

BIOMETRIA, COMPOSIÇÃO MINERAL E FISIOLOGIA DE PLANTAS
JOVENS DE *Euterpe* spp. SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

TÂMARA MOREIRA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2018

BIOMETRIA, COMPOSIÇÃO MINERAL E FISIOLOGIA DE PLANTAS
JOVENS DE *Euterpe* spp. SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

TÂMARA MOREIRA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCH / UENF**

054/2018

S586 Silva, Tâmara Moreira.

Biometria, composição mineral e fisiologia de plantas jovens de *Euterpe* spp. submetidas ao estresse salino / Tâmara Moreira Silva. – Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

88 f. : il.

Bibliografia: 57 – 68.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2018.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

1. Açaí. 2. Irrigação. 3. Salinidade. 4. *Euterpe oleracea*. 5. *Euterpe edulis*
I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD – 634.97

BIOMETRIA, COMPOSIÇÃO MINERAL E FISIOLOGIA DE PLANTAS
JOVENS DE *Euterpe* spp. SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

TÂMARA MOREIRA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”

Aprovada em 26 de fevereiro de 2018

Comissão Examinadora

Prof. Abel Rebouças São José (D.Sc., Fitotecnia) – UESB

Dr^a. Sarah Ola Moreira (D.Sc., Genética e Melhoramento de Plantas) - INCAPER

Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientador)

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, que me deu a vida e me consentiu chegar até aqui. Também à minha mãe, que tanto me ensinou, exemplo de vida e retidão, que me apoia e incentiva.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por seu infinito amor, que me fez forte para vencer mais esta etapa. Com Ele nem sempre foi fácil, mas sem Ele nada seria possível;

Aos meus pais, José de Lacerda Silva e Adeil Alves Moreira Silva, pelo apoio e consolo nos momentos difíceis e por dividirem comigo as alegrias dos bons momentos, professores da minha vida, que me concederam os preceitos básicos de amor, compreensão, dignidade e respeito;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade, a infraestrutura e a bolsa fornecidas para o desenvolvimento deste trabalho;

Agradeço ao meu orientador, Almy Junior Cordeiro de Carvalho, pelos ensinamentos, compreensão e acima de tudo pelo incentivo profissional;

Aos colegas e amigos do LFIT do CCTA/UENF, Dr. Paulo Cesar, Dr. Marlon Altoé, Dr^a Aurilena Aviz, doutoranda Gabriella Linhares e à doutoranda/amiga/irmã paraense, Rozane Franci e aos graduandos Adonay Aguiar e Rosana Nani;

Ao professor, Dr. Cláudio Roberto Marciano, pelas contribuições sempre que necessárias no decorrer do trabalho;

À professora, Dr^a Janie Jasmim, pelo exemplo profissional, na dedicação e no prazer em ensinar, pelas contribuições sempre pertinentes e palavras amigas;

Agradeço, também, às amigas Dolores Miranda e Raniellyn Oliveira, que me acolheram em uma república “feita de amor”, apoiando-me e amparando-me nos bons e maus momentos dessa caminhada, as quais levarei comigo sempre;

Aos amigos, Rodolpho Artur de Souza Lima e Ygor Gonçalves, pelos conselhos e apoio físico na realização do projeto;

À professora, Dr^a Marta Simone Freitas, por disponibilizar o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas para a realização das análises de tecido vegetal;

Ao Eng. Químico, José Accácio e ao Biólogo Detony Petri, por contribuírem instruindo e acompanhando nas análises;

À CAPES e FAPERJ por concederem o auxílio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa;

E a todos os demais que, de alguma forma, tenham contribuído para a realização desta conquista.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Aspectos botânicos e distribuição geográfica do gênero Euterpe	4
2.2. Relevância econômica das culturas.....	7
2.3. Aspectos edáficos e climáticos	8
2.4. Uso de águas salinas na agricultura	10
2.5. Efeitos da salinidade em plantas cultivadas.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Caracterização e delineamento experimental	15
3.2. Instalação e condução do experimento	17
3.3. Cálculo da irrigação	19
3.4. Preparo das soluções	20
3.5. Variáveis analisadas.....	21
3.5.1. Variáveis biométricas	22
3.5.2. Variáveis nutricionais.....	23
3.5.3. Variáveis fisiológicas	23
3.6. Análise estatística	24

4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1.	Biometria de plantas de açaí e juçara	25
4.2.	Composição mineral das plantas	38
4.3.	Fluorescência da clorofila a e trocas gasosas	48
5.	RESUMO E CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	APÊNDICES	71

RESUMO

SILVA, Tâmara Moreira, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2018. Biometria, composição mineral e fisiologia de plantas jovens de *Euterpe* spp. submetidas ao estresse salino. Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

Embora tenha ganhado maior destaque nos últimos anos, a exploração do açazeiro e da juçara é predominantemente extrativista, as perspectivas são de o plantio tecnificado avançar em diversos estados brasileiros. Sabendo-se da existência de ambientes salinos ou que tenham alguma condição salina, é imprescindível o conhecimento acerca das aptidões agrícolas das culturas para que assim se assegure o sucesso em sua implantação. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do estresse salino provocado por NaCl na biometria, composição nutricional e fisiologia de plantas jovens de *Euterpe* spp. O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no campus da Uenf, nas condições climáticas do Norte Fluminense. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x2, o primeiro fator representado por cinco níveis de salinidade na água de irrigação, expressos em condutividade elétrica (0,1; 1,0; 2,0; 3,0 e 5,0 dS m⁻¹) e o segundo representado por duas espécies do gênero *Euterpe*, o açazeiro e a juçara, com quatro blocos e duas plantas por unidade experimental. Foram realizadas avaliações biométricas, nutricionais e fisiológicas, com o intuito de identificar possíveis diferenças quanto às respostas das espécies aos níveis de salinidade. Verificou-se que a salinidade

não interferiu na altura das plantas, no entanto, afetou todas as demais variáveis biométricas avaliadas. Na composição nutricional, os sais interferiram nos conteúdos de N, P, K, Ca, Mg, S, Na, B, Fe, Cu, Ni, Zn e compostos fenólicos na parte aérea, quanto aos teores foliares apenas os de K, S, Na, B e Cl foram afetados. Para os parâmetros fisiológicos, os incrementos de sais na água de irrigação proporcionaram tendência linear para os dados das relações F_v/F_m e F_v/F_0 que decresceram e F_0/F_m que foi elevada. Essas respostas indicaram possíveis danos ao aparelho fotossintético, o que pôde ser verificado pelos decréscimos também lineares da condutância estomática, transpiração e fotossíntese. Quanto às espécies não houve diferenças para a altura, diâmetro de raízes, matéria fresca do caule e acúmulo de matéria seca da parte aérea e total. Para todas as demais variáveis o açazeiro alcançou maiores médias que a juçara. As maiores extrações de N, P e Mg foram observadas na juçara, e de K, S, B, Cu, Zn no açazeiro, foi também do açazeiro a maior produção de compostos fenólicos. O teor de clorofila bem como todas as variáveis de fluorescência da clorofila *a* foram iguais entre açai e juçara. Para os parâmetros de trocas gasosas houve diferenças entre as espécies apenas para fotossíntese e eficiência no uso da água, onde mais uma vez o açazeiro se sobressaiu. A salinidade interferiu na biometria, composição nutricional e fisiologia do açazeiro e da juçara. Nas condições do presente experimento, o açazeiro teve as maiores taxas fotossintéticas e maior eficiência no uso da água, o que refletiu em um maior crescimento da espécie quando comparado à juçara.

ABSTRACT

SILVA, Tâmara Moreira, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, February, 2018. Biometry, mineral composition and physiology of young *Euterpe* spp. plants subjected to saline stress. Advisor: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho.

Although gaining prominence in recent years, açazeiro and jussara exploitation is predominantly extractive, and perspectives comprise advances in technological plantation in several Brazilian states. Knowledge on the agricultural aptitudes of crops regarding the existence of saline, environments or those with some saline conditions is paramount in order to assure their success. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effects of NaCl salt stress on the biometrics, nutritional composition and physiology of young *Euterpe* spp. plants. The experiment was conducted in a greenhouse located at the Uenf campus, in Northern Fluminense climatic conditions. The experimental design consisted in a randomized block design, in a 5x2 factorial scheme, the first factor represented by five levels of salinity in irrigation water, expressed as electrical conductivity (0.1, 1.0, 2.0, 3.0 and 5.0 dS m⁻¹) and the second factor represented by two species belonging to the *Euterpe* genus, namely açazeiro and jussara, with four blocks and two plants per experimental unit. Biometric, nutritional and physiological evaluations were carried out in order to identify possible differences in species responses to salinity levels. Salinity did not interfere in plant height, although it affected all other

evaluated biometric variables. Concerning nutritional composition, salts interfered in N, P, K, Ca, Mg, S, Na, B, Fe, Cu, Ni, Zn and phenolic compound contents in the aerial plant parts, while K, S, Na, B and Cl were affected in leaves only. Regarding physiological parameters, salt increments in the irrigation water led to a linear trend regarding the F_v/F_m and F_v/F_0 ratios, which decreased, and F_0/F_m ratios, that increased. These responses indicate possible damages to the photosynthetic apparatus, verified by linear decreases in stomatal conductance, transpiration and photosynthesis. Concerning species, no differences in height, root diameter, fresh stem matter and dry matter accumulation of both the aerial parts and total plants were observed. Regarding all other variables, açai trees reached higher means than jussara. The highest N, P and Mg extractions were observed in jussara, while K, S, B, Cu, Zn were higher in açazeiro, which also displayed the highest production of phenolic compounds. Chlorophyll content, as well as all chlorophyll a fluorescence variables, did not differ between açai and jussara. For gas exchange parameters, differences between species were observed only for photosynthesis and water use efficiency, where, once again, the açai tree was noteworthy. Salinity interfered in the biometry, nutritional composition, and physiology of both the açazeiro and jussara. Under the present experiment conditions, the açazeiro exhibited the highest photosynthetic rates and greater water use efficiency, which reflected in greater açazeiro growth when compared to the jussara.

1. INTRODUÇÃO

A família Arecaceae é constituída por um grupo de espécies genericamente conhecidas como palmeiras. Embora ocorram naturalmente em uma ampla faixa de latitude (44° Sul a 44° Norte), a maior parte das espécies é originária de regiões tropicais da terra, mais especificamente na região da linha do Equador (FAO, 1998).

Euterpe Martius é um gênero pertencente à família Arecaceae, composto por cerca de 28 espécies, distribuídas entre as Américas do Sul e Central (Alves, 1998), dentre as quais, cinco podem ser encontradas no Brasil (Henderson e Galeno, 1996). A juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e o açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) estão entre as espécies de maior destaque dentro do gênero em função do amplo uso comercial (Oliveira et al., 2000).

A juçara é uma planta típica da Mata Atlântica, conhecida popularmente como palmitreiro por ter se constituído por muitos anos na principal fonte de matéria prima para a indústria do palmito em conserva (Oliveira, 2000). A exploração desmedida da juçara levou ao esgotamento das reservas nativas e a quase extinção da espécie, uma vez que, por ser monocaule, a retirada do palmito implica na morte da planta (Jardim e Anderson, 1987).

A preocupação com a extinção tem levado à valorização da juçara também para a produção de frutos e extração da polpa, bastante similar à dos frutos do açazeiro, produzido na Amazônia (Costa, 2008; Farias, 2009). Contudo

poucas são as pesquisas voltadas ao manejo da espécie para este fim (Costa, 2008).

O açazeiro é uma palmeira multicaule dispersa em toda a bacia amazônica, abundante principalmente na sua porção oriental, encontrada nas áreas de várzea e margens do rio (Rogez, 2000). É hoje a principal fonte de matéria prima para a indústria do palmito em conserva, sua exploração em substituição da juçara se deu a partir da década de 1970, e vem ganhando destaque na produção nacional de frutas, por meio da valorização de seus frutos, dos quais se extrai o “vinho”, o açai. Bebida símbolo do estado do Pará, principal produtor e consumidor do fruto (Jardim Anderson, 1987; Menezes et al., 2008).

O açazeiro desempenha importante papel socioeconômico e ambiental na economia Amazônica. No âmbito econômico desponta como uma das frutas com maior crescimento de demanda no mercado nacional e internacional (Conab, 2016a), no âmbito social para a atividade extrativista, da qual provém a maior parte da produção brasileira de açai, evidenciando a importância da cultura para o segmento familiar da agricultura (Gasparini et al., 2015). Além disso, compõe a biodiversidade da flora Amazônica, sendo seus frutos fonte de alimento de inúmeras espécies animais.

O reconhecimento do açazeiro como uma espécie frutífera de expressão econômica é recente, o que tem levado ao estabelecimento de inúmeros cultivos em escala comercial, em especial nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. No Pará, o cultivo racional desta palmeira teve início na década de 1990. As perspectivas são de o plantio tecnificado avançar nas áreas de terra firme, não só na Amazônia, como em diversos estados brasileiros. No entanto, as plantas estão sujeitas às mais diversas influências do ambiente (Oliveira, 2007).

A disponibilidade de água no solo é fator imprescindível para o sucesso e estabelecimento da cultura, uma vez que as plantas de açai, oriundas de regiões de elevada disponibilidade hídrica são exigentes em água (Sousa e Jardim, 2007a). Para Jaleel et al. (2009), o estresse hídrico reduz o crescimento das plantas por inibir o crescimento celular, afetando vários processos fisiológicos, como fotossíntese e respiração. Em alguns casos, mesmo em boa condição de disponibilidade de água no solo, fatores inerentes a estes podem provocar estado de deficiência hídrica nas plantas. A exemplo disto, a presença de sais na água ou no solo.

Para Ayers e Westcot (1999), o problema da salinidade ocorre quando há acúmulo de sais na zona radicular em concentração tal que não permita que a planta retire água suficiente, levando-a a um estado de deficiência hídrica por tempo significativo, podendo este se estender provocando sintomas semelhantes aos causados pela estiagem. Willadino e Camara (2010) citam, também, os efeitos danosos da salinidade causados pela elevação dos íons Cl^- e Na^+ nos tecidos vegetais, alterando a relação K^+/Na^+ , bem como de outros nutrientes. Além disto, outro fator limitante ao desenvolvimento de plantas afetadas por sais é o comprometimento da fotossíntese, processo dominante em plantas superiores (Paridas e Jha, 2010).

As palmeiras, de modo geral, desenvolvem-se bem em condições salinas, sendo a tolerância às concentrações mais elevadas de salinidade variável de acordo com a espécie (Batista, 2012). Trabalhos desenvolvidos com espécies como a pupunheira (*Bactris gasipaes*) (Fernandes et al., 2003), o coqueiro (*Cocos nucífera* L.) (Ferreira Neto et al., 2007; Marinho et al., 2006; Lima, 2014; Silva, 2015; Medeiros, 2016 e Pereira et al., 2017) e a carnaúba (*Copernicia prunifera*) (Holanda, 2011), indicam a possibilidade do cultivo destas palmeiras em solos salinos, irrigados ou não com água salina. Para Gasparini et al. (2015), o estudo acerca da aptidão agrícola das espécies é essencial para que assim se assegure o sucesso da sua implantação.

Neste sentido, considerando a existência de ambientes agrícolas com características salinas, ou mesmo situações em que o uso de águas de qualidade inferior na irrigação se faça necessário, o objetivo deste trabalho foi avaliar a biometria, a composição nutricional e fisiologia de plantas jovens de *Euterpe* spp., submetidas ao estresse salino ocasionado por cloreto de sódio na água de irrigação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Botânicos e Distribuição Geográfica do gênero *Euterpe*

De acordo com Lleras et al. (1983), existem dois centros de diversidade para o gênero *Euterpe*. O primeiro na região noroeste da Colômbia, com espécies distribuídas desde o nível do mar até 3.000 m de altitude, na costa ocidental úmida dos Andes; e, o segundo, na região compreendida pelo escudo das Guianas e alto Rio Negro, em áreas bastante úmidas. Este gênero é classificado botanicamente como pertencente à divisão Magnoliophyta (= Angiospermae), classe Liliopsida (Principes) e família Arecaceae (= Palmae) (Oliveira et al., 2002). De acordo com Alves (1998), cerca de 28 espécies o compõem, as quais, encontram-se amplamente distribuídas ao longo da América do Sul e Central.

Quanto à valorização econômica, são três as espécies inseridas no gênero *Euterpe* com maior destaque, são elas: *Euterpe edulis* Martius (juçara), *Euterpe oleracea* Martius (açazeiro) e *Euterpe precatoria* Martius (açai do Amazonas) (Oliveira et al., 2000). A primeira, constituiu-se durante muitos anos na principal fonte de matéria-prima para a produção do palmito em conserva, sofrendo drásticas reduções nas populações nativas devido à exploração extrativista de maneira indiscriminada (Reis et al., 2000; Fantini et al., 1997). As duas últimas são principalmente exploradas para a produção de frutos e extração da polpa, o açai.

A *E. edulis*, popularmente conhecida como juçara, palmito-juçara, palmitreiro e ripa, é uma espécie do estrato médio da Floresta Atlântica, pode ser encontrada desde o Sul da Bahia até o Rio Grande do Sul, bem como em algumas florestas nativas do Centro-Oeste e também na Argentina e Paraguai (Carvalho, 1993; Seoane et al., 2005). Palmeira monocaule, pode atingir em média 15 m de altura e, aproximadamente, 15 cm de diâmetro, que sustenta cerca de 10 a 20 folhas pinadas, medindo aproximadamente 1,5 m (Aguiar et al., 2002).

O pico de floração da juçara (*E. edulis*) é variável de acordo com o clima onde a planta se encontra, mas de maneira geral ocorre entre os meses de novembro a fevereiro, sendo a maturação dos frutos lenta, apresentando frutos imaturos por até oito meses, com maturação de junho a dezembro para o estado de São Paulo (Fish et al., 2000; Aguiar et al., 2002). No Espírito Santo a maturação se inicia no mês de dezembro.

A inflorescência da juçara mede entre 50 e 80 cm de comprimento, com raque principal da qual partem de 96 a 175 ráquias. As flores, unissexuais, são aderidas às ráquias e dispostas em forma de tríades. Cada ráquia tem em sua base uma porção em que não se encontram flores e em seu ápice uma porção em que são encontradas apenas flores masculinas. A quantidade de flores masculinas em cada ráquia equivale a, aproximadamente, o dobro do número de flores femininas que, em geral, está em torno de 53 a 162 (Oliveira, 2011).

A *E. oleracea*, também conhecida como açai-do-Pará, açai-do-Baixo Amazonas, açai-de-touceira e açai verdadeiro, é encontrada principalmente na planície e nas terras da floresta inundada do estuário do Rio Amazonas, nos estados do Pará, Maranhão, Tocantins e Amapá, também em países como Guiana e Venezuela (Choi et al., 1998; Oliveira et al., 2000; Gasparini et al., 2015). A espécie é multicaule, podendo formar touceiras com até 25 estipes, cujos perfilhos podem estar em diferentes estádios de desenvolvimento, sendo raramente solitário. Quando adulta a estipe pode chegar a uma altura de até 30 m e medir de 12 cm a 18 cm de diâmetro. Cada haste tem um conjunto com 10 a 12 folhas pinadas, arranjadas em espiral (Oliveira et al., 2007).

O sistema radicular do açazeiro é do tipo fasciculado e relativamente denso. Plantas adultas têm raízes que emergem da base do estipe até a altura de 40 cm da superfície do solo, com coloração avermelhada e diâmetro em torno de

1 cm, sendo providas de lenticelas e aerênquimas. De modo geral, são superficiais e prolongam-se por cerca de 3,0 m a 3,5 m da base do estipe em indivíduos com três anos de idade, podendo, em plantas com mais de dez anos, atingir 5,0 m a 6,0 m de extensão (Oliveira et al., 2007).

