

FATORES ABIÓTICOS E A DISTRIBUIÇÃO DE FOTOASSIMILADOS DA MAMONEIRA EM CONDIÇÕES SEMIÁRIDAS¹

**ALLAN NUNES ALVES²; HANS RAJ GHEYI³; JOSÉ AMILTON SANTOS JÚNIOR⁴;
FREDERICO ANTÔNIO LOUREIRO SOARES⁵; CLAUDIO AUGUSTO UYEDA⁶ E
JOSÉ EUSTÁQUIO CAMPOS JÚNIOR⁴**

¹Artigo extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCCG

²Universidade Federal de Campina Grande. R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande - PB, 58429-900. allan_inunes@yahoo.com.br

³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas - BA, 44380-000. hans@pq.cnpq.br

⁴Universidade Federal Rural de Pernambuco. R. Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-900 eng.amiltonjr@hotmail.com; camposjr.agro@gmail.com

⁵Instituto Federal Goiano. Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Rio Verde - GO, 75.901-970 fredalsoares@hotmail.com

⁶Instituto Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão. Propriedade Terra Preta Zona Rural, s/n, Vitória de Santo Antão - PE, 55600-000 cauyeda@yahoo.com.br

1 RESUMO

Embora a susceptibilidade a fatores abióticos seja evidente, a análise dos fotoassimilados em plantas sob estresse é relevante para subsidiar práticas de manejo. Nesta direção, buscou-se avaliar a produção da biomassa e analisar a distribuição de fotoassimilados da mamoneira (BRS Energia) irrigada com águas salinas (CEa = 0,6; 1,6; 2,6; 3,6; e 4,6 dS m⁻¹) e adubada com doses de nitrogênio (50; 75; 100, 125 a 150 mg kg⁻¹ de solo). Os fatores testados foram alocados em blocos casualizados, em esquema fatorial 5x5, com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste 'F' e comparados mediante análise de regressão em 0,01 nível de probabilidade. Verificou-se que até CEa = 3,6 dS m⁻¹ houve maior produção de massa seca da parte aérea sob 125 mg de N kg⁻¹ de solo e que nas condições de salinidade impostas às plantas, as folhas foram a maior fonte e o racemo o maior dreno da parte aérea, bem como a alocação de fotoassimilados na raiz foi até 59,75% maior que na parte aérea.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., salinidade, adubação nitrogenada

**ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SOARES, F. A. L.;
UYEDA, C. A.; CAMPOS JÚNIOR, J. E.**

**ABIOTIC FACTORS AND DISTRIBUTION OF PHOTOASSIMILATES IN CASTOR
BEAN PLANTS UNDER SEMIARID CONDITIONS**

2 ABSTRACT

Although the susceptibility to abiotic factors is obvious, the analysis of photoassimilates in plants under stress is relevant to subsidize management practices. In this context, the production of biomass and partition of photoassimilates of castor bean (BRS Energy) irrigated with saline water ($EC_w = 0.6, 1.6, 2.6, 3.6, \text{ and } 4.6 \text{ dS m}^{-1}$) and fertilized with nitrogen (50; 75; 100, 125 to 150 mg kg^{-1} of soil) was evaluated. The factors tested were allocated in randomized blocks in a 5×5 factorial design with three replications, totaling 75 experimental units, and the data were submitted to analysis of variance by the 'F' test and compared by regression analysis at 0.01 level of probability. It was verified that up to $EC_w = 3.6 \text{ dS m}^{-1}$ there was greater dry mass production of shoot under 125 mg of N kg^{-1} of soil. In the conditions of salinity imposed to the plants, leaves were the greater source and racemus was the greater drainage of the aerial part, as well as the allocation of photoassimilates in the root was up to 59.75% higher than in the aerial part.

Keywords: *Ricinus communis* L., salinity, nitrogen fertilization

3 INTRODUÇÃO

Dentre as oleaginosas trabalhadas comercialmente na safra de 2014-2015 no Brasil, especificamente no Semiárido Brasileiro, a mamoneira foi cultivada em 82.100 ha e apresentou uma produtividade média de 163 kg ha^{-1} , cerca de 27,72% menor que a média nacional (CONAB, 2016). Mesmo assim, dado ao benefício das características xerófilas e heliófilas (LIMA et al., 2014) que favorecem sua adaptação edafoclimática, o cultivo da mamoneira tem impulsionado a economia da região, haja vista que, na safra de 2013, empregou cerca de 84.000 famílias (SILVA et al., 2015) e movimentou cerca de R\$ 26.432.000,00 (CONAB, 2016).

