

**Cultivo de *Salicornia neei* Lag. no semiárido cearense****Cultivation of *Salicornia neei* Lag. in Ceará semiarid**

DOI:10.34117/bjdv6n8-696

Recebimento dos originais: 08/07/2020

Aceitação para publicação: 31/08/2020

**Paulo Ricardo Alves**

Mestre em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Ceará

Instituição: Prefeitura Municipal de Caucaia

Endereço: Rodovia CE-090 km 01, 1076 – Itambé, Caucaia – CE, Brasil

E-mail: pa9910@gmail.com

**Ane Teles Reis**

Mestra em Ciências Médicas pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: Governo do Estado do Ceará

Endereço: Av. Barão de Studart, 505 – Meireles, Fortaleza – CE, Brasil

E-mail: ane\_12\_01@hotmail.com

**César Serra Bonifácio Costa**

Doutor em Ciências Biológicas pela University of East Anglia

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande

Endereço: Av. Itália, km 8 - Carreiros, Rio Grande – RS, Brasil

E-mail: costacsb@gmail.com

**Oriel Herrera Bonilla**

Pós-Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

Endereço: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, Brasil

Email: oriel.herrera@uece.br

**Eliseu Marlônio Pereira de Lucena**

Pós-Doutor em Botânica Aplicada pela Texas A&amp;M University

Instituição: Universidade Estadual do Ceará

Endereço: Av. Dr. Silas Munguba, 1700 - Itaperi, Fortaleza - CE, Brasil

E-mail: eliseu.lucena@uece.br

**RESUMO**

Este estudo objetivou avaliar o crescimento e o ganho de biomassa de *Salicornia neei* Lag. em cultivo irrigado com água salobra no semiárido cearense. Foram testados quatro tratamentos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>) aos 15, 30, 45, 75, 90 e 105 dias após estabilização (DAE) em duas safras. T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> receberam uma, e T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> duas irrigações ao dia (30 minutos) e apenas T<sub>2</sub> e T<sub>4</sub> foram adubadas. As taxas de crescimento absoluto (TCA) em T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> diferiram na 1<sup>a</sup> (75 DAE) e 2<sup>a</sup> safras (15 e 30 DAE), já T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> não diferiram nas duas safras. Na 1<sup>a</sup> safra, a taxa de crescimento relativo (TCR) das plantas em T<sub>1</sub> diferiu de T<sub>2</sub> aos 15 DAE, e T<sub>3</sub> diferiu de T<sub>4</sub> aos 45 DAE. Na 2<sup>a</sup> safra as TCR em T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> diferiram aos 15, 30 e 45 DAE, e T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> não diferiram. As massas fresca e seca produzidas nas duas safras foram respectivamente: T<sub>1</sub>- 0,244-0,060 e 1,000-0,420; T<sub>2</sub>- 0,276-0,068 e 1,873-0,353; T<sub>3</sub>-

0,179-0,044 e 0,934-0,377; T<sub>4</sub>- 0,180-0,044 e 2,144-0,635 g por planta, resultando em uma produtividade de: T<sub>1</sub>- 9,75-2,40 e 40,03-16,94; T<sub>2</sub>- 11,02-2,71 e 74,93-14,15; T<sub>3</sub>- 7,14-1,76 e 37,37-15,08; T<sub>4</sub>- 7,2-1,77 e 85,77-25,43 t ha<sup>-1</sup>. Conclui-se que as TCA e TCR são maiores nas plantas sem adubo e com uma irrigação; a produção e a produtividade aumentam na 2ª safra.

**Palavras-chave:** salinização, produção, biomassa.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the growth and biomass gain of *Salicornia neei* Lag. in irrigated with brackish water in Ceará semiarid. Were tested four treatments (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>) at 15, 30, 45, 75, 90 and 105 days after stabilization (DAS) in two crops. T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> received one, and T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> two irrigations periods a day (30 minutes) and only T<sub>2</sub> and T<sub>4</sub> were fertilized. The absolute growth rates (AGR) in T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> differed in 1st (75 DAS) and 2nd crops (15 and 30 DAS), T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> didn't differ in the two crops. In 1st crop the relative growth rate (RGR) in T<sub>1</sub> differed to T<sub>2</sub> at 15 DAS, and T<sub>3</sub> differed to T<sub>4</sub> at 45 DAE. In 2nd crop the RGR in T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> differed at 15, 30 and 45 DAS, and T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> weren't different. The fresh and dry mass produced in two crops were respectively: T<sub>1</sub>- 0.244-0.060 and 1.000-0.420; T<sub>2</sub>- 0.276-0.068 and 1.873-0.353; T<sub>3</sub>- 0.179-0.044 and 0.934-0.377; T<sub>4</sub>- 0.180-0.044 and 2.144-0.635 g per plant, resulting in a productivity of: T<sub>1</sub>- 9.75-2.40 and 40.03-16.94; T<sub>2</sub>- 11.02-2.71 and 74.93-14.15; T<sub>3</sub>- 7.14-1.76 and 37.37-15.08; T<sub>4</sub>- 7.2-1.77 and 85.77-25.43 t ha<sup>-1</sup>. Concludes that AGR and RGR are higher in plants without fertilizer and with one irrigation; the production and productivity increased during the 2nd crop.