Para o açazeiro, a fase reprodutiva se inicia por volta dos quatro anos, contudo, se bem manejado, pode iniciar a floração a partir de 2,5 anos após o plantio, podendo a primeira colheita ocorrer entre 3,1 a 3,5 anos (Oliveira, 2002). Após o início da fase reprodutiva, flora e frutifica por quase todo o ano, mas com o pico de floração ocorrendo de fevereiro a julho e o de frutificação de agosto a dezembro, para as condições do estado do Pará (Oliveira, 2000).

A inflorescência do açazeiro é tipo cacho, com uma raque central, onde estão inseridas as ráquias, e nestas, milhares de flores sésseis, unissexuais, dispostas em espiral. Nos primeiros dois terços das ráquias, as flores estão dispostas em tríades, onde cada flor feminina é ladeada por duas flores masculinas (Bovi e Castro, 1993). O número total de flores por cacho pode chegar a até 8.000 femininas e a até 37.000 masculinas (Calzavara, 1972).

Variações quanto à proporção de flores femininas e masculinas no açazeiro foram relatadas por Venturieri (2006), fator este de grande importância a ser estudado, sobretudo, para fins do melhoramento genético da espécie, visto que o maior número de flores feminina implica em maior produção de frutos.

Açaí e juçara são espécies preferencialmente alógamas (Filho e Resende, 2001), embora tenham flores de ambos os sexos na mesma inflorescência, a maturação destas ocorrem temporalmente separadas. Entretanto, em alguns casos, esta maturação pode vir a coincidir, como relata Oliveira et al. (2000).

Os frutos destas espécies são drupas globosas e, em geral, com coloração violácea, são pequenos, com cerca de 1,0 cm a 1,4 cm e 1,0 cm a 1,5 cm de diâmetro para o açazeiro e a juçara, respectivamente (Muñiz-Miret et al., 1996). Estes frutos dispõem de mesocarpo carnoso muito fino e uma única semente que constitui cerca de 80% do seu volume total (Oliveira, 2011).

O principal meio utilizado para a propagação, tanto do açazeiro quanto da juçara, é o uso de sementes. A propagação por sementes permite a produção de grande quantidade de mudas a custos relativamente baixos (Nogueira et al., 2005). O açazeiro no entanto, também pode se propagar assexuadamente com a utilização da brotação lateral de perfilhos. De acordo com Nogueira (1997), o

perfilamento é mais eficiente do ponto de vista da produção por ser um método mais rápido, sobretudo em caso de regeneração dos plantios, além disto, permite a multiplicação de indivíduos mais produtivos.

Em 2004 foi lançada a cultivar BRS-Pará, primeira cultivar da espécie *E. oleracea* para cultivo em terra firme, desenvolvida com o intuito de sanar problemas de produtividade e heterogeneidade nos Açaizais manejados da região. A cultivar é resultado de três ciclos de seleção massal em plantas da Coleção de Germoplasma de Açaizeiro da Embrapa Amazônia Oriental (Oliveira e Farias Neto, 2004).

2.2. Relevância econômica das culturas

Destaque nas últimas décadas pela sua contribuição na economia, em especial para o estado do Pará, com a extração do palmito, o açaizeiro vem despontando também, desde os anos de 1980, pela produção e comercialização da polpa extraída dos seus frutos, o “açai” (Oliveira, 2000). A atividade predominantemente extrativista exalta a importância da cultura para a agricultura familiar, gerando emprego e renda às populações ribeirinhas. Cerca de 90% do açai produzido no Brasil provém do extrativismo nativo e nativo manejado, ao passo que apenas 10% provém de cultivos em terra firme, com o uso de irrigação (Conab, 2016b).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de açai, com uma produção de 216.071 toneladas e faturamento de R\$ 480,6 milhões em 2015, para o mesmo ano o valor de exportação superou a marca dos US\$ 22,6 milhões na área dos produtos alimentícios (IBGE, 2016). O maior percentual produtivo de açai é da região Norte do país, com destaques para os estados do Pará, que produz 61,2% do total brasileiro, seguido do Amazonas, com 26,7% e demais estados produtores com 12,1% (IBGE, 2016).

Quanto ao destino da produção, 60% de todo o açai produzido é destinado ao consumo interno dos estados produtores, 30% aos demais estados brasileiros e 10% é exportado, sendo o Estados Unidos da América responsável por 54% e o Japão com 37% da demanda externa da polpa (Conab, 2016b).

A preocupação com a extinção tem impulsionado a valorização da juçara no mercado da produção de frutos, também, devido à qualidade da polpa,

bastante similar à dos frutos do açazeiro (Costa et al., 2008; Farias, 2009). O manejo da espécie voltado a este mercado é recente, teve início a partir de 2003 nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Castro, 2012).

Utilizado como ingrediente funcional em sucos de frutas, misturas de bebidas, suplementos dietéticos e produtos lácteos, a polpa de açaí ganhou consumidores em todo o mundo, não só pela excentricidade no mercado e sabor exótico, mas também devido aos seus potenciais benefícios para a saúde associados à sua composição fitoquímica (Pacheco-palencia et al., 2007).

Considerado um alimento energético pelo alto teor de lipídios, o fruto é também fonte de carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas E e B1. O teor de proteínas em torno de 13%, embora não seja suficiente para classificá-lo como um alimento proteico, é, segundo Oliveira (2007), superior ao encontrado em outros produtos como o leite integral e o ovo, por exemplo. O valor calórico do açaí está entre 247 e 265 Kcal por 100 g de polpa *in natura* dos frutos, para a bebida os valores calóricos são variáveis, em geral inferiores a 80 Kcal por 100 g, isto a depender da quantidade de água utilizada durante o processamento (Rogez, 2000).

Outro composto encontrado na polpa do açaí e que tem se tornado objeto de estudos de muitos trabalhos de pesquisa são as antocianinas, pigmentos naturais responsáveis por conferir às flores e frutos as colorações azul, vermelho e demais cores relacionadas (Pacheco-palencia, 2009). As antocianinas são antioxidantes e anti-radicais livres que prolongam a vida das células, retardando o envelhecimento, aumentam as defesas imunológicas, protegem o organismo do acúmulo de lipídeos nas artérias, melhorando a circulação sanguínea, além de adiarem a perda de visão e diminuir os efeitos do Alzheimer (Rogez, 2000).

De acordo com laderoza et al. (1992), a quantidade de antocianinas presente nos frutos da juçara é quatro vezes superior à encontrada nos frutos do açazeiro, com valores de 1.347 mg por 100 g de frutos e 336 mg por 100g de frutos, respectivamente.

2.3. Aspectos edáficos e climáticos

O açazeiro pode ser encontrado em sua forma nativa ou em cultivo na Amazônia brasileira em áreas com os tipos climáticos Afi, Ami e Awi, segundo a

classificação de Köppen. Caracterizados por serem quentes e úmidos, estes tipos climáticos diferem-se pelo total de chuvas, mas, principalmente, pela sua distribuição ao longo dos meses do ano (Nascimento e Homma, 1984), tem pequenas amplitudes térmicas, temperaturas anuais, em geral, em torno de 26°C e umidade relativa do ar variável entre 71% e 91% (Oliveira et al., 2002).

De maneira geral, temperaturas mais elevadas favorecem o crescimento e desenvolvimento do açaizeiro. Em cultivo experimental de açaí para a extração do palmito no litoral paulista, em que há ocorrência de temperaturas médias anuais mais baixas, em torno de 21°C, Aguiar (1988) classificou-as como provavelmente próximas ao limite mínimo de exigência térmica para a cultura. Para Nogueira et al. (1995), temperaturas superiores a 18°C são necessárias para o bom desenvolvimento do açaizeiro e temperaturas inferiores a esta podem causar atrasos no desenvolvimento das plantas.

No que se refere às exigências hídricas da cultura, em seu habitat natural, as matas de várzea do estuário amazônico, plantas de açaí não tem sintomas de déficit hídrico, mesmo em épocas de seca, pois o suprimento de água é garantido por meio das porções mais profundas do sistema radicular, como constataram Carvalho et al. (1998). Já para cultivos de terra firme, mesmo na região Amazônica, a irrigação dos açaizais é indispensável e se dá de maneira empírica, visto que, ainda hoje pouco se sabe a respeito das necessidades hídricas da cultura, em geral, a irrigação é realizada de maneira suplementar nos períodos de estiagem (Oliveira et al., 2000).

Em estudo realizado por Mar et al. (2013) com plantas jovens de açaí (*E. oleracea*) sob condições de déficit hídrico, é possível constatar a relação existente entre o suprimento de água no solo e o crescimento da espécie. Efeitos negativos significativos na produção de biomassa total e na área foliar foram notados em plantas submetidas a ciclos de déficit hídrico (25 dias de déficit + 5 dias de irrigação + 14 dias de déficit) quando comparadas às do tratamento controle (sem déficit hídrico). As reduções na produção de biomassa total e área foliar ao final do experimento (44 dias) foram de 38 e 31%, respectivamente.

Quanto aos solos, a espécie se adapta bem desde os argilosos das regiões de várzea, distróficos, aos areno-argilosos de terra firme, distróficos, com maior porosidade, boa drenagem, com pH em torno de 5,5, preferencialmente,

mas que respondam bem à adubação, devido às suas propriedades físicas (Daniel, 1997; Nogueira et al., 1995; Oliveira et al., 2007).

Já a juçara caracteriza-se como uma espécie de sombra (esciófila) e pode ocorrer dentro de diferentes associações vegetais que lhe proporcionam sombreamento (Klein, 1974). Plantios da espécie ocorrem em áreas onde a temperatura média anual varia entre 17°C e 26°C. Quanto às exigências hídricas, a espécie é encontrada em regiões com média anual de precipitação entre 1000 e 2200 mm, apresentando melhores taxas de crescimento em regiões com pluviosidade superior a 1500 mm. Florestas estacionais são também locais de ocorrência da juçara, podendo esta, tolerar até três meses de estação seca, como no sul da Bahia e Sul do Mato Grosso do Sul (Carvalho, 1993).

Em trabalho desenvolvido por Tsukamoto Filho et al. (2001), a luminosidade e o déficit hídrico se mostraram como principais fatores ambientais limitantes ao crescimento inicial da juçara, sendo observado o maior crescimento em altura, diâmetro do coleto e número de folhas quando da exposição das plantas a ambientes com menor intensidade luminosa e maior disponibilidade hídrica. Além disto, ainda segundo os autores, as respostas das plantas aos fatores externos variaram de acordo com a fase de desenvolvimento, sendo plantas com até seis meses mais exigentes em luminosidade que as de idade entre os 18 e 30 meses após plantio.

Tavares (2017), em estudo de mudas de açaizeiro e juçara sobre déficit hídrico, constatou reduções no crescimento das plantas à medida que se reduzia a disponibilidade de água no substrato, com efeitos negativos mais acentuados em mudas de açaí. Além disto, a autora relata que embora os valores dos parâmetros fisiológicos de ambas as espécies tenham sido alterados, estes indicaram maior tolerância à limitação hídrica para a juçara.

2.4. Uso de águas salinas na agricultura

Com a necessidade da expansão de algumas culturas, juntamente com a impossibilidade de se estender as fronteiras agrícolas em suas zonas favoráveis de desenvolvimento, torna inevitável a sua exploração em locais diferentes de seus habitats naturais. Dentre os métodos que permitem o estabelecimento de plantios em áreas com alguma forma de limitação, está a irrigação.

A irrigação é uma importante prática, capaz de garantir a exploração agrícola mesmo em regiões com déficit hídrico, além de possibilitar incrementos na produção. De acordo com Paulino et al. (2011), embora a área agrícola mundial irrigada corresponda a apenas 17%, responde por 40% de toda a produção agrícola.

O suprimento de água adequado às plantas é crucial para a maximização da produtividade por garantir a manutenção das atividades fisiológicas e os processos de transporte de membrana. Além disto, a qualidade da água para a irrigação é outro fator primordial para o sucesso na produção. No entanto, o uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade disponíveis, tem tornado inevitável a utilização de recursos hídricos com qualidade inferior, como as águas salinas, na implantação de novos projetos ou mesmo na manutenção dos antigos que requerem águas adicionais (Ayers e Westcot, 1999).

A classificação da água para fins agrícolas é determinada pela concentração de alguns íons, tais como o sódio, potássio, cloreto e sulfato, além de outros parâmetros, como sólidos dissolvidos e condutividade elétrica (Barroso et al., 2011). Ayers e Westcot (1999) classificam o grau de restrição do uso da água de irrigação quanto à condutividade elétrica (CEa), sendo: nenhuma CEa < 0,7 dS m⁻¹; ligeira e moderada 0,7 dS m⁻¹ > CEa > 3,0 dS m⁻¹; e severa CEa > 3,0 dS m⁻¹. Quanto aos sais presentes nestas águas, o mais comum e trabalhado é o cloreto de sódio, o qual, de acordo com Cavalcante et al. (2010), prejudica o desenvolvimento inicial da grande maioria das frutíferas.

A salinização da água e do solo é um dos principais problemas da atualidade, não sendo mais exclusividade das regiões áridas e semiáridas do globo. Devido às variações do clima nos últimos anos, com as elevações na temperatura e sazonalidade das chuvas, além das ações antrópicas, outras áreas menos propícias a estes eventos têm sido levadas a sofrerem também com a salinização dos seus recursos (Oliveira, 1997; Holanda et al., 2001).

No Semiárido Brasileiro, em que as taxas de evaporação tendem a serem superiores às de pluviosidade, há o acúmulo natural de sais nos solos e nas águas (Cavalcante et al., 2010). Nestas regiões, os efeitos do estresse salino ocasionado pela água de irrigação em plantas cultivadas tem sido objeto de vários estudos. Inúmeras frutíferas de elevado valor econômico como goiabeira (Cavalcante et al., 2009; Silva et al., 2015a; Souza et al., 2015), maracujazeiro

(Bezerra et al., 2014), anonáceas (Cavalcante et al., 2001; Sá et al., 2015) e mamoeiro (Cavalcante et al., 2010) vêm sendo testadas a fim de se encontrar plantas tolerantes à salinidade. Contudo, o uso das águas salinas na agricultura fica condicionado não só à tolerância das culturas a este estresse, mas, também, ao manejo adequado da irrigação e demais práticas culturais que possibilitem a redução dos efeitos destes sais (Gurgel et al., 2007).

2.5. Efeitos da salinidade em plantas cultivadas

O problema da salinidade se dá quanto do acúmulo de sais na zona radicular em virtude das sucessivas irrigações (Ayers e Westcot, 1999). O excesso de sais interfere negativamente sobre as propriedades físicas e químicas dos solos (Cavalcante et al., 2010). Nas plantas, os efeitos da salinidade estão relacionados às alterações na disponibilidade hídrica, na toxicidade dos íons e na interferência indireta dos sais em processos fisiológicos, atrelada ao desequilíbrio nutricional (Ferreira et al., 2007; Dias e Blanco 2010).

Listada como uma das principais causas na redução da produtividade das culturas (Martínez et al., 2010), a salinidade é potencialmente capaz de interferir em todos os processos fisiológicos e metabólicos das plantas (Zhu, 2002). No entanto, seus efeitos são ainda dependentes de outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipos de sais, intensidade e duração do estresse, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (Tester e Davénport, 2003).

Durante a germinação, o excesso de sais na solução do solo interfere no potencial hídrico, dificultando a captação de água, a embebição das sementes e o alongamento inicial da raiz (Lopes e Macedo, 2008). Em seguida, o acúmulo de íons em concentrações tóxicas, principalmente no eixo embrionário pode afetar diversos processos fisiológicos e metabólicos destes tecidos, como divisão e diferenciação celular, ativação de enzimas, captação e distribuição de nutrientes (Freitas, 2006). Aliados, os efeitos osmótico e iônico dos sais podem atuar retardando e/ou inibindo a germinação (Coutinho, 2000; Machado et al., 2003), além de aumentar a percentagem de plântulas anormais (Lima et al., 2005).

Efeitos na alocação de matéria seca, relações iônicas, estado da água, reações bioquímicas ou uma combinação de muitos fatores fisiológicos podem

explicar a redução das taxas de crescimento vegetativo e reprodutivo dos vegetais sob condições de estresse salino (Sohan et al., 1999).

Inicialmente, a diminuição do conteúdo de água da planta, decorrente da maior dificuldade de absorção reduz o turgor das células, principal força que rege a expansão celular, provocando alterações em suas atividades dependentes, como expansão foliar e alongamento das raízes (Taiz e Zeiger, 2013). Além disto, a salinidade reduz a condutividade hidráulica do sistema radicular, afetando o fornecimento de água, nutrientes (Sohan et al., 1999) e hormônios (Távora et al., 2001) para a parte aérea, podendo gerar um estado de estresse na planta inteira (Parida e Das, 2005).

A presença de sais na solução do solo pode modificar a sua fertilidade, tornando alguns elementos indisponíveis às plantas (Medeiros et al., 2016). Nas plantas, a absorção de água eleva os teores de Cl^- no caule e de Na^+ nas diferentes partes, inibindo a absorção de outros nutrientes, tornando reduzidos os teores de N, K^+ e Mg^+ (Costa et al., 2008). Posteriormente, o acúmulo excessivo destes íons (Cl^- e Na^+) torna-se tóxico aos tecidos vegetais, induzindo distúrbios fisiológicos a nível de protoplasma, em processos como fotofosforilação, cadeia respiratória, assimilação de nitrogênio e metabolismo das proteínas, por inibirem a maioria das enzimas atuantes (Munns, 2002, Tester e Davenport, 2003).

O comprometimento da fotossíntese é a principal causa de redução no crescimento de plantas afetadas por sais, uma vez que, a fotossíntese é um dos processos fisiológicos mais dominantes em plantas superiores (Parida e Jha, 2010). Além disso, verifica-se em plantas sob estresse salino o fechamento estomático, que tem por objetivo manter a disponibilidade hídrica nos tecidos vegetais, reduzindo as grandes perdas por transpiração, visto que o excesso de sais na solução do solo reduz a captação de água (Tester e Davenport, 2003). No entanto, o processo de fechamento dos estômatos limita não só a perda de água mas também a difusão de CO_2 , principal matéria prima para a conversão de energia luminosa em energia química durante o processo fotossintético (Vieira et al., 2010).

Outro efeito da salinidade é a formação de espécies reativas de oxigênio (ROS/EROS) que causam danos às proteínas, DNA, lipídios, clorofila e quase todos os outros constituintes orgânicos das células vivas (Becana et al., 1998).

Em termos de tolerância à salinidade, as plantas são classificadas em halófitas e glicófitas (Willadino e Camara, 2010). Plantas halófitas apresentam mecanismos que as conferem tolerância a ambientes salinos, as plantas glicófitas são a maioria das plantas cultivadas, incapazes de conviver com níveis elevados de sais, tendo seu turgor e crescimento consideravelmente afetados em concentrações superiores a 10 Mm (Willadino e Câmara, 2004).

Segundo Esteves e Suzuki (2008), dentre as estratégias bioquímicas utilizadas pelas plantas do grupo das halófitas para a superação dos efeitos do estresse salino estão: a acumulação ou exclusão seletiva de íons, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons em nível celular (vacúolos) e estrutural (folhas), síntese de osmólitos, alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de enzimas, antioxidantes e hormônios. Assim, ainda, segundo os autores, o nível de tolerância de uma determinada espécie irá depender da adoção de um ou mais desses mecanismos e de sua eficiência em acumular água nas células, resguardando as funções fotossintéticas e conservando a homeostase iônica, reduzindo os danos causados pelos sais em excesso.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização e delineamento experimental

O experimento foi instalado em casa de vegetação no campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, localizada em Latitude = 21°19' S, Longitude = 41°10' W e Altitude = 14 m.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região Norte Fluminense é classificado como Aw, isto é, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverno seco e temperatura do mês mais frio superior a 18°C. A temperatura média anual se situa em torno de 24°C, sendo a amplitude térmica muito pequena (Ramos et al., 2009). De acordo com Miro et al. (2009), a precipitação pluviométrica média anual dos últimos 30 anos para o município de Campos dos Goytacazes é de 902,2 mm.