Vale ressaltar, no entanto, que nas condições do Semiárido Brasileiro, dentre os principais fatores abióticos (SIMIONI et al., 2014) que causam estresse às culturas, cita-se o estresse hídrico, salino e nutricional. Quanto à salinidade (GUEDES et al., 2011; MATOS et al., 2013; SOUSA et al., 2014), a associação entre a irrigação com águas salobras e a adubação nitrogenada (LIMA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2014) como forma de mitigação já foi analisada em várias oleaginosas (LIMA et al., 2014), sob a prerrogativa de que o nitrogênio, constituinte de ácidos nucleicos, clorofilas, aminoácidos e proteínas, quando em forma de nitrato, compete com o cloreto, de modo que o aumento do nitrato inibi a absorção de cloreto pela planta.

Com efeito, em plantas submetidas ao estresse salino, o processo de translocação de fotoassimilados é substancialmente reduzido (OLIVEIRA et al., 2014), ocorrendo acúmulo de sacarose nas folhas e provocando o aumento da massa desse órgão e decréscimo da fotossíntese (MENDONÇA et al., 2007). Quebra-se, portanto, a relação linear de translocação de fotoassimilados entre a biomassa da parte aérea e da raiz, ou seja, desequilibra-se o controle feito pelos mensageiros químicos e pela força do dreno, comprometendo a relação dreno-fonte e, conseqüentemente, o balanço de fotoassimilados na planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Com base nas informações expostas, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção de biomassa e analisar a distribuição de fotoassimilados de plantas de mamoneira expostas a irrigação com águas salinas e doses variáveis de nitrogênio.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação (7°16'41" S e 35°57'59" O, altitude média de 551 m) vinculada à Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande-PB, no período de outubro de 2010 a fevereiro de 2011. O clima da região é do tipo Aw'i, segundo a classificação climática de Koppen e é considerado subúmido seco, com período chuvoso situado entre março a julho e a normal climatológica de 800 mm (1974-2004). A temperatura máxima média mensal é de 23,7 °C em fevereiro e a mínima de 20,5 °C em julho.

Utilizou-se recipientes plásticos de 100 L, com sistema de drenagem constituído por duas perfurações na base conectadas a um recipiente coletor. A base da unidade experimental foi coberta por 1,0 kg de brita (nº zero) e, em seguida, adicionou-se os 90 kg de solo; os últimos 30 kg de solo adicionados na parte superior foram misturados com húmus na proporção de 2% do peso total do solo, totalizando 120 kg de solo na unidade experimental.

O material de solo utilizado foi classificado como Neossolo Regolítico Eutrófico Embrapa (2009) de textura franco-arenosa, não salino e não sódico proveniente do Distrito de São José da Mata, Campina Grande-PB, coletado na profundidade de 0-30 cm (horizonte A), conforme Santos et al. (2005). Em laboratório, o material de solo foi caracterizado (Tabela 1) conforme metodologias recomendadas por Claessen (1997).

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo utilizado.

Parâmetros físicos do solo					Bases trocáveis			
Areia	Silte	Argila	Ds ¹	P	Ca	Mg	Na	K
-----g kg ⁻¹ -----			kg dm ⁻³	%	(mmolc Kg ⁻¹)			
734,0	168,0	98,0	1,42	49,47	11,9	5,6	0,6	2,4
Parâmetros do extrato de saturação do solo								
pH _{es} ²	CE _{es} ³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻
dS m ⁻¹		-----mmolc L ⁻¹ -----						
5,22	0,52	2,75	2,13	1,54	0,54	5,0	0	1,60

¹Ds: densidade do solo; ²pH do extrato de saturação; ³CEes: condutividade elétrica do extrato de saturação

A cultura estudada foi a mamoneira (cv. BRS Energia). Foram semeadas seis sementes, distribuídas de forma equidistante, na profundidade de 0,02 m estando o solo em capacidade de campo. Aos 20 dias após o semeio (DAS) realizou-se o primeiro desbaste deixando-se apenas três plantas de melhor vigor por vaso; aos 30 e 42 DAS foram realizados novos desbastes deixando-se uma planta por vaso.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, totalizando 75 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram na utilização de águas com níveis crescentes de condutividade elétrica (0,6; 1,6; 2,6; 3,6 e 4,6 dS m⁻¹), na irrigação da mamoneira adubada com cinco diferentes doses de nitrogênio (50; 75; 100; 125 e 150 mg de N kg⁻¹ de solo), tendo como referência a recomendação (100 mg de N kg⁻¹) de Novais et al., (1991).

