

## PRODUTIVIDADE DA ÁGUA E ÍNDICE DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA DA COUVE-FLOR SOB VAZÕES DE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALOBRAS

Adiel Felipe da Silva Cruz<sup>1</sup>, Gerônimo Ferreira da Silva<sup>2</sup>, Hammady Ramalho e Soares<sup>3</sup>, Ênio Farias de França e Silva<sup>2</sup>, Ruana Iris Fernandes Cruz<sup>4</sup>, José Amilton Santos Júnior<sup>2</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho foi desenvolvido objetivando-se avaliar a produtividade da água e o índice de produção da biomassa seca da parte aérea de plantas de couve-flor (*Brassica oleracea* L.) cultivar “Piracicaba Precoce”, cultivada em sistema hidropônico NFT, avaliando-se o uso de águas salobras (CE = 0,2; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>) no preparo da solução nutritiva e duas vazões de aplicação desta solução (1,5 e 2,5 L min<sup>-1</sup>). O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE (8° 01’ 05” de latitude Sul e 34° 5’ 48” de longitude Oeste, e altitude média de 6,5 m). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2, com quatro repetições. Embora a salinidade tenha ocasionado danos a planta, mesmo utilizando-se águas de até 5,5 dS m<sup>-1</sup>, a produtividade do uso da água salobra foi superior a 15,20 g L<sup>-1</sup>. Para o índice de produção de massa seca da parte aérea, a aplicação da menor vazão, 1,5 L min<sup>-1</sup> favoreceu a produção de biomassa seca de plantas de couve flor, cv. “Piracicaba Precoce” com exceção das salinidades 0,2 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> que não apresentaram diferença entre as duas vazões.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Brassica oleracea*, cultivo sem solo, salinidade.

## WATER PRODUCTIVITY AND THE BIOMASS PRODUCTION INDEX UNDER BRACKISH NUTRITIVE SOLUTION FLOW RATES

**ABSTRACT:** This study was developed aiming to evaluate water productivity and the shoot dry biomass production index in cauliflower plants (*Brassica oleracea* L.) cultivar “Piracicaba

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, UFRPE, CEP 52171-900, Recife, PE. Fone: (81) 33206279. e-mail: adiel.cruz@agronomo.eng.br.

<sup>2</sup> Professores Doutores, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>4</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

Precoce” in a NFT hydroponic system under the use of brackish water (CE = 0.2; 1.5; 2.5; 3.5; 4.5 and 5.5 dS m<sup>-1</sup>) in the preparation of nutritive solution and two application flow rates (1.5 and 2.5 L min<sup>-1</sup>). This study was carried out in a protected environment at the Federal Rural University of Pernambuco, Recife – PE (8° 01’ 05” South and 34° 5’ 48” East, and altitude of 6.5 m). The experimental design used was a completely randomized design in a factorial scheme 6x2 with four replicates. Although salinity has caused damage to the plants, even by using brackish waters up to 5.5 dS m<sup>-1</sup>, water productivity was higher than 15.20 g L<sup>-1</sup>. Regarding to the shoot dry biomass production index, the lowest flow rate (2.5 L min<sup>-1</sup>) favored it except for the salinity levels of 0.2 and 1.5 dS m<sup>-1</sup> that did not present difference between the two flow rates.

**KEYWORDS:** *Brassica oleracea*, soilless cultivation, salinity.

## INTRODUÇÃO

Dentre os principais infortúnios do uso das águas salobras na produção agrícola menciona-se o aumento da demanda energética para absorção de água, que induz a diminuição do consumo alterando a produtividade da água em processos que implicam na redução da assimilação de carbono (Bosco et al., 2009).

No caso específico das hortaliças folhosas o uso do cultivo sem solo tem agregado algumas vantagens (Hossain & Nonami, 2012; Paulus et al., 2012; Soares et al., 2013), especialmente quando se arrola águas salobras no processo produtivo, conforme já verificado para a rúcula (Silva et al., 2013) e para o coentro (Rebouças et al., 2013).

