francisco de A. de Oliveira<sup>1</sup>

Mychelle K. T. de Oliveira<sup>1</sup>

Otáciana M. dos P. da Silva<sup>1</sup>

Priscila de M. E. Maia<sup>1</sup>

Emanoela P. de Paiva<sup>1</sup>

José G. da Silva Júnior<sup>1</sup>

# Desenvolvimento do maxixeiro cultivado em substrato fertirrigado com diferentes soluções nutritivas

## RESUMO

Este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes concentrações iônicas da solução nutritiva sobre o desenvolvimento do maxixeiro cultivado em substrato, nas condições climáticas de Mossoró, RN. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por sete soluções nutritivas, tendo como base as soluções recomendadas para o meloeiro e para o pepineiro [melão: S<sub>1</sub>-50%, S<sub>2</sub>-100% e S<sub>3</sub>-150%; pepino: S<sub>4</sub>-50%, S<sub>5</sub>-100% e S<sub>6</sub>-150%; e S<sub>7</sub> (média de S<sub>2</sub> e S<sub>5</sub>)]. As soluções nutritivas interferiram praticamente em todos os parâmetros avaliados. As soluções nutritivas S<sub>2</sub> e S<sub>5</sub>, correspondentes às soluções recomendadas para as culturas do meloeiro e pepineiro, respectivamente, podem ser recomendadas para a cultura do maxixeiro cultivado em substrato de fibra de coco.

**Palavras-chave:** *Cucumis anguria* L., cultivo sem solo, hidroponia, nutrição mineral

# Development of gherkin plant cultivated in substrate fertigated with different nutritive solutions

## ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effect of different ionic concentrations of the nutrient solution on the development of gherkin grown in substrate under climatic conditions of Mossoró, in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. The experimental design was completely randomized with seven treatments and four replications. The treatments consisted of seven nutrient solutions, based on the solutions for melon and cucumber [Melon: S<sub>1</sub>-50%, S<sub>2</sub>-100% and S<sub>3</sub>-150%; cucumber: S<sub>4</sub>-50%, S<sub>5</sub>-100% and S<sub>6</sub>-150%, and S<sub>7</sub> (mean of S<sub>2</sub> and S<sub>5</sub>)]. The nutrient solutions interfered in almost all parameters evaluated. The nutrient solutions S<sub>2</sub> and S<sub>5</sub>, corresponding recommended solutions for the crops of melon and cucumber, respectively, can be recommended for the cultivation of gherkin grown in coconut fiber substrate.

**Key words:** *Cucumis anguria* L., soilless culture, hydroponics, mineral nutrition

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Km 47 da BR 110, Presidente Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró-RN, Brasil. Caixa Postal 137. Fone: (84) 3315-1799. E-mail: thikaoamigao@bol.com.br; mkto10@hotmail.com; otaciana\_silva@yahoo.com.br; prycillademaia@yahoo.com.br; emanuelappaiva@hotmail.com; juninho\_gugu@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O maxixeiro (*Cucumis anguria* L.) pertencente à família das curcubitáceas, é uma planta rasteira ou trepadeira, anual, rústica e cultivada em pequena escala. Seus frutos comestíveis têm casca verde, são ovalados e possuem pequenos espinhos moles e não pontiagudos (Filgueira, 2008). Na Região Nordeste é empregado para o preparo de um prato denominado maxixada mas pode ser consumido *in natura* (salada), em conserva (picles) ou cozido (refogados, sopas, etc.).

Dados do censo agropecuário de 2006 revelam que a produção nacional de maxixe era de aproximadamente 33.722 toneladas, sendo a região Nordeste responsável por 21.124 toneladas. Dentre os estados do Nordeste o estado do Rio Grande do Norte se apresenta com uma produção de maxixe muito pequena, ficando em último lugar, tanto em nível regional, com produção anual de 36 toneladas, como em nível nacional, com participação na produção de maxixe de apenas 0,11% (IBGE, 2009).

Esta pequena produção é reflexo direto do sistema produtivo utilizado, pois praticamente toda a produção desta hortaliça é proveniente de plantas espontâneas, que nascem no plantio de outras culturas, como o feijão e o milho, de forma que não são realizadas práticas culturais específicas. Por ser considerada uma cultura secundária entre os produtores rurais, é uma espécie pouco estudada pelos pesquisadores, sendo escassos os estudos sobre o manejo ou aspectos da cadeia produtiva, sobremaneira quanto às exigências nutricionais.

Na literatura são encontrados alguns trabalhos avaliando a resposta da cultura do maxixeiro à fertilização sendo obtidos, na maioria dos casos, resultados que evidenciam significativa resposta da cultura à adubação, tanto com adubação orgânica como química porém esses trabalhos foram desenvolvidos para as condições de campo e com sistema convencional de cultivo (Oliveira et al., 2008; Oliveira et al., 2010).

A crescente demanda por hortaliças de alta qualidade e ofertadas durante o ano todo tem contribuído para o investimento em novos sistemas de cultivo, que permitam produção adaptada a diferentes regiões e condições adversas do ambiente (Carrijo et al., 2004).