Os níveis de salinidade da água de irrigação foram obtidos a partir da adição do cloreto de sódio (RICHARDS, 1954) em água de abastecimento local (CE = 0,85 dS m⁻¹), e, após a salinização, as águas foram armazenadas em reservatórios de 200 L de capacidade.

A irrigação foi efetuada de forma manual, com turno de rega diário, com o volume aplicado obtido pela diferença entre o volume de água aplicado menos o drenado na irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 10%.

Quanto a adubação, aplicou-se, em fundação, 300 mg de P_2O_5 kg^{-1} de solo e 1/3 da recomendação para o nitrogênio (N) e para o potássio (K_2O) (NOVAIS et al., 1991). O restante (2/3) de N e K foi parcelado em cinco aplicações iguais aos 20, 30, 40, 50 e 60 DAS visando evitar acúmulo excessivo de sais. Utilizou-se ureia como fonte de N, monoamônio fosfato (MAP) como fonte de fósforo e sulfato de potássio (K_2SO_4) como fonte de potássio e todas as aplicações foram feitas manualmente.

Por ocasião da colheita das plantas (120 DAS) separou-se suas partes em raiz, caule, folha e racemos, as quais, em seguida, foram postas para secagem em estufa de ventilação forçada a temperatura de 65 °C, até atingir peso constante, sendo posteriormente pesadas em balança analítica para obtenção da fitomassa seca da raiz (FSRaiz), do caule (FSC), das folhas (FSFolhas), do racemo - tipo de inflorescência da mamoneira (FSRacemo), e da parte aérea (FSPA).

Determinou-se ainda a partição de fotoassimilados na raiz (PFR), na folha (PFF), no caule (PFC), no racemo (PFR) e na parte aérea (PFPA), bem como a razão raiz/parte aérea (R/PA) conforme Magalhães (1979). Para obtenção da partição determinou-se a percentagem da fitomassa em cada parte através da equação $PBO = FSO/FST \times 100$, em que PBO é a percentagem de fitomassa seca da parte da planta, FSO é a fitomassa seca da parte considerada da planta e FST é a fitomassa seca total da planta.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste 'F' e nos casos de significância realizou-se análise de regressão linear para a salinidade da água de irrigação e para as doses de nitrogênio utilizando-se um software estatístico (FERREIRA, 2011). Todas as análises foram realizadas adotando-se 0,05 nível de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis fitomassa seca da folha (FSFolha), do racemo (FSRacemo) e parte aérea (FSPA) foram sensíveis ($p < 0,05$) à interação salinidade vs nitrogênio. Quanto à fitomassa seca da raiz (FSRaiz) e do caule (FSCaule) verificou-se efeito significativo da CEa ($p < 0,01$). Em relação ao efeito isolado das doses de N, verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) sobre a FSRacemo e a FSPA (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da ANOVA para a fitomassa seca da raiz (FSRaiz), do caule (FSCaule), das folhas (FSFolha), do racemo (FSRacemo) e da parte aérea (FSPA) obtidas na colheita de plantas de mamoneira irrigada com águas salinas e adubada com doses de nitrogênio.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		FSRaiz	FSCaule	FSFolha	FSRacemo	FSPA
Salinidade da água (CEa)	4	1591,89**	10083,49**	14171,55**	136234,55**	346050,38**
Reg. Linear	1	6237,79**	39846,98**	56252,4**	535915,75**	1366223,6**
Nitrogênio (N)	4	138,40 ^{ns}	136,07 ^{ns}	325,00 ^{ns}	1989,44**	4827,23**
Reg. Linear	1	24937 ^{ns}	230,39 ^{ns}	950,04 ^{ns}	5741,23**	14828,49**
Interação CEa x N	16	73,83 ^{ns}	190,94 ^{ns}	296,03*	1382,22**	2929,79**
Resíduo	48	49,73	113,09	141,39	540,24	812,92
CV	%	30,09	22,48	15,91	15,65	10,54

