

PRODUÇÃO DE RÚCULA EM SISTEMA HIDROPÔNICO NFT USANDO ÁGUAS SALOBRAS NAS CONDIÇÕES SEMI-ÁRIDAS DE IBIMIRIM - PE

David James Rodrigues da Silva¹; Alessandro Oliveira da Silva²; Alexandre Nascimento dos Santos³; Maria Augusta Amorim Bione⁴; Tales Miler Soares⁵; Enio Farias de Franca e Silva⁶

RESUMO --- O objetivo do presente trabalho foi avaliar o aproveitamento de águas salobras para o cultivo hidropônico da rúcula. A pesquisa foi conduzida em casa-de-vegetação nas condições semi-áridas do Município de Ibimirim em Pernambuco. Seis níveis de salinidade da água (CEa: 1,2; 2,2; 3,2; 4,2; 5,2 dS m⁻¹) foram testados. Também foram avaliadas duas fontes de salinidade da água usada no preparo da solução nutritiva: águas artificialmente salinizadas com NaCl e águas naturalmente salobras de origem subterrânea (AS), obtidas de um poço tubular profundo e misturadas com o rejeito de sua dessalinização (osmose reversa). Água dessalinizada foi empregada para reposição das perdas por evapotranspiração (ETc). Não foram registradas diferenças entre as fontes de salinidade sobre o crescimento da rúcula. Por outro lado, o aumento da salinidade da água produziu um efeito negativo sobre a produção e a qualidade do produto. Sintomas de clorose e queima foliar foram verificados.

PRODUCTION OF ROCKET IN NFT HYDROPONIC SYSTEM USING BRACKISH WATERS UNDER THE SEMI ARID CONDITIONS OF IBIMIRIM (PERNAMBUCO STATE, BRAZIL)

ABSTRACT --- The objective of the present work was to evaluate the utilization of brackish waters for hydroponic production of rocket plants. The investigation was carried out inside a greenhouse under the semi-arid conditions of Ibimirim City in Pernambuco State (Brazil). Six levels of water salinity (CEa: 1.2; 2.2; 3.2; 4.2; 5.2 dS m⁻¹) were studied. Two salinity sources were also evaluated for nutrient solution preparation: waters artificially salinized with NaCl and brackish groundwaters (AS), obtained from a deep tubular well and mixed with the reject of its desalination (reverse osmosis). Desalinated water was used to restore the evapotranspiration (ETc) losses. Differences between the salinity sources on rocket growth were not registered. On the other hand, the increase of water salinity produced a negative effect on yield and quality of rocket plants. Symptoms of chlorosis and burning of leaf edges were observed.

Palavras-Chave: Água Subterrânea; Salinidade; Osmose Reversa

¹ Graduando da UFRPE. Departamento de Tecnologia Rural, Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos. CEP 52171-900, Recife, PE. Fone: (81) 3320-6279. E-mail: david_james@ig.com.br

² Graduando da UFRPE. E-mail: alexsandro_oliveira01@hotmail.com

³ Mestrando da UFRPE. E-mail: alexandrens14@yahoo.com.br

⁴ Graduanda da UFRPE. E-mail: guga_agm@hotmail.com

⁵ Bolsista DCR/FACEPE. UFRPE. E-mail: talesmiler@gmail.com

⁶ Professor Adjunto da UFRPE. E-mail: enio.silva@dtr.ufrpe.br

1 INTRODUÇÃO

Apesar da escassez de águas superficiais na Região Nordeste do Brasil, tem-se nessa região importantes reservas subterrâneas que poderiam ser racionalmente exploradas para dessedentação e em atividades econômicas. Por outro lado, no contexto do Semi Árido, o aproveitamento das águas subterrâneas, para mitigar a vulnerabilidade de milhares de famílias às estiagens prolongadas, passa pela superação de duas restrições: as baixas vazões dos poços perfurados e a predominância de águas salobras (AUDRY e SUASSUNA, 2005; REBOUÇAS, 1999).

Para uso agrícola, o aproveitamento dessas águas salobras somente se justifica se houver drenagem natural ou sistema artificial de drenos, para se manter controlado o nível de sais no solo, evitando sua salinização. Considerando a ocorrência de solos rasos no Semi-Árido, com fraca drenagem natural, a drenagem artificial torna-se compulsória. Mas, frequentemente, os investimentos são proibitivos aos agricultores (AYERS e WESTCOT, 1999; MENDES, 1986; SOARES, 2007).

Nesse cenário, uma tecnologia como a hidroponia pode ser apropriada à exploração das águas subterrâneas locais. Essa técnica permite maior eficiência do uso da água, podendo garantir o uso intensivo a partir de poços com baixas vazões. Além disso, sistemas de hidroponia do tipo circulante operam combinando características de sistemas de irrigação e drenagem, possibilitando a recuperação do efluente final do processo produtivo e, por conseguinte, a redução do risco de impacto ambiental (SOARES, 2007; SANTOS, 2009).

Uma das principais hortaliças folhosas produzidas em hidroponia no Brasil é a rúcula (*Eruca sativa*) (EMBRAPA, 2008). Essa cultura tem ciclo curto (30 a 35 dias) e apresenta rico valor nutricional, com elevados valores de vitaminas A e C, além de ser rica em ferro (FILGUEIRA, 2000).

A despeito de sua importância econômica, poucos trabalhos envolvendo o cultivo da rúcula são disponíveis na literatura especializada. Num dos poucos estudos, Silva et al. (2006) determinaram a tolerância da rúcula à salinidade em solo, com textura franco-arenosa e acondicionado em vasos plásticos de 0,6 L, com águas salinizadas artificialmente. A rúcula foi classificada nesse trabalho como moderadamente sensível à salinidade, com salinidade limiar de 2,1 dS m⁻¹.