Atualmente, tem-se intensificado o cultivo de hortaliças sem o uso do solo, com destaque para o cultivo em substratos, difundindo-o consideravelmente entre os produtores de hortaliças, principalmente na produção de hortaliças tipo fruto, a exemplo do meloeiro (Dias et al., 2010) e pepino (Silva et al., 2011).

Os substratos utilizados neste sistema de cultivo são, em geral, quimicamente inertes ou apresentam quantidades de nutrientes não satisfatórios para o desenvolvimento das plantas, de tal forma que se torna imprescindível o fornecimento de nutrientes via fertirrigação para atender às necessidades nutricionais das plantas.

Na literatura são encontradas diversas soluções nutritivas para várias culturas, apresentando variação entre a concentração de nutrientes e a proporção desses nutrientes, de tal maneira que ainda são convenientes estudos para várias espécies. Para o maxixeiro em especial, praticamente inexistente recomendação de solução nutritiva sendo utilizadas, em alguns estudos,

soluções nutritivas recomendadas para outras cucurbitáceas, como o pepino (Modolo & Costa, 2003).

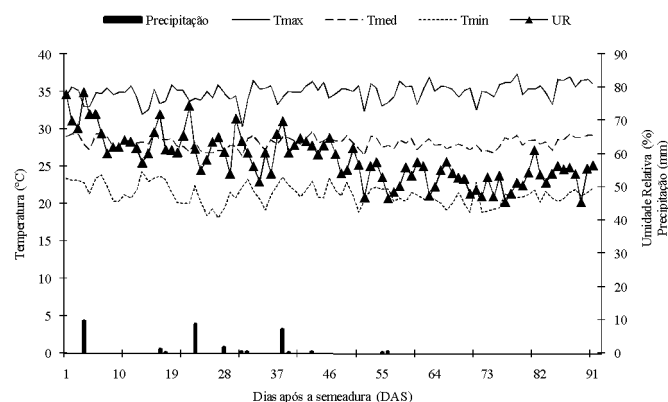
Andriolo et al. (2009) destacam a importância do manejo da solução nutritiva quando são empregados sistemas de cultivo sem solo, para evitar que os aumentos na concentração da solução nutritiva possam, eventualmente, afetar negativamente o desenvolvimento, o rendimento e a qualidade dos frutos.

Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento do maxixeiro cultivado em substrato fertirrigado com diferentes soluções nutritivas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de 01 de junho a 03 de setembro de 2010, no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) em Mossoró, RN, localizado nas coordenadas geográficas de 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste, com altitude média de 18 m. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo BSwh' (quente e seco) com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura média de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (Carmo Filho & Oliveira, 1995).

Na Figura 1 são mostrados os valores médios diários das temperaturas máximas (Tmax), médias (Tmed) e mínimas (Tmin), umidade relativa do ar (UR) e precipitação, ocorridos no período do experimento. Ao longo do experimento foram observadas variações de 30,4 a 37,4 °C para Tmax; 26,3 a 29,7 °C para Tmed; 18,2 a 24,4 °C para Tmin; e de 45,5 a 78,5% para UR. Foram poucas as chuvas nesse período, sendo as maiores precipitações ocorridas aos 4, 23 e 38 DAS, com 9,8, 8,4 e 7,9 mm, respectivamente.



**Figura 1.** Temperatura máxima, média e temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação, a partir da data de plantio até a colheita

**Figure 1.** Daily, maximum temperature, mean and minimum temperature, relative humidity and rainfall from sowing day until harvest

Apesar de o experimento ter sido desenvolvido a céu aberto, essas precipitações exerceram pouca influência sobre os resultados obtidos visto que, mesmo na maior precipitação (9,8 mm), apenas pouca fração dessa água pode ter ficado acumulada em cada vaso.

Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por diferentes soluções

nutritivas tomando-se como base as soluções recomendadas para as culturas do meloeiro e do pepino para o cultivo hidropônico no sistema NFT (*Nutrient Film Technique*) conforme Castellane & Araújo (1994). Utilizaram-se três tratamentos a partir da solução recomendada para o meloeiro ( $S_1$ -50%,  $S_2$ -100% e  $S_3$ -150%) e três soluções a partir da recomendação para o pepino ( $S_4$ -50%,  $S_5$ -100% e  $S_6$ -150%) além de uma solução obtida a partir dos valores médios das soluções nutritivas recomendadas para o meloeiro e para o pepino ( $S_7$ , média de  $S_2$  e  $S_5$ ) conforme indicado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Concentração de nutrientes e condutividade elétrica das soluções nutritivas utilizadas no experimento\*

**Table 1.** Nutrient concentration and electrical conductivity of nutrient solutions used in the experiment

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	CE
	mg L <sup>-1</sup>						dS m <sup>-1</sup>
$S_1$ – Melão 50%	75	20	82,5	75	12	15	0,76
$S_2$ – Melão 100%	150	40	165	150	24	30	1,51
$S_3$ – Melão 150%	225	60	247,5	225	36	45	2,30
$S_4$ – Pepino 50%	40	22,5	45	100	24	35	0,81
$S_5$ – Pepino 100%	80	45	90	200	48	70	1,62
$S_6$ – Pepino 150%	120	67,5	135	300	72	105	2,43
$S_7$ – Média $S_2$ e $S_5$	115	42,5	127,5	175	36	50	1,55

\* As concentrações de 100% correspondem à recomendação de Castellane & Araújo (1994) para o cultivo hidropônico no sistema NFT (Nutrient Film Technique)

Para o preparo das soluções foram utilizados os seguintes sais:  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{NaNO}_3$ . Como fonte de micronutrientes foi utilizada uma solução de Quelatec® contendo 6 g/100 litros de solução. O Quelatec® é uma mistura sólida de EDTA-Chelated contendo 0,28% de Cu, 5,7% de Fe, 3,5% de Mn, 0,7% de Zn, 0,65% de B e 0,3% de Mo.