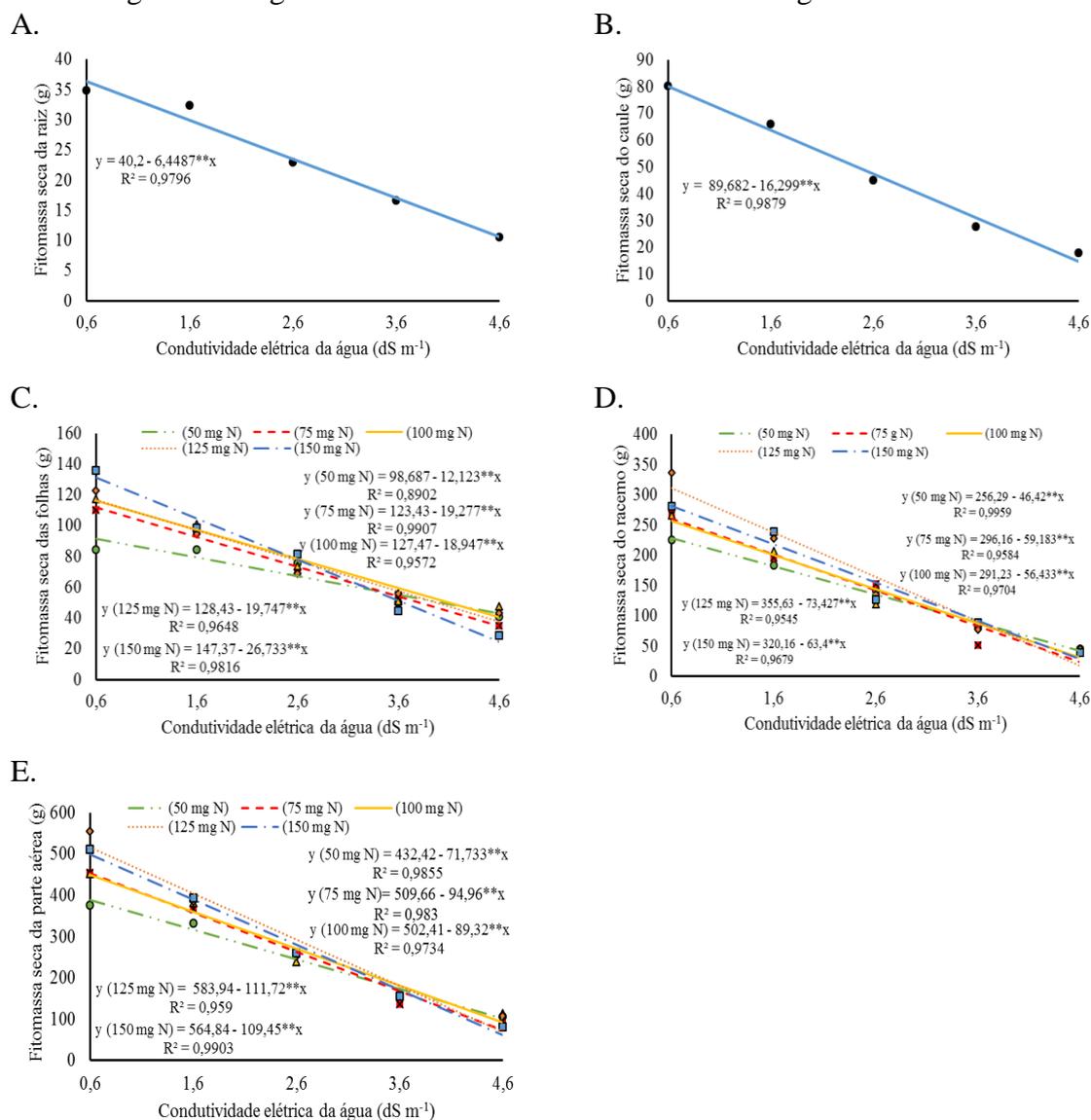
** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F.

Verificou-se que a FSRaiz reduziu à razão de 16,04% a cada dS m^{-1} incrementado, sendo estimada uma perda de 25,8 g no intervalo de CEa entre 0,6 até 4,6 dS m^{-1} (Figura 1A). Diferente do verificado no presente trabalho, Nobre et al. (2013) verificaram influência da interação salinidade vs nitrogênio sobre a FSRaiz de plantas de mamoneira (BRs Energia), no entanto, também estimaram perdas de 25,86 g no intervalo entre 0,4 a 4,4 dS m^{-1} , sob 150% de N.