**Keywords:** salinization, production, biomass.

## 1 INTRODUÇÃO

O solo de regiões áridas e semiáridas podem atingir altas concentrações de sais, prejudicando as plantas. Isso ocorre devido às características climáticas dessas regiões, com elevadas taxas evaporação e transpiração além da baixa precipitação, possibilitando a ascensão de sais pela superfície do solo (MEDEIROS et al., 2010).

As halófitas podem ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas por sais. A halófito costeira *Salicornia neei* Lag., anteriormente chamada *Sarcocornia ambigua* (Michx.) M.A. Alonso & M.B. Crespo (COSTA et al., 2018; COSTA et al., 2019), cresce em solos costeiros, inclusive alagados pela água do mar, onde a salinidade do solo pode variar de 16 a 55 dS.m<sup>-1</sup>, e até mesmo hipersalinas (FREITAS; COSTA, 2014).

Estudos envolvendo estratégias de sobrevivência das espécies *Sarcocornia* e *Salicornia* em diferentes ambientes, níveis de salinidade e técnicas de cultivo, têm sido realizados visando o reconhecimento de suas estruturas morfoanatômicas, da composição química e distribuição de seus componentes na estrutura celular, a fim de prospectar amplamente a cultura bioassalina das mesmas (PORTO et al. 2006; PARIDA; JHA, 2010; D'OCA et al., 2012).

Tendo em vista a crescente busca de trabalhos voltados para cultivos de halófitas, bem como, as suas aplicações e uso na recuperação de áreas degradadas pela salinização, objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento e o ganho de biomassa de *Salicornia neei* em cultivo irrigado com água salobra no semiárido cearense.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Mudas de *S. neei* foram obtidas numa marisma artificial utilizada para tratamento de efluentes de viveiros de camarão do Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC-UFC). Foram utilizados fragmentos de caules vegetativos, os quais foram propagados por estaquia e cultivadas em bandejas semeadeiras no laboratório de Ecologia da Universidade Estadual do Ceará.

Após estabilização, as mudas foram levadas para área de cultivo em campo aberto na Fazenda Canafístula, em Ocara-CE (04°29'27"S; 38°35'48"W). O clima da região é Equatorial de Savana (Aw) (KOTTEK et al. 2006), com temperatura média de 26,1°C.

Uma área de 400 m<sup>2</sup> foi preparada e dividida em quatro unidades experimentais de 100 m<sup>2</sup>. Cada unidade era constituída de 20 linhas de plantio em sulcos, com espaçamento de 0,5 m, com uma densidade de três plantas por metro linear.

Cada unidade experimental recebeu diferentes tratamentos (T) de irrigação e adubação, denominados T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>. A vazão da água para irrigação para os sulcos foi de 300 L.h<sup>-1</sup>, e cada sulco recebeu um emissor. Os tratamentos T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> foram irrigados uma vez ao dia (I) com volume de 0,15 m<sup>3</sup>/dia, e os tratamentos T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> foram irrigados duas vezes ao dia (II), com volume de 0,30 m<sup>3</sup>/dia. Os tratamentos T<sub>2</sub> e T<sub>4</sub> foram adubados com 30g de NPK (10:28:20) por planta, sendo realizada adubação de fundação em sulco com formato semilunar e profundidade de 5 cm.

As plantas foram irrigadas com água salobra classificada como C<sub>4</sub>S<sub>1</sub> obtida em poço profundo, cujas características químicas foram: condutividade elétrica 4,45 dS.m<sup>-1</sup>, com salinidade alta (C<sub>4</sub>), seu teor de Na<sup>+</sup> se apresentava elevado (9,9 mmol.L<sup>-1</sup>) (S<sub>1</sub>) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise físico-química da água de irrigação na área de cultivo em Ocara, CE.

Cátions (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )					Anions (mmol <sub>e</sub> L <sup>-1</sup> )			CE	SD	RAS	Classificação
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Σ	Cl <sup>-</sup>	HCO <sup>3-</sup>	Σ	dS m <sup>-1</sup>	MG L <sup>-1</sup>		
15,90	18,20	9,90	0,90	44,90	44,20	0,10	44,20	4,45	4,45	2,39	C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>

CE - Condutividade elétrica; SD - Sólidos dissolvidos; RAS - Razão de adsorção de sódio.

Através de duas amostras mensais por tratamento, mensurou-se o peso úmido e seco, umidade e condutividade elétrica (CE) do solo conforme metodologia de Queiroz et al. (2010).

O monitoramento das taxas de crescimento ocorreu aos 15, 30, 45, 75, 90 e 105 dias após estabilização (DAE), em duas safras, e o corte de cada safra ocorreu ao final do primeiro e segundo semestre de cultivo. Para avaliação das taxas de crescimento relativo (TCR), e absoluto (TCA), bem como a produção e produtividade de *S. neei* neste experimento, foram consideradas três linhas centrais, com sete plantas por linha, como área útil em cada tratamento.