A localidade escolhida para a realização do experimento foi o Distrito de Poço do Boi localizado no município de Ibimirim, semi-árido de Pernambucano, sendo essa localidade abastecida por água subterrânea salobra que é tratada com um dessalinizador por osmose reversa, cujo rejeito é inadequadamente descartado.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção da cultura da rúcula produzida sob diferentes níveis de salinidade em sistema hidropônico NFT nas condições semi-áridas de Ibirimir (Pernambuco).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido no município de Ibirimir-PE, na bacia hidrográfica do Rio Moxotó, que está situada em sua maior parte no Estado de Pernambuco e se estende na sua porção sudeste no Estado de Alagoas até o Rio São Francisco. Localiza-se entre as latitudes 7°52'21" N e 9°19'03" S e longitudes de 36°57'49" e 38°14'41" W. A parte pernambucana constitui a Unidade de Planejamento Hídrico UP8, segundo plano de Recursos Hídricos de Pernambuco – PERH-PE (1998).

A unidade piloto de reuso de rejeitos de dessalinizadores foi instalada na localidade de Poço do Boi, zona rural do município de Ibirimir-PE, nas coordenadas geográficas de 08°25'25" S e 37°36'23" W. O poço a ser utilizado é tubular com 54 metros de profundidade e vazão de 1500 L/h, sendo equipado com moto-bomba trifásica submersa. A água apresenta sólidos totais dissolvidos correspondentes a 1000mg/L.

O experimento foi realizado em casa de vegetação comercial, com cobertura em arco, apresentando as seguintes dimensões: 7,0 m de largura e 24,0 m de comprimento e 4,5 m de pé direito nas laterais e 5,5 m no vão central. As paredes laterais e frontais foram confeccionadas com telas, possuindo um rodapé de 20 cm em concreto armado. A cobertura consiste de manta de polietileno de baixa densidade, transparente, com 0,10mm de espessura, tratada contra a ação de raios ultravioletas (Figura 1).



(a)

(b)

Figura 1 . Vista externa (a) e vista interna (b) da casa-de-vegetação.

O chão da casa-de-vegetação foi coberto com manta geotêxtil cinza, visando aumentar a vida útil das eletrobombas e melhorar as condições fitossanitárias.

Foi construída uma estrutura de hidroponia composta por 48 parcelas. Cada parcela representa um sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) (RODRIGUES 2002) independente, constituindo-se de: um reservatório plástico com capacidade para 60 litros de solução nutritiva; uma eletrobomba de circulação da Invensys 220 V, com potência de 32 W (Figura 2); e um perfil hidropônico feito em polipropileno com aditivo anti-ultravioleta, de tamanho médio, diâmetro comercial de 75 mm, comprimento de 2,8m e orifícios de 2,5 cm de raio espaçados de 30 cm. Na estrutura hidropônica, os perfis foram instalados a uma altura média de 0,85m, possuindo quatro pontos de apoio e uma inclinação de 3,3% (Figura 3).



(a)

(b)

Figura 2 . Eletrobomba (a) e detalhe da sua fixação às bancadas (b)



Figura 3 . Perfis apoiados em quatro pontos de sustentação e inclinados em 3%

Uma tubulação de PVC conduz a solução nutritiva bombeada do reservatório até a parte mais alta da bancada, de onde a solução é injetada no perfil hidropônico. A solução injetada percorre o

perfil em declive, sendo a gravidade a única força motriz. A diferença de nível entre a eletrobomba e o sistema injetor é de 0,76m. A eletro-bomba de circulação funciona apenas 'afogada', sendo sua vazão dependente da altura de recalque requerida e também da lâmina mantida no reservatório (Figura 4).

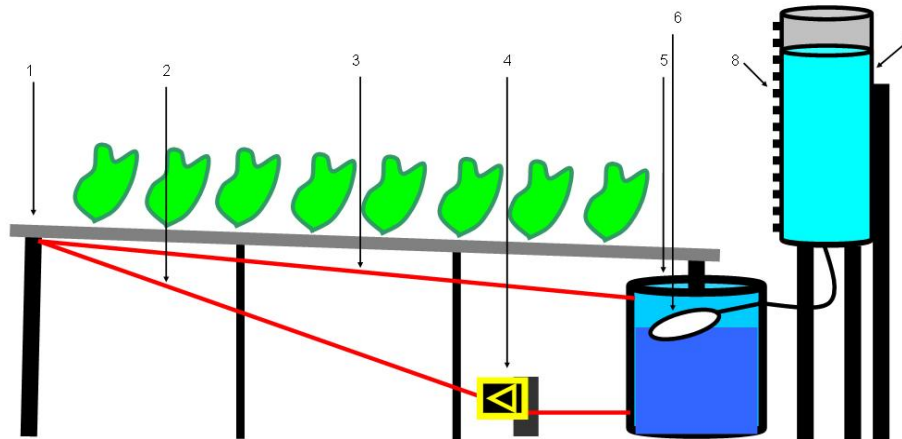


Figura 4 . Desenho do perfil hidropônico dotado de reservatório de abastecimento automático. Legenda da figura: 1 – perfil hidropônico; 2 – tubo PVC condutor da solução até o sistema injetor; 3 – tubo PVC condutor da solução não injetada até o reservatório; 4 – eletro bomba de circulação; 5 – reservatório de solução nutritiva; 6 – torneira-bóia; 7 – sistema de abastecimento automático; 8 – mangueira transparente graduada.