Em relação à FSCaule, estimou-se uma redução de 18,17% por incremento unitário da CEa, sendo calculado uma perda real de 65,2 g no intervalo de 0,6 a 4,6 dS m^{-1} (Figura 1B). Por outro lado, Lima et al. (2014) verificaram efeito interativo da salinidade vs nitrogênio sobre a FSCaule da cv. BRS Energia, tendo estimado perdas por dS m^{-1} (18,84%) análogas ao observado sob 100 mg de N kg^{-1} de solo.

A redução na FSRaiz e FSCaule está relacionada, provavelmente, as influências osmóticas, tóxicas e nutricionais provenientes do acúmulo de sais na zona radicular da planta. Embora tenha-se verificado tendências semelhantes para a mesma cultivar, as diferenças nos resultados colocados por Nobre et al. (2013), Lima et al. (2014) e no presente trabalho podem ser atribuídas às diferenças quanto ao ambiente experimental, tipo de solo, intervalo salino e doses de nitrogênio.

Figura 1. Fitomassa seca da raiz (A) e do caule (B) e desdobramento da interação salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada para fitomassa seca das folhas (C), do racemo (D) e da parte aérea (E) obtidas na colheita de plantas de mamoneira irrigada com águas salinas e adubada com doses de nitrogênio.



Quanto a FSFolhas, após análise do desdobramento da interação entre os tratamentos, estimou-se perdas de 12,12; 19,27; 18,94; 19,74 e 26,73 g por aumento unitário da CEa quando se aplicou 50; 75; 100; 125 e 150 mg de N, respectivamente, em plantas irrigadas com águas salinas no intervalo entre 0,6 e 4,6 dS m⁻¹ (Figura 1C). Vale ressaltar que, embora as menores perdas por dS m⁻¹ incrementado tenham-se verificado sob 50 mg de N, o aumento das doses de N proporcionou maior produção de FSFolhas. Esta mitigação verificada até 3,6 dS m⁻¹ está associada ao estímulo das taxas de iniciação e de expansão foliar, do tamanho final e da intensidade de senescência foliar propulsionada pelo provável aumento da capacidade fotossintética, dado a relevância do N para os principais componentes do aparato fotossintético.

Sobre a FSRacemo, após análise do desdobramento da interação entre os tratamentos, estimou-se decréscimos lineares por aumento unitário da CEa, na ordem de 46,4; 59,1; 56,4;

73,4 e 63,4 g, respectivamente, em plantas cultivadas sob as doses de 50; 75; 100; 125 e 150 mg de N, respectivamente, dentro do intervalo salino estudado (Figura 1D).

Em relação à FSPA, verificou-se nas plantas sob 50 mg de N uma redução de 71,73 g por aumento unitário da CEa, ou seja, 16,58%, sendo esta a menor redução percentual verificada em função das doses de N estudadas. Nas plantas em que se aplicou 75, 100, 125 e 150 mg de N, os decréscimos de FSPA foram de 18,63; 17,77; 19,13 e 19,37%, respectivamente (Figura 1E).

Em suma, no comparativo entre a FSRaiz e a FSPA, verificaram-se perdas relativas na raiz, por incremento unitário da CEa, da ordem de 6,4 g sem influência das doses de N; já na parte aérea, os decréscimos foram mais intensos por aumento unitário da CEa, variando de 71,7 a 109,45 g quando se aplicou 50 e 150 mg de N, respectivamente.

Especificamente sobre a FSPA, considerando-se uma perda relativa no caule da ordem de 16,2 g por incremento unitário da CEa; perdas de 12,1 e 26,7 g nas folhas e de 46,4 e 63,4 g no racemo das plantas sob 50 e 150 mg de N, respectivamente, no intervalo salino proposto, notou-se que o racemo foi o órgão mais sensível à salinidade e que respondeu pelas maiores perdas em relação a redução total verificada na fitomassa seca da parte aérea da mamoneira, nas condições de estresse colocadas.