Os parâmetros referentes às taxas de crescimento absoluto (TCA) (Eq. 1) e relativo (TCR) (Eq. 2), foram analisados segundo as formulas:

$$TCA = \text{Med } 2 - \text{Med } 1 / (t_2 - t_1) \quad (1)$$

$$TCR = (\ln \text{Med } 2 - \ln \text{Med } 1) / (t_2 - t_1) \quad (2)$$

Onde: TCA - taxa de crescimento absoluto (cm.dia<sup>-1</sup>); TCR - taxa de crescimento relativo (cm.cm<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>); ln - logaritmo neperiano; Med1 - altura da planta ou da ramificação na medição anterior (cm); Med2 - altura da planta ou da ramificação na medição posterior (cm); e (t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>) – intervalo de tempo entre duas medições consecutivas (dias).

Os caules foram cortados a 5 cm da superfície do solo, sendo mensuradas a produção de massa fresca e massa seca por planta, e a produtividade por área. A secagem das plantas foi realizada em estufa a 60°C, até atingir peso constante.

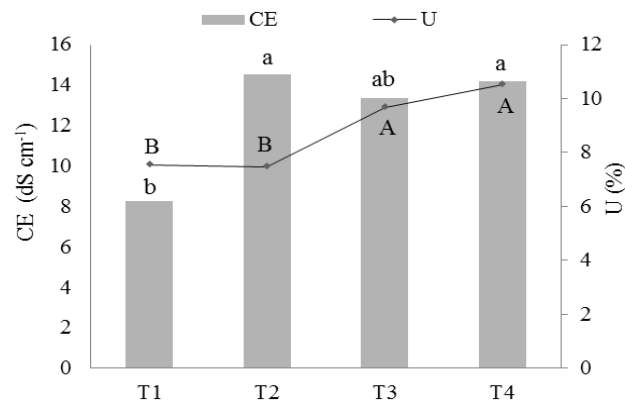
O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, cujos tratamentos foram arranjados em esquema fatorial, consistindo de 2 níveis de adubação (adubação com NPK 10:28:20 e sem adubação) x 2 lâminas de irrigação (0,15m<sup>3</sup>/dia x 0,30m<sup>3</sup>/dia) x 6 repetições (tempo). Os resultados foram submetidos à Análise de Variância, sendo observada a significância pelo teste F e quando significativos, realizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; sendo utilizado o software ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ANÁLISE DO SOLO

A condutividade elétrica do solo nos quatro tratamentos variou de 8,25 a 14,54 dS.m<sup>-1</sup>. As médias nos tratamentos T<sub>2</sub> e T<sub>4</sub> (adubados) foram significativamente superiores ao T<sub>1</sub>, enquanto T<sub>3</sub> apresentou um valor intermediário entre os demais. A umidade do solo variou de 7,45 a 10,50%. As médias nos tratamentos T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub> foram significativamente maiores que T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> (Figura 1).

Figura 1. Média anual da condutividade elétrica (CE) e umidade (U) do solo nos tratamentos da área de cultivo em Ocara, CE.



Valores seguidos pela mesma letra minúscula para as colunas de condutividade e pela mesma letra maiúscula para a linha de umidade não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Em pesquisa realizada por Santana et al. (2006) foi observado acréscimo na condutividade elétrica do solo à medida que se aumentou a concentração salina na água de irrigação, no entanto, nesta pesquisa embora não tenha sido testado níveis crescentes de salinidade na água de irrigação, foi observado um aumento na condutividade elétrica dos tratamentos que foram adubados.

Os tratamentos que receberam uma irrigação diária (T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>) apresentaram os maiores níveis de Ca, Mg, Fe, Mn e capacidade de troca de cátions (CTC). O pH do solo entre os tratamentos apresentou pouca variação (Tabela 2).

Tabela 2. Análise do solo em áreas de cultivo e área não cultivada (ANC), e análise físico-química da água utilizada na irrigação das áreas cultivadas em Ocara-CE.

Amostra	Ph	Ca	Mg	K	Na	SB	H+Al	CTC	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cu	Fe	Mn	Zn
	CaCl <sub>2</sub>	cmolc.dm <sup>-3</sup>						mg.dm <sup>-3</sup>					
ANC	5,50	25,1	13,1	1,6	1,8	41,6	19,8	61,4	11,1	4,1	9,7	96,2	4,1
T <sub>1</sub>	7,15	27,4	39,4	1,4	9,3	77,6	1,7	70,2	13,5	2,9	6,3	50,3	3,9
T <sub>2</sub>	7,17	33,2	55,7	1,6	10,7	101,2	1,7	102,8	23,9	4,4	7,3	49,4	4,9
T <sub>3</sub>	7,12	17,9	6,6	1,6	13,5	39,6	1,7	41,3	41,5	1,2	4,5	45,5	3,9
T <sub>4</sub>	7,23	22,8	30,8	1,2	9,9	55,7	1,7	57,4	37,2	3,5	4,6	45,0	3,4

CTC - Capacidade de troca de cátions.