Durante o período experimental, as condições ambientais no interior da casa de vegetação, representadas pela temperatura e umidade relativa do ar (mínimas, médias e máximas), foram monitoradas pelo medidor *WATCH DOG – Weather – Station (Spectrum Technologies, Inc)* programado para realizar leituras a intervalos de uma hora, e seguem representados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

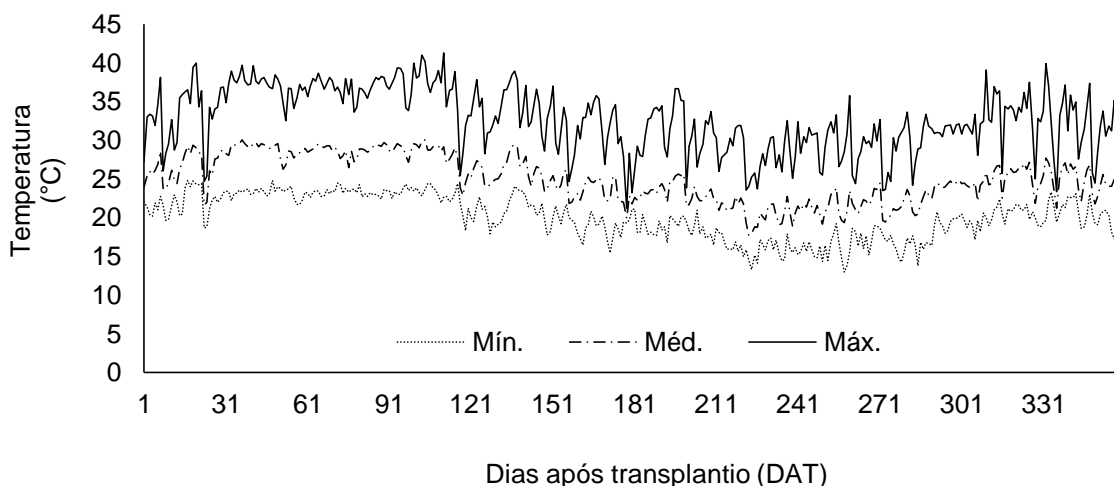


Figura 1. Temperaturas mínimas, médias e máximas no período de condução do experimento. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ.

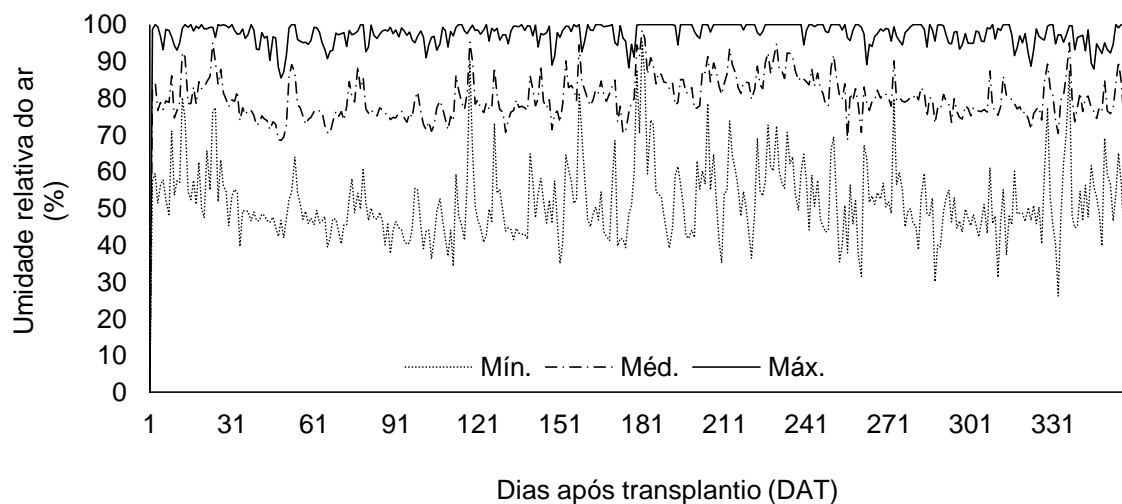


Figura 2. Umidades mínimas, médias e máximas do ar no período de condução do experimento. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 2, em que o primeiro fator corresponde a cinco níveis de salinidade na água de irrigação, expressos em condutividade elétrica (0,1; 1,0; 2,0; 3,0 e 5 dS m⁻¹), adotando-se o primeiro tratamento (0,1 dS m⁻¹) (sem adição de sal) como controle, o segundo fator corresponde a duas espécies de palmeiras, açazeiro (*E. oleracea* Mart. cv BRS – Pará/ registro n° 11.300

RNC/MAPA) e juçara (*E. edulis* Mart.), totalizando dez tratamentos, com quatro repetições, dois vasos por unidade experimental e uma planta por vaso.

3.2. Instalação e Condução do experimento

As sementes foram semeadas em tubetes com capacidade volumétrica de 290 cm³ preenchidos com substrato contendo areia e Basaplant® Hortaliças BX, com as seguintes características: umidade de 50%; capacidade de retenção de igual de 150%; condutividade elétrica de 2,5 mS cm⁻¹; pH de 5,8, na proporção 1:1 (v/v). A semeadura se deu a uma profundidade de aproximadamente 2 cm da superfície para fins de padronização.

Posteriormente, aos 120 DAS (dias após a semeadura) as mudas foram transplantadas para vasos pretos de polietileno com capacidade volumétrica de 16 dm³ preenchidos com substrato previamente elaborado. O substrato utilizado foi obtido a partir da mistura de solo, areia e substrato comercial Basaplant® Hortaliças BX na proporção 1:1:1 (v/v/v), devidamente adubados de acordo com a análise química do substrato (Tabela 1) e as necessidades nutricionais das plantas, segundo recomendações de Cravo et al. (2010).

No momento da implantação, foram fornecidos 20 mg dm⁻³ de fósforo na forma do fertilizante superfosfato simples (18% de P₂O₅ e 20% de CaO), a quantidade do nutriente foi calculada com base nos cálculos de fósforo disponível a partir do teor de argila do substrato (Tabela 2). O nitrogênio e o potássio foram aplicados de forma parcelada, a cada mês foram fornecidos 2,5 g planta⁻¹ de ureia, com 45% de N, e 1,6 g planta⁻¹ de cloreto de potássio, com 60% de K₂O.

Tabela 1. Características químicas do substrato (solo + areia + Basaplant® na proporção 1:1:1 'v/v'), UENF, Campos dos Goytacazes – RJ

pH	S-SO ₄	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	C	MO
(H ₂ O)	-- mg dm ⁻³ --	----- mmol _c dm ⁻³ -----				-- g dm ⁻³ ---				
5,5	163	47	1,8	27,9	15,7	1,8	0,00	34,3	21,1	36,38
CTC	SB	V	m	ISNa	Fe	Cu	Zn	Mn	B	
mmol _c dm ⁻³	----- %	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
81,5	47,2	58	0	2	37,68	0,45	4,29	30	0,43	

Análises realizadas pela Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional (FUNDENOR) Departamento de Produção Vegetal, Campos dos Goytacazes-RJ.

Tabela 2. Características físicas de granulometria, densidade de partícula, densidade do solo e condutividade elétrica do substrato (solo + areia + Basaplant®). UENF, Campos dos Goytacazes – RJ

Areia	Argila	Silte	Dens. de partículas	Dens. do solo
----- (g cm ⁻³) -----				
44	50	6	2,58	1,04

Análises realizadas pelo Lab. de Solos da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (LSOL / UENF) Departamento de Produção Vegetal, Campos dos Goytacazes-RJ.

A aplicação dos tratamentos se iniciou aos 210 dias após transplântio (DAT), após o estabelecimento completo das mudas nos vasos. As plantas foram submetidas a três períodos de estresse com duração de 30 dias cada, após cada período uma lâmina de lixiviação (20% do volume total de água acumulado durante o período de estresse) era aplicada (Tabela 3), a fim de reduzir o acúmulo de sais no substrato. A aplicação dos tratamentos era reiniciada após sete dias, momento em que a capacidade de vaso do substrato (CV) atingia o limite mínimo de umidade estabelecido (70%). A imposição dos tratamentos teve ao final uma duração de 104 dias.

Tabela 3. Quantidade de água aplicada durante os períodos de estresse e na lâmina de lixiviação durante a condução do experimento. UENF, Campos dos Goytacazes – RJ

Período de estresse (dias)	Volume acumulado (Va) ----- (L) -----	Lâmina de lixiviação (V) ----- (L) -----
30	2,82	0,57
60	5,10	1,02
90	6,00	----

Departamento de Produção Vegetal, Campos dos Goytacazes - RJ.

3.3. Cálculo da irrigação

A quantidade de água utilizada em cada rega foi estabelecida por meio de pesagens periódicas, buscando-se manter o nível de umidade do substrato próximo à capacidade máxima de retenção de água durante todo o experimento. Para isto, fez-se necessário o detalhamento das relações massa-volume do substrato em questão, conforme metodologias descritas por Embrapa (1997).

Inicialmente, os vasos foram preenchidos com a mesma quantidade de substrato (seco ao ar), massa do substrato úmido (μ) = 16,50 kg, retirando-se no momento do preenchimento, amostras do substrato em triplicata para a determinação da umidade gravimétrica e do fator de correção de umidade (fc) (mediante pesagem antes e após secagem em estufa a 105°C por 48 horas), cujos resultados foram $U = 0,020 \text{ kg kg}^{-1}$ e $fc = 1,2$, respectivamente. Pode-se então, obter a massa do substrato nos vasos ($m_s = 14,37 \text{ kg}$), correspondente ao material seco em estufa (ou seja, a massa das partículas). A densidade de partículas $D_p = 2,58 \text{ Mg m}^{-3}$ (ou $D_p = 2,58 \text{ kg L}^{-1}$), foi determinada pelo método do balão volumétrico com álcool, utilizando as mesmas amostras.

Durante a colocação do solo nos vasos, estes eram levemente compactados para a redução das variações na densidade e porosidade do material e melhor acomodação das partículas. Durante o experimento, após inúmeras irrigações e a estabilização do material, o volume ocupado pelo solo em cada vaso foi medido, obtendo-se o valor médio $V_s = 13,9 \text{ L}$. Pôde-se, então, obter a densidade do solo no vaso e sua porosidade total, cujos valores médios corresponderam, respectivamente, a $D_s = 1,04 \text{ Mg m}^{-3}$ (ou $D_s = 1,04 \text{ kg L}^{-1}$) e a $PT = 0,59 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (ou $PT = 0,59 \text{ L L}^{-1}$). Sendo conhecidos V_s e PT pôde-se calcular, ainda, o volume total de poros em cada vaso, que foi, em média, $VTP = 5,82 \text{ L}$.

Para a determinação do teor de água correspondente ao da umidade em “capacidade de vaso” (θ_{cc} ou CC - por sua similaridade com a “capacidade de campo”), foram amostrados três vasos adicionais, contendo o mesmo substrato, igualmente preenchido, conforme descrito anteriormente. Os vasos foram postos em um recipiente com água para saturação, aguardando-se o tempo necessário para a água chegar até a superfície do substrato, por ascensão capilar, momento em que foram retirados e deixados livres para drenagem natural por dois dias,

depois de cessado o escoamento, foram pesados em balança digital com aproximação de 5 kg. Obteve-se então a massa do substrato úmido ($\mu = 18,52$) correspondente ao da capacidade de vaso. A quantidade de água retida na amostra nesta condição foi obtida por diferença entre a massa úmida e a massa seca do substrato, cujo volume médio de água obtido foi $V_a = 4,26 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

O controle da irrigação foi determinado por gravimetria, adotando-se o valor de 70% como o limite máximo ($\mu = 17,24 \text{ kg}$), o qual a ser atingido, procedia-se com a irrigação. Para tanto, e no mesmo horário, os recipientes com as respectivas plantas eram pesados a cada dois dias para verificação da quantidade de água consumida e, posteriormente, adicionados os volumes necessários para manter a capacidade hídrica determinada. O volume de água aplicado (V_a) por planta foi calculado conforme a equação 1.

$$V_a = PM100\% - P_a \quad (1)$$

Em que: V_a = volume de água a ser aplicado, mL, P_a = peso atual dos recipientes, kg e $P_m 100\%CC$ = peso médio do recipiente com 100% do teor de umidade em CC, kg.

3.4. Preparo das soluções

As águas salinas foram preparadas por meio da adição de cloreto de sódio (NaCl) à água proveniente do abastecimento público, cujas características químicas são fornecidas pela Tabela 4. Para o cálculo da quantidade de sal gasta na elaboração de cada nível de salinidade desejado (Tabela 5) foi utilizada a equação 2, como procederam Cavalcante et al. (2010):

$$C_s = 0,01[(C_{Ed} - C_{Eau})/G_p] \times P_{eq} \quad (2)$$

Em que: C_s = concentração de cada espécie iônica (g L^{-1}); C_{Ed} = condutividade elétrica desejada; C_{Eau} = condutividade elétrica da água oriunda do abastecimento urbano; P_{eq} = peso equivalente; G_p = grau de pureza de cada sal. Após a elaboração, as condutividades elétricas das soluções foram aferidas para

simples conferência dos resultados, para isto, foi utilizado condutivímetro digital de bancada para soluções aquosas, modelo MCA-150.1.

As soluções foram preparadas semanalmente e armazenadas em recipientes hermeticamente fechados e em local fresco à sombra, de modo a evitar possíveis alterações no seu valor, decorrentes da variação de temperatura e/ ou evaporação da água.

Tabela 4. Características químicas da água utilizada para a elaboração das soluções, oriunda do abastecimento público municipal. UENF, Campos dos Goytacazes – RJ

pH	CE (dS m ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
6,2	0,1	2,32	0,198	0,11	5,28	1,793
Na	Cl	B	Cu	Mn	Zn	
0,7	2,15	9,46	2,15	11	5,61	

Análises realizadas pelo Lab. de Nutrição Mineral de Plantas da UENF (LNMP / UENF) Departamento de Produção Vegetal, Campos dos Goytacazes-RJ.

Tabela 5. Concentração de cloreto de sódio para a preparação das soluções utilizadas

CE 25°C (dS m ⁻¹)	**NaCl (g L ⁻¹)
0,00*/0,10	0,000
1,0	0,526
2,0	1,111
3,0	1,695
5,0	2,864

CE= Condutividade elétrica, *0,00 dSm-1 tratamento controle adotado apenas para o experimento 1, **peso equivalente = 58,50, Gp ≥ 99,9%.

3.5. Variáveis analisadas

As avaliações foram realizadas após 90 dias de estresse, momento em que as plantas atingiram 314 DAT. Foram analisadas as seguintes variáveis:

3.5.1. Variáveis biométricas

O crescimento das plantas foi avaliado quanto aos seguintes parâmetros: altura (H, em cm), diâmetro do coleto (DC, em mm), número de folhas (NF) e comprimento da nervura central das folhas (CNC, em cm). Posteriormente, as plantas foram coletadas e realizadas as avaliações de área foliar (AF, em cm²), comprimento (cm), área superficial (cm²), diâmetro (mm) e volume (cm³) das raízes.

Determinaram-se as massas das matérias frescas e secas do caule, folhas e raízes das plantas. Por meio dos dados citados anteriormente, foram realizados os cálculos da relação entre raiz e parte aérea das plantas (RPA), calculada pela razão entre os valores das matérias seca de raiz e parte aérea (g g⁻¹).

A determinação da altura da planta foi realizada por meio de régua graduada em centímetros, medindo-se desde o colo da planta até a ponta da folha maior. O diâmetro do caule foi medido por meio de paquímetro digital, a uma altura de aproximadamente 2 cm da superfície do solo. Para a determinação do comprimento da nervura central da folha, utilizou-se a última folha completamente expandida. O número de folhas foi determinado pela contagem das folhas desde a folha basal até a última folha aberta.

Os valores da matéria fresca das raízes, caule e folhas foram obtidos buscando-se minimizar os erros em função das perdas de água das plantas por transpiração, para isto, após colhidas as plantas foram armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas imediatamente para o Laboratório de Fitotecnia da UENF (LFIT), onde foram realizadas as pesagens em balança eletrônica de precisão.

Posteriormente, a área foliar foi determinada por meio de um medidor de bancada modelo LI-3100 LICOR (Lincoln, NE, USA). As análises das raízes foram realizadas por escaneamento, utilizando o Scanner EPSON *Expression* 10000XL. Nesse procedimento, as raízes foram distribuídas em cubeta com dimensões de 30 x 42 cm, localizada na superfície do equipamento, previamente preenchida

com água desionizada para a digitalização da imagem pelo scanner e imediata quantificação das variáveis pelo *software* “WinRhizo”.

Na sequência, as amostras foram levadas à estufa de ventilação de ar forçada a 65° C (± 1) até a obtenção de massa constante, obtendo-se, assim, as respectivas matérias secas. Após desidratadas as amostras foram trituradas em moinho tipo Willey com peneira de 20 *mesh* e armazenadas em frascos hermeticamente fechados para posterior determinação do estado nutricional.

3.5.2. Variáveis nutricionais

Foram realizadas as análises químicas das folhas e dos caules das plantas, obtendo-se os teores foliares e os conteúdos de parte aérea. As análises nutricionais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UENF. O teor de N foi determinado pelo método de Nessler após digestão sulfúrica (Jackson, 1965). Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, S, B, Cu e Ni, 200 mg da massa seca foi submetida ao sistema de digestão aberta com HNO₃ e H₂O₂ (Peters, 2005), realizando-se a leitura utilizando o plasma (ICPE-9000) da marca Shimadzu®.

Os compostos fenólicos foram determinados pela metodologia de teores de polifenóis totais solúveis em solução alcoólica, empregando-se o método descrito por Anderson e Ingram (1989), realizado por meio da reação com o reagente de Follin-Dennis e da leitura da absorvância em comprimento de onda de 760 nm, em espectrofotômetro UV/VIS.

3.5.3. Variáveis fisiológicas

Foram quantificadas as seguintes variáveis fisiológicas: o teor relativo de clorofila nas folhas (índice SPAD), a fluorescência da clorofila *a* por meio da fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m), eficiência máxima do processo fotoquímico no PS II (F_v/F_0), produção quântica basal dos processos não fotoquímico no PS II (F_0/F_m) e *photosynthetic index* (Pi), e as trocas gasosas através dos parâmetros de temperatura foliar (T_{leaf}), concentração interna de

carbono (c_i), condutância estomática (g_s), fotossíntese líquida (A) e transpiração (E).

As medidas foram realizadas sempre na região mediana da última folha completamente expandida, no período compreendido entre as 08h e 10h da manhã. Além das variáveis analisadas, foi também calculada a eficiência instantânea do uso da água (EUA - A/E) por meio dos valores da taxa de fotossíntese líquida e taxa de transpiração.