No entanto, mesmo na ausência do solo e no conseqüente reordenamento da questão energética (Santos Júnior et al., 2016) que pode, inclusive, favorecer a absorção hídrica, estudos sobre situações de manejo da solução nutritiva, como o ajuste de vazão de aplicação, cuja recomendação para hortaliças folhosas está na faixa de 1,2 a 2,0 L min<sup>-1</sup> (Helbel Júnior et al., 2007), são importantes tanto para majorar questões técnicas quanto para reduzir custos.

Em condições salinas, vale ressaltar que o ajuste da vazão de aplicação de soluções nutritivas salobras, especialmente em sistemas como o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes), pode afetar aspectos como o consumo e a produtividade da água, a absorção de nutrientes e a oxigenação da solução nutritiva, dentre outros, ou seja, parâmetros que influenciam diretamente a produção das culturas (Genúncio et al., 2011).

Dito isso, e posta a relevância do cultivo de hortaliças folhosas para o semiárido brasileiro, a exemplo da couve flor, que é moderadamente tolerante a salinidade (Giuffrida et al., 2016), com importância econômica (May et al., 2007) ratificada pelos seus mais diversos usos (Azevedo et al., 2014), o presente trabalho foi desenvolvido buscando avaliar a produtividade da água e o índice de produção da biomassa da parte aérea da couve flor, em plantas expostas a soluções nutritivas salobras aplicadas com diferentes vazões.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife-PE (08° 01' 05" de latitude sul, 34° 56' 48" de longitude oeste e altitude média de 6,5 m). A couve flor cv. "Piracicaba Precoce" foi cultivada em sistema hidropônico do tipo NFT (Nutrient Film Technique).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, analisado em esquema fatorial 6x2, com quatro repetições, totalizando quarenta e oito unidades experimentais. Os tratamentos consistiram no uso de águas salobras (CE = 0,2; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>) no preparo das soluções nutritivas, que foram aplicadas em duas vazões (1,5 e 2,5 L min<sup>-1</sup>).

As águas salobras foram obtidas por meio da solubilização de NaCl em água de abastecimento público da UFRPE (CEa = 0,2 dS m<sup>-1</sup>). Essas águas foram utilizadas para o preparo da solução nutritiva e para a reposição da lâmina evapotranspirada nos respectivos tratamentos.

Após o preparo das águas salobras solubilizou-se o quantitativo de fertilizantes proposto por Furlani (1998), sendo utilizados os seguintes fertilizantes: nitrato de cálcio, nitrato de potássio, fosfato monoamônico (MAP), sulfato de magnésio, sulfato de cobre, sulfato de zinco, sulfato de manganês, ácido bórico, molibdato de sódio e Fe-EDTA-13%. Após a homogeneização da solução nutritiva, a condutividade elétrica inicial da solução nutritiva (CESol) por tratamento foi: 1,5, 2,5, 3,5, 4,5, 5,5 e 6,5 dS m<sup>-1</sup>.

O manejo da solução nutritiva adotado foi do tipo fechado, com recirculação de água e nutrientes. Cada parcela dispôs de um reservatório individual de 50 L por calha, equipado com boia e interligado a estruturas individuais de PVC que liberavam, à razão da oscilação da

boia, a respectiva água salobra, conforme tratamentos, para a reposição do volume evapotranspirado pelas plantas da calha.

Em cada parcela utilizou-se perfil hidropônico independente de 3 m de comprimento, com espaçamento de 0,50 m entre as plantas e 0,60 m entre perfis trapezoidais de 150 mm. A altura média de instalação dos perfis em relação ao solo foi de 1,0 m tendo-se adotado uma inclinação de 5%. Cada parcela ainda dispôs de uma eletrobomba de circulação de 220 V, com potência de 32 W.

O depósito de água de abastecimento foi equipado com régua graduada, fixada junto a uma mangueira transparente, ou seja, o volume evapotranspirado pelas plantas da calha foi calculado conforme a equação (1):

$$V_{ETc} = [(Lf-Li) * \pi * D^2] / (4 * n * \Delta T) \quad (1)$$

Em que,

$V_{ETc}$  - volume evapotranspirado, em  $m^3 \text{ planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ;

Lf - leitura final do nível da água no depósito, m;

Li - leitura inicial do nível da água no depósito, m;

D - diâmetro interno do reservatório, m;

$\Delta T$  - intervalo de tempo entre as leituras, dias;

n - número de plantas no perfil no intervalo de tempo  $\Delta T$ .