Foram utilizados vasos plásticos de cor preta apresentando as seguintes dimensões: 20 cm na base superior, 14 cm na base inferior e 18 cm de altura, os quais foram preenchidos com 13 litros de substrato de fibra de coco (Golden Mix Granulado) composto a partir de 100% de fibra de coco, de textura fina, sem adubação de base. A escolha por este substrato foi devido ao fato de este ser amplamente utilizado entre vários pesquisadores para estudos neste sistema de cultivo (Charlo et al., 2011; Gomes et al., 2011).

A semeadura foi realizada no dia 01 de junho de 2010 semeando-se cinco sementes de Maxixe do Norte (*Cucumis Anguria* L.) em cada vaso, deixando-as na profundidade de um centímetro. Aos cinco dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando-se, em cada vaso, a planta mais vigorosa. Após a semeadura os vasos foram irrigados com água proveniente do sistema de abastecimento do Campus da UFERSA, coletada em poço profundo, cuja análise físico-química detectou as seguintes características: pH=7,5; CE=0,5 dS m<sup>-1</sup>; Ca=2,0; Mg=0,9; Na=2,8; K=0,4;  $\text{HCO}_3$ =0,2;  $\text{CO}_3$ =1,8; Cl=1,8; RAS=2,32 (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>).

No período entre a semeadura e o desbaste as plantas foram irrigadas apenas com a água descrita anteriormente e, após o desbaste, as plantas foram irrigadas com soluções nutritivas, de acordo com cada tratamento.

O experimento foi realizado a céu aberto e os vasos foram dispostos no espaçamento de 1,5 x 0,5 m. As plantas foram

conduzidas sem tutoramento e sem poda do ramo principal. Durante o experimento foram realizadas capinas nas entrelinhas a fim de evitar a competição entre a cultura do maxixe e as plantas daninhas.

As irrigações foram realizadas diariamente adotando-se a frequência de uma irrigação até 30 dias após a semeadura (DAS) e a frequência de duas irrigações por dia, dos 31 DAS até o final do experimento (95 DAS) em virtude do maior desenvolvimento foliar e, conseqüentemente, maior demanda evapotranspirativa da cultura. O volume de solução nutritiva aplicado não foi medido mas foi o mínimo necessário para perceber a drenagem dos vasos, de acordo com o critério visual. Todas as irrigações foram realizadas utilizando-se soluções nutritivas.

Foram realizadas cinco colheitas em intervalos semanais, a primeira aos 60 dias após a semeadura (DAS). Os frutos foram colhidos quando apresentavam coloração verde intenso e ainda imaturos, com aproximadamente 20 dias após a antese, pois nesta fase os frutos se encontram verdes e tenros, apresentando sementes brandas, o que os torna agradáveis ao paladar (Medeiros et al., 2010). A produção final foi resultado da massa fresca total de frutos acumulada nas cinco colheitas e expressa em g planta<sup>-1</sup>.

Aos 95 dias após a semeadura as plantas foram coletadas, acondicionadas em sacolas plásticas, transportadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFERSA (LIS-UFERSA) onde foram avaliados os seguintes parâmetros de desenvolvimento: número de hastes (NH), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento do ramo principal (CRP), diâmetro do caule (DC), massa seca de caule (MSC), folhas (MSF), de frutos (MSFR) e da parte aérea (MSPA).

Determinaram-se, ainda, a área foliar específica (AFE) e a razão de área foliar (RAF). A AFE foi determinada pela razão AF/MSF e a RAF, pela razão AF/MSPA.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade, utilizando-se software estatístico SISVAR versão 4.2 (Ferreira, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve resposta significativa a nível de significância de 1% de probabilidade para comprimento do ramo principal, área foliar, massa seca de caule, de folhas, de frutos e da parte aérea, área foliar específica e razão de área foliar. Para diâmetro de caule e número de folhas, a resposta foi significativa a nível de significância de 5% de probabilidade enquanto para número de hastes não foi observada resposta significativa.

Esses resultados demonstram que o maxixeiro é uma cultura que apresenta resposta à fertilização, conforme observado por Fernandes et al. (2005). Esses autores analisaram o desenvolvimento vegetativo e a nutrição do maxixeiro cultivado em solo aplicando a técnica do elemento faltante e constataram redução no desenvolvimento das plantas na omissão de qualquer um dos elementos, principalmente para fósforo, cálcio, magnésio e enxofre.