### 3.2 TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO (TCA)

Para o monitoramento da TCA na primeira safra, observou-se na interação adubação x irrigação (Tabela 3) que as plantas sem adubo e irrigadas uma vez ao dia não diferiram significativamente entre os dias monitorados, no entanto, as plantas com adubo e uma irrigação apresentaram maior TCA aos 90 DAE. As plantas sem adubo e com duas irrigações mantiveram sua TCA sem variações significativas entre os dias de monitoramento, enquanto as plantas adubadas e com duas irrigações apresentaram maior TCA aos 90 DAE. Recomenda-se o período de 90 DAE

como o mais indicado para realização de corte e colheita, por apresentar maior crescimento vegetativo.

Tabela 3. Interação (adubação x irrigação) x tempo para a TCA de *Salicornia neei* Lag. na primeira safra de cultivo.

Adubação x Irrigação	Tempo (Dias após a estabilização - DAE)					
	15	30	45	75	90	105
Sem x I	0,2769 aA	0,1583 abA	0,1898 aA	0,3159 aA	0,3388 aA	0,1527 aA
Com x I	0,1296 aB	0,2827 aAB	0,2379 abA	0,1327 bB	0,3262 aA	0,1876 aAB
Sem x II	0,1527 aA	0,1406 abA	0,2692 aA	0,1588 abA	0,2459 aA	0,2049 aA
Com x II	0,2097 aAB	0,0750 bB	0,1957 abA	0,1599 abAB	0,2694 aA	0,1772 aAB

Valores seguidos pela mesma letra minúscula para uma mesma coluna e pela mesma letra maiúscula para uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Onde: (I) Uma irrigação e (II) duas irrigações; e (Sem) não adubadas e (Com) adubadas.

Comparando-se a TCA (1ª safra) entre os tratamentos em cada período de monitoramento (Tabela 3), detectaram-se diferenças significativas somente aos 30 e 75 DAE. Aos 30 DAE a maior TCA ocorreu nas plantas com adubo e uma irrigação. Aos 75 DAE a maior TCA ocorreu nas plantas sem adubo e com uma irrigação.

Mesquita et al. (2014) em cultivo de mamoeiro irrigado com água salina observaram que no solo sem insumo orgânico a TCA das mudas de mamoeiro foi afetada pela irrigação ( $>0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), inibindo o desenvolvimento das mudas, enquanto no solo enriquecido com biofertilizante ocorreu aumento da TCA das mudas de mamão na salinidade máxima de  $1,42 \text{ dS m}^{-1}$ . Estes resultados diferem dos obtidos nesta pesquisa, tendo em vista que na maioria dos tempos observados na 1ª safra, as plantas adubadas não diferiram das plantas não adubadas quanto a sua TCA. Estes resultados também diferem de Medeiros et al. (2007) em cultivo de meloeiro, os quais observaram que o aumento da salinidade reduz a taxa de crescimento absoluto no período de 35 a 45 dias, bem como, Gurgel et al. (2010) que observaram esta redução na TCA dos 21 aos 35 dias.

Na segunda safra a maior TCA dos tratamentos com uma irrigação foi observada aos 30 DAE nas plantas sem adubo, e aos 45 DAE nas plantas adubadas. Para os tratamentos como duas irrigações, as plantas apresentam as maiores TCA aos 30 DAE tanto nas sem adubo, quanto nas adubadas. Nos demais dias de observação não houve variação significativa de TCA.

Ao verificar a TCA (2ª safra) em cada dia de observação (Tabela 4), visualizou-se que aos 15 e 30 DAE o tratamento sem adubo e com uma irrigação apresentou as maiores TCA, enquanto aos 45 DAE a maior TCA ocorreu no tratamento com adubo e uma irrigação. Nos demais dias observados, as médias de TCA não apresentaram variações significativas entre os tratamentos.

Tabela 4. Interação (adubação x irrigação) x tempo para a TCA de *Salicornia neei* Lag. na segunda safra de cultivo.

Adubação x Irrigação	Tempo (Dias após a estabilização - DAE)					
	15	30	45	75	90	105
Sem x I	0,4745 aB	0,9013 aA	0,3269 abBC	0,1830 aC	0,1976 aC	0,3730 aBC
Com x I	0,2738 bAB	0,2524 cB	0,4864 Aa	0,3095 aAB	0,2718 aAB	0,4233 aAB
Sem x II	0,4473 abAB	0,5881 bA	0,3133 abBC	0,2452 aBC	0,1765 aC	0,2995 aBC
Com x II	0,4952 aAB	0,5589 bA	0,2677 Bc	0,2401 aC	0,2180 aC	0,3148 aBC

Valores seguidos pela mesma letra minúscula para uma mesma coluna e pela mesma letra maiúscula para uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Onde: (I) Uma irrigação e (II) duas irrigações; e (Sem) não adubadas e (Com) adubadas.