Houve substituição da solução nutritiva sempre que a CESol do tratamento controle atingiu valor inferior a  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ .

O semeio foi efetuado em bandejas de isopor com 128 células, as quais foram preenchidas com fibra de coco, tendo sido alocadas duas sementes por célula. Aos 30 dias após a semeadura (DAS), realizou-se o transplante para as unidades experimentais e iniciou-se a aplicação dos tratamentos.

Aos 79 DAS determinou-se a produtividade da água da biomassa fresca e seca da parte aérea, para tanto, calculou-se a relação entre biomassa fresca e biomassa seca da última colheita e o consumo hídrico total, conforme equação de Silva et al. (2012) e Jabro et al. (2012):

$$PA\text{-}BMFPA = (BMFPA/CHT) * 100 \quad (2)$$

$$PA\text{-}BMSPA = (BMSPA/CHT) * 100 \quad (3)$$

Em que,

PA-BMFPA - Produtividade da água na biomassa fresca da parte aérea ( $\text{g L}^{-1}$ );

PA-BMSPA - Produtividade da água na biomassa seca da parte aérea ( $\text{g L}^{-1}$ );

BMFPA - Biomassa fresca da parte aérea (g);

BMSPA - Biomassa seca da parte aérea (g);

CHT - Consumo hídrico por planta ( $\text{L pl}^{-1}$ ).

Também foi determinado o índice de produção de biomassa da parte aérea, através da relação entre a biomassa seca da parte aérea e a biomassa seca da planta, conforme metodologia de Magalhães (1979):

$$\text{IPBMA} = \text{BMSPA} / \text{BMSP} \quad (4)$$

Em que,

IPBMPA – Índice de produção de biomassa da parte aérea;

BMSPA – Biomassa seca da parte aérea (g);

BMSP – Biomassa seca da planta (g).

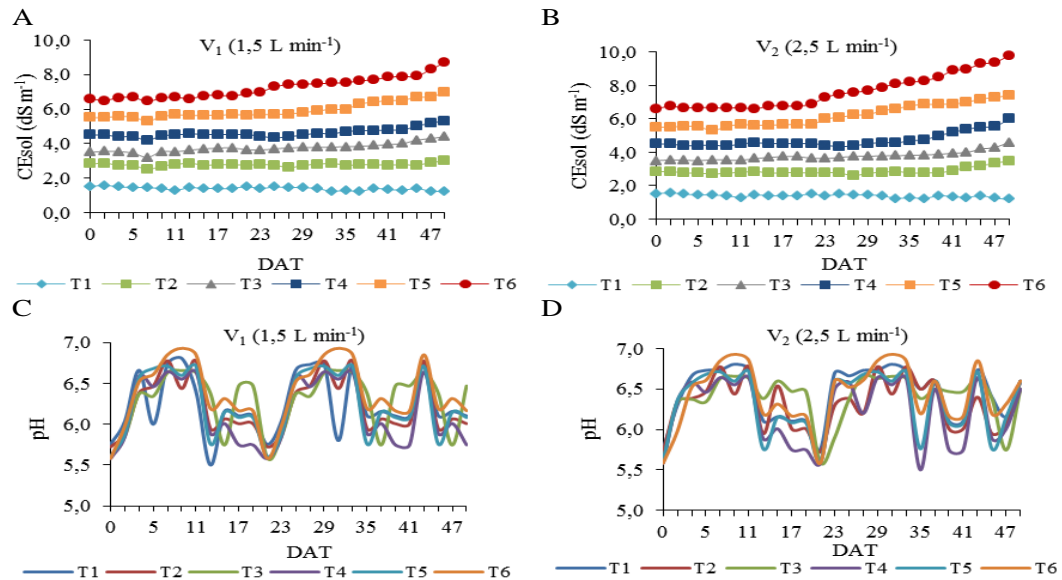
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando constatado significância comparou-se os níveis de condutividade elétrica da água, mediante análise de regressão e as vazões, por teste de médias (Tukey). Todas as análises foram efetuadas em nível de 0,05 de probabilidade com auxílio de um software estatístico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independente da vazão de aplicação houve tendência de aumento da CEsol, nos níveis de 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 e 6,5  $\text{dS m}^{-1}$ , ao longo do ciclo (Figura 1A e 1B). Este incremento da CEsol pode ser atribuído ao acúmulo de sais provenientes das águas salobras utilizadas na reposição da lâmina evapotranspirada, bem como da menor absorção de nutrientes nestes tratamentos.