A condutividade elétrica da água utilizada na irrigação influenciou o comportamento da alocação de fotoassimilados na raiz (PFRaiz), na folha (PFFolha), no racemo (PFRacemo), na parte aérea (PFPA) e na relação raiz/parte aérea (R/PA) da mamoneira, a 0,05 de probabilidade. O desempenho da PFCaule não foi alterado por nenhum tratamento testado e as demais variáveis mencionadas não variaram significativamente ($p > 0,05$) em função das doses de N ou da interação entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da ANOVA para a partição de fotoassimilados na raiz (PFR), folha (PFF), caule (PFCaule), racemo (PFRacemo), parte aérea (PFPA) e relação raiz/parte aérea (P-R/PA) obtidas na colheita de plantas da mamoneira irrigada com águas salinas e adubada com doses de nitrogênio.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		PFRaiz	PFFolha	PFCaule	PFRacemo	PFPA	P-R/PA
Salinidade da água (CEa)	4	18,99*	390,40**	0,73 ^{ns}	568,51**	18,99*	0,0028**
Reg. Linear	1	67,99**	1478,81**	0,38 ^{ns}	2239,26**	67,99**	0,01**
Nitrogênio (N)	4	4,88 ^{ns}	8,72 ^{ns}	5,55 ^{ns}	27,02 ^{ns}	4,88 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
Interação CEa x N	16	10,22 ^{ns}	15,83 ^{ns}	9,33 ^{ns}	69,47 ^{ns}	10,22 ^{ns}	0,0016 ^{ns}
Resíduo	48	5,59	17,64	9,29	52,39	5,59	0,0008
CV (%)		28,09	15,22	18,93	15,12	2,58	31,12

** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F.

A PFRaiz melhor ajustou-se ao modelo de regressão linear crescente, aumentando 10,09% a cada incremento unitário da CEa, com um acúmulo estimado em 38,07% no intervalo salino estudado (Figura 2A). Segundo Taiz e Zeiger (2013), a priorização da partição de fotoassimilados para as raízes nas condições de estresse colocadas, deve-se à necessidade do desenvolvimento do sistema radicular em busca de nutrientes essenciais à própria planta.

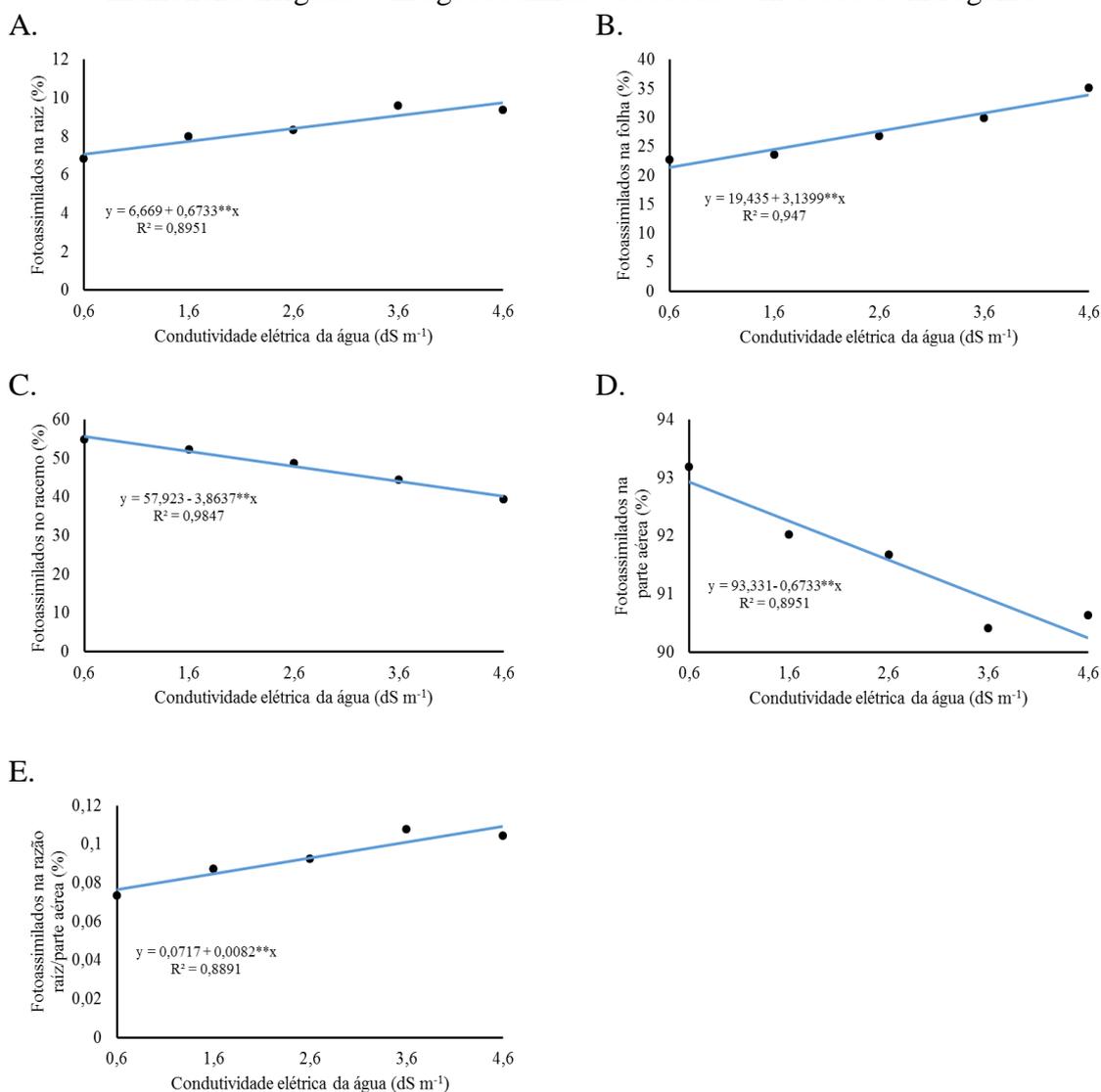
Quanto às folhas, estimou-se, com base na equação de regressão linear, um acréscimo de 16,15% na PFFolha por incremento unitário da CEa, e um ganho real de 58,91% no comparativo entre plantas sob 0,6 e 4,6 dS m⁻¹ (Figura 2B). O acúmulo de fotoassimilados nas folhas (fonte) das plantas submetidas a níveis crescentes de estresse salino ocorreu,