As parcelas foram montadas duas a duas sobre traves de madeira, ficando os perfis espaçados em 0,70 m. Entre os pares de parcelas, foi deixado um corredor de 1,0 m de largura para facilitar o trânsito e a operacionalidade (Figura 3). A largura do corredor e o espaçamento entre os perfis foram também projetados para evitar a competição entre plantas pertencentes a tratamentos distintos. Não foram utilizados perfis como bordadura.

Os reservatórios de solução nutritiva foram apoiados em tábuas à mesma cota (Figura 2b), visando evitar a influência do desnível do terreno sobre a vazão das eletrobombas.

O sistema injetor foi composto por um emissor que sai da tubulação e se prolonga por mangueira flexível até o perfil hidropônico (Figura 5), apresentando vazão média de 1,3 L por minuto. O excedente não injetado no perfil voltava ao reservatório mediante tubulação de PVC, em cuja extremidade se conectou um joelho de 90° visando favorecer a aeração da solução nutritiva (Figura 6).



Figura 5 . Sistema injetor de solução nutritiva.



Figura 6 . Aeração da solução nutritiva

Também foram montados sistemas de abastecimentos automáticos individualizados para cada parcela e construídos com tubulações de PVC de seção contínua e diâmetro de 150 mm. Este tipo de sistema permite a saída automática de água para reservatório de solução nutritiva mediante uma torneira-bóia, possibilitando a manutenção do volume contido naquele. O depósito de abastecimento foi dotado de uma régua graduada, fixada junto a uma mangueira transparente, o que permitiu o cálculo do volume evapotranspirado por planta num dado período.

A rede elétrica foi dimensionada para operar todas as 48 parcelas simultaneamente. No painel de controle foi montado um contactor, seis disjuntores e um temporizador digital (programável para até 720 eventos). Quatro disjuntores alimentam as 48 eletrobombas de circulação das parcelas. Cada disjuntor energizava uma linha (fios de 2,5 mm), a qual acionava um grupo de 12 eletro-bomba mediante derivações de linha de 1,5 mm providas com terminais tipo fêmea. O temporizador

programável em intervalos mínimos de até 1 minuto, foi efetivada uma programação para acionar o sistema de 15 em 15 minutos durante o dia e de hora em hora à noite.

O cultivo da rúcula foi iniciado no dia 07/01/2009 com a semeadura em placas de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm) (Figura 7). Sementes de rúcula foram semeadas em orifícios circulares. Antes da perfuração dos orifícios circulares, as placas de espuma fenólica foram lavadas abundantemente com água corrente para isentar o meio de substâncias contaminantes. Após a semeadura, as placas foram mantidas em ambiente escuro por cerca de 36 horas. Após este período, as placas foram transferidas para a casa-de-vegetação e as células da espuma foram individualizadas e colocadas no berçário. Até a primeira semana, as mudas foram irrigadas apenas com água doce (0,12 ds/m). A partir desse período passaram a ser irrigadas com solução nutritiva não diluída (FURLANI, 1998).