A frequência de irrigação é um fator mais importante para a evapotranspiração da cultura do que a quantidade de água aplicada via irrigação. O esgotamento de água no solo diminui com o aumento do intervalo entre as irrigações, este método deve ser adotado quando se deseja economia de água. A produtividade da cultura é diretamente relacionada à frequência de irrigação (FERNANDES, 2008). Observa-se nesta pesquisa que não houve diferença estatística significativa na TCA na maioria dos tempos avaliados entre as frequências de irrigação, reforçando-se a ideia de que é mais econômico o cultivo de *S. neei* com uma irrigação ao dia.

A aplicação de NPK nesta pesquisa, não proporcionou aumento significativo na TCA em relação aos tratamentos sem adubo na 2ª safra. Este resultado é semelhante ao de Blanco et al. (2008a, 2008b), irrigando tomateiro com água salina e testando doses crescentes de N e K, pois eles constataram que a produção não aumentou, demonstrando que o aumento na dose de fertilizantes reduziu a tolerância do tomateiro à salinidade. Por outro lado, Oliveira et al. (2020) observaram que o incremento do NPK no cultivo do tomateiro, resultou em maior crescimento da parte aérea e do sistema radicular.

### 3.3 TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR)

Para a TCR (1ª safra) na interação adubação x irrigação (Tabela 5), as plantas com uma irrigação e sem adubo tiveram maior TCR aos 15 DAE, enquanto a TCR das plantas adubadas não diferiram significativamente entre os dias monitorados. Nos tratamentos com duas irrigações, observou-se maior TCR aos 45 DAE nas plantas sem adubo, enquanto as adubadas tiveram maior TCR aos 15 DAE.

Tabela 5. Interação (adubação x irrigação) x tempo para a TCR de *Salicornia neei* Lag. na primeira safra de cultivo.

Adubação x Irrigação	Tempo (Dias após a estabilização - DAE)					
	15	30	45	75	90	105
Sem x I	0,0201 aA	0,0091 aAB	0,0117 abAB	0,0138 aAB	0,0115 aAB	0,0042 aB
Com x I	0,0069 bA	0,0129 aA	0,0098 bA	0,0045 aA	0,0096 aA	0,0053 aA
Sem x II	0,0155 abAB	0,0111 aAB	0,0205 aA	0,0075 aB	0,0100 aAB	0,0070 aB
Com x II	0,0166 abA	0,0042 aB	0,0100 bAB	0,0073 aAB	0,0100 aAB	0,0060 aAB

Valores seguidos pela mesma letra minúscula para uma mesma coluna e pela mesma letra maiúscula para uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Onde: (I) Uma irrigação e (II) duas irrigações; e (Sem) não adubadas e (Com) adubadas.

Ao analisar a TCR (1ª safra) ao longo do tempo (Tabela 5), visualizaram-se diferenças significativas aos 15 e 45 DAE, enquanto nos demais tempos não houve diferenças significativas. Aos 15 DAE a maior TCR ocorreu nas plantas sem adubo e com uma irrigação, enquanto a menor TCR ocorreu nas plantas com adubo e uma irrigação. Aos 45 DAE a maior TCR ocorreu nas plantas sem adubo e com duas irrigações, e a menor TCR ocorreu nas plantas adubadas irrigadas uma e duas vezes ao dia.

Glenn et al. (2013), cultivando *Atriplex lentiformis* em estufa observaram que a TCR apresentou um decréscimo linear à medida que se aumentou a salinidade na água de irrigação do cultivo. Enquanto nesta pesquisa não houve alteração nos níveis de salinidade da água de irrigação, observando-se que na maioria dos dias monitorados na 1ª safra não houve variações com diferenças significativas na TCR dos tratamentos.

Para a TCR (2ª safra) na interação adubação x irrigação (Tabela 6) observa-se que as plantas sem adubo e com uma irrigação tiveram maior TCR aos 30 DAE, enquanto nas plantas adubadas e com uma irrigação a maior TCR ocorreu aos 45 DAE. Tanto nas plantas sem adubo e com duas irrigações, como nas plantas adubadas e com duas irrigações, observou-se maior TCR aos 15 e 30 DAE.

A análise da TCR (2ª safra) ao longo do tempo (Tabela 6) mostra diferenças significativas aos 15, 30 e 45 DAE, não sendo observadas diferenças significativas nos demais dias monitorados. Aos 15 DAE as maiores TCR ocorreram nas plantas sem adubo, com uma e duas irrigações, enquanto a menor TCR ocorreu nas plantas com adubo e uma irrigação. Aos 30 DAE a maior TCR ocorreu nas plantas sem adubo e com uma irrigação, enquanto a menor TCR ocorreu nas plantas com adubo e uma irrigação. Aos 45 DAE a maior TCR ocorreu nas plantas adubadas e com duas irrigações.



Tabela 6. Interação (adubação x irrigação) x tempo para a TCR de *Salicornia neei* Lag. na segunda safra de cultivo.