Não se constatou diferença significativa para o número de hastes no ramo principal, sendo obtido valor médio de 6,14



hastes por planta apesar de serem observados, em termos absolutos, os maiores valores na solução  $S_3$  (7,0 hastes por planta) enquanto os menores valores ocorreram na solução  $S_6$  (5,0 hastes por planta) correspondente à diferença percentual de 40% (Tabela 2). Observando a Tabela 1, na qual são mostradas as concentrações de nutrientes em cada solução nutritiva, verifica-se que a emissão de ramos laterais não foi favorecida pelo aumento na concentração de nutrientes na solução e, sim, pela relação entre estes, visto que o menor NH não ocorreu na solução menos concentrada ( $S_4$ ) demonstrando, assim, a importância no balanço entre os íons na solução.

O número de folhas por planta foi maior nas plantas fertirrigadas com as soluções  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_6$  e  $S_7$ , que não diferiram significativamente entre si e apresentaram valor médio de 76 folhas. Os menores números de folhas por planta foram obtidos nas soluções  $S_4$  e  $S_5$ , com uma média de 66 folhas por planta, o que corresponde à diferença de aproximadamente 31,8% em relação ao valor médio obtido nas demais soluções (Tabela 2).

Para a área foliar apenas a solução  $S_1$  apresentou resultados que diferiram das demais, apresentando menor valor, com área foliar de 888,3 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> enquanto as demais soluções sinalizando área foliar média de 1144,4 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, sendo assim, superior a AF obtida na solução  $S_1$  em cerca de 28,8% (Tabela 2). Apesar de não haver diferença significativa

**Tabela 2.** Valores médios para número de hastes (NH), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento do ramo principal (CRP) e diâmetro do caule (DC) do maxixeiro cultivado em substrato e fertirrigado com diferentes soluções nutritivas

**Table 2.** Mean values for number of stem (NH), number of leaves (NF), leaf area (AF), length of principal branch (CRP) and stem diameter (DC) in gherkin plant cultivated in substrate and fertigated with different nutritive solutions

Tratamentos	NH (unid)	NF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	AF (cm)	CRP (cm)	DC (mm)
$S_1$ – Melão 50%	6,8 a*	85,0 ab	888,3 b	92,6 b	6,8 b
$S_2$ – Melão 100%	6,8 a	71,0 ab	1173,3 a	90,1 b	8,3 a
$S_3$ – Melão 150%	7,0 a	87,0 a	1090,5 ab	120,7 ab	8,0 ab
$S_4$ – Pepino 50%	5,8 a	68,0 b	1192,7 a	147,8 a	7,4 ab
$S_5$ – Pepino 100%	5,8 a	64,0 b	1111,3 a	138,7 a	7,9 ab
$S_6$ – Pepino 150%	5,0 a	82,0 ab	1159,3 a	141,6 a	7,5 ab
$S_7$ – Média $S_2$ e $S_5$	6,0 a	80,0 ab	1139,3 a	155,5 a	7,9 ab
CV (%)	15,4	12,3	8,6	13,1	7,7

\* Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade

entre as soluções  $S_2$  e  $S_3$ , houve tendência de redução na AF com o aumento da concentração de nutrientes em virtude, provavelmente, da elevada concentração de potássio na solução  $S_3$  (Tabela 1).

Tal resposta pode ser atribuída à composição das soluções mais concentradas em nitrogênio, o que está de acordo com Marschner (2005) ao enfatizar que um dos efeitos do nitrogênio é promover a expansão foliar e o maior crescimento vegetativo.

Analisando as variáveis NF e AF em conjunto, percebe-se que ambas foram afetadas pelas soluções nutritivas estudadas; no entanto, apesar da AF depender diretamente do NF os resultados obtidos evidenciam que houve respostas variadas entre a emissão de novas folhas e a expansão do limbo foliar, de tal forma que em plantas com NF menor foram obtidos

maiores valores da área de cada folha, enquanto plantas com menor AF apresentaram maior emissão de folhas. Mesmo com este mecanismo de adaptação não foi possível compensar a menor área foliar unitária com a emissão de mais folhas acarretando, então, em redução na superfície fotossintética.

Esses resultados demonstram que a concentração de nutrientes na solução nutritiva é fator de fundamental importância para o desenvolvimento e rendimento das plantas. Sabe-se que a área foliar é um dos principais parâmetros de desenvolvimento vegetal visto que alteração na área foliar modifica a demanda de água da planta e, consequentemente, a absorção de nutrientes.

Para o comprimento do ramo principal verificou-se que os maiores valores ocorreram nas soluções  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ ,  $S_7$ , que não diferiram significativamente entre si, apresentando valores médios de 140,85 cm. Os menores valores ocorreram nas soluções  $S_1$  e  $S_2$ , que não diferiram estatisticamente e apresentaram valor médio de 91,32 cm, apesar de estas serem estatisticamente iguais à solução  $S_3$ . Pode-se verificar, ainda, diferença entre esses dois grupos, na ordem de 54,25% (Tabela 2). Gomes et al. (2011) trabalharam com a cultura do meloeiro cultivado em substratos e sob diferentes soluções nutritivas mas não observaram efeito para altura das plantas, equivalente ao CRP avaliado no presente trabalho. Costa et al. (2001) avaliaram o desenvolvimento e a produção de pepino, em função de concentrações de potássio na solução nutritiva e não constataram resposta significativa.