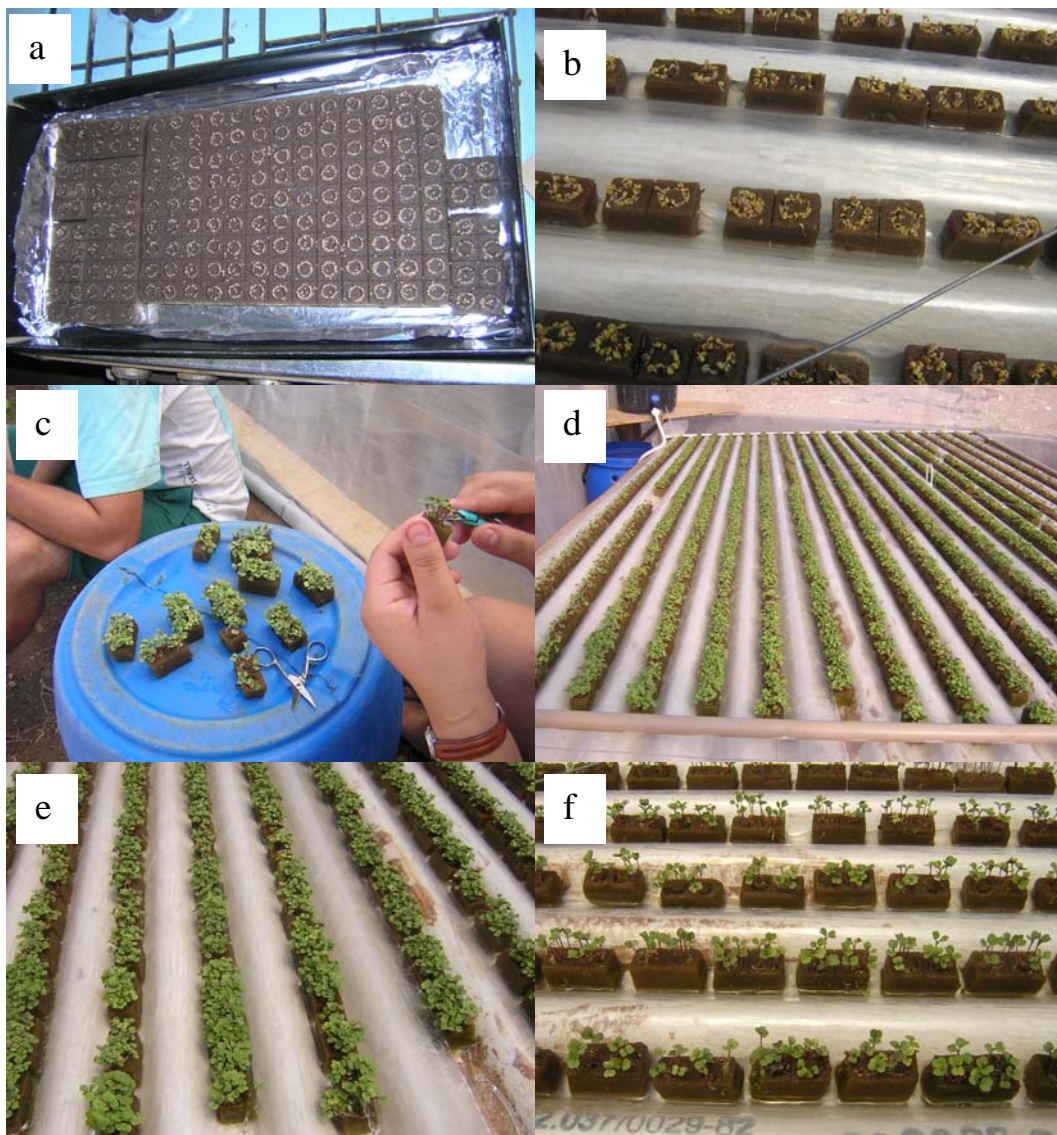


Figura 7. Sequência da produção de mudas de rúcula, com detalhe da semeadura (a), germinação (b), crescimento inicial (c), raleio (d) e estabelecimento das plântulas no berçário (e, f).

O berçário foi constituído de uma bancada em madeira, com telhas onduladas de fibrocimento, revestidas com telhas plásticas transparente. A bancada tinha inclinação de 3 % e foi abastecida por um reservatório de 60 L, de onde uma eletro-bomba de circulação bombeava solução nutritiva até uma tubulação de PVC perfurada, a qual injetava a solução nutritiva na parte mais alta da bancada, que retornava ao reservatório unicamente pela força da gravidade.

Cultivo

Diariamente após homogeneização da solução nutritiva reservada foram realizadas leituras de temperatura, pH e CE. O pH da solução foi ajustado mediante adição de KOH 1N ou HNO₃ 1N visando mantê-lo na faixa de 5,5 a 6,5. Apesar da capacidade para 60 L, o reservatório de solução nutritiva, mediante a torneira-bóia, reservava cerca de 45L, correspondentes a uma disponibilidade de aproximadamente 4,5 L por planta. Teixeira (1996) indica empregar de 1,5 a 2,0L por planta, enquanto Furlani (1999) indica um limite mínimo de 0,5 a 1L. Optou-se por usar 4,5L por planta para garantir a vazão mínima necessária os canais, que é dependente da altura de água armazenada, e evitar o aquecimento da solução que seria obtido com menores volumes.

As mudas de rúcula foram transplantadas para os perfis em 24/01/2009 (Figura 8), das 16:00 h às 18:00 h. Foram transplantadas 10 mudas por cada orifício do perfil hidropônico, correspondendo a 100 plantas por parcela. Dessas plantas, as duas da extremidade foram consideradas bordadura. As mudas transplantadas foram previamente selecionadas de acordo com o tamanho e o vigor.



Figura 8 . Visão geral da casa de vegetação (8DAT).

Instalação de dessalinizador

O dessalinizador foi dimensionado e instalado para dessalinizar a água do poço, mas também para processar seu próprio rejeito (procedimento ‘bypass’), visando a obtenção de um segundo rejeito ainda mais salino. Nesse sentido, o aparelho foi adaptado *in loco*, mediante a inserção de

registros e outros acessórios hidráulicos. Periodicamente, o aparelho foi avaliado, conforme sua vazão e capacidade de rejeição de sais, o que envolveu a medição das condutividades elétricas da água dessalinizada e de rejeito.



Figura 9 . Instalação do dessalinizador de osmose reversa na comunidade de Poço do Boi em Ibimirim – PE.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente aleatorizado em um fatorial 6x2, com quatro repetições. Foram analisados seis níveis crescentes de salinidade da água (CEa), quais sejam: 0,2; 1,2; 2,2; 3,2; 4,2 e 5,2 dS m⁻¹ de condutividade elétrica da água. O outro fator da interação é a fonte de sais. Foram usadas duas fontes de sais: NaCl e águas salobras de origem subterrânea (AS).

Os tratamentos da interação foram aleatorizados nas 48 parcelas controladas em quatro blocos divididos na casa-de-vegetação.

Para a primeira fonte, os níveis de salinidade foram obtidos mediante a adição de NaCl à água dessalinizada (0,2 dS m⁻¹). As quantidades a adicionar de NaCl foram calculadas mediante a eq. (1), a qual relaciona a salinidade (em dS m⁻¹) com o somatório de cátions ou de ânions presentes na água.

$$CE = \frac{\sum \text{cátions}}{10} = \frac{\sum \text{ânions}}{10} \quad (1)$$

em que:

CE: condutividade elétrica, em dS m⁻¹;

$\sum \text{cátions}$: somatório de cátions, em mmolc L⁻¹;

$\sum \text{ânions}$: somatório de ânions, em mmolc L⁻¹;

Para a segunda fonte de sais (AS), os níveis de salinidade requeridos foram produzidos mediante a utilização combinada das seguintes águas: água natural de um poço tubular profundo ($3,51 \text{ dS m}^{-1}$); água do rejeito ($6,69 \text{ dS m}^{-1}$) da dessalinização da água natural e água dessalinizada.