O teor relativo de clorofila (índice SPAD) foi estimado pela avaliação quantitativa de intensidade da cor verde da folha utilizando um medidor portátil de clorofila SPAD-502 *Chlorophyll Meter*®. As variáveis da fluorescência da clorofila a : fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m), eficiência máxima do processo fotoquímico no PS II (F_v/F_0) *photosynthetic index (Pi)*, foram determinadas por meio do fluorímetro não modulado, modelo *Pocket PEA Chlorophyll Fluorimeter*® (*Hansatech Instruments - King's Lynn, Norfolk*), após a adaptação das folhas ao escuro (H'' 30 min). A produção quântica basal dos processos não fotoquímico no PS II (F_0/F_m) foi calculada a partir dos valores obtidos para F_0 e F_m . Optou-se por discorrer apenas sobre os resultados das relações F_v/F_m , F_v/F_0 e F_0/F_m , pois de acordo com alguns autores são as mais relevantes do ponto de vista de estado fotoquímico das folhas ou mesmo indicadores de estresse.

As determinações das trocas gasosas foram realizadas por meio de um analisador de gás infravermelho (IRGA), modelo LCPro-SD da ADC *BioScientific* Ltda, com fluxo de ar de 300 mL min^{-1} e fonte de luz acoplada de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As seguintes características foram mensuradas: temperatura foliar (T_{leaf} , em °C), concentração interna de carbono (c_i , em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , em mol de $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), taxa de fotossíntese líquida (A , em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a taxa de transpiração (E , em mmol de $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). A eficiência instantânea no uso da água EUA foi calculada mediante a razão entre os valores de fotossíntese e respiração (A/E) [$(\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})$].

3.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos às análises de variância pelo teste F. As médias obtidas para as espécies foram comparadas pelo teste Tukey, já as

médias obtidas para o fator condutividade elétrica foram submetidas à análise de regressão, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Biometria de plantas de açaí e juçara

Plantas de açaí e juçara atingiram, aos 314 dias após o transplântio, altura média de 63,12 cm, sem diferenças significativas entre as espécies e os níveis de salinidade avaliados. Para o diâmetro do coleto, verificou-se o efeito isolado de ambos os fatores, espécie e salinidade, tendo as plantas de açaí atingido 14,73 mm, valor 12,9% superior ao da juçara, 12,83 mm (Tabela 6). Quanto à interferência da salinidade na água de irrigação sobre a variável diâmetro do coleto, apesar da diferença significativa para os níveis de salinidade, não foram encontrados modelos matemáticos que ajudassem a explicar os resultados observados.

Em experimento com restrição hídrica em mudas de açazeiro e juçara, Tavares (2017) verificou que após 60 dias de estresse, ao atingirem a idade de

seis meses, as mudas de açazeiro alcançaram maior altura e circunferência do coleto, quando comparadas à juçara. Estes resultados, bem como os verificados para as espécies no presente trabalho podem estar relacionados à diferença genética entre o material avaliado.

Quanto aos efeitos da salinidade, os resultados obtidos para altura divergem aos esperados em plantas submetidas a estresse por excesso de sais, uma vez que, de acordo com Coelho et al. (2013), em condições salinas é esperado um menor crescimento das plantas, devido a uma resposta adaptativa, proporcionando a manutenção de suas atividades vitais, mesmo que de maneira limitada. Entretanto, vão de encontro aos obtidos por Fernandes et al. (2003), em estudo sobre os efeitos da salinidade no crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K), onde de acordo com os autores, altura e diâmetro do coleto foram as variáveis menos afetadas pelo sais, embora no nível mais elevado de estresse tenham constatado reduções na ordem de 50% e 54%, quando comparado ao tratamento controle.

Tabela 6. Altura de planta (H, em cm), diâmetro do coleto (DC, em mm), comprimento do folíolo (CF, em cm) e comprimento da nervura central (CNC, em cm) em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após sementeira, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação

Espécie	H (cm)	DC (mm)	Nº de folhas/planta (UN)	Área foliar/planta (cm ²)
Açai	65,98 a	14,73 a	4,30 a	914,99 a
Juçara	60,96 a	12,83 b	3,89 b	813,69 b
Média	63,12	13,78	4,10	864,35
CV (%)	12,32	13,64	10,94	25,89

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Também para o número de folhas e a área foliar por planta houve efeitos isolados quanto às espécies avaliadas e os níveis de salinidade na água de irrigação. Plantas de açai tiveram em média 4,3 folhas e 914,99 cm² de área foliar por planta, incrementos de 9,5% e 11,7% em relação à juçara com médias de 3,89 folhas e 813,69 cm² de área foliar (Tabela 6).

Para o aumento gradual do teor de sais na água de irrigação houve redução tanto no número de folhas como na área foliar por planta, sendo os dados melhor ajustados segundo o modelo linear como mostra a Figura 3. As reduções no número de folhas variaram de 5,13% a 28,2% e para a área foliar de 5,98% a 53,96% quando comparadas plantas conduzidas sob o tratamento com $0,1 \text{ dS m}^{-1}$ a aquelas irrigadas com condutividades elétricas de $1,0$ a $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. Estes resultados estão de acordo com os obtidos para o coqueiro “anão verde” por Silva (2015) e por Lima (2014), em que os incrementos da salinidade provocaram reduções no número de folhas e área foliar das plantas.

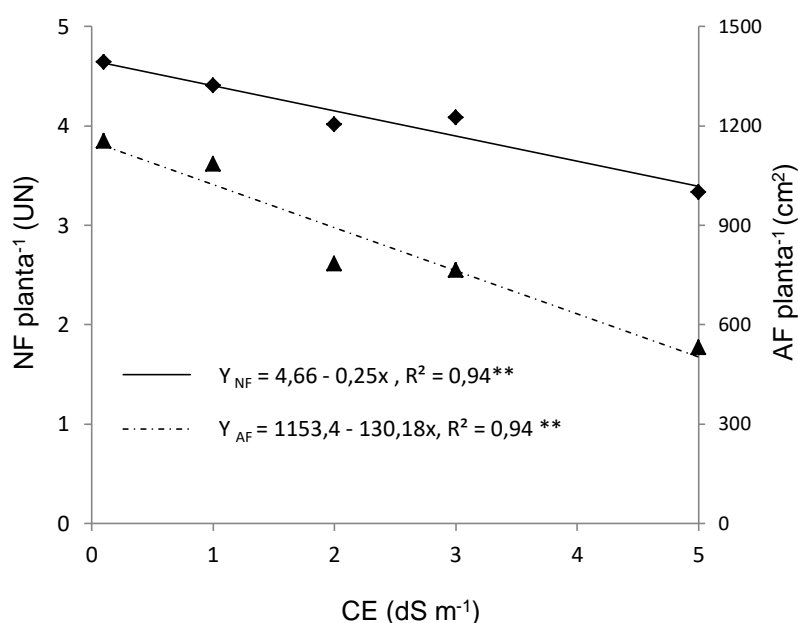


Figura 3. Número de folhas (NF, em Un.) e área foliar (AF, em cm^2) por plantas de açaí e juçara com 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

A redução da área foliar diminui a perda de água por transpiração, e está entre os principais efeitos dos sais sobre o desenvolvimento das plantas, seja ela pela redução do número de folhas e/ou no limbo foliar (Oliveira et al., 2017). Ocorre que em condições salinas há um menor crescimento devido à restrição no processo de absorção de água e nutrientes. Segundo Freire et al. (2013), a redução no potencial hídrico do solo exige um maior dispêndio energético no

processo de captação de água, retardando a emissão de folhas e reduzindo a área foliar.

Em mudas de açazeiro cultivadas no Nordeste Paraense, Sousa e Jardim (2007b) mencionaram que a maior disponibilidade hídrica no período de maior precipitação aliada às temperaturas mais amenas proporcionou as melhores condições para o aumento da produção foliar, que atingiu 3,06 folhas por planta. Em contrapartida, os períodos mais secos e de temperaturas mais elevadas, proporcionaram a maior perda de folhas e redução da produção foliar, atingindo até 1,33 folhas por planta.

Também em plantas de açazeiro, estas com três meses de idade, submetidas ao déficit hídrico por suspensão da irrigação, Mar et al. (2013) observaram reduções da área foliar aos 25 dias após o início do tratamento, atingindo aos 44 dias $9,97 \text{ dm}^2 \text{ planta}^{-1}$, redução de 31,4%, quando comparadas ao tratamento controle com $14,53 \text{ dm}^2 \text{ planta}^{-1}$. Neste sentido, para as condições do presente trabalho, o menor investimento em parte aérea em plantas irrigadas com águas salinas, pode estar relacionado à menor disponibilidade hídrica nestas condições, levando, conseqüentemente, à menor absorção de água e nutrientes por parte das raízes.

Houve interação significativa entre os fatores espécie e salinidade para o comprimento da nervura central da folha (Figura 4). No tratamento controle, o maior comprimento da nervura central foi observado em plantas de juçara, 11,51 cm, sendo este valor reduzido à medida que se elevaram os valores de condutividade elétrica da água de irrigação, atingido na maior condutividade elétrica 6,95 cm, redução de 39,62% em relação ao tratamento controle. O açazeiro por outro lado apresentou valor médio de comprimento da nervura central de 8,33 cm para todos os níveis de condutividade elétrica estudados.

Para as condições a que foram submetidas as plantas neste trabalho, o menor crescimento da nervura central das folhas de juçara em níveis mais elevados de sal na água de irrigação sugere uma maior susceptibilidade da espécie à presença de sais, o que pode ter contribuído para a menor área foliar, visto que, o comprimento da nervura central e a área foliar estão intimamente ligados. A exemplo disto muitas espécies como o pião manso (Sousa et al., 2011); o cafeeiro arábica e o conilon (Ferreira et al., 2015), o mentrasto (Bianco et al.,

2008) e o mamoeiro (Campostrini e Yamanishi, 2001) já tiveram suas superfícies foliares estimadas com base neste parâmetro.

Além disto, trabalhos com o comprimento da nervura central da folha têm sugerido que esta variável é extremamente sensível ao estresse hídrico, um dos principais efeitos dos sais sobre as plantas. Lelis (2014), trabalhando com o estresse hídrico pela suspensão da irrigação em capim limão (*Cymbopogon citratus*), verificou que plantas sem restrição hídrica tiveram o comprimento da nervura central elevado de maneira linear durante o período de imposição dos tratamentos, ao passo que plantas submetidas ao estresse hídrico tiveram o crescimento da nervura observado até o sexto dia de imposição do tratamento, sendo este crescimento estabilizado a partir deste momento, mantendo-o até o momento da coleta. Da mesma forma Gonçalves (2017) observou que na soja o comprimento da nervura central das folhas é drasticamente afetado pela limitação hídrica.

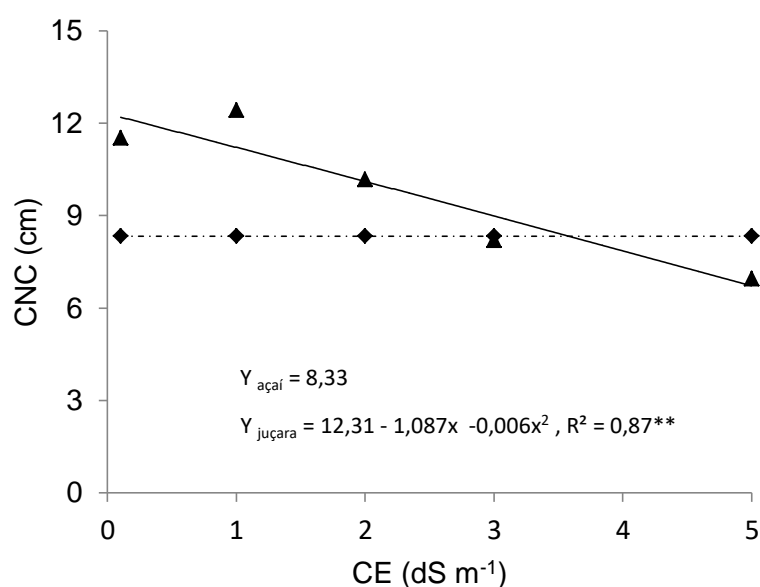


Figura 4. Comprimento da nervura central (CNC, em cm) em plantas de açaí e juçara com 16 meses de idade após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

No que se refere ao crescimento radicular das plantas, não foram constatadas interações, no entanto houve efeitos isolados de ambos os fatores

estudados, espécie e salinidade. Maiores investimentos em comprimento, área superficial e volume de raiz foram observados por parte do açazeiro, com incrementos respectivos de 24,65%, 22,57% e 26,20% em relação à juçara. Entretanto, o diâmetro das raízes não variou, sendo 1,32 mm o valor médio para as duas espécies (Tabela 7). Estes resultados sugerem maior eficiência do açazeiro na captação de água, favorecendo a expansão e divisão celular e, também, a fotossíntese, o que pode estar relacionado à maior produção de folhas e área foliar verificada para a espécie.

Tabela 7. Comprimento (CR), diâmetro (DR), área superficial (ASR) e volume radicular (VR) em plantas de açaí e juçara com 16 meses de idade após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação

Espécie	CR (cm)	DR (mm)	ASR (cm ²)	VR (cm ³)
Açaí	2508,18 a	1,34 a	607,55 a	12,94 a
Juçara	1889,83 b	1,30 a	470,40 b	9,55 b
Média	2199,01	1,32	538,97	11,24
CV (%)	28,51	32,84	31,77	38,90

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Quanto aos efeitos da salinidade sobre o crescimento das raízes, os dados de diâmetro radicular seguiram a mesma tendência linear observada anteriormente para produção de folhas e área foliar. Entretanto, para as variáveis comprimento, área superficial e volume de raízes, as equações obtidas demonstram uma resposta quadrática, com inicial redução e posterior elevação dos valores, em virtude do incremento gradual das condutividades elétricas das águas empregadas (Figura 5). Observando-se que para todas estas variáveis os maiores valores foram obtidos no tratamento controle.

Para o diâmetro das raízes em que se observou o efeito linear decrescente dos sais, houve uma redução de 28,14% entre o tratamento inicial, com média de 1,64 mm, e o de maior concentração salina, com média de 1,18mm. Já para o comprimento, área superficial e volume de raízes os valores máximos obtidos no controle foram, 2911,62 cm, 742,02 cm² e 15,92 cm³, respectivamente, sendo calculados por meio das equações fornecidas pela análise de regressão de cada uma destas variáveis seus respectivos valores mínimos estimados, 1736 cm, 401,34 cm² e 7,85 cm³, obtidos nas seguintes condutividades elétricas também estimadas 3,05, 3,72 e 3,87 dS m⁻¹. As reduções verificadas para estas variáveis nos pontos mínimos mencionados anteriormente foram de 40%, 35%, 46% e 51%, quando comparados à menor condutividade elétrica aplicada, em contrapartida, plantas tratadas com o nível máximo de salinidade atingiram valores cerca de 10% superiores em relação aos mesmos pontos mínimos calculados, para todas as variáveis em questão.

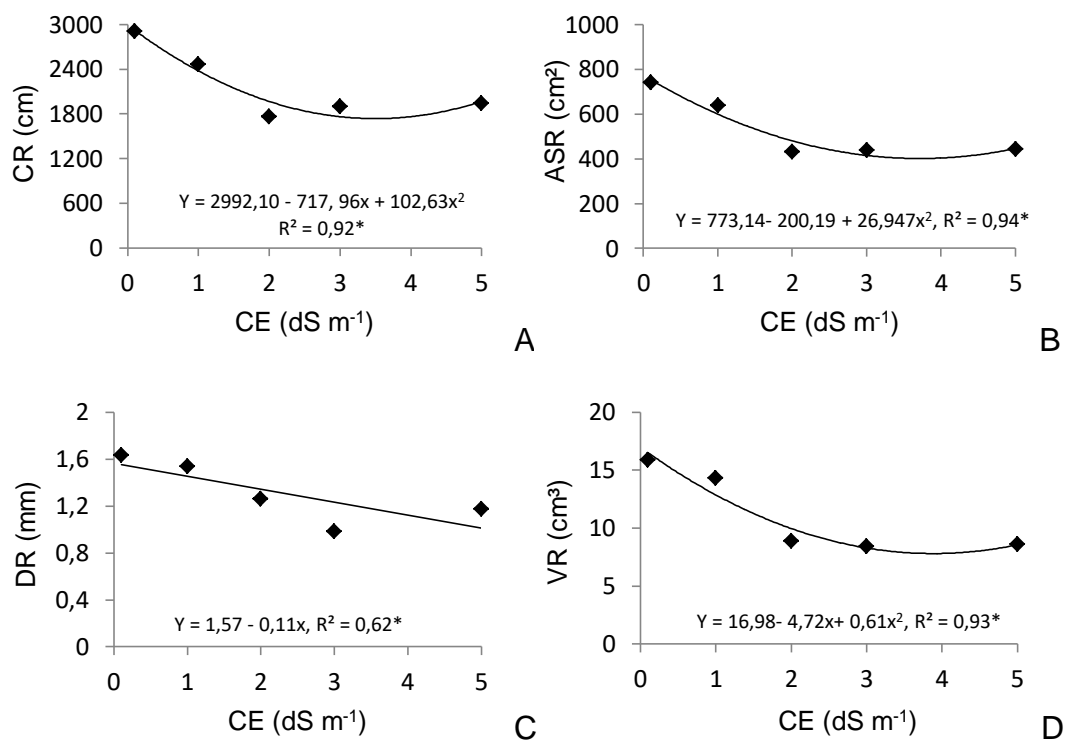


Figura 5. Comprimento (CR) [A], diâmetro (DR) [B], área superficial (ASR) [C] e volume radicular (VR) [D] em plantas de açaí e juçara com 16 meses de idade após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Estes efeitos podem ser descritos como uma resposta das plantas ao estresse osmótico provocado por níveis mais elevados de sal. Como alternativa aos danos ocasionados pelos sais, as plantas reduziram os gastos com engrossamento de raízes e passaram a investir no sistema radicular, expandindo seus limites de atuação, ou mesmo, aumentando a superfície de contato das raízes com o solo, em busca de condições favoráveis ao processo absorptivo. De acordo com Larcher (2000) e Taiz e Zeiger (2013), condições de estresse hídrico desencadeiam a síntese de ácido abscísico, estimulando o crescimento das raízes e a formação de raízes laterais, buscando com isto amenizar os efeitos da salinidade.

Buscou-se inferir quanto ao estado hídrico das plantas por meio das matérias frescas analisadas. Verificou-se que a matéria fresca do caule foi igual para açaí e juçara, com peso médio de 33,05 g planta⁻¹, no entanto, as matérias frescas das folhas e da parte aérea diferiram entre espécies. As médias de

matéria fresca das folhas e da parte aérea foram 27,17 e 60,80 g planta⁻¹, e 22,21 e 54,67 g planta⁻¹ para as plantas de açaí e juçara, respectivamente, sendo a primeira superior 18,5% em MFF e 10,8 % em MFPA em relação à última (Tabela 8).

Tabela 8. Matérias frescas e secas das folhas (MFF e MSF) e do caule (MFC e MSC) e da parte aérea (MFPA e MSPA) em plantas de açaí e juçara com 16 meses de idade após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação

Espécie	MFF	MFC	MFPA	MSF	MSC	MSPA
	----- g -----					
Açaí	27,17 a	33,63 a	60,80 a	8,33 a	8,70 a	17,03 a
Juçara	22,21 b	32,47 a	54,67 b	7,73 a	7,60 a	15,33 a
Média	24,69	33,05	57,75	8,03	8,15	16,18
CV (%)	26,83	31,64	29,12	30,70	36,51	33,02

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

A matéria fresca das raízes também diferiu entre espécies com o maior valor médio observado para o açaizeiro, 30,80 g planta⁻¹, incremento de 31,36% quando comparado à juçara, acompanhando a tendência observada na tabela 7 para o volume radicular. O mesmo ocorreu para a matéria fresca total das plantas, em que o açaizeiro se sobressaiu em 21,6% em relação à juçara (Tabela 9). Com base nesses dados, pode-se presumir sobre o controle do conteúdo de água entre as espécies, indicando que o açaizeiro por sua maior conformação radicular tenha maior eficiência na captação de água e/ou apresente mecanismos que possibilitem reduzir de maneira mais efetiva as perdas de água por transpiração.