Por outro lado, sob 1,5  $\text{dS m}^{-1}$ , cuja reposição foi efetuada com água de 0,5  $\text{dS m}^{-1}$ , em ambas as vazões, verificou-se tendência de decréscimo (Figura 1A e 1B). Não obstante, Lira et al. (2015) e Soares et al. (2015) também verificaram em suas pesquisas tendência de

redução da CEsol ao utilizarem água de abastecimento para repor a lâmina evapotranspirada pelas culturas estudadas.



**Figura 1.** Valores médios de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) e de pH ao longo do ciclo de cultivo, nas vazões de  $1,5 \text{ L min}^{-1}$  (Figuras 1A e 1C, respectivamente) e de  $2,5 \text{ L min}^{-1}$  (Figuras 1B e 1D, respectivamente)

Os valores de pH da solução nutritiva (Figuras 1C e 1D), independentemente da vazão de aplicação desta solução, mantiveram-se na faixa em que a maioria dos nutrientes são disponibilizados adequadamente às plantas, já que variações de pH na faixa de 4,5 a 7,5 não afetam o desenvolvimento das plantas em sistemas hidropônicos, no entanto, em situações de acidez inferior a 4,0 poderá prejudicar a membrana das células, por outro lado, situações de alcalinidade acima de 8,0 poderá ocorrer deficiência de nutrientes (Furlani et al., 1999).

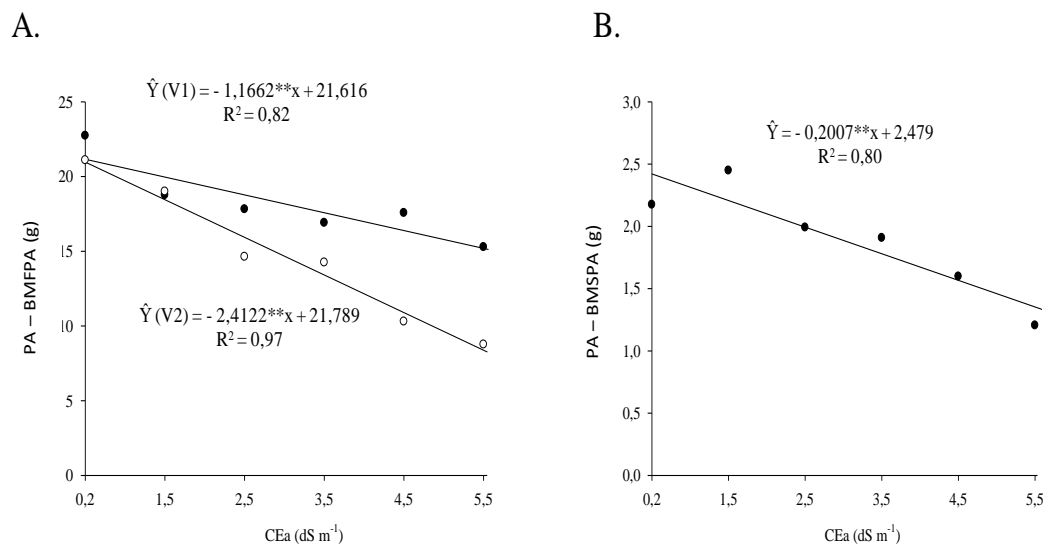
Na Tabela 1 observa-se o resumo da análise de variância para o experimento. O aumento da vazão ( $2,5 \text{ L min}^{-1}$ ) não mitigou o dano salino sobre a PA-BMFPA, inclusive, foi reduzida em  $2,41 \text{ g L}^{-1}$  por  $\text{dS m}^{-1}$  incrementado, ou seja, para fins de comparação, quando se utilizou uma vazão menor ( $1,5 \text{ L min}^{-1}$ ) esta redução ocorreu à razão de  $1,16 \text{ g L}^{-1}$ .