Analisando o número de hastes e o comprimento do ramo principal em conjunto, pode-se observar relação inversa entre essas variáveis, o que pode ter sido devido à maior distribuição dos fotoassimilados para emissão de novas ramificações (hastes) em detrimento do alongamento do ramo principal, e vice-versa; nas plantas com maiores CRP ocorreram menores NH. Esta alteração pode ser benéfica para a emissão de flores e, em contrapartida, frutificação pois, segundo Modolo (2002) a maior concentração de frutos no maxixeiro ocorre nas ramificações secundárias ou terciárias.

Com relação ao diâmetro do caule (DC) verificou-se que, apesar de ter havido resposta significativa aos tratamentos aplicados, houve pouca variação nos resultados obtidos. Constatou-se que o menor valor foi obtido na solução  $S_1$ , embora não tenha havido diferença significativa apenas entre  $S_1$  e  $S_2$ ; as demais soluções não apresentaram resultados diferentes entre si, estatisticamente, nem em comparação com as soluções  $S_1$  e  $S_2$  (Tabela 2).

Na Tabela 1 é mostrado o efeito das soluções nutritivas sobre o acúmulo de fitomassa na qual se pode observar que o acúmulo de fitomassa foi a característica mais afetada pelos tratamentos estudados de tal forma que se obteve diferença significativa entre praticamente todos os tratamentos.

Para MSC, os maiores valores foram observados nas plantas fertirrigadas com a solução nutritiva  $S_7$  e os menores valores ocorreram nas soluções  $S_1$  e  $S_4$ . Para MSF, apenas as soluções  $S_1$  e  $S_5$  diferiram das demais apresentando os menores valores e não diferindo entre si estatisticamente, apresentando MSF média de 10,3 g planta<sup>-1</sup>. Com relação à MSFR, verificou-se que o menor valor ocorreu na solução  $S_1$ , seguida pelas soluções  $S_4$  e  $S_7$ , que apresentaram MSFR média de 26,5

**Tabela 3.** Valores médios para massa seca do caule (MSC), de folhas (MSF), de frutos (MSFR) e da parte aérea (MSPA), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e produção de frutos do maxixeiro cultivado em substrato e fertirrigado com diferentes soluções nutritivas

**Table 3.** Mass of dry stem (MSC) leaves (MSF), of fruits (MSFR) and aerial parts (MSPA), specific leaf area (SLA), leaf area ratio (RAF) and yield of gherkin cultivated in substrate and fertigated with different nutritive solutions

Tratamentos	MSC	MSF	MSFR	MSPA	PROD	RAF (cm <sup>2</sup> gMSPA <sup>-1</sup> )	AFE (cm <sup>2</sup> gMSF <sup>-1</sup> )
	g planta <sup>-1</sup>						
S <sub>1</sub> -Melão 50%	12,1 <sup>a</sup> e	9,1 <sup>c</sup>	21,0 <sup>c</sup>	42,2 <sup>e</sup>	458,3 <sup>b</sup>	21,2 <sup>a</sup>	98,7 <sup>a</sup>
S <sub>2</sub> -Melão 100%	20,8 <sup>cd</sup>	12,8 <sup>ab</sup>	28,0 <sup>ab</sup>	61,6 <sup>cd</sup>	678,3 <sup>a</sup>	19,1 <sup>ab</sup>	91,2 <sup>abc</sup>
S <sub>3</sub> -Melão 150%	26,2 <sup>b</sup>	15,3 <sup>a</sup>	32,3 <sup>a</sup>	73,8 <sup>a</sup>	526,9 <sup>b</sup>	14,8 <sup>c</sup>	71,4 <sup>c</sup>
S <sub>4</sub> -Pepino 50%	16,3 <sup>de</sup>	14,2 <sup>ab</sup>	26,5 <sup>b</sup>	57,0 <sup>d</sup>	277,3 <sup>c</sup>	21,0 <sup>a</sup>	85,9 <sup>abc</sup>
S <sub>5</sub> -Pepino 100%	25,6 <sup>b</sup>	11,5 <sup>bc</sup>	28,1 <sup>ab</sup>	65,2 <sup>bc</sup>	554,6 <sup>ab</sup>	17,1 <sup>ab</sup>	97,4 <sup>ab</sup>
S <sub>6</sub> -Pepino 150%	22,9 <sup>bc</sup>	15,3 <sup>a</sup>	31,3 <sup>a</sup>	69,5 <sup>ab</sup>	543,7 <sup>b</sup>	16,7 <sup>bc</sup>	76,4 <sup>bc</sup>
S <sub>7</sub> -Média S <sub>2</sub> e S <sub>5</sub>	34,2 <sup>a</sup>	14,3 <sup>ab</sup>	26,5 <sup>b</sup>	75,1 <sup>a</sup>	507,1 <sup>b</sup>	15,2 <sup>bc</sup>	80,5 <sup>abc</sup>
CV (%)	9	10,7	7,1	7,2	10,9	10,2	11,2

\* Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste Tukey, a nível de 5% de probabilidade

g planta<sup>-1</sup>. Pode-se verificar, desta forma, que os maiores valores foram obtidos nas soluções que apresentavam maior concentração de nutrientes (Tabela 3).