Tabela 9. Matérias frescas e secas das raízes (MFR e MSR), total da planta (MFT e MST) e relação raiz parte aérea (RRPA) em plantas de açaí e juçara com 16 meses de idade após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Espécie	MFR	MFT	MSR	MST	RRPA
	----- g -----				(g g ⁻¹)
Açaí	30,80 a	91,60 a	5,12 a	22,15 a	0,29 a
Juçara	21,14 b	71,81 b	3,28 b	18,61 a	0,22 b
Média	25,97	83,7	4,20	20,56	0,25
CV (%)	31,26	28,30	39,06	32,92	22,38

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Quanto aos níveis de condutividade elétrica, a elevação da salinidade provocou reduções lineares em todas as matérias frescas analisadas. Os menores valores de matéria fresca das folhas, caule, parte aérea, raízes e total foram obtidos no tratamento de maior condutividade elétrica, são eles 17,44 g, 22,96 g e 40,39 g, 18,44 g e 59,83 g (Figura 6).

Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2004) em plantas de mamona submetidas a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação, em que os valores de matéria fresca decresceram de maneira linear com o aumento da condutividade elétrica, sendo os efeitos dos sais mais expressivos sobre a biomassa fresca das folhas que na do caule. No presente trabalho, os decréscimos de matéria fresca foram proporcionais em todos os órgãos da planta, cerca de 45%, quando comparado o tratamento controle e o de maior condutividade elétrica.

A diminuição do estado hídrico da planta está relacionada ao efeito osmótico do excesso de sais no solo, dificultando a absorção de água pelas raízes, seu transporte e distribuição no vegetal. Assim, em condições de estresse salino tem-se também o estresse hídrico (Corrêa et al., 2017).

Para Holanda et al. (2011), a “seca fisiológica” provocada pela alta concentração de sais no solo diminui a permeabilidade das raízes e reduz o crescimento das plantas. Isto ocorre pois, segundo Prisco (1980), a restrição na absorção de água reduz a pressão de turgor, tornando-a insuficiente para provocar o aumento do volume das células e romper a extensibilidade da parede celular, interferindo nos processos de divisão e expansão das células. Também,

ao incremento na pressão de turgescência está associada a abertura dos estômatos, sem a qual são desencadeados danos em processos ainda mais complexos, tais como fotossíntese e transpiração. Além disto a redução na absorção de água é outro fator limitante ao processo fotossintético (Vieira et al., 2010).

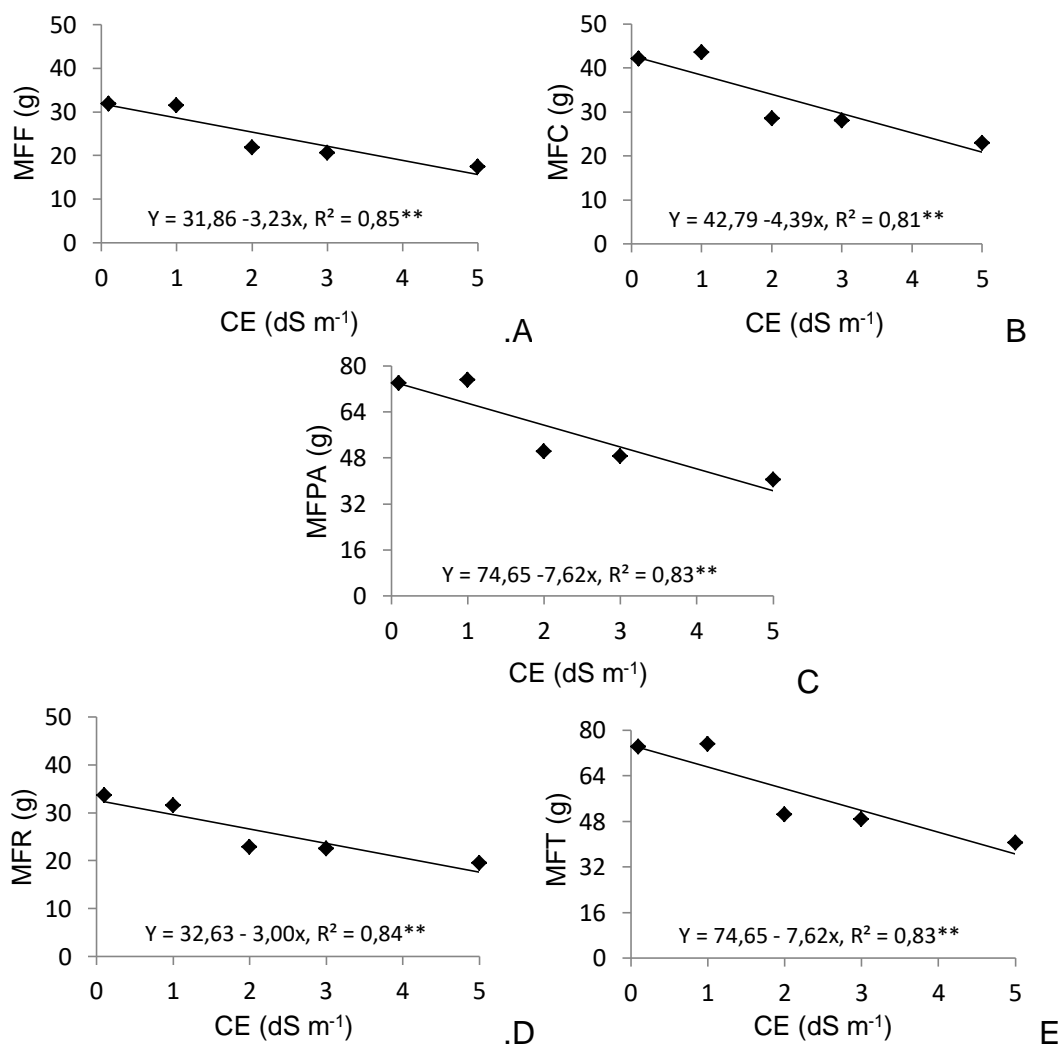


Figura 6. Matérias frescas das folhas (MFF) [A], do caule (MFC) [B], da parte aérea (MFPA) [C], das raízes (MFR) [D] e total (MFT) [E] em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Quanto ao acúmulo de biomassa seca, açai e juçara não apresentaram diferenças significativas para matéria seca das folhas, caule, parte aérea e total,

tendo sido observados valores médios de 8,03 g, 8,15 g, 16,18 g e 20,56 g, respectivamente. Houve diferenças para a matéria seca das raízes, o açazeiro atingiu 5,12 g, acúmulo de biomassa 35,94% a mais que a da juçara com 3,28 g, como apresentado nas Tabelas 8 e 9. Evidencia-se que mesmo apresentando maior fotossíntese líquida e maior matéria fresca na parte aérea, o acúmulo de matéria seca do açazeiro foi igual ao da juçara em todos os órgãos aéreos e total das plantas, fator este que pode estar relacionado à diversidade genética entre as espécies.

A salinidade comprometeu o acúmulo de matéria seca na planta e, assim, como ocorreu com as matérias frescas os decréscimos se deram de maneira linear com o incremento gradual do NaCl (Figura 8). Respostas semelhantes foram observadas em diversas frutíferas sob condições de estresse salino como no mamoeiro por Cavalcante et al. (2010), no maracujazeiro por Sá et al. (2013) e Oliveira et al. (2015) e na pinha por Sá et al. (2015).

Estes resultados podem estar relacionados ao acúmulo excessivo de Na^+ observado nas plantas e de Cl^- nas folhas. Segundo Apse e Blumwald (2007), o excesso de íons tóxicos de Na^+ e Cl^- nos tecidos vegetais podem provocar deficiência nutricional de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} induzida pela competição com o Na^+ , ou mesmo do N pela alta concentração de Cl^- , devido à competição com o NO_3^- . Atrelada ao desequilíbrio nutricional está a interferência em processos fisiológicos (Dias e Blanco 2010), desta forma, o estresse salino influi diretamente na assimilação de carbono, gerando reduções no crescimento e acúmulo de biomassa nos vegetais (Taiz e Zeiger 2013).

Além disto, o NaCl afeta de maneira negativa a síntese de hormônios nas raízes, indispensáveis ao metabolismo foliar, e sua translocação para a parte aérea, o que resulta na redução do número de folhas e da área foliar e, conseqüentemente, no acúmulo de biomassa na parte aérea (Távora et al., 2001; Taiz e Zeiger, 2013).

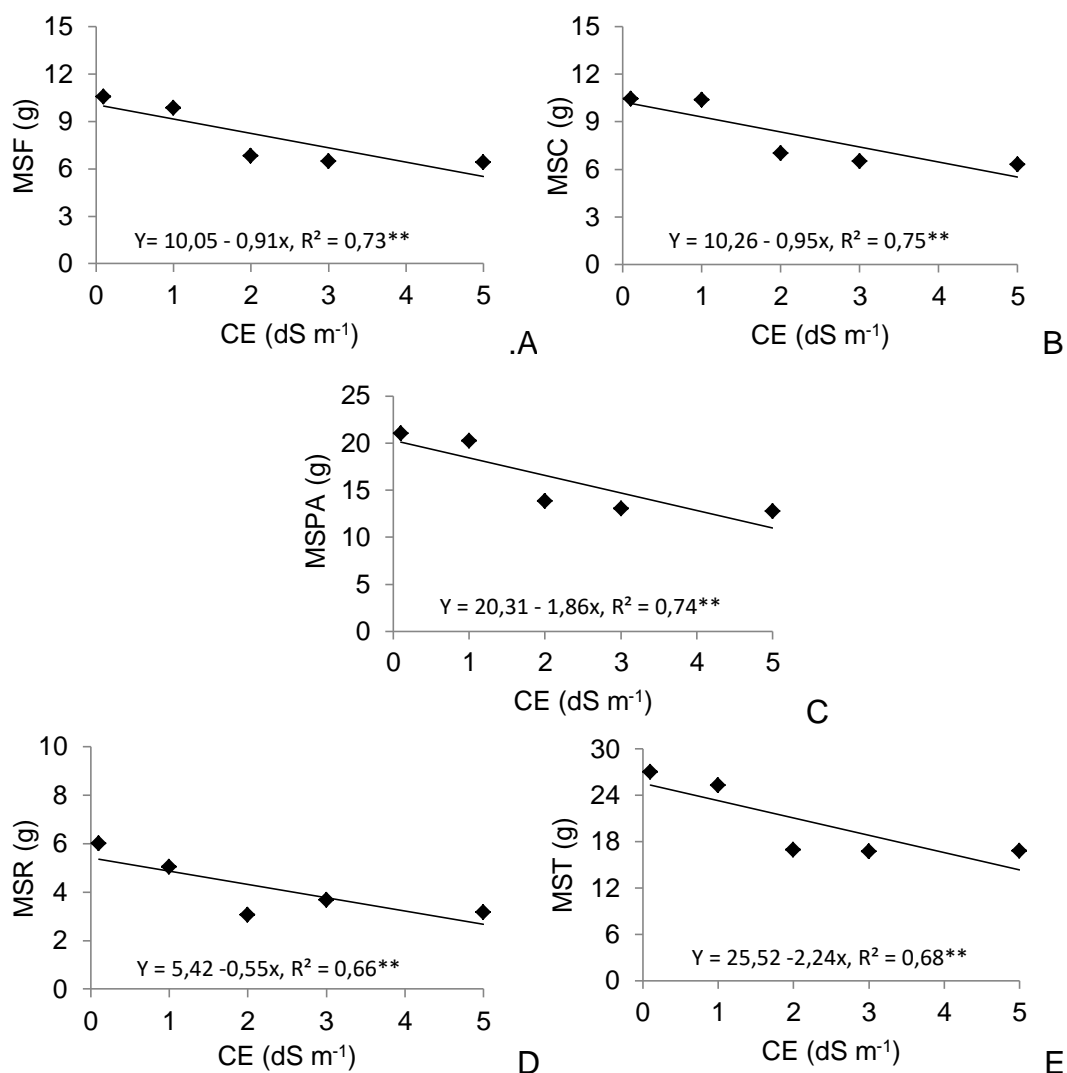


Figura 7. Matérias secas das folhas (MSF) [A], do caule (MSC) [B] e da parte aérea (MSPA) [C] em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

No presente trabalho, os maiores valores de matéria seca de folhas, caule e parte aérea foram encontrados no tratamento de 0,1 dS m⁻¹, 10,58 g para MSF (Figura 5A), 10,45 g para MSC (Figura 5B) e 21,03 para MSPA (Figura 5C). Este fato pode estar relacionado à menor dificuldade imposta às plantas na absorção de água e nutrientes nesta condutividade, favorecendo o processo fotossintético e o acúmulo de biomassa.

A relação entre matéria seca da raiz e matéria seca da parte aérea diferiu de maneira significativa para as espécies, os valores desta relação foram de 0,29 g g⁻¹ para o açazeiro e de 0,22 g g⁻¹ para a juçara (Tabela 9), reforçando a

premissa de maior investimento em raiz por parte do açazeiro, visto que a matéria seca da parte aérea foi igual à da juçara. Com relação à regressão para os níveis de salinidade, não houve diferença significativa.

A menor relação raiz parte aérea verificada para a juçara pode estar relacionada às características evolutivas da espécie, que é uma planta típica de sub-bosque, encontrada em ambiente sombreado, no interior de florestas úmidas (Matos e Watkinson, 1998). Nestas condições muitas espécies priorizam o acúmulo de biomassa na parte aérea com o intuito de otimizar a captação de luz, por outro lado, outras espécies como o açazeiro investem mais em sistema radicular para aumentar a captação de água e nutrientes, por conseguinte, aumentam o acúmulo de biomassa na parte aérea (Lambers, 2008).

4.2. Composição mineral das plantas

Os teores de Na e dos nutrientes Ca, B, Zn, Ni e Cl foram semelhantes nas folhas das espécies de *Euterpe* estudadas. No entanto, o açazeiro se sobressaiu em relação à juçara quanto aos teores foliares de K, S, B, Cu e Zn, os percentuais superiores da espécie são de 23,4% para o K, 25,95% para o S, 20,5% para B e Cu e 22,6% para Zn. Já os teores de N, P e Mg nas folhas da juçara foram 27,82%, 9,27% e 15,36% maiores que os obtidos no açazeiro, respectivamente (Tabelas 10 e 11). Estes resultados corroboram com os obtidos por Tavares (2017), que também encontrou maiores teores de N e Mg em juçara e de K, S, Cu e Ni em açazeiro com seis meses de idade, em trabalho com estresse hídrico em mudas de ambas as espécies.

A extração de nitrogênio, no período avaliado, foi superior em plantas de juçara. Para todos os demais elementos químicos avaliados, a extração foi semelhante em ambas as espécies (Tabela 10). Os elementos químicos encontrados em maior quantidade na parte aérea das plantas analisadas podem ser elencados da seguinte forma: $N > K > Ca > Na > S > Mg > P > Cl > Fe > Zn > B > Cu > Ni$ para o açazeiro e $N > K > Ca > Na > Mg > S > P > Cl > Fe > Zn > B > Cu > Ni$ para a juçara (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10. Teores foliares (g kg^{-1}) e conteúdo da parte aérea (mg planta^{-1}) de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), cloro (Cl) e de compostos fenólicos em plantas de açaí e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Espécie	N		P		K	
	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}
Açaí	19,38 b	256,15 b	1,37 b	24,75 a	13,87 a	207,42 a
Juçara	26,85 a	358,56 a	1,51 a	27,26 a	10,62 b	179,26 a
Média	23,11	307,36	1,44	26,01	12,25	193,34
CV%	6,47	34,96	9,6	36,94	12,07	32,85

Espécie	Ca		Mg		S	
	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}
Açaí	5,94 a	104,31 a	2,26 b	45,54 a	2,62 a	33,51 a
Juçara	6,04 a	112,46 a	2,67 a	55,01 a	1,94 b	30,63 a
Média	5,99	108,39	2,47	50,28	2,28	32,10
CV%	13,96	38,16	16,04	37,57	11,61	35,12

Espécie	Na		Cl		Compostos fenólicos	
	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}	Teor g kg^{-1}	Cont. mg planta^{-1}
Açaí	2,65 a	50,72 a	0,98 a	22,20 a	30,37 a	434,02 a
Juçara	3,11 a	61,58 a	1,11 a	25,20 a	16,09 b	265,12 b
Média	2,88	56,15	1,04	23,68	23,22	349,57
CV%	31,6	34,17	42,42	48,66	9,34	28,07

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Tabela 11. Teores foliares (mg kg^{-1}) e conteúdo de parte aérea ($\mu\text{g planta}^{-1}$) dos micronutrientes: boro (B), ferro (Fe), cobre (Cu), níquel (Ni) e zinco (Zn) em plantas de açaí e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação

Espécie	B		Fe		Cu	
	Teor mg kg^{-1}	Cont. $\mu\text{g planta}^{-1}$	Teor mg k^{-1}	Cont. $\mu\text{g planta}^{-1}$	Teor mg k^{-1}	Cont. $\mu\text{g planta}^{-1}$
Açaí	32,64 a	389,92 a	140,10 a	1617,76 a	5,47 a	81,35 a
Juçara	25,95 b	321,11 a	144,33 a	1518,62 a	4,35 b	60,20 b
Média	29,29	355,52	142,22	1568,20	4,91	70,77
CV%	10,34	32,33	24,94	39,22	13,33	39,15

Espécie	Ni		Zn	
	Teor mg kg^{-1}	Cont. $\mu\text{g planta}^{-1}$	Teor mg kg^{-1}	Cont. $\mu\text{g planta}^{-1}$
Açaí	1,00 a	21,61 a	30,71 a	545,35 a
Juçara	1,03 a	20,40 a	22,60 b	374,00 b
Média	1,02	21,00	26,66	459,67
CV%	29,14	35,36	12,32	35,14

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

No que se refere à salinidade, observou-se que a adição de NaCl na água de irrigação das plantas elevou a concentração de Na^+ e Cl^- nos tecidos vegetais. Sabe-se que a toxicidade em plantas é constantemente associada aos íons Na^+ e Cl^- . Ao longo do tempo, o acúmulo excessivo desses íons podem causar desequilíbrio nutricional em toda a planta (Kadman et al., 1976).

O teor foliar e o conteúdo de Na^+ na parte aérea foram incrementados na ordem de 79,54% e 61,36% no tratamento com maior nível de salinidade, quando comparado ao controle (Figura 8). Para o Cl^- apenas os teores foliares foram elevados, o aumento verificado na maior dose em relação à menor foi de 72% (Figura 9). Costa et al. (2003) afirmam que em condições salinas o Cl^- é rapidamente acumulado nas folhas mais jovens, tornando-se um limitante ao desenvolvimento foliar.