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para produtividade da água da biomassa fresca (PA-BMFPA) e seca (PA-BMSPA) da parte aérea e do índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBMPA) para a cultura da couve-flor cv. “Piracicaba Precoce” exposta a soluções nutritivas salobras aplicadas em diferentes vazões

| Teste F    |           |                      |                      |
|------------|-----------|----------------------|----------------------|
| F.V        | PA-BMFPA  | PA-BMSPA             | IPBMPA               |
| CE         | 31,0693** | 22,5813**            | 14,9575**            |
| Vazão      | 45,7194** | 3,6577 <sup>ns</sup> | 19,2086**            |
| CE x Vazão | 5,1667**  | 0,9884 <sup>ns</sup> | 0,2505 <sup>ns</sup> |
| CV (%)     | 10,9      | 13,8                 | 3,62                 |

\*\* : significativo (P<0,01); \* : significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

Vale registrar, no entanto, que sob a CE de 0,2 e 1,5 dS m<sup>-1</sup>, não houve diferença (p>0,05) entre as vazões, sendo notado a tendência de aumento na diferença entre a PA-BMFPA das plantas com o aumento da vazão de aplicação das soluções nutritivas salobras (Figura 2A).

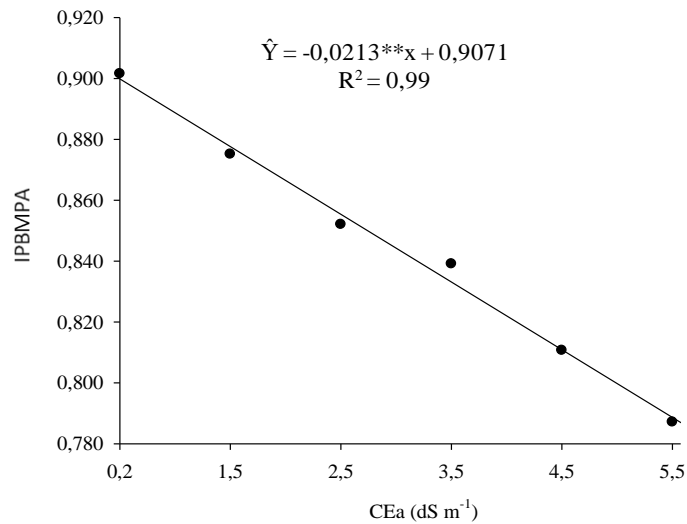


**Figura 2.** Produtividade da água na biomassa fresca (A) e seca (B) da parte aérea de plantas de couve flor cv. “Piracicaba Precoce” expostas a soluções nutritivas salobras aplicadas em diferentes vazões

A relação entre a quantidade de água requerida por grama de massa seca da parte aérea produzida pela couve flor também foi reduzida (p<0,01), neste caso, à razão de 0,20 g L<sup>-1</sup> por dS m<sup>-1</sup> incrementado (Figura 2B). Em trabalhos que envolveram o uso de soluções nutritivas salobras, Santos Júnior et al. (2013) para o girassol e Silva et al. (2012) para a rúcula, também verificaram reduções para essa produtividade com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva.

Para IPBMPA (Figura 3), observou-se que relação entre a massa seca da parte aérea e a total diminuiu a razão de 0,021 por dS m<sup>-1</sup> incrementado, ou seja, o incremento da CE além de diminuir a massa seca total da planta, conforme também já verificado em outras hortaliças

folhosas (Santos Júnior et al., 2016; Silva et al., 2013; Rebouças et al., 2013), reduziu a proporção da massa seca da parte aérea, produto de interesse comercial, em relação ao total.