provavelmente, em virtude de a necessidade da planta formar todo o aparato assimilatório, base para maior produção de fotoassimilados e desenvolvimento de novos órgãos, especialmente os racemos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em relação à PFRacemo, notou-se que o aumento da CEa provocou decréscimo (dreno) no acúmulo de fotoassimilados à razão de 6,67% a cada dS m^{-1} incrementado, sendo contabilizada uma perda acumulada de 20,41% quando se comparou as plantas sob CEa de 0,6 e $4,6 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2C).

Em que pese o aumento percentual da alocação de fotoassimilados na raiz e nas folhas, com o aumento do estresse salino, também se percebeu modificações em relação ao fonte-dreno, ou seja, o racemo constituiu-se como dreno metabólico preferencial oriundo de outros órgãos. Para Santos et al., (2012), essa redistribuição deveu-se, provavelmente, ao ajustamento osmótico realizado pela planta, mediante armazenamento de açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo.

Figura 2. Partição de fotoassimilados (A) na raiz, (B) na folha, (C) no racemo, (D) na parte aérea e (E) na relação raiz/parte aérea obtidas na colheita de plantas de mamoneira irrigada com águas salinas e adubada com doses de nitrogênio.



Analisando-se a PFFA (Figura 2D) verificou-se perdas acumuladas de 2,89% nas plantas de mamona, irrigadas com águas no intervalo entre 0,6 e 4,6 dS m⁻¹ de CEa, sendo estimado decréscimo de 0,72% por cada dS m⁻¹ de aumento.

Mesmo que o caule não tenha sofrido influência do estresse imposto às plantas, foi notável a participação das folhas no acúmulo de fotoassimilados na parte aérea e do racemo na drenagem destes fotoassimilados, com o aumento da intensidade do estresse. Neste sentido, a influência do estresse na distribuição dos fotoassimilados, provavelmente, dependeu da fotossíntese, da respiração e da própria condução dos fotoassimilados na planta, intrínsecos a capacidade do dreno de alocar a matéria orgânica frente às condições adversas provocadas pelos fatores abióticos impostos.