Verificaram-se, para MSPA, que os maiores valores foram obtidos nas soluções S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub> e S<sub>7</sub>, que não diferiram entre si e apresentaram MSPA média de 72,7 g planta<sup>-1</sup> enquanto o menor valor de MSPA foi obtido nas soluções S<sub>1</sub> e S<sub>4</sub>, com 42,1 e 56,8 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Comparando os valores obtidos nessas soluções com o valor médio nas soluções S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub> e S<sub>7</sub>, verifica-se diferença percentual em aproximadamente 72,7% para a solução S<sub>1</sub>, e de 28,0% para a solução S<sub>4</sub> (Tabela 3).

Tais diferenças podem ser explicadas pela menor concentração de nutrientes nas soluções S<sub>1</sub> e S<sub>4</sub>, que corresponde a 50% das soluções recomendadas para as culturas do meloeiro e do pepino, respectivamente, demonstrando que o maxixeiro é uma cultura exigente em nutrientes.

Para a produção do maxixeiro (PROD) verificou-se que as soluções S<sub>2</sub> e S<sub>5</sub> se destacaram em virtude de proporcionar maior rendimento e não diferiram entre si estatisticamente obtendo-se, nessas soluções, valor médio de 616,45 g planta<sup>-1</sup> enquanto o menor valor foi obtido no tratamento S<sub>4</sub>, com rendimento de 277,3 g planta<sup>-1</sup>, correspondendo à diferença percentual entre essas soluções, em cerca de 122,3%. Para os demais tratamentos não houve diferença significativa obtendo-se valor médio de 509 g planta<sup>-1</sup> (Tabela 3).

As soluções S<sub>1</sub> e S<sub>4</sub> apresentaram as menores condutividades elétricas (CE) o que indica baixa concentração de sais nessas soluções, que foram de 0,76 e 0,81 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Apesar da baixa concentração de sais, essas soluções apresentaram as quantidades mínimas exigidas para cobrir as necessidades nutricionais da cultura, de forma que o rendimento foi satisfatório. Tal comportamento pode ser atribuído a uma provável absorção maior de água, pelos frutos nesses tratamentos, visto que referidas soluções apresentaram menores valores de condutividade elétrica, de vez que, em condições de CE mais elevada na zona radicular da cultura, reduz o potencial osmótico do meio e restringe a absorção de água pelas plantas e, em contrapartida, pelos frutos.

Oliveira et al. (2008) obtiveram rendimento máximo de 469 g planta<sup>-1</sup>, valor este próximo ao obtido no presente trabalho demonstrando, assim, que as condições de cultivo utilizadas neste experimento não limitaram o potencial produtivo das plantas.

As diferentes soluções nutritivas afetaram o

desenvolvimento foliar quanto à área foliar específica (AFE), com os maiores valores sendo obtidos nas soluções S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>4</sub>, e S<sub>5</sub>, que não diferiram entre si estatisticamente, obtendo-se AFE média de 90,74 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MSF; por outro lado, os menores valores foram encontrados nas soluções S<sub>3</sub> e S<sub>6</sub>, com médias, entre essas soluções, de 73,9 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MSF, apresentando AFE menor que as demais soluções, em cerca de 22,8% (Tabela 3). Percebe-se, então, que as soluções mais concentradas (S<sub>3</sub> e S<sub>6</sub>) afetaram negativamente a AFE o que, provavelmente, pode ser explicado pela espessura do limbo foliar visto que a área foliar apresentou comportamento contrário, conforme descrito anteriormente.

Os maiores valores de razão de área foliar (RAF) foram observados nas soluções S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>4</sub> e S<sub>5</sub> obtendo-se, dentre essas soluções, RAF média de 19,6 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MSPA. Os menores valores foram obtidos nas soluções S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub> e S<sub>7</sub>, com média de 15,6 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> MSPA correspondendo à diferença de 25,9% em relação ao valor médio encontrado nas demais soluções. Pode-se verificar, daí, que os menores valores ocorreram nas plantas fertirrigadas com as soluções mais concentradas (S<sub>3</sub>, S<sub>6</sub> e S<sub>7</sub>) (Tabela 3). Esta redução na RAF, em virtude do aumento da concentração de nutrientes nas soluções, pode ter sido devida à maior eficiência das folhas em converter a energia luminosa e CO<sub>2</sub> em fotoassimilados.

Outra provável hipótese para a redução na RAF nas soluções mais concentradas pode ser em virtude do aumento na condutividade elétrica da solução nutritiva, com valores de 3,0 e 2,43 dS m<sup>-1</sup> nas soluções S<sub>3</sub> e S<sub>6</sub>, respectivamente. Redução na RAF em consequência do estresse salino também foi observada para outras culturas, como o meloeiro (Porto Filho et al., 2006) e o milho pipoca (Oliveira et al., 2011).