Adubação x Irrigação	Tempo (Dias após a estabilização - DAE)					
	15	30	45	75	90	105
Sem x I	0,0140 aB	0,0205 aA	0,0062 bC	0,0031 aC	0,0031 aC	0,0036 aC
Com x I	0,0079 bAB	0,0065 cB	0,0125 aA	0,0057 aB	0,0047 aB	0,0043 aB
Sem x II	0,0134 aA	0,0146 bA	0,0066 bB	0,0045 aB	0,0045 aB	0,0033 aB
Com x II	0,0128 abA	0,0124 bA	0,0052 bB	0,0041 aB	0,0035 aB	0,0031 aB

Valores seguidos pela mesma letra minúscula para uma mesma coluna e pela mesma letra maiúscula para uma mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Onde: (I) Uma irrigação e (II) duas irrigações; e (Sem) não adubadas e (Com) adubadas.

Brown et al. (1999) cultivando três espécies de halófitas (*Suaeda esteroa*, *Salicornia bigelovii* e *Atriplex barclayana*) irrigadas com efluente oriundo da criação de tilápia em diferentes níveis de salinidade, observaram que *S. esteroa* e *A. barcalyana* se desenvolveram melhor que *S. bigelovii* em baixa salinidade. Porém a *A. barclayana* teve baixo desenvolvimento em relação às outras duas espécies quando irrigada com efluente de elevada salinidade, diminuindo também a sua TCR. O comportamento da *A. barcalyana* corrobora com o da *S. neei* nesta pesquisa, visto que apesar de não ter sido testada em diferentes níveis de salinidade, observou-se uma tendência de maior TCR (2ª safra) nos tratamentos com menor condutividade elétrica no solo (T<sub>1</sub> e T<sub>3</sub>) para os primeiros tempos de monitoramento (15 a 30 DAE), enquanto nos demais tempos (75 a 105 DAE) as TCR não diferiram significativamente.

A adubação com NPK não proporcionou um aumento significativo da TCR de *S. neei*, observando-se maiores taxas de crescimento nas plantas com uma e duas irrigações e sem adubo. Este resultado é semelhante ao de Noaman (2004), não observando melhorias no crescimento de plantas de *Batis maritima* cultivadas em diferentes doses de N e P irrigadas com solução salina de 20 g.L<sup>-1</sup>.

### 3.4 PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE

Na 1ª safra a produção de massa fresca entre os tratamentos foi de 0,244 g por planta no T<sub>1</sub>, 0,276 g por planta no T<sub>2</sub>, 0,179 g por planta no T<sub>3</sub>, e 0,180 g por planta no T<sub>4</sub>. Na 2ª safra a produção de massa fresca foi de 1,0009 g por planta no T<sub>1</sub>, 1,8733 g por planta no T<sub>2</sub>, 0,9343 g por planta no T<sub>3</sub> e 2,1443 g por planta no T<sub>4</sub>.

A produtividade de massa fresca por área na primeira safra foi de 9,7527 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>1</sub>, 11,0287 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>2</sub>, 7,1427 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>3</sub> e 7,2000 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>4</sub>. Na segunda safra a produtividade de massa fresca foi de 40,0343 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>1</sub>, 74,9333 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>2</sub>, 37,3713 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>3</sub> e 85,7713 t ha<sup>-1</sup> no T<sub>4</sub>.

Amouei (2013) comparando níveis de salinidade no cultivo de *Atriplex leucoclada*, sem adição de adubo, obteve produtividade fresca superior (5, 22 t ha<sup>-1</sup>) na área com baixa salinidade

em relação à área com alta salinidade ( $3,73 \text{ t ha}^{-1}$ ). Estes resultados são inferiores aos observados nos tratamentos não adubados desta pesquisa.

A produção e a produtividade de massa fresca de *S. neei* no semiárido aumentaram significativamente após a realização da primeira poda, devido também a estabilização e adaptação desta halófito costeira ao ambiente cultivado e condições ambientais do semiárido.

Ventura et al. (2011) em cultivo hidropônico de *Salicornia perisca* obteve produtividade de  $22,9 \text{ t ha}^{-1}$  após 100 dias. Este resultado é duas vezes maior que a produtividade máxima ( $11,0287 \text{ t ha}^{-1}$ ) obtida de *S. neei* na 1ª safra nesta pesquisa, após 105 dias de cultivo, porém inferior aos resultados obtidos em todos os tratamentos na 2ª safra.

A produtividade média de massa fresca das plantas adubadas na 2ª safra ( $T_2-74,73$  e  $T_4-85,77 \text{ t.ha}^{-1}$ ) foram superiores aos resultados de Benes et al. (2005), com produtividade de  $6,4$  a  $12,4 \text{ t.ha}^{-1}$  de peso fresco de *Salicornia bigelovii*, cultivada com água de drenagem de fazenda, rica em N.

A produção de massa seca da 1ª safra foi de  $0,060$  g por planta no  $T_1$ ,  $0,068$  g por planta no  $T_2$ ,  $0,044$  g por planta no  $T_3$  e  $0,044$  g por planta no  $T_4$ . A produção de massa seca na 2ª safra foi de  $0,4207$  g por planta no  $T_1$ ,  $0,3538$  g por planta no  $T_2$ ,  $0,3770$  g por planta no  $T_3$  e  $0,6358$  g por planta no  $T_4$ .