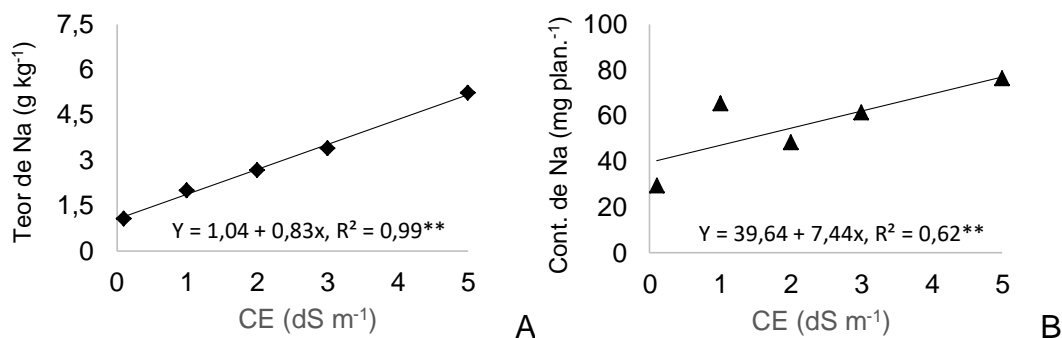


Figura 8. Teor foliar (g kg⁻¹) [A] e conteúdo de parte aérea (mg planta⁻¹) [B] de sódio (Na) em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

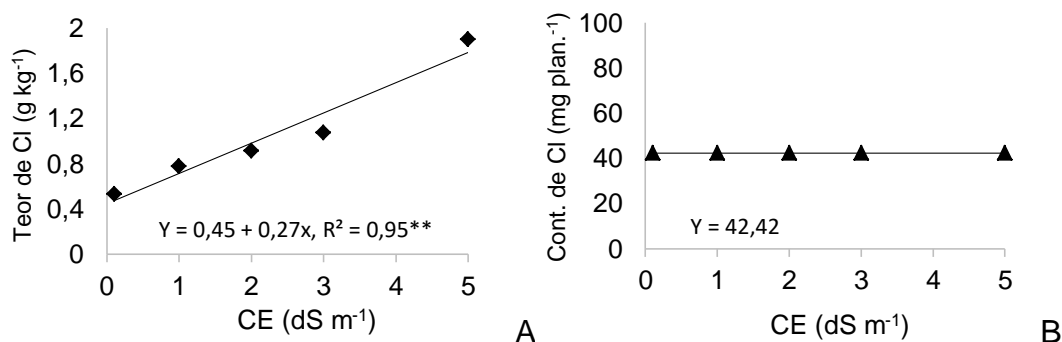


Figura 9. Teor foliar (g kg⁻¹) [A] e conteúdo de parte aérea (mg planta⁻¹) [B] de cloro (Cl) em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

A salinidade não interferiu nos teores de N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Ni e Zn nas folhas, contudo, o conteúdo total da parte aérea de ambos os nutrientes decresceu à medida que se elevou a concentração de sais (Figura 10 e 11). Estes resultados sugerem uma correlação entre a absorção de nutrientes e o acúmulo de biomassa na parte aérea das plantas, visto que, as reduções obtidas para os conteúdos de N, P, Ca, Mg, Cu, Ni e Zn foram proporcionais à verificada na Figura 7C para a matéria seca total da parte aérea, cerca de 40%.

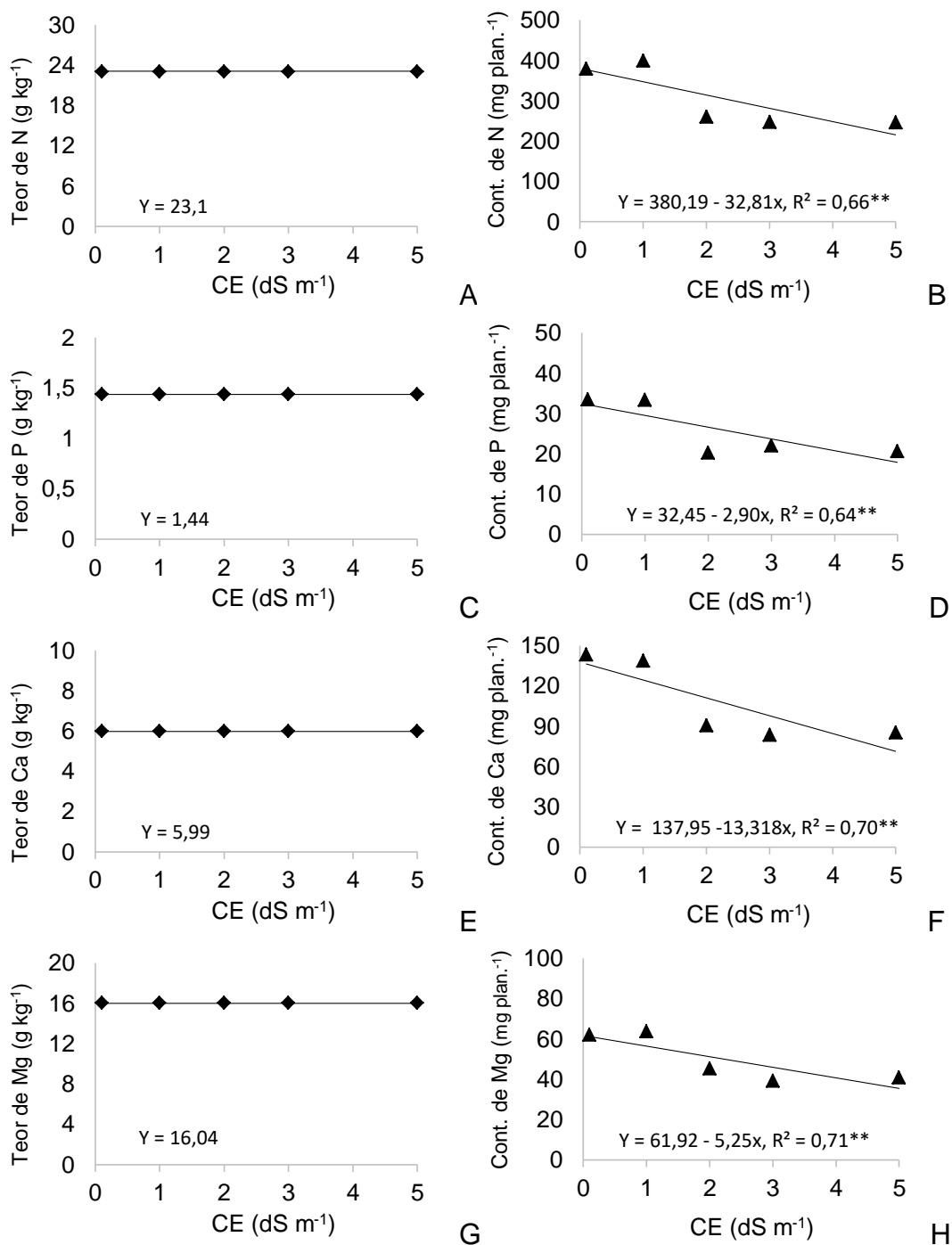


Figura 10. Teores foliares (g kg⁻¹) e conteúdo da parte aérea (mg planta⁻¹) de nitrogênio (N) [A e B], fósforo (P) [C e D], cálcio (Ca) [E e F] e magnésio (Mg) [G e H] em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

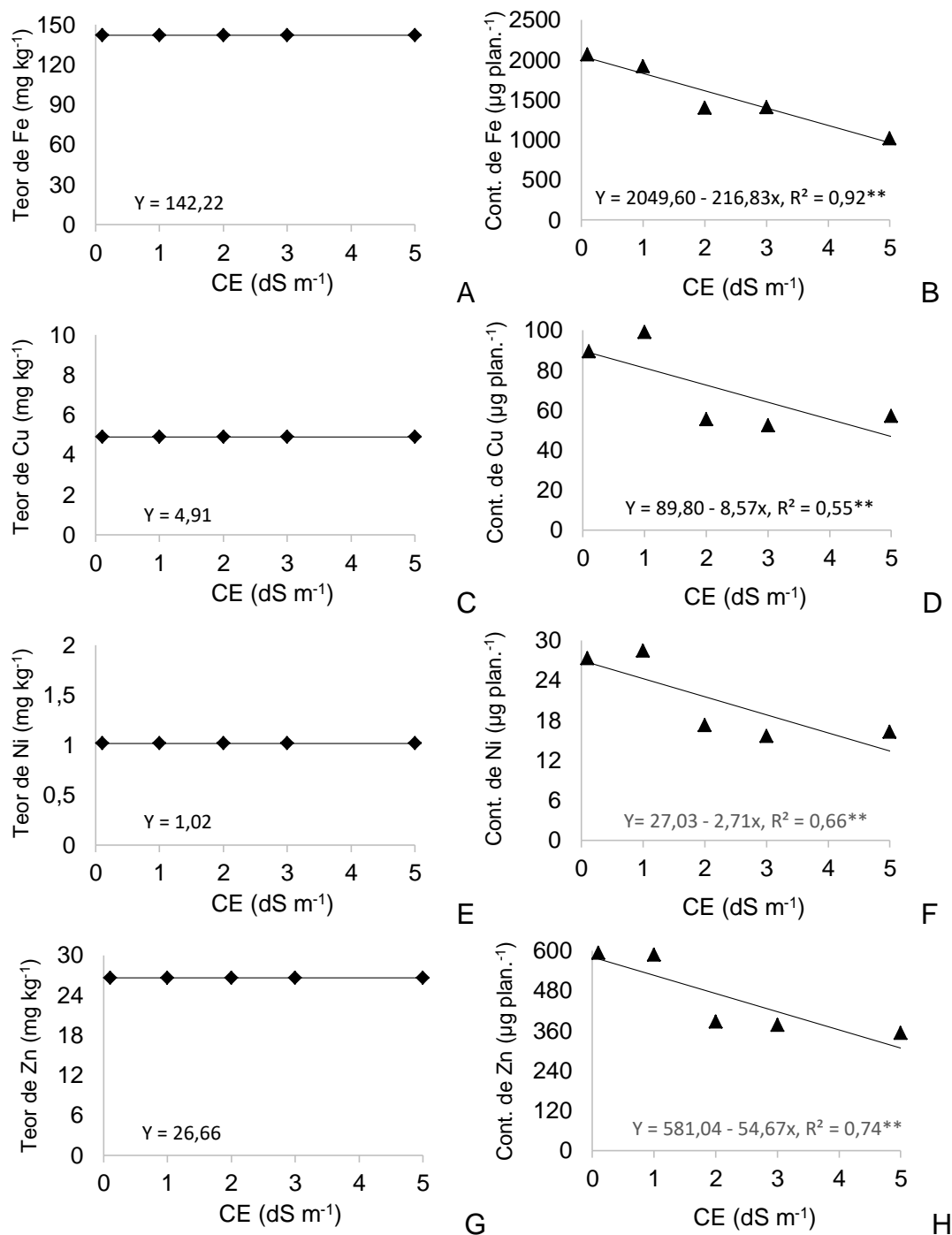


Figura 11. Teores foliares (em mg kg⁻¹) e conteúdo de parte aérea (em µg planta⁻¹) de ferro (Fe) [A e B], cobre (Cu) [C e D], níquel (Ni) [E e F] e zinco (Zn) [G e H] em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após sementeira, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Resultados semelhantes foram obtidos no coqueiro, por Marinho et al. (2011), que não observaram efeitos nos teores foliares de N, P, Ca, B, Zn e Fe

com a utilização de águas salinizadas pela adição de NaCl, com condutividade elétrica de até 15 dS m^{-1} . Os autores atribuem este fato a um possível mecanismo fisiológico de exclusão e seletividade de íons desenvolvido pela espécie. Foi, entretanto, observada a redução do teor de Mg^+ , embora mantendo-se dentro dos níveis ideais para a cultura, e o aumento nos teores de Cl^- , Na^+ e K^+ das folhas com a elevação dos níveis de sais.

Silva et al. (2017), em estudo sobre o estado nutricional do coqueiro “anão verde” em solos afetados por sais e sob deficiência hídrica, relataram reduções nos teores de Cu, Fe e Zn em função do aumento da salinidade. De acordo com os autores, os maiores teores foliares de Fe, Cu e Zn foram obtidos no tratamento com a maior disponibilidade hídrica, 100% da evapotranspiração potencial da cultura, e menor salinidade ($1,72 \text{ dS m}^{-1}$).

Farias et al. (2009) sugerem que reduções em nutrientes como N, P, K, Ca, Mg e S ocorram por uma possível inibição competitiva destes nutrientes com a adição do sal na água. Estes autores afirmam que a salinidade reduz a atividade dos íons e altera os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta. Neste trabalho, ao que parece, a presença de NaCl na água de irrigação não afetou o transporte dos nutrientes N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Ni e Zn nas plantas, uma vez que, os teores foliares foram mantidos em todos os níveis de salinidade aplicados, porém, foi reduzida a absorção, o que pode estar relacionado ao menor crescimento observado para as espécies quando do aumento da condutividade elétrica.

A salinidade reduziu de maneira linear o teor e o conteúdo de parte aérea do B. Os valores de teor foliar e conteúdo obtidos das plantas submetidas à maior condutividade elétrica foram reduzidos em 1,14 e 1,8 vezes em relação às do tratamento controle, respectivamente (Figura 12).

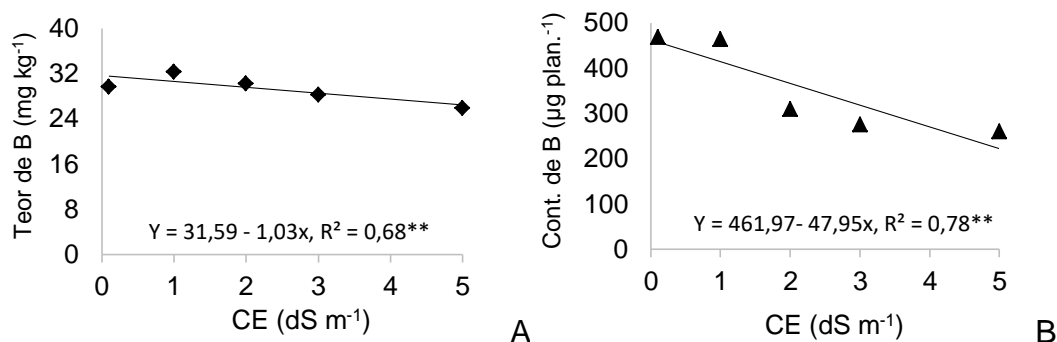


Figura 12. Teor foliar (em mg kg⁻¹) [A] e conteúdo de parte aérea (em µg planta⁻¹) [B] de boro (B) em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Houve interação dos fatores espécies e salinidade para os teores de K e S nas folhas de açazeiro e juçara (Figura 13A e 13C). Verifica-se que os teores foliares de K e S em açazeiro não diferiram com a elevação das condutividades elétricas, mantendo médias de 12,25 g kg⁻¹ e 2,28 g kg⁻¹, respectivamente. Entretanto, para a juçara diferenças foram constatadas.

Para o teor de K em folhas de juçara a equação estimada que melhor se ajustou às variações dos níveis de condutividade elétrica foi a quadrática, com ponto mínimo estimado de 14,75 g kg⁻¹, na condutividade de 2,25 dS m⁻¹ (Figura 13A). Com relação ao teor foliar de S em juçara houve redução linear dos valores com o aumento gradual das CEas, o maior (2,09 g kg⁻¹) e o menor (1,80 g kg⁻¹) valor de S foram obtidos para o tratamento controle e 5,0 dS m⁻¹, de maneira respectiva (Figura 13C).

Quanto aos conteúdos de K e S na parte aérea das plantas, açai e juçara apresentaram tendências similares. Houve efeito quadrático dos sais para o K, sendo o ponto mínimo estimado 144,05 mg planta⁻¹ na condutividade elétrica também estimada de 3,75 ds m⁻¹ (Figura 13B) e linear para o S, onde a maior concentração provocou decréscimo de 34,66% em relação ao tratamento controle (Figura 13D).

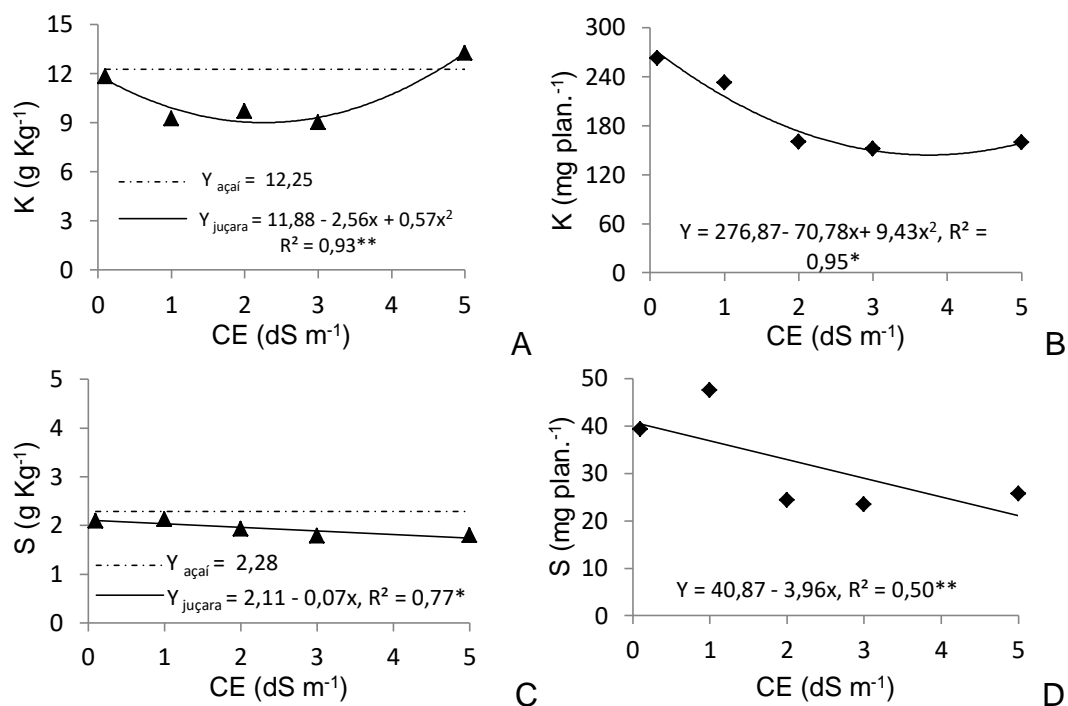


Figura 13. Teor foliar (g kg⁻¹) e conteúdo de parte aérea (mg planta⁻¹) de potássio (K) [A e B] e de enxofre [C e D] em plantas de açai e juçara, aos 16 meses após sementeira, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Segundo Marschner (2012), a redução na concentração de K é um complicador adicional para o crescimento de plantas sob estresse salino, isto porque esse é o principal nutriente a contribuir para o decréscimo do potencial osmótico, estratégia necessária à absorção de água nessas condições.

Em plantas submetidas ao estresse salino, a maior causa da redução na absorção de potássio está associada à absorção excessiva do íon Na⁺ pelas raízes e o transporte para a parte aérea (Lucena et al., 2012). No entanto, a concentração de Na⁺ que determina a menor absorção de K varia com a espécie, podendo esta resposta estar associada a uma tolerância à salinidade. (Ferreira et al., 2001)

Informações referentes ao acúmulo de S em plantas submetidas a estresse salino são ainda limitadas. Sabe-se porém, que o S está envolvido em inúmeras reações dentro da planta, podendo a sua restrição afetar as atividades fotossintéticas e respiratórias, processos que comprometem todo o metabolismo das plantas (Vitti et al., 2006).

Para compostos fenólicos os valores médios de teor e conteúdo da parte aérea foram superiores no açazeiro, com incrementos na ordem de 47% e 39% em relação à juçara (Tabela 10). A salinidade não influenciou no teor de compostos fenólicos nas folhas, contudo, proporcionou decréscimos lineares do conteúdo de parte aérea destes compostos com o aumento da condutividade elétrica da água aplicada (Figura 14), tal como observados para os nutrientes N, P, Ca, Mg, Fe, Cu, Ni e Zn.