As águas dessalinizada e residuárias da dessalinização foram combinadas em volumes proporcionais à obtenção dos níveis de salinidade, visando simular diferentes qualidades químicas da água para uma mesma proporção de espécies de sais.

Para ambas as fontes de salinidade, os níveis de salinidade da solução nutritiva foram mantidos constantes. Para isso, a reposição do volume consumido pelas plantas foi feita com água dessalinizada em todos os tratamentos da interação. A manutenção da salinidade constante para cada tratamento é um requisito em estudos de salinidade.

Desde seu transplântio, as plantas foram avaliadas para a detecção visual de sintomas, sejam de toxidez, sejam de deficiências nutricionais decorrentes dos desequilíbrios provocados pelos sais.

A análise de crescimento mediante medidas de número de folhas, altura de plantas, das suas folhas e raízes foi conduzida conforme metodologia de Benincasa (1998). Ao final do ciclo no dia 14/02/2009, (22 dias após o transplântio, DAT), as plantas foram colhidas, separadas em parte aérea e raízes e pesadas em balança de precisão ($0,01 \text{ g}$), para obtenção da massa de matéria fresca de um maço de dez plantas.

Todos os resultados foram processados no programa “SAS” (SAS, Institute, 1999) para análise de variância e análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da solução nutritiva durante o período de estudo ficou entre $25,4^{\circ}\text{C}$ a 32°C , ultrapassando o limite máximo para temperatura da solução nutritiva recomendado por Alberoni (1998), qual seja 30°C .

O mesmo autor recomenda como o ideal para hortaliças, temperaturas do ar de 18 a 24°C no período mais quente e de 10 a 16°C para os períodos mais frios. No presente estudo, a temperatura do ar oscilou entre $10,1^{\circ}\text{C}$ a $59,2^{\circ}\text{C}$ para as temperaturas mínimas e máximas, tendo a mínima variado de $10,1^{\circ}\text{C}$ a $23,6^{\circ}\text{C}$ e as máximas de 40°C a $59,2^{\circ}\text{C}$.

O pH da solução foi mantido no intervalo de $5,5$ a $6,5$ ao longo de todo o ciclo para ambas as fontes de sais, quais sejam água salobra de origem subterrânea (AS) e água salobra produzida com cloreto de sódio (NaCl) (Figura 10). Esse é um aspecto importante, pois Santos (2009) trabalhando com as mesmas águas salobras de origem subterrânea, e dentro da mesma unidade experimental,

teve dificuldade em manter o pH na faixa ideal, uma vez que a presença de carbonatos e bicarbonatos nessas águas conferiam poder tampão, com tendência a manter alcalina a solução nutritiva.

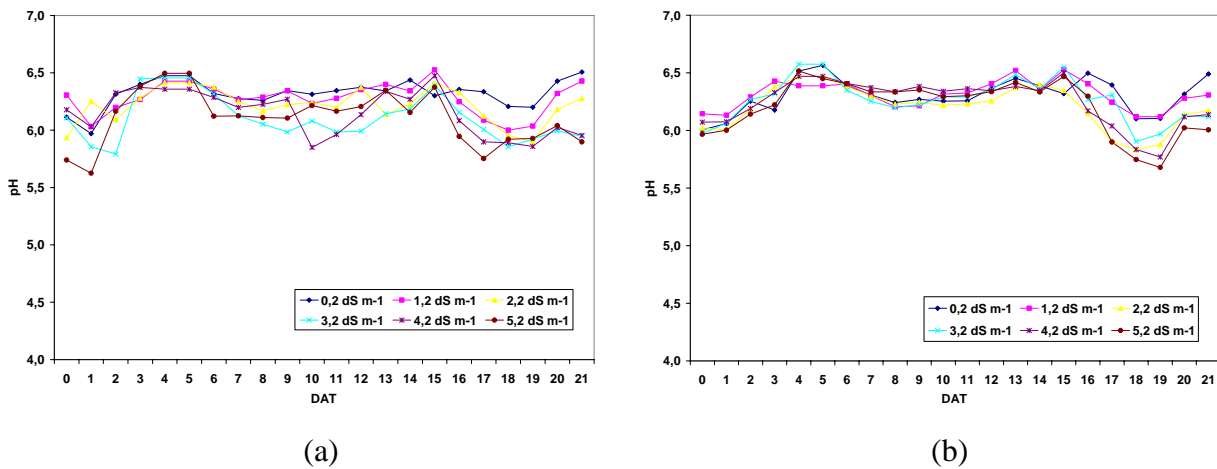


Figura 10. Variação do pH da solução nutritiva ao longo do ciclo da rúcula em função dos níveis de salinidade da água (CEa) provocados por AS (a) e por NaCl (b).

Os níveis de salinidade da solução nutritiva para ambas as fontes de sais (AS e NaCl) permaneceram praticamente constantes ao longo de todo o ciclo da rúcula (Figura 11), o que era esperado já que a reposição da água consumida foi feita com água dessalinizada por intermédio dos abastecedores automáticos instalados. Observou-se uma tendência à diminuição da salinidade apenas ao final do ciclo. Isso foi atribuído ao consumo dos nutrientes pelas plantas, sem a devida reposição dos mesmos. Durante o experimento não se procurou corrigir a salinidade da solução nutritiva, tendo em vista a alta disponibilidade de solução nutritiva por planta (4,5 L por planta).