A produtividade de massa seca foi de  $2,4033 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_1$ ,  $2,7173 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_2$ ,  $1,7603 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_3$  e  $1,7743 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_4$ . Não se observou diferenças significativas entre as massas supracitadas. A produtividade de massa seca foi de  $16,9467 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_1$ ,  $14,1547 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_2$ ,  $15,0800 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_3$  e  $25,4323 \text{ t ha}^{-1}$  no  $T_4$ .

A interação adubação x irrigação mostra que o tratamento com adubo e duas irrigações apresentou maior conteúdo de massa seca em relação aos demais tratamentos para produção e produtividade (Tabela 7).

Tabela 7. Interação adubação x irrigação para a produção e produtividade de massa seca de *Salicornia neei* Lag. ( $\text{t ha}^{-1}$ ) na 2ª safra.

Adubação	Irrigação			
	Produção		Produtividade	
	I	II	I	II
Sem	0,4207 aA	0,3770 bA	16,9467 aA	15,0800 bA
Com	0,3538 aB	0,6358 aA	14,1547 aB	25,4323 aA

Valores seguidos pela mesma letra minúscula para uma mesma coluna e pela mesma letra maiúscula na linha para produção ou produtividade não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade; Onde: (I) Uma irrigação e (II) duas irrigações; e (Sem) não adubada e (Com) adubada.

Debez et al. (2010) em cultivo da halófito *Batis maritima* tiveram produtividade de 17 t ha<sup>-1</sup> de massa seca. Estes resultados são superiores à produtividade máxima de massa seca por tratamento obtida nesta pesquisa na 1ª safra (2,7173 t ha<sup>-1</sup>), porém na 2ª safra a produtividade de massa seca no tratamento T<sub>4</sub> foi superior (25,43 t ha<sup>-1</sup>) ao dos referidos autores.

Para as gramíneas halófitas, Ahmad (2010) observou que as espécies *Sporobolus virginicus* e *Leptochloa fusca* apresentam produtividade de massa seca de 11,2 t ha<sup>-1</sup>/ano e 8,4 t ha<sup>-1</sup>/ano, respectivamente. Valores estes inferiores aos resultados obtidos em duas safras de *S. neei*. De acordo com El Shaer (2004), espécies halófitas arbustivas possuem elevado potencial forrageiro, em estudos realizados com as espécies *Atriplex numulária*, *Atriplex lentiformis*, e *Atriplex halimus*, as quais apresentaram produtividade de matéria seca na ordem de 9,9; 12,4; e 8,6 t ha<sup>-1</sup>/ano, respectivamente, quando submetidas a CE de 20,0 dS/m. Estas condições de cultivo apresentam valores inclusive inferiores ao observado no cultivo de *S. neei* no semiárido cearense, e reforça a ideia do potencial forrageiro apresentado por esta halófito.

#### 4 CONCLUSÕES

Predominantemente, o uso da adubação não aumentou a taxa de crescimento relativo e absoluto da *Salicornia neei* Lag.

Recomenda-se a menor lâmina de irrigação para cultivo da *S. neei* no semiárido, a fim de obter as maiores taxas de crescimento relativo e absoluto.

Para a 1ª safra propõe-se o corte aos 90 DAE e para a 2ª safra aos 30 DAE.

A produção e a produtividade das biomassas fresca e seca são maiores na 2ª safra.

A adubação e duas irrigações promoveram maiores produção e produtividade da massa seca.

#### AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor. Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade – INCTsal, pelo apoio financeiro na execução do projeto. À Universidade Estadual do Ceará, na disponibilização do transporte ao local da pesquisa. Ao Sr. Haitzen, proprietário da Fazenda Canafístula em Ocara-CE, pelo apoio e disponibilização da área para o cultivo.