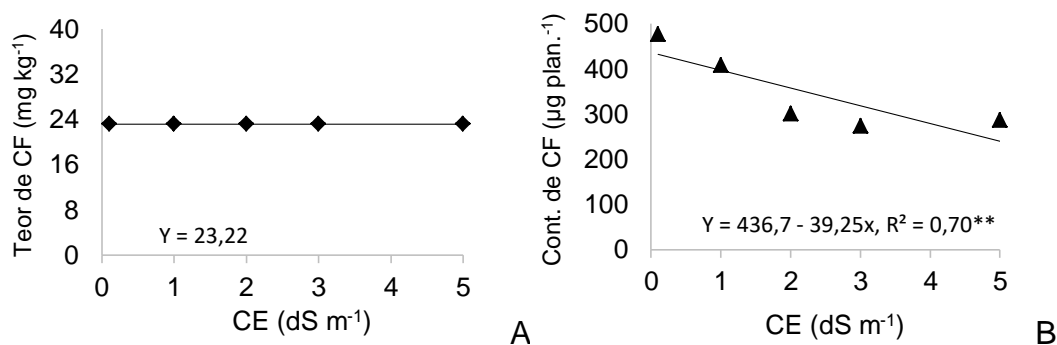


Figura 14. Teor foliar (em mg kg^{-1}) [A] e conteúdo de parte aérea (em $\mu\text{g planta}^{-1}$) [B] de compostos fenólicos (CF) em plantas de açai e juçara submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Classificados como um sistema antioxidante não enzimático, os compostos fenólicos são mecanismos que conferem a proteção das células e das estruturas subcelulares das plantas contra os efeitos das espécies reativas de oxigênio (ROS/EROS), formadas em condições de estresse como o hídrico e o salino (Pang e Wang, 2008).

No presente trabalho a manutenção dos teores foliares de compostos fenólicos pode ser um indicativo de proteção das plantas contra o estresse salino, por outro lado, a redução do conteúdo total da parte aérea indica o contrário.

Resultados semelhantes foram verificados por Mendes (2009), ao avaliar os efeitos fisiológicos e bioquímicos do estresse salino em abacaxizeiro ornamental (*Ananas porteanus*). Segundo a autora a produção de compostos

fenólicos não contribuiu para a proteção da planta contra este estresse, visto que, seus teores foram reduzidos com o emprego da salinidade.

Outro fator inerente ao estresse salino e que pode ter contribuído para a redução no conteúdo de compostos fenólicos nas plantas é o estado mineral. O fornecimento de nutrientes minerais pode gerar aumento ou queda na biossíntese de compostos fenólicos (Sousa et al., 2013), dentre eles o boro (LeNobel, 1996). Desta forma, a interferência da salinidade nas concentrações dos nutrientes minerais das plantas pode ter contribuído para a redução da síntese destes compostos.

4.3. Fluorescência da clorofila *a* e trocas gasosas

O teor relativo de clorofila (*SPAD*) foi igual para açaí e juçara, com média de 39,41 unidades *SPAD*, sem diferenças também com relação à salinidade na água de irrigação, ou seja, o conteúdo de clorofila das folhas foi mantido nas duas espécies mesmo em plantas sob estresse salino. O mesmo aconteceu com o P_i que não diferiu entre espécies ou em função do incremento da salinidade, com valor médio de 1,78 (Tabela 12).

Do mesmo modo, é possível constatar que não houve diferenças significativas entre açaí e juçara para os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* avaliados. As médias obtidas para rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m), produção quântica basal dos processos não fotoquímico no PS II (F_0/F_m) e eficiência máxima do processo fotoquímico no PS II (F_v/F_0) foram respectivamente, 0,73; 0,27 e 2,99 e (Tabela 12). Entretanto, no que se refere à salinidade, foram observados efeitos significativos e lineares decrescentes para F_v/F_m , F_v/F_0 e crescentes para F_0/F_m em função da elevação da condutividade elétrica das águas de irrigação, independente da espécie (Figura 14).

Tabela 12. Parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m), produção quântica basal dos processos não fotoquímico no PS II (F_0/F_m), eficiência máxima do processo fotoquímico no PS II (F_v/F_0) e *photosynthetic index* (P_i) em plantas de açaí e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação

Espécies	SPAD (Un. SPAD)	F_v/F_m	F_0/F_m	F_v/F_0	P_i
Açaí	41,22 a	0,751 a	0,249 a	3,138 a	2,02 a
Juçara	37,610 a	0,712 a	0,288 a	2,836 a	1,54 a
Média	39,41	0,73	0,27	2,99	1,78
CV %	16,7	11,94	32,79	20,67	60,13

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey

Observa-se na Figura 15A que o maior valor de F_v/F_m , 0,77 foi alcançado no tratamento controle ($CEa = 0,1 \text{ dS m}^{-1}$), com queda a partir da CEa de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, atingindo valores de 0,62 para a CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. De acordo com Azevedo Neto et al. (2011), a relação F_v/F_m é uma estimativa da eficiência quântica máxima da atividade fotoquímica do PS II, quando todos os centros estão abertos, considerada uma taxa proporcional de fotossíntese em folhas intactas (Björkman e Demmig, 1987).

Segundo Bolhàr-Nordenkampf et al. (1989), a relação F_v/F_m ideal deve estar entre 0,75 e 0,85, resultados inferiores a 0,75 indicam situação de estresse e redução do potencial fotossintético na planta. Neste trabalho, os valores que se encontram dentro desta faixa foram obtidos em plantas tratadas com águas com condutividade elétrica de até 3 dS m^{-1} , tais resultados podem indicar uma redução na eficiência de absorção de luz quando da aplicação de doses elevadas de NaCl.

Estes resultados podem ser efeito do estresse osmótico ocasionado nas plantas sob condições salinas, uma vez que, em plantas de açaí sob estresse hídrico, Tavares (2017) observou a mesma tendência decrescente para o valor de F_v/F_m à medida que a disponibilidade hídrica do substrato era reduzida, sendo 0,67 o menor valor observado para plantas com seis meses de idade. Sabe-se, no entanto, que em plantas submetidas à salinidade tem-se o estresse osmótico e que este é agravado devido à toxicidade dos sais, como demonstra o trabalho de Silva (2015), em estudo sobre a interação deficiência hídrica e salinidade no coqueiro, em que o aumento da disponibilidade hídrica elevaram de maneira

linear os valores de F_v/F_m , ao passo que esta relação foi reduzida linearmente com o acréscimo da CE, sendo o acréscimo unitário da CE responsável pelo decréscimo de 0,0005 de F_v/F_m .

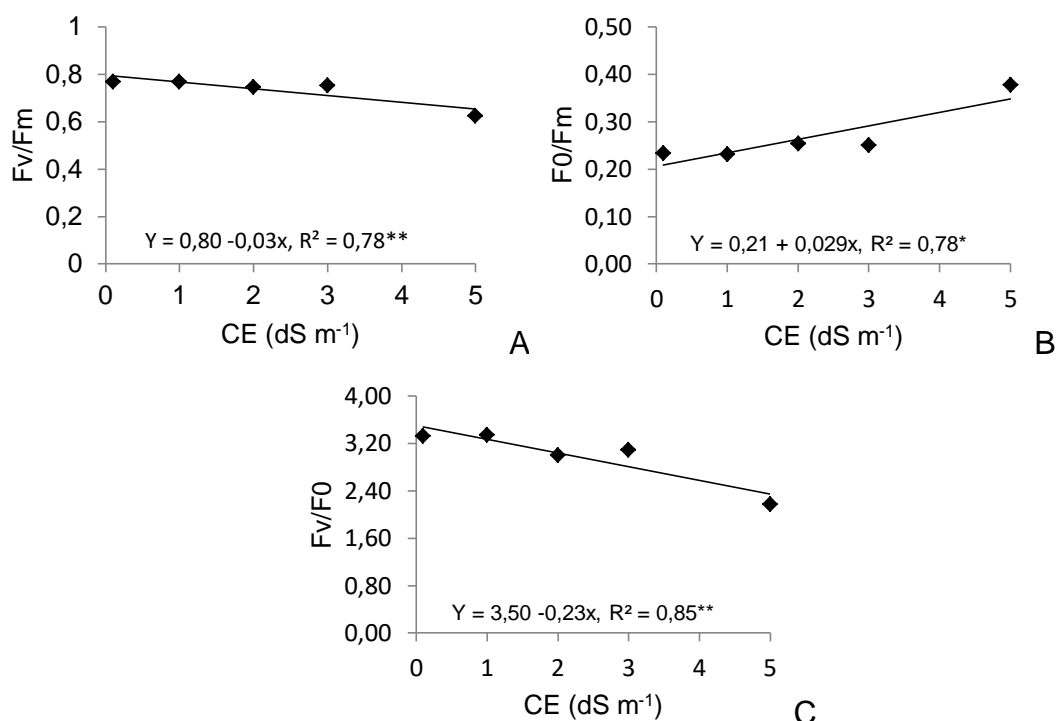


Figura 15. Rendimento quântico do PS II (F_v/F_m) [A], produção quântica basal dos processos não fotoquímicos no PS II (F_0/F_m) [B] e eficiência máxima do processo fotoquímico no PS II (F_v/F_0) [C] em plantas de açaí e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Para a relação F_0/F_m , o aumento da condutividade elétrica proporcionou incrementos nos valores (Figura 15B). Roháček (2002) associa o aumento destes valores como indicativo de estresse, sendo os valores normais sugeridos para esta relação variáveis entre 0,14 e 0,20 elétrons por quantum. No presente trabalho, todos os valores de F_0/F_m foram superiores a 0,20, com valores iniciais de 0,23 para a condutividade elétrica de 0,1 dS m⁻¹, atingindo valores de 0,38 em plantas tratadas com CEa de 5,0 dS m⁻¹. Estes resultados sugerem que mesmo em plantas não tratadas com águas contendo NaCl, fatores inerentes a este

podem ter contribuído para a indução de algum tipo de estresse nas plantas, sendo este agravado em plantas tratadas com a adição do sal.

Assim como observado para F_v/F_m , o aumento dos níveis de NaCl (CEa) implicou na redução linear dos valores da relação F_v/F_0 . Alguns autores utilizam a relação F_v/F_0 para indicar a eficiência máxima no processo fotoquímico no PS II e/ou da atividade fotossintética potencial (razão máxima de produção quântica dos processos concorrentes fotoquímicos e não fotoquímicos no PS II) (Silva et al. 2015b). Segundo Azevedo Neto et al. (2011), a razão F_v/F_0 também amplifica as pequenas variações detectadas em F_v/F_m . Os valores padrões para esta relação variáveis entre 4 e 6, com valor médio de 4,96 (Zanandrea et al., 2006).

Neste trabalho em questão, os valores foram inferiores aos estipulados pelos autores anteriormente mencionados, entretanto, o valor que mais se aproxima do limite mínimo estabelecido (quatro) foi verificado no tratamento controle, (3,33), com posterior queda, até atingir o valor mínimo de 2,18 para a maior condutividade elétrica, redução de 34,54% (Figura 15C).

Em resposta de berinjela ao déficit hídrico, Silva et al. (2015b) constataram a redução de 26,82% nesta relação para a menor lâmina aplicada (33% ETPc), quando comparada à maior lâmina (166% ETPc), demonstrando que, em condições estressantes, esta razão tende a ser reduzida, concordando com os resultados do presente trabalho.

Com relação aos parâmetros de trocas gasosas, plantas de açaí e juçara tiveram temperatura foliar de 35,69°C e concentração interna de carbono igual a 212,98 aos 90 dias de estresse, no horário avaliado, entre as 08 e 10 horas da manhã, sem diferirem quanto à espécie e ao fator salinidade. Do mesmo modo que com a T_{leaf} e c_i , a condutância estomática e a transpiração não diferiu entre espécies, apresentando 0,033 mol de $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ e 1,10 mmol de $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ como suas respectivas médias (Tabela 13). Estes resultados divergem aos obtidos por Tavares (2017), em que as taxas fotossintéticas de açaí e juçara diferiram entre si. Para a salinidade, foi constatado o decréscimo linear destas taxas com o incremento progressivo dos teores de sais na água (Figura 16).

Tabela 13. Parâmetros de trocas gasosas, temperatura da folha (T_{leaf}), condutância estomática (g_s), fotossíntese líquida (A), transpiração (E), eficiência no uso da água (EUA) e concentração interna do carbono (c_i) em plantas de açaí e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação

Espécies	T_{leaf} °C	g_s (mol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	A (μ mol de CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)
Açaí	37,72 a	0,037 a	4,11 a
Juçara	35,67 a	0,029 a	2,75 b
Média	35,69	0,033	3,430
CV %	2,01	46,74	30,50

Espécies	E (mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	EUA (A/E)	c_i
Açaí	1,16 a	3,46 a	200,05 a
Juçara	0,95 a	2,91 b	225,90 a
Média	1,10	3,18	212,98
CV %	30,76	24,46	2,01

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si em nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Os maiores decréscimos na condutância estomática foram obtidos quanto maior a dose de sal empregada, de 0,036 para 0,021 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ nos tratamentos controle e CEa igual a 5,0 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 16A). Para a transpiração, foram refletidos os efeitos exercidos na condutância estomática, com redução de seus valores de 1,24 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹ na CEa de 0,1 dS m⁻¹ a 0,80 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹ na CEa de 5,0 dS m⁻¹ (Figura 16C). Os percentuais de redução dos valores de condutância estomática e transpiração foram de 41,33% e 35,48%, para o tratamento de maior condutividade elétrica quando comparado ao controle, respectivamente. Estes resultados são um indicativo de que os teores elevados de sais tenham proporcionado uma menor abertura estomática, reduzindo por consequência as perdas de água na forma de vapor por meio do processo transpiratório.

Estes resultados concordam com os obtidos para plantas jovens de coqueiro anão-verde, por Medeiros (2016). Respostas semelhantes para a condutância estomática de coqueiro foram observadas também por Marinho et al.

(2005), em que as taxas de condutância estomáticas reduziram de maneira linear com o incremento da salinidade nas águas de irrigação.

Sinalizado pelas raízes e modulado pela síntese e distribuição de ácido abscísico, o fechamento dos estômatos é uma das respostas mais rápidas e intensas em plantas submetidas a estresses abióticos como salinidade e seca (Davies et al., 2002), podendo, em muitos casos, ser considerado como uma resposta adaptativa das plantas ao estresse salino. O maior acúmulo de sais no substrato reduz o gradiente de potencial hídrico entre o solo e a planta, dificultando a captação de água pelas raízes (Tester e Davenport, 2003; Dias e Blanco, 2010), neste caso o fechamento dos estômatos tem por objetivo maior controle sobre o conteúdo de água em plantas estressadas, reduzindo a transpiração (Batelli et al., 2012).

Também, à menor abertura dos estômatos é atribuído o controle do transporte de íons tóxicos até os tecidos fotossintetizantes (Neumann 1997; Robinson et al., 1997), estratégia considerada insustentável a longo prazo, segundo Hasegawa et al. (2000) pela necessidade da planta em fixar CO₂, principal substrato na conversão de energia luminosa a energia química durante o processo fotossintético. Além disto, a limitação da transpiração pode significar mais que a redução das perdas de água, sendo esta, responsável e/ou participante de diversos eventos importantes em plantas superiores, tais como, a elevação de nutrientes e compostos sintetizados pelas raízes, via corrente transpiratória, e a dissipação do calor na forma de vapor de água para a atmosfera, reduzindo a temperatura foliar, podendo em casos mais extremos a elevação na temperatura das plantas levar à fotoinibição (Vieira et al., 2010).

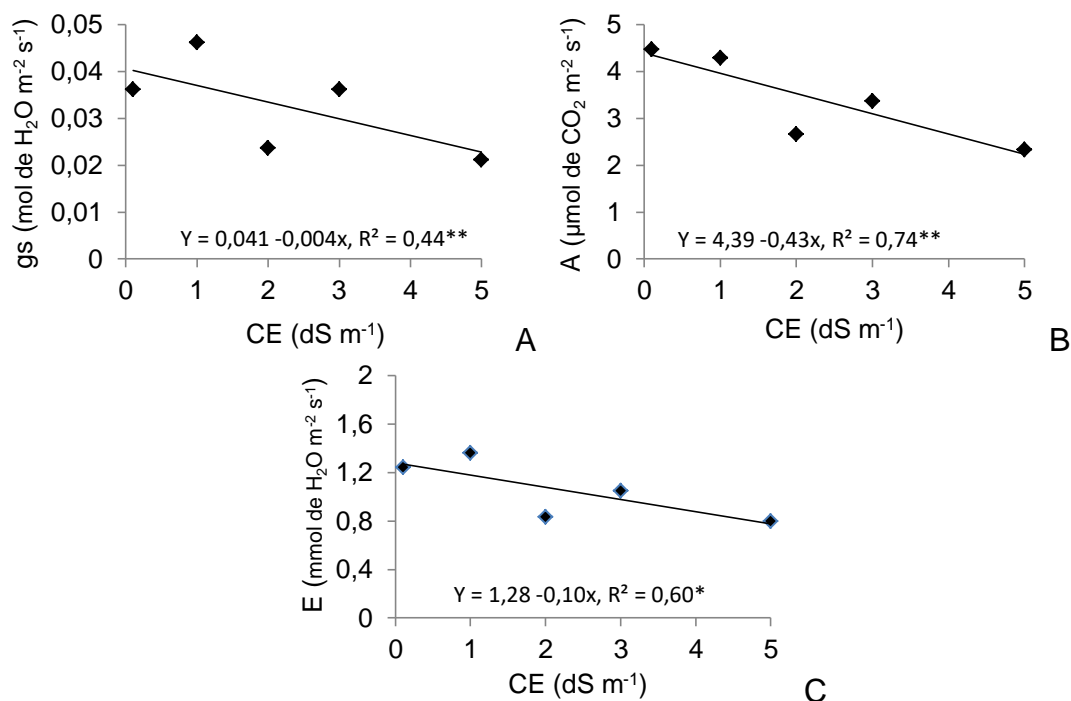


Figura 16. Condutância estomática (g_s) [A], fotossíntese líquida (A) [B] e transpiração (E) [C] em plantas de açaí e juçara, aos 16 meses após semeadura, submetidas a níveis crescentes de salinidade (CE) na água de irrigação.

Para as taxas de fotossíntese líquida houve efeitos significativos isolados dos fatores espécie e salinidade. De acordo com a Tabela 13, o açaizeiro teve as maiores taxas de assimilação de carbono, $4,11 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, ao passo que as taxas verificadas para juçara atingiram 66,9% deste valor, $2,75 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Com estes resultados pode-se fazer inferência quanto às diferenças nos padrões de crescimento das espécies, indicando que o maior desempenho fisiológico do açaizeiro em fixar CO_2 refletiu de forma análoga no maior crescimento observado para a espécie, sobretudo em raiz, uma vez que o acúmulo de biomassa seca não diferiu na parte aérea.

Sobre os efeitos dos sais, as plantas mostraram-se sensíveis desde o incremento inicial de NaCl , o maior valor de fotossíntese líquida foi percebido no tratamento controle, reduzindo linearmente até o último nível de sal aplicado, os valores para estes tratamentos foram na ordem, $4,48$ e $2,34 \mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 16B). Estas reduções observadas foram proporcionais às ocorridas para condutância estomática e transpiração, 47,77%.

De acordo com Chaves et al. (2009), os efeitos dos sais sobre a fotossíntese em plantas podem ser diretos, por elevar a resistência à difusão de CO_2 através dos estômatos e do mesófilo e pelas alterações no metabolismo fotossintético, ou indiretos, pela sobreposição de estresses múltiplos, como o hídrico.

Em geral, a redução da atividade fotossintética tem sido atribuída à redução da condutância estomática, e no conteúdo total de carotenoides, bem como pelo acúmulo excessivo de íons tóxicos como Na^+ e Cl^- nos cloroplastos, afetando os processos bioquímicos e fotoquímicos envolvidos na fotossíntese (Lucena, 2009). Segundo Vieira et al. (2010), as reduções de condutância estomática e transpiração são acompanhadas de reduções na fotossíntese, visto que, há interferência na absorção de CO_2 e água, as principais matérias primas na síntese de compostos orgânicos na presença de luz.