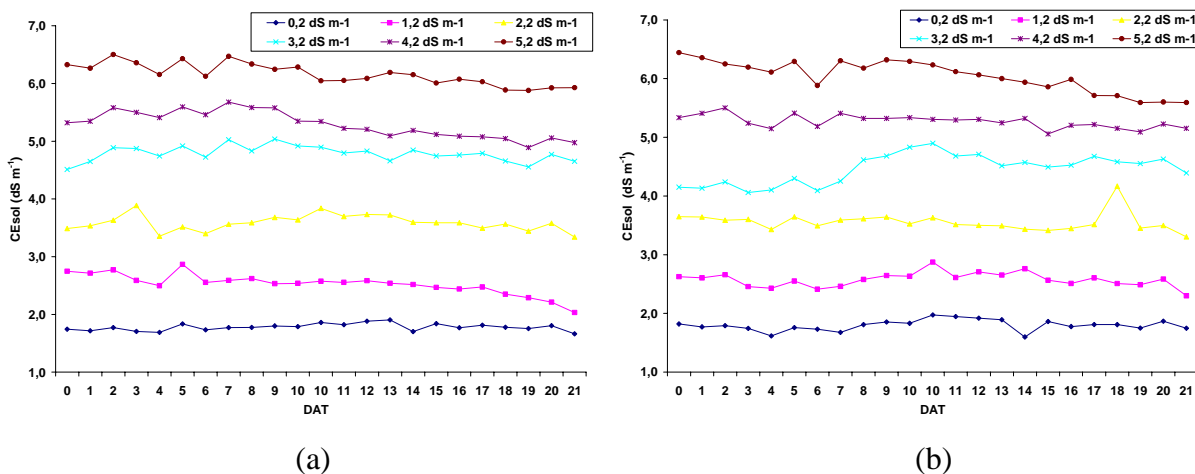


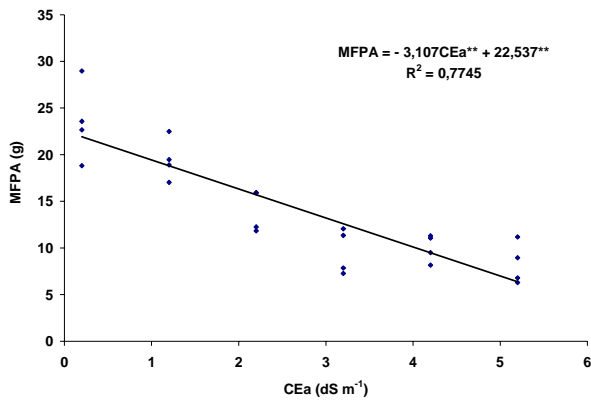
Figura 11. Variação da salinidade da solução nutritiva (CEsol) ao longo do ciclo da rúcula em função dos níveis de salinidade da água (CEa) provocados por AS (a) e por NaCl (b).

De maneira geral, o controle local em blocos não foi necessário. A interação dos fatores fonte de salinidade e níveis de salinidade da água não foi significativa. A fonte de sais somente influenciou significativamente na MSPA aos 16 DAT. Já os níveis de salinidade foram altamente significativos para todas as variáveis de crescimento da rúcula hidropônica, à exceção do número de folhas (Tabela 1). A abordagem que se segue trata da análise de regressão aplicada às variáveis de crescimento em função da salinidade da água, dentro de cada uma das fontes de salinidade estudadas.

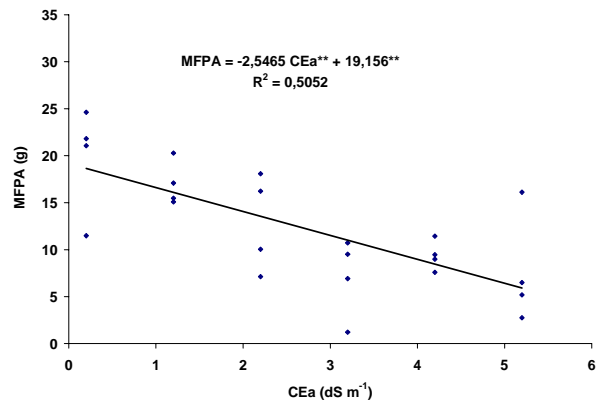
Tabela 1. Resultado da análise de variância para as variáveis de crescimento da rúcula

Causa de Variação	GL	MFPA	MFPA	MSPA	MSPA	NF	ALT
		16DAT	22 DAT	16 DAT	22 DAT	22 DAT	22 DAT
PR > F							
Bloco	3	0,8020	0,1152	0,6589	0,0484	0,6756	0,6006
Fonte	1	0,0947	0,1115	0,0428	0,0660	0,2916	0,2042
CEa	5	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,6398	<,0001
Fonte*CEa	5	0,9489	0,9521	0,9254	0,9421	0,4213	0,5399

O acúmulo de massa de matéria fresca e seca da parte aérea da rúcula foi reduzido linearmente com o aumento da salinidade da água usada para o preparo da solução nutritiva. Aos 16 DAT, para a fonte de salinidade NaCl, foi registrada uma redução de 13,29 % $(\text{dS m}^{-1})^{-1}$, enquanto para a fonte AS a redução percentual foi de 13,78 % $(\text{dS m}^{-1})^{-1}$. A ordem dessas reduções foi mantida aos 22DAT, quando para a fonte NaCl, registrou-se 12,82 % $(\text{dS m}^{-1})^{-1}$, e para AS 13,17 % $(\text{dS m}^{-1})^{-1}$.