**REFERÊNCIAS**

- AHMAD, F. *Leptochloa fusca* cultivation for utilization of salt - affected soil and water resources in Cholistan Desert. *Revista Sociedade e Natureza*, v. 22, p. 141-149, 2010.
- AMOUEI, A. Effect of saline soil levels stresses on agronomic parameters and fodder value of the halophyte *Atriplex leucoclada* L. (Chenopodiaceae). *African Journal of Agricultural Research*, v. 8, p. 3007-3012, 2013.
- BENES, S.E.; ROBINSON, P.H.; GRATAN, S.R. Cultivation of halophytes to reduce drainage volumes on the Westside San Joaquin valley of California. California: CSU-ARI, 2005. 10 p.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: I. Concentração de nutrientes no solo e na planta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 26-33, 2008a.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 12, p. 122-127, 2008b.
- BROWN, J.J.; EDWARD, P.G.; KEVIN, M.F.; STEVEN, E.S. Halophytes for the treatment of saline aquaculture effluent. *Aquaculture*. v. 175, p. 255–268, 1999.
- COSTA, C.S.B.; CHAVES, F.C.; ROMBALDI, C.V.; SOUZA, C.R. Bioactive compounds and antioxidant activity of three biotypes of the sea asparagus *Sarcocornia ambigua* (Michx.) M.A. Alonso & M.B. Crespo: a halophytic crop for cultivation with shrimp farm effluent. *South African Journal of Botany*, v. 117, p. 95–100, 2018.
- COSTA, C.S.B.; KADEREIT, G.; FREITAS, G.P.M. Molecular markers indicate the phylogenetic identity of southern Brazilian sea asparagus: First record of *Salicornia neei* Lag. Brazil. *Rodriguésia*, v. 70, p. e03122017/1-10. 2019.
- D'OCA, M.G.M.; MORÓN-VILLARREYES, J.A.; LEMÕES, J.S.; COSTA, C.S.B. Fatty acids composition in seeds of the South American glasswort *Sarcocornia ambigua*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 84, p. 865-870, 2012.
- DEBEZ, A.; SAADAOUI, D.; SLAMA, I.; HUCHZERMEYER, B. Responses of *Batis maritima* plants challenged with up to two-fold seawater NaCl salinity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 173, p. 291–299, 2010.
- EL SHAER, H.M. Potentiality of halophytes as animal fodder under arid conditions of Egypt. *Rangeland and Pasture Rehabilitation in Mediterranean Areas. Cahiers Options Méditerranéennes*, v. 62, p. 369-374, 2004.
- FERNANDES, E.J. Comparação entre três métodos para estimar lâminas de irrigação. *Irriga*, v. 13, p. 36-46, 2008.
- FREITAS, R.F.; COSTA, C.S.B. Germination responses to salt stress of two intertidal populations of the perennial glasswort *Sarcocornia ambigua*. *Aquatic Botany*, v. 117, p. 12–17, 2014.

GLENN, E.P.; ANDAY, T.; CHATURVEDI, R.; MARTINEZ-GARCIA, R.; PEARLSTEIN, S.; SOLIZ, D.; NELSON, S.G.; FELGER, R.S. Three halophytes for saline-water agriculture: an oilseed, a forage and a grain crop. *Environmental and Experimental Botany*, v. 92, p. 110–121, 2013.

GURGEL, M.T.; UYEDA, C.A.; GHEYI, H.R.; OLIVEIRA, F.H.T.; FERNANDES, P.D.; SILVA, F.V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, p. 3-10, 2010.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; FRANZ RUBEL, F. World map of Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, p. 259-263, 2006.

MEDEIROS, J.F.; NASCIMENTO, I.B.; GHERY, H.R. Manejo do solo-água-planta em área afetadas por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, 2010. p. 280-302.

MEDEIROS, J.F.; SILVA, M.C.; SARMENTO, D.H.A.; BARROS, A.D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, p. 248–255, 2007.

MEDINA, E.; FRANCISCO, A.M.; WINGFIEL, R.; CASAÑAS, O.L. Halofitismo em plantas de la costa Caribe de Venezuela: halofitas y halotolerantes. *Acta Botánica Venezuelica*, v. 31, p. 49-80, 2008.

MESQUITA, F.O.; CAVALCANTE, L.F.; BATISTA, R.O.; MEDEIROS, R.F.; RODRIGUES, R.M.; SANTOS, W.O. Avaliação da taxa de crescimento absoluto de mamão Havaí sob o efeito salino e de biofertilizante. *Magistra*, v. 26, n. 4, p. 447-452, 2014.

NOAMAN, M.N. Effect of potassium and nitrogen fertilizers on the growth and biomass of some halophytes growth under high levels of salinity. *Journal of Agronomy*, v. 3, p. 25-30, 2004.

OLIVEIRA, R.C., SILVA, J.E.R., AGUILAR, A.S., MARQUEZ, G.R., LUZ, J.M.Q. Fertilizantes NPK e reguladores de crescimento potencializam a formação de mudas de tomate industrial? *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 30912-30924, 2020.

PARIDA, A.K.; JHA, B. Antioxidative defense potential to salinity in the euhalophyte *Salicornia brachiata*. *Journal of Plant Growth Regulation*, v. 29, p. 137-148, 2010.

PORTO, E.R.; AMORIM, M.C.C.; DUTRA, M.T.; PAULINO, R.V.; BRITO, L.T.L.; MATOS, A.N.B. Rendimento da Artriplex mummularia irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, p. 97-103, 2006.

QUEIROZ, J.E.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUTO, J. S.; FOLEGATTI, M. V. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTsal, 2010. p. 63-82.

SANTANA, G.S.; COELHO, E.F.; SILVA, T.S.M.; RAMOS, M.M. Estimativa de condutividade elétrica e solução do solo a partir do teor de água e da condutividade elétrica aparente do solo. *Revista Engenharia Agrícola*, v. 3, p. 672-685, 2006.

VENTURA, Y. M.; WUDDINEH, W. A.; MYRZABAYEVA, M.; ALIKULOV, Z.; KHOZIN-GOLDBERG, I.; SHPIGEL, M.; SAMOCHA, T. M.; SAGI, M. Effect of seawater concentration on the productivity and nutritional value of annual *Salicornia* and perennial *Sarcocornia* halophytes as leafy vegetable crops. *Scientia Horticulturae*, v. 128, p. 189–196, 2011.