Verificou-se acréscimo linear e crescente na relação raiz-parte aérea (R-R/PA), com o aumento da CEa, à razão de 11,43% por cada dS m⁻¹ incrementado. Neste cenário, em cuja variação total estimada foi de 42,80% quando se comparou plantas sob 0,6 e 4,6 dS m⁻¹, verificou-se acúmulo crescente de fotoassimilados na raiz em detrimento da parte aérea (Figura 2E). Sá et al. (2013) atribuem este fenômeno a necessidade da planta de reduzir a absorção de sais do meio, principalmente em ambientes com níveis mais elevados de salinidade e Silva et al. (2012) sugerem que quanto maior o porte, maior será a quantidade de massa alocada nos órgãos de sustentação.

6 CONCLUSÕES

1. A interação água salina vs adubação nitrogenada influenciou a produção de massa seca da folha, do racemo e, também, da parte aérea, na qual, sob 50 e 125 mg de N kg⁻¹ de solo registrou-se as menores perdas por incremento salino e a maior produção até 3,6 dS m⁻¹, respectivamente.

2. Nas condições de salinidade impostas às plantas, as folhas foram a maior fonte e o racemo o maior dreno da parte aérea, bem como a alocação de fotoassimilados na raiz foi até 59,75% maior que na parte aérea.

7 REFERÊNCIAS

CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212 p. (Embrapa CNPS Documentos, 1).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Séries históricas**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=#>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. 212 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GALINDO, E. A.; BARROZO, L. M. Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O.Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 279-288, 2011. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbs/v33n2/10.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, A. O. Crescimento e componentes de produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 5, p. 854-866, 2014. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/eagri/v34n5/05.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, S. S. Respostas morfofisiológicas da mamoneira, em função da salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 1, p. 130-136, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2014v19n1p130>

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 9, n. 01, p. 27-34, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i1.2202>

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

MATOS, F. S.; ROCHA, E. C.; CRUVINEL, C. K. L.; RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, R. P.; TICONO, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 947-954, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000400012>

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; SANTIAGO, A. R.; RODRIGUES, L. A.; FREITAS, T. A. S. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus* sp sob estresse salino. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 03, p. 365-372, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000300001>

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1931>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (Ed.) **Métodos de pesquisa em fertilidade de solo**. Brasília: Embrapa, 1991. cap. 2, p. 189-253.

OLIVEIRA, F. A.; PINTO, K. S. O.; BEZERRA, F. M. S.; LIMA, L. A.; CAVALCANTE, A. L. G.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Tolerância do maxixeiro, cultivado em vasos, à salinidade da água de irrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 147-154, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000100020>

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; ARTHUR M. A. DE MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 5, p. 480–486, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n5/a03v18n5.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60).

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTÔNIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1047-1054, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001000004>

SANTOS, J. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Revista Idesia**, Arica, Chile, v. 30, n. 02, p. 69-74, 2012. Disponível em: <<https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v30n2/art09.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2018

SANTOS, J. B.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; Cavalcante, I. H. L. Comportamento morfofisiológico da mamoneira BRS Energia submetida à irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 2, p. 145-152, 2012. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n2/v17n02a05.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.

SILVA, A. R. C.; OLIVEIRA, F. H. T.; ARAÚJO, A. P.; MEDEIROS, J. F.; ZONTA, E. Doses de nitrogênio e fósforo para a produção econômica da mamoneira no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 52-60, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2549>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

SILVA, M. F. O.; PRATES, E. M.; SIRQUEIRA, F. J. S.; SOARES, N. S. Análise da oferta brasileira de mamona, no período de 1961 à 2012. **Revista Estudo & Debate**, Lajeado, v. 22, n. 2, p. 195-213, 2015. Disponível em: <univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/viewFile/662/652>. Acesso em: 23 abr. 2018.

SIMIONI, T. A.; HOFFMANN, A.; GOMES, F. J.; MOUSQUER, C. J.; TEIXEIRA, U. H. G.; FERNANDES, G. A.; BOTINI, L. A.; PAULA, D. C. Senescência, remoção, translocação de nutrientes e valor nutritivo em gramíneas tropicais. **Revista Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 8, n. 13, 2014. Disponível em: <www.pubvet.com.br/uploads/5821daafeae2c75923e9bfcddcc0f2f2e.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

SOUSA, G. G.; LIMA, F. A.; GOMES, K. R.; VIANA, T. V. A; COSTA, F. R. B.; AZEVEDO, B. M.; MARTINS, L. F. Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Revista Nativa**, Sinop, v. 2, n. 2, p. 89-94, 2014.
Disponível em: <periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1506>.
Acesso em: 23 abr. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.