**Figura 3.** Índice de produção de biomassa seca da parte aérea de couve flor cv. “Piracicaba Precoce” expostas a soluções nutritivas salobras aplicadas em diferentes vazões

## CONCLUSÕES

Embora o aumento da condutividade elétrica tenha ocasionado dano a produtividade da água, mesmo utilizando-se águas de até 5,5 dS m<sup>-1</sup>, a produtividade da água mínima foi de 15,20 g L<sup>-1</sup>. Com relação ao índice de produção de massa seca da parte aérea, a menor vazão, 1,5 L min<sup>-1</sup>, na aplicação de soluções nutritivas salobras, favoreceu a produção de biomassa seca plantas de couve flor, cv. “Piracicaba Precoce” com exceção das salinidades 0,2 e 1,5 dS m<sup>-1</sup> que não apresentaram diferença entre as duas vazões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO AM; ANDRADE JÚNIOR VC; FERNANDES JSC; PEDROSA CE; VALADARES NR; FERREIRA MAM; MARTINS RAV. Divergência genética e importância de caracteres morfológicos em genótipos de couve. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p.48-54, 2014.



BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B. O.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. de. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, v.56, n.3, p.296-302, 2009.

FURLANI, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.2, n.481, p.777-778, 1999.

FURLANI, P. R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, n.168, p.30, 1998. 1 ed.

GENÚNCIO, G. da C.; SILVA, R. A. C.; SÁ, N. M. e; MARY, W.; ZONTA, E. Produtividade de rúcula hidropônica cultivada em diferentes épocas e vazões de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.4, p.605-608, 2011.

GIUFFRIDA, F.; CASSANITI, C.; MALVUCCIO, A.; LEONARDI, C. Effects of salt stress imposed during two growth phases on cauliflower production and quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.97, n.5, p.1552-1560, 2016.

HELBEL JÚNIOR C.; REZENDE R.; SANTOS S. H.; FREITAS P. S. L.; AZEVEDO T. L. F.; FRIZZONE J. A. Soluções nutritivas, vazões e qualidade de alface hidropônica **Acta Scientiarum Agronomy**, v.29, n.2, p.291-295, 2007.

HOSSAIN, M. M.; NONAMI, H. Effect of salt stress on physiological response of tomato fruit grown in hydroponic culture system. **Horticultural Science**, v.39, n.1, p.26-32, 2012.

JABRO, J. D.; IVERSEN, W. M.; EVANS, R. G.; STEVENS, W. B. Water use productivity of sugarbeet, malt barley, and potato as affected by irrigation frequency. **Agronomy Journal**, v.104, n.6, p.1510-1516, 2012.

LIRA, R. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Production, water consumption and nutriente contente of Chinese cabbage grown hydroponiacally in brackish water. **Revista ciência agrônômica**, v.46, n.3, p.497-505, 2015.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: Ferri, M.G. 1. ed. Fisiologia vegetal. São Paulo: Universidade de São Paulo, v.1, p.331-350, 1979.

MAY, A.; TIVELLI, S. W.; VARGAS, P. F.; SAMRA, A. G.; SACCONI, L. V.; PINHEIRO, M. Q. A cultura da couve-flor. **BOLETIM TÉCNICO IAC**, Campinas, n.200, p.37, 2007.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v.59, n.1, p.110-117, 2012.

REBOUÇAS, J. R. L.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. da S.; SOUZA NETO, O. N. de; DINIZ, A. A.; LIRA, R. B. de. Cultivo hidropônico de coentro com uso de rejeito salino. **Irriga**, v.18, n.4, p.624-634, 2013.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; FRANCILINO, A. H.; PEREZ-MARIN, A. M. Crescimento de girassóis ornamentais sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Irriga**, v.21, n.3, p.591-604, 2016.

SANTOS JUNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; FILHO, D. G., SOUARES, F. A. L.; DIAS, N. da S. Efficiency, of water use in sunflower grown in hydroponic system under saline stress. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.4, p.718-729, 2013.

SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. de F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE. **Irriga**, v.17, n.1, p.114-125, 2012.

SILVA, F. V.; DUARTE, S. N.; LIMA, C. J. G. S.; DIAS, N. S.; SANTOS, R. S. S.; MEDEIROS, P. R. F. M. Cultivo hidropônico de rúcula utilizando solução nutritiva salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.476-482, 2013.

SOARES, H. R.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SANTOS, A. N. Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system using brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.7, p.636–642, 2015.

SOARES, T. M.; ALMEIDA, C. D. G. C.; FRIZZONE, J. A.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N. Economic risk analysis of tomato irrigation using desalinated water by reverse osmosis. **Irrigation and Drainage**, v.62, n.5, p.658-665, 2013.