Quanto à eficiência no uso da água, foram verificadas diferenças apenas entre espécies, onde o açazeiro obteve maior eficiência, visto que, apresentou as maiores taxas de fotossíntese líquida sob condições de estresse salino, sendo as taxas transpiratórias das duas espécies iguais estatisticamente (Tabela 13).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Considerando a importância socioeconômica do açaizeiro e da juçara em suas regiões produtoras, bem como a expansão destes cultivos para regiões diferentes do seu habitat natural, foi realizado um experimento com o objetivo de avaliar o crescimento, composição nutricional e fisiologia de plantas de *Euterpe* spp. submetidas ao estresse salino.

O experimento foi instalado em casa de vegetação no campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, localizada em Latitude = 21°19' S, Longitude = 41°10' W e Altitude = 14 m.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (DBC), em esquema fatorial (5x2), sendo os fatores representados por cinco níveis de salinidade na água de irrigação, expressos em condutividade elétrica (0,1; 1,0; 2,0; 3,0 e 5 dS m⁻¹), adotando-se o primeiro tratamento (0,1 dS m⁻¹) (sem adição de sal) como controle, e duas espécies de *Euterpe* (açaizeiro e juçara), totalizando dez tratamentos, com quatro repetições, dois vasos por unidade experimental e uma planta por vaso.

Determinou-se, aos 314 dias após plantio e 90 dias de estresse salino, o crescimento das plantas por meio de análises biométricas, a composição nutricional dos macro e micronutrientes, cloro, sódio e compostos fenólicos, e os parâmetros fisiológicos por meio da fluorescência da clorofila *a* e trocas gasosas.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- O aumento da salinidade da água de irrigação provocou reduções na produção e expansão foliar e de raízes, nas massas da matéria fresca e seca, nos conteúdos de elementos químicos e de compostos fenólicos de plantas jovens de açazeiro e de juçara;
- Nas condições de cultivo, plantas jovens de açai tiveram maior número de folhas, de área foliar de raízes e maiores valores de extração de K e S e menores extrações de N, P e Mg, quando comparadas com plantas de juçara;
- O aumento da salinidade da água de irrigação interferiu nos teores foliares de K, S e B e não interferiu nos teores compostos fenólicos das espécies em estudo;
- O açazeiro teve maior teor de compostos fenólicos que a juçara;
- A salinidade afetou as relações F_v/F_m , F_0/F_m e F_v/F_0 , indicando danos aos aparelhos fotossintéticos das plantas;
- Os parâmetros de fluorescência da clorofila não diferiram entre açazeiro e juçara;
- O aumento da salinidade reduziu de maneira linear a condutância estomática, transpiração e fotossíntese das plantas;
- O açazeiro teve maior taxa fotossintética e eficiência no uso da água que a juçara.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, C.J.S. (1988) Contribuição para a implantação da cultura do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no litoral paulista. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisadores em Palmito*, 1, Curitiba: Embrapa-CNPf, p. 75-90 (Embrapa-CNPf. Documentos, 19).
- Aguiar, F. F. A.; Schaefer, S. M.; Lopes, E. A.; Toledo, C. B. (2002) *Produção de mudas de palmito-juçara Euterpe edulis Mart.* São Paulo, Instituto de Botânica, 16p, (Folheto 26).
- Anderson, J.M.; Ingram, J.S.I. (1989) *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods.* Wallingford: CAB International. 171p.
- Apse, M.P.E; Blumwald, E. (2007) *Na⁺ transport in plants.* *FEBS Lett.* 581: 2247–2254.
- Ayers, R.S.; Westcot, D. W. (1999) *Qualidade da água na agricultura.* Campina Grande: UFPB, 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- Azevedo Neto, A. D. de; Pereira, P. P. A.; Costa, D. P.; Santos, A. C. C. dos (2011) Fluorescência da clorofila como uma ferramenta possível para seleção de tolerância à salinidade em girassol. *Revista Ciência Agronômica*, 42 (4): 893-897.
- Barroso, A. de A. F.; Gomes, G. E.; Lima, A. E. de O.; Palácio, H. A. de Q.; Lima, C. A. de (2011) Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 15 (6): 588- 593.

- Batelli G, Massarelli I, Van Oosten M, Nurcato R, Vannini C, Raimondi G, Leone A, Zhu JK, Maggio A, Grillo S. (2012) *Asg1* is a stress-inducible gene which increases stomatal resistance in salt stressed potato. *Journal of Plant Physiology* 169: 1849–1857.
- Batista, G. S. (2012) *Germinação de sementes de palmeiras quanto á tolerância a dessecação, salinidade e temperatura*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 56p.
- Becana, M.; Moran, J.F.; Iturbe-Ormaeste, I. (1998) Iron-dependent oxygen free radical generation in plants subjected to environmental stress: toxicity and antioxidant protection. *Plant Soil*, 201: 137-147.
- Bezerra, M. A. F.; Pereira, W. E.; Bezerra, F. T. C.; Cavalcante, L. F.; Medeiros, S. A. da S. (2014) Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. *Revista Agropecuária Técnica*, 35 (1): 150-160.
- Bianco, S.; Bianco, M. S.; Carvalho, L. B. de (2008) Estimativa da área foliar de *Ageratum conyzoides* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringá, 30 (4): 519- 523.
- Björkman O., Demmig B. (1987) Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. *Planta*, 170: 89– 504.
- Bolhar-Nordenkamp, H. R. ; Long, S. P. ; Baker, N. R.; Oquist, G., Schreiber, U. ; Lechner, E. G. (1989) Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. *Functional Ecology*, 3: 497- 514.
- Bovi, M. L. A.; Castro, A. Assaí (*Euterpe oleracea*, Palmae). (1993) In: Clay, J.W. & Clement, C.R. (eds.). *Selected species and strategies to enhance income generation from amazonian forests*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, p. 58- 67.
- Calzavara, B. B. G. (1972) As possibilidades do açazeiro no estuário Amazônico. *Anais do Simpósio Internacional Sobre Plantas De Interes Economico De La Flora Amazonica*, 93, Belém: FCAP, p.165- 210.
- Campostrini, E.; Yamanishi, O.K. (2001) Estimation of papaya leaf area using the central vein length. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 58: 39-42.
- Carvalho, C.J.R. de; Rombold, J.; Nepstad, D.C.; Sá, T.D. de A. (1998) Relações hídricas do açazeiro em mata de várzea do estuário do Amazonas. *Revista Brasileira de Fisiologia*, 20: 213- 218.

- Carvalho, P. E. (1993) *Silvicultura de espécies nativas do Brasil*. Curitiba. EMBRAPA, 705 p.
- Castro, R. W. (2012) *Caracterização de açaí obtido de frutos de Euterpe edulis Martius tratados termicamente*. Tese (Monografia em Agronomia) - Florianópolis - SC, Universidade Federal de Santa Catarina, 49p.
- Cavalcante, I. H. L.; Dias, T. J. (2010) Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise Solo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 31 (1): 1281- 1290.
- Cavalcante, L. F.; Carvalho, S. S.; Lima, E. M.; Feitosa Filho, J. C.; Silva, D. A. (2001) Desenvolvimento inicial da gravioleira sob fontes e níveis de salinidade da água. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23 (2): 455- 459.
- Cavalcante, L. F.; Sousa, G. G. de; Gondim, S. C.; Figueiredo, F. L.; Cavalcante, I. H. L.; Diniz, A. A. (2009) Crescimento inicial do maracujazeiro amarelo manejado em dois substratos irrigados com água salina. *Irriga*, Botucatu, 14 (4): 504- 517.
- Chaves, M. M., Flexas, J.; Pinheiro, C. (2009) Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany* 103: 551–560.
- Choi, W. S.; Lee, S. E.; Lee, H. S.; Lee, Y. H.; Park, B. S. (1998) Antioxidative activities of methanol extracts of tropical and oriental medicinal plants. *Agricultural Chemistry and Biotechnological*, 41(7): 556– 559.
- Coelho, J. B. M.; Barros, M. de F. C.; Neto, E. B.; Correa, M. M. (2013) Comportamento hídrico e crescimento do feijão vigna cultivado em solos salinizados. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(4): 379-385.
- Conab – Companhia Nacional de Abastecimento (2016a) Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_05_09_11_55_19_conjutura_de__acai_abr_-16-1.pdf> Acesso em 20 Dezembro de 2017 às 09h35min.
- Conab – Companhia Nacional de Abastecimento (2016b) Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_10_24_14_12_45_conj_acai__setembro_-2016-_reconf.pdf> Acesso em 20 Dezembro de 2017 às 09h50min.
- Costa, E. A. D.; Gonçalves, C.; Moreira, S. R.; Corbellini, L. M. (2008) Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a mata atlântica. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, 1(2): 61- 66.

- Costa, P. H. A.; Silva, J. V.; Bezerra, M. A.; Enéas Filho, J.; Prisco, J. T.; Gomes Filho, E. (2003) Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgênicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. *Revista Brasileira de Botânica*, 26(3): 289- 297.
- Coutinho, W.C. (2000) *Uso da restrição hídrica no controle da germinação de sementes de arroz (Oryza sativa L.) e feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em testes de sanidade*. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 78p.
- Cravo, M.S., Viégas, I.J.M., Brasil, E.C. (2010) Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará. 1. ed. Belém: *Revista Atual*, 262p.
- Cruz, J. L.; Pelacani, C. R.; Coelho, E. F.; Caldas, R. C.; Almeida, A. C. de; Queiroz, J. R. de (2006) Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção e distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. *Brantiaga*, Campinas, 65(2): 275- 284.
- Daniel, O. (1997) O potencial da palmicultura em Mato Grosso do sul. *Seminário sobre sistemas florestais para Mato Grosso do Sul*, Dourados: EMBRAPA, p.63-77.
- Davies, W.J., Wilkinson, S., Loveys, B. (2002) Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. *New Phytologist*, 153 (1): 449- 460.
- Dias, N. da S.; Blanco, F. F. (2010) Efeitos dos sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de. (eds.) *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCTSal, p.129- 142.
- Esteves, B.S.; Suzuki, M.S. (2008) Efeito da salinidade sobre as plantas. *Oecologia Brasiliensis*, 12(4): 662- 679.
- Fantini, A. C.; Nodare, R. O.; Reis, M. S DOS, Mantovani, A.; Odorizzi, J.; Ribeiro, R. J. (1997) Estimativa da produção de palmito em plantas de palmito (*Euterpe edulis* Martius) a partir de características fenotípicas. *Revista Árvore*, 1(1): 49-57.
- FAO- Food and Agriculture Organization. Tropical palms (1998) *Non Wood Forest Products*, Italy, 166p.
- Farias, M. (2009) *Reinventando a relação humano-Euterpe edulis: do palmito ao açaí*. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) – Florianópolis – SC, Universidade Federal de Santa Catarina, 85p.
- Farias, S. G. G. de, Santos, D. R. dos, Freire, A. L. de O.; Silva R. B. (2009) Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de Gliricídia (*Gliricidia*

sepium (Jacq.) Kunt ex Steud em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 1499-1505.

Fernandes, A. R.; Carvalho, J. G. de; Curi, N; Guimarães, P. de T. G.; Pinto, J. E. B. P. (2003) Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K) sob diferentes níveis de salinidade. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 27(2): 278-284.

Ferreira Neto, M.; Gheyi, H.R.; Fernandes, P. D.; Holanda, J. S. de; Blanco, F. F. (2007) Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. *Ciência Rural*, 37: 1675-1681.

Ferreira, A. D.; Partelli, F. L; Oliosi, G.; Ayoama, E. M.; Giles, J. A. D.; Krohlin, G. C. A. (2015) Morfologia foliar de quatro genótipos de café arábica e conilon na região norte do Espírito Santo. *IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 24 a 26 de Junho de 2015, Curitiba – PR, p. 1- 4.

Ferreira, P. A.; Garcia, G. O.; Neves, J. C. L.; Miranda, G. V.; Santos, D. B. (2007) Produção relativa do milho e teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. *Revista Ciência Agronômica*, 38(1): 7-16.

Ferreira, R. G; Francisco José Alves Fernandes Távora, F, J. A. F.; Hernandez, F. F. F. (2001) Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36 (1): 79- 88.

Filho, A. N. K., & Resende, M. D. V. de (2001) *Melhoramento de Palmáceas*. Comissão Organizadora, 95.

Fish, S. T. V.; Nogueira Jr, L. R.; Mantovani, A. (2000) Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na mata atlântica (Reserva Ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba – SP), *Revista biociências*, Taubaté, 6 (2): 31-37.

Freire, J. L. de O.; Cavalcante, L. F.; Nascimento, R. do; Rebequi, A. M. (2013) Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro amarelo irrigado com águas salinas e biofertilizante. *Revista de Ciências Agrárias*, 36(1): 57- 70.

Gasparini, K. A. C., Fonseca, M. D. S., Pasto, M. S., Lacerda, L. C., Santos, A. R. dos. (2015) Zoneamento agroclimático da cultura do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) para o estado do Espírito Santo. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza-CE, 46 (4): 707-717.

Gonçalves, C. G. (2017) *Modificações morfológicas, fisiológicas e seletividade da soja a diferentes herbicidas em resposta ao estresse hídrico*. Tese (Doutorado

em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 120p.

- Gurgel, M.T.; Gheyi, H.R.; Fernandes, P.D.; Santos, F.J.S.; Nobre, R.G. (2007) Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. *Revista Caatinga*, 20 (2): 24-31.
- Hasengawa, P. M.; Bressan, R. A.; Zhu, J. K. Bohnert, H. J. (2000) Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of plant physiology and Plant Molecular Biology*, 51(1): 463-499.
- Henderson, A.; Galeano, G. (1996) *Euterpe*, *Prestoea*, and *Neonicholsonia* (Palmae: Euterpeinae). New York: *New York Botanical Garden*, 90p. (Flora Neotropica, 72).
- Holanda, F. S. R.; Marciano, C. R.; Pedrotti, A.; Aguiar, J. F. de; Santos, V. P. (2001) Recuperação de áreas com problemas de salinização. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22(210): 57-61.
- Holanda, S. J. R.; Araújo, F. S. de, Gallão, M. I.; Medeiros Filho, S. (2011) Impacto da salinidade no desenvolvimento e crescimento de mudas de carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E.Moore). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 15(1): 47–52.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016) Ministério do Planejamento Agropecuário. Produção da extração vegetal e da silvicultura 2016, Rio de Janeiro, 31v, 154p.
- Illenseer, R.; Paulino, M. T. S. (2002) Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de *Euterpe edulis* Mart. *Acta Botânica Brasileira* 16(4): 385-394.
- Jackson, M. L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 498p.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburl, H. J. Somasundaram, R., Panneerselvam, R. (2009) Drought Stress in Plants: A Review on Morphological Characteristics and Pigments Composition. *International Journal Agricultural Biology*, 11: 100-105.
- Jardim, M.A.G; Anderson, A.B. (1987) Manejo de populações nativas do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no estuário amazônico: resultados preliminares. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, 15(12): 1-19.
- Klein, R.M. *Euterpe edulis* Martius - observações ecológicas (1974) In: Reitz, R. (Eds). Palmeiras. Itajaí. *Flora Ilustrada Catarinense*, p. 102-105.

- Lambers, H.; F.S. Chapin e T.L. Pons. (2008) *Plant physiological ecology*. Springer, Nova York.
- Lelis, R. T. (2014) *Efeito de diferentes períodos de estresse hídrico sobre a capacidade fotossintética, o crescimento e o teor de óleo essencial em Cymbopogon citratus (Poaceae)*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 50p.
- Lima, B. L. de C. (2014) *Respostas morfológicas e fisiológicas na produção de mudas de coqueiro anão irrigado com água salina*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Fortaleza – CE, Universidade Federal do Ceará – UFCE, 106p.
- Lleras, E.; Giacometti, D.C.; Coradin, L. (1983) Áreas críticas de distribución de palmas de las Americas para coleta, evaluación y conservación. In: *Informe de la reunion de consulta sobre palmeras poco utilizadas de america tropical*. San Jose: CATIE/FAO, p.67- 81.
- Lopes, J. C.; Macedo, C. M. P. (2008) Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, 30 (3): 79- 85.
- Lucena, C. C. de; Siqueira; D. L. de Martinez, H. E. P.; Cecon, P. R. (2012) Efeito do estresse salino na absorção de nutrientes em mangueira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 34(1): 297- 308.
- Lucena, C. C. de (2009) Crescimento vegetativo, absorção de nutriente e trocas gasosas em mangueiras submetidas a estresse salino. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa – Viçosa – MG, 116p.
- Machado, J. da C.; João Oliveira, J. A. de; Vieira, M. G. G. C.; Alves M. de C. (2003) Controle da germinação de sementes de soja em testes de sanidade pelo uso da restrição hídrica. *Revista Brasileira de Sementes*, 25(2): 77- 81.
- Mar, C. C.; Conceição, H. E. O.; Santos, A. N. R. dos; Viégas, I. J. M.; Silva, F. S. N. da. (2013) Produção de massa seca e área foliar do açazeiro sob déficit hídrico. *Revista Agroecossistemas*, 5 (2): 14- 23.
- Marinho, F. J. L.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D.; Holanda, J.S. de; Neto, M. F. (2006) Cultivo de coco 'Anão Verde' irrigado com águas salinas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília - DF, 41(8): 1277- 1284.
- Marinho, F. J. L.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D.; Neto, M. F. (2005) Uso de água salina na irrigação do coqueiro (*Cocus nucifera* L.). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Suplemento, p.370-374.

- Marinho, F. J. L.; Gheyi, H. R.; Rocha, E. N. da; Souto, E. A.; Mourão, A. N.; Duarte, M. do S. B. (2011) Influência da irrigação com água salina sobre a composição mineral das folhas de coqueiro. *VII Congresso Brasileiro de Agroecologia* – Fortaleza/CE, 6p.
- Marschner, H. (2002) *Mineral nutrition of higher plants*. 3.ed. London: Elsevier. 643p.
- Martínez, N.; López, C.; Basurto, M.; Pérez, R. (2010) Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*, 5(3): 156- 161.
- Matos, D.M.; Watkinson, A.R. (1998) The fecundity, seed, and seedling ecology of the edible palm *Euterpe edulis* in southeastern Brazil. *Biotropica*, 4: 595- 603.
- Medeiros, P.R.F.; Silva, E.F. de F; Duarte, S.N. (2016) Salinidade em ambiente protegido. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. (ed.) *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. 2ª ed. Fortaleza – CE, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 504p.
- Medeiros, W.J.F. de (2016) *Respostas e adaptações de plantas jovens de coqueiro-anão-verde à salinidade do solo e encharcamento*. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará – Fortaleza - CE, 93p.
- Mendes, B.S. da S. (2009) *Efeitos fisiológicos e bioquímicos do estresse salino em Ananas porteanus*. Dissertação (Mestrado em Química) – Recife – PE, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 57p.
- Menezes, E.M. da S.; Torres, A.T.; Srur, A.U.S. (2008) Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Revista Acta Amazônica*. 38(2): 311– 316.
- Miro, J.S.L. (2009) *Metodologia para a elaboração do zoneamento das áreas sujeitas à inundação na baixada campista/Norte Fluminense*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Campos dos Goytacazes – RJ, Instituto Federal Fluminense – IFF, 127p.
- Muñiz-Miret, N.; Vamos, R.; Hiraoka M. (1996) The economic value of managing the Açaí Palm (*Euterpe oleracea* Mart.) in floodplains of the Amazon estuary, Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, 87(1-3): 163-173.
- Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, 25: 239-250.

- Nascimento, C. de N.