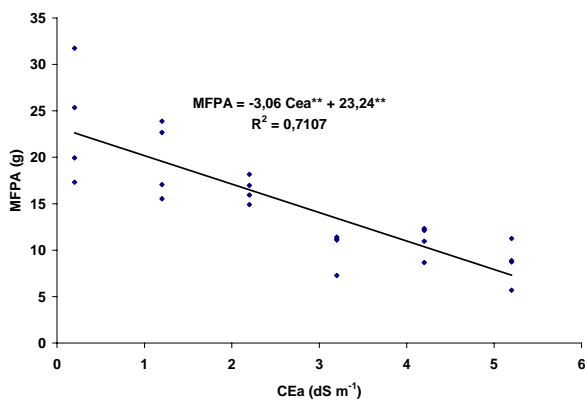


(a)

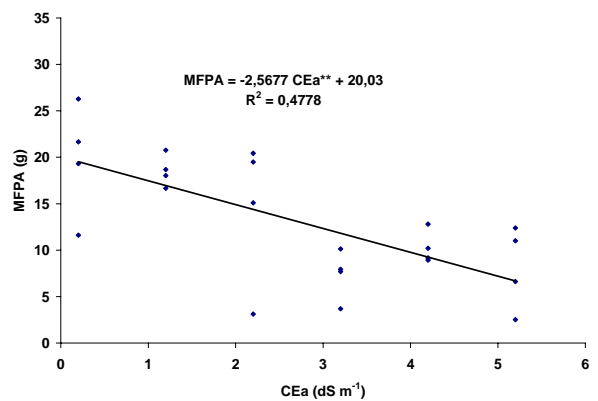


(b)

Figura 8. Massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) da rúcula aos 16DAT em função da salinidade da água (CEa) de origem subterrânea (a) e provocada por NaCl (b).

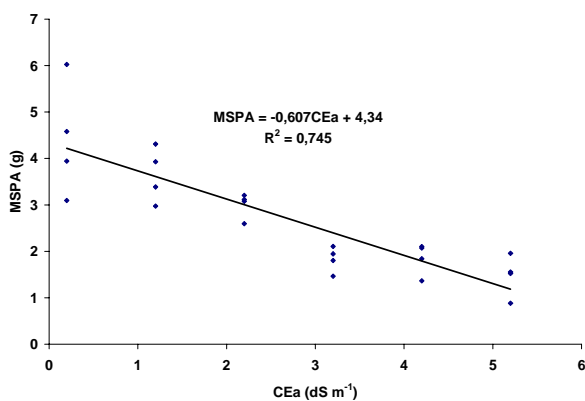


(a)

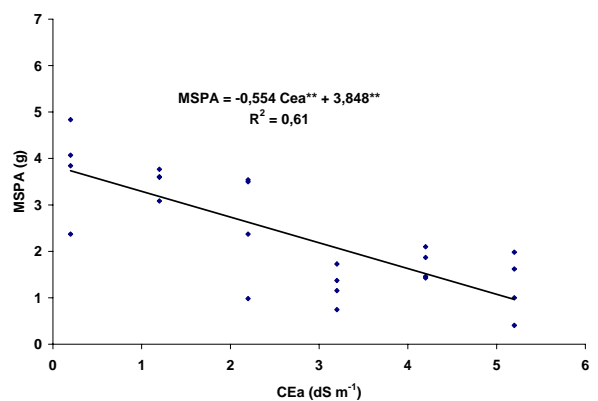


(b)

Figura 8. Massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) da rúcula aos 22 DAT em função da salinidade da água (CEa) de origem subterrânea (a) e provocada por NaCl (b).



(a)



(b)

Figura 8. Massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) da rúcula aos 22 DAT em função da salinidade da água (CEa) de origem subterrânea (a) e provocada por NaCl (b).

Além das perdas quantitativas decorrentes do aumento da salinidade da água, também foram registradas perdas qualitativas que não permitiram se considerar a produção de massa de matéria fresca como o rendimento da rúcula. Trabalhando com níveis de salinidade da água em cultivos hidropônicos de alface, outros autores (Soares, 2007; Santos, 2009; Paulus, 2008), apesar de reportarem sintomas, puderam considerar a produção de massa fresca como o rendimento, pois esses sintomas foram apenas o nanismo, presença de folhas mais verde-escuras e menos tenras, com eventual queima em uma tênue faixa da borda foliar.

No presente estudo, os sintomas foram mais severos.

Desde seu transplântio, as plantas de rúcula foram avaliadas para a detecção visual de sintomas (Tabela 2), sejam de toxidez, sejam de deficiências nutricionais decorrentes dos desequilíbrios provocados pelos sais.

Até o 12 DAT, de maneira geral, não foram registrados sintomas dentre as plantas submetidas à salinidade de origem subterrânea (AS). Por outro lado, as plantas submetidas aos maiores níveis de salinidade por NaCl apresentaram sintomas de clorose. A partir daí, foi observado que plantas submetidas aos maiores níveis de salinidade, independentemente da fonte de sais, apresentaram folhas cloróticas e eventualmente queima das bordas foliares.

Os sintomas produzidos pela fonte AS foram menos intensos que os registrados dentro da fonte NaCl. Mas, para ambas as fontes, não foram detectados sintomas nas plantas submetidas à salinidade de 1,2 dS m⁻¹, cujo o aspecto se assemelhava aos das plantas do tratamento controle (CEa= 0,2 dS m⁻¹).

A clorose (Figura 8) foi o sintoma mais aparente nas plantas, apresentando-se nas bordas das folhas com maior predominância, sobretudo nos níveis de salinidades mais elevados (CEa= 4,2 e 5,2 dS m⁻¹).

Tabela 2. Resultado da análise visual de sintomas das plantas submetidas aos diferentes níveis de salinidade de água

Tratamento	DAT						Tratamento	DAT						
	3	9	12	15	18	22		3	9	12	15	18	22	
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	N
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	N
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	N
AS CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 0,2	N	N	N	N	N	N	N
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	N
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	QB	QB	QB
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	N
AS CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 1,2	N	N	N	N	N	N	N
AS CEa 2,2	N	N	N	N	CL	CL	NaCl CEa 2,2	N	N	N	N	N	N	N

AS CEa 2,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 2,2	N	N	N	QB	QB	QB
AS CEa 2,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 2,2	N	N	N	QB	QB	QB
AS CEa 2,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 2,2	N	N	N	N	QB	QB
AS CEa 3,2	N	N	N	N	CL	CL	NaCl CEa 3,2	QB	QB	QB	QB	QB	QB
AS CEa 3,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 3,2	N	N	N	N	N	N
AS CEa 3,2	N	QB	QB	QB	QB	QB	NaCl CEa 3,2	QB	QB	QB	QB +CL	QB+CL	QB+CL
AS CEa 3,2	N	N	N	N	N	N	NaCl CEa 3,2	N	N	N	QB	QB	QB
AS CEa 4,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 4,2	N	CL	CL	CL +QB	CL+QB	CL+QB
AS CEa 4,2	N	N	N	CL	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 4,2	N	N	N	CL	CL+QB	CL+QB
AS CEa 4,2	N	N	N	CL+QB	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 4,2	N	N	QB	QB+CL	QB+CL	QB+CL
AS CEa 4,2	N	N	N	CL+QB	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 4,2	N	N	N	N	QB	QB
AS CEa 5,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 5,2	N	CL	CL	CL +QB	CL+QB	CL+QB
AS CEa 5,2	N	N	N	CL+QB	CL+QB	CL+QB	NaCl CEa 5,2	N	CL	CL	CL+QB	CL+QB	CL+QB
ASCEa 5,2	CL	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 5,2	CL	CL	CL	CL	CL	CL
ASCEa 5,2	N	N	N	CL	CL	CL	NaCl CEa 5,2	N	N	CL	CL	CL	CL

N=sem sintomas aparentes; QB= Queimadura aparente das bordas; CL= Clorose das folhas



Figura 8. Clorose nos bordos foliares de plantas submetidas às águas com NaCl aos 18 DAT.

De acordo com os resultados apresentados, a redução da produção de massa de matéria fresca da parte aérea da rúcula submetidas aos níveis de salinidade As e NaCl apresentaram semelhanças entre si. Em hipótese, esperava-se o efeito de maior prejuízo por NaCl, por ser um sal constituído por dois íons tóxicos; e reduções mais moderadas pelas águas salobras naturais, levando em consideração os íons nutrientes que encerravam. O resultado encontrado pode ser atribuído, em parte, às condições de contorno do presente estudo: durante o ciclo da rúcula, houve falta de energia elétrica em dois momentos, o que comprometeu a circulação da solução nutritiva em pelo menos 5 dias; as altas temperaturas registradas em Poço do Boi (Ibimirim-PE) fugiram da condição ideal de cultivo dessa hortaliça.

4 CONCLUSÕES

1. Não houve efeito das fontes de salinidade (águas salobras de origem subterrânea e águas salobras por NaCl) sobre a produção da rúcula hidropônica cultivada no sistema NFT;
2. Houve um decréscimo da produtividade e na qualidade da rúcula hidropônica em função do incremento da salinidade da água empregada no preparo da solução nutritiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Prefeitura Municipal de Ibimirim pelo apoio e concessão da área do experimento; à SAKATA (João Totti Felix) pelo fornecimento de sementes; à TIGRE (Olacir Martins Luciano) pelo fornecimento de tubos e conexões; à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento do projeto.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERONI, R.B. **Hidroponia**. São Paulo: Nobel, 1998. 102 p.
- AUDRY, P.; SUASSUNA, J. **A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino**: caracterização, variação sazonal, limitações de uso. Recife: CNPq, 1995. 128 p.
- COSTA, P.C.; DIDONE, E.B.; SESSO, T.M.; CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção da alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 595-597, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manuseio pós-colheita de rúcula. Comunicado técnico, 64, 2008. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2008/cot_64.pdf
- FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (IAC. Boletim Técnico, 180).
- FILGUEIRA, F. A. R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2000, 357 p.
- HARDER, W.C. **Produção e renda bruta de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) ‘Cultivada’ e de almeirão (*Cichorium intybus* L.) ‘Amarelo’, em cultivo solteiro e consorciado**. 2004.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2004.

- MENDES, B.V. **Alternativas tecnológicas para a agropecuária do Semi-Árido**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 171 p.
- MINAMI, K; TESSARIOLI NETO, J. **A cultura da rúcula**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 19p.
- PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; SILVA JÚNIOR, L. G. A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.111-114, 2001.
- REBOUÇAS, A.C. Águas subterrâneas. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. cap. 4, p. 117-151.
- SANTOS, A. N. **Rendimento e avaliação nutricional do cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema NFT no semi-árido brasileiro utilizando águas salobras**. 2009. 133p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- SILVA, E.F.F.; ALMEIDA, G.C.F.; SOARES, T.M.; DUARTE, S.N.; FOLEGATTI, M.V. Tolerância da Cultura da Rúcula à Salinidade. Em: Anais do XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, João Pessoa. 2006.
- SOARES, T.M. **Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT com alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro**. 2007. 272 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.