Avaliando a partição de fotoassimilados em função das diferentes soluções nutritivas, verificou-se maior participação para massa seca de frutos (MSFR) com 45,5%, seguida da massa seca de caule (MSC) e massa seca de folhas (MSF) e participação média de 33,6 e 20,9%, respectivamente (Tabela 3).

Esses resultados demonstram que os frutos são os principais drenos de fotoassimilados do maxixeiro. Tal padrão de distribuição de fotoassimilados é típico de espécies vegetais da família das cucurbitáceas, que apresentam maior percentual de fotoassimilados nos frutos. Esses resultados são semelhantes aos obtidos com as culturas do meloeiro (Gurgel et al., 2010;

Oliveira et al., 2009), abóbora (Carmo et al., 2011; Vidigal et al., 2007), pepino (Espínola et al., 2001), melancia (Aumonde et al., 2011) e abobrinha (Strassburger et al., 2011).

A participação da massa seca de folhas (MSF) variou de 17,6% ( $S_3$ ) a 24,9% ( $S_4$ ), com percentual médio entre os tratamentos de 20,9%. Para a massa seca de caule (MSC) houve variação de 28,7% para a solução  $S_1$  a 45,7% para a solução  $S_7$ ; já para MSFR, a maior participação ocorreu na solução  $S_5$ , com 52,1% enquanto a menor participação foi obtida na solução  $S_7$ , com 35,3%. Apesar de não ter sido feita análise estatística sobre a partição de fotoassimilados verifica-se, em termos absolutos, que as maiores participações de MSFR no maxixeiro ocorreram nas soluções correspondentes a 50% da solução nutritiva, recomendada para a cultura do meloeiro ( $S_1$ ) com 49,7%, e para 100% da recomendação para a cultura do pepino ( $S_5$ ) com 52,1% (Tabela 4).

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que fatores ambientais, como a disponibilidade de nutrientes, podem modificar a distribuição da massa seca entre as partes vegetativas e os frutos, com repercussões sobre o rendimento final da cultura, fato este relatado por Espínola et al. (2001) para a cultura do pepino.

## CONCLUSÕES

As soluções nutritivas  $S_2$  e  $S_5$ , correspondentes às soluções recomendadas para as culturas do meloeiro e pepineiro, respectivamente, podem ser recomendadas para

**Tabela 4.** Partição de massa seca no maxixeiro cultivado em substrato e fertirrigado com diferentes soluções nutritivas

**Figure 4.** Partition of the dry mass in gherkin plant cultivated substrate and fertigated with different nutritive solutions

Tratamentos	MSF	MSC	MSFR	MSPA
		(%)		g planta <sup>-1</sup>
$S_1$ – Melão 50%	21,6	28,7	49,7	42,2
$S_2$ – Melão 100%	20,8	33,8	45,4	61,6
$S_3$ – Melão 150%	20,7	35,5	43,8	73,8
$S_4$ – Pepino 50%	24,9	28,6	46,5	57,0
$S_5$ – Pepino 100%	17,6	30,3	52,1	65,2
$S_6$ – Pepino 150%	22,0	32,3	45,7	69,5
$S_7$ – Média $S_2$ e $S_5$	19,0	45,7	35,3	75,1
Médias	20,9	33,6	45,5	63,5

a cultura do maxixeiro cultivado em substrato de fibra de coco. Os frutos são os principais drenos de fotoassimilados do maxixeiro.

## LITERATURA CITADA

- Andriolo, J. L.; Jänisch, D. I.; Schmitt, O. J.; Vaz, M. A. B.; Cardoso, F. L.; Erpen, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. *Ciência Rural*, v.39, n.3, p.684-690, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v40n2/a483cr1943.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0103-84782010000200003.
- Aumonde, T. Z.; Pedó, T.; Lopes, N. F.; Moraes, D. M.; Peil, R. M. N. Partição de matéria seca em plantas do híbrido de mini melancia Smile® enxertada e não enxertada. *Revista Brasileira de Biociências*, v.9, n.3, p.387-391, 2011. <<http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewArticle/1829>>. 05 Jun. 2012.
- Carmo Filho, F.; Oliveira, O. F. Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).
- Carmo, G. A.; Oliveira, F. R. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, F. A.; Campos, M. S.; Freitas, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.5, p.512-518, 2011. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n5/v15n5a12.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S1415-43662011000500012.
- Carrijo, O. A.; Vidal, M. C.; Reis, N. V. B.; Souza, R. B.; Makishima, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.1, p.5-9, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v22n1/a01v22n1.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362004000100001.
- Castellane, P. D.; Araújo, J. A. C. Cultivo sem solo - hidroponia. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 43p.
- Charlo, H. C. O.; Oliveira, S. F.; Castoldi, R.; Vargas, P. F.; Braz, L. T.; Barbosa, J. C. Growth analysis of sweet pepper cultivated in coconut fiber in a greenhouse. *Horticultura Brasileira*, v.29, n.3, p.316-323, 2011. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v29n3/v29n3a10.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362011000300010.
- Costa, P. C.; Cañizares, K. A. L.; Goto, R. Produção de pepino de plantas enxertadas cultivadas em soluções nutritivas com diferentes teores de potássio. *Horticultura Brasileira*, v.19, n.3, p.207-209, 2001. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v19n3/v19n3a10.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362001000300010.
- Dias, N. S.; Lira, R. B.; Brito, R. F.; Sousa Neto, O. N.; Ferreira Neto, M.; Oliveira, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.755-761, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n7/a11v14n7.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S1415-43662010000700011.
- Espínola, H. N. R.; Andriolo, J. L.; Bartz, H. R. Acúmulo e repartição da matéria seca da planta de pepino tipo conserva sob três doses de nutrientes minerais. *Ciência Rural*, v.31, n.3, p.387-392, 2001. <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v31n3/a04v31n3.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0103-84782001000300004.
- Fernandes, L. A.; Alves, D. S.; Ramos, S. J.; Oliveira, F. A.; Costa, C. A.; Martins, E. R. Nutrição mineral de plantas de maxixe-do-reino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.7, p.719-722, 2005. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n7/a14v40n7.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0100-204X2005000700014.
- Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2. ed. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUN-DEPES, 2003. 437p.
- Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia



- moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 402p.
- Gomes, L. S.; Martins, C. A. S.; Nogueira, N. O.; Lopes, F. S.; Xavier, T. M. T.; Cardoso L. C. M. Efeito de diferentes valores de pH da solução nutritiva no desenvolvimento de variedades de melão. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.1, p.73-78, 2011. <[http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path\[\]=agraria\\_v6i1a922&path\[\]=856](http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path[]=agraria_v6i1a922&path[]=856)>. 05 Jun. 2012. doi:10.5039/agraria.v6i1a922.
- Gurgel, M. T.; Gheyi, H. R.; Oliveira, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, n.1, p.18-28, 2010. <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/343/402>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S1806-66902010000400001.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Censo agropecuário 2006 - Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777p.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2nd. Ed. Orlando: Academic, 2005. 889p.
- Medeiros, M. A.; Grangeiro, L. C.; Torres, S. B.; Freitas, A. V. L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, n.3, p.17-24, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a02.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0101-31222010000300002.
- Modolo, V. A. Tecnologia de produção de maxixe paulista (*Cucumis anguria* L.). Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002. 54p. Tese Doutorado.
- Modolo, V. A.; Costa, C. P. Avaliação de linhagens de maxixe paulista em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.4, p.632-634, 2003. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v21n4/19427.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362003000400011.
- Oliveira, A. P.; Oliveira, A. N. P.; Alves, A. U.; Alves, E. U.; Silva, D. F.; Santos, R. R.; Leonardo, F. A. P. Rendimento de maxixe adubado com doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v.26, n.4, p.533-536, 2008. <[www.scielo.br/pdf/hb/v26n4/v26n4a22.pdf](http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n4/v26n4a22.pdf)>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362008000400022.
- Oliveira, A. P.; Oliveira, F. J. V.; Silva, J. A.; Oliveira, A. N. P.; Santos, R. R.; Silva, D. F. Parcelamento e fontes de nitrogênio para produção de maxixe. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.2, p.218-221. 2010. <[www.scielo.br/pdf/hb/v28n2/a14v28n2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/hb/v28n2/a14v28n2.pdf)>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362010000200014.
- Oliveira, F. A.; Campos, M. S.; Oliveira, F. R. A.; Oliveira, M. K. T.; Medeiros, J. F.; Melo, T. K. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.6, n.1, p.37-45, 2011. <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1190/119018527006.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.5039/agraria.v6i1a807.
- Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Lima, C. J. G. S.; Dutra, I.; Oliveira, M. K. T.; Amâncio, M. G. Acúmulo e partição de matéria seca, nitrogênio e potássio pelo meloeiro fertirrigado. *Bioscience Journal*, v.25, n.3, p.24-31, 2009. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6905/4572>>. 05 Jun. 2012.
- Porto Filho, F. Q.; Medeiros, J. F.; Gheyi, H. R.; Matos, J. A.; Souza, E. R.; Sousa Neto, E. R. Crescimento do meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. *Horticultura Brasileira*, v.24, n.3, p.334-341, 2006. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v24n3/13.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362006000300013.
- Silva, G. F.; Fontes, P. C. R.; Lima, L. P. F.; Araújo, T. A.; Silva, L. F. Aspectos morfoanatômicos de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) sob omissão de nutrientes. *Revista Verde*, v.6, n.2, p.13-20, 2011. [http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/632/pdf\\_127](http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/632/pdf_127). 05 Jun. 2012.
- Strassburger, A. S.; Peil, R. M. N.; Fonseca, L. A.; Aumonde, T. Z.; Crescimento e produtividade da abobrinha italiana: efeito da concentração iônica da solução nutritiva. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, n.2, p.553-564, 2011. <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4226>>. 05 Jun. 2012. doi:10.5433/1679-0359.2011v32n2p553.
- Vidigal, S. M.; Pacheco, D. D.; Facion, C. E. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.3, p.375-380, 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n3/a11v25n3.pdf>>. 05 Jun. 2012. doi:10.1590/S0102-05362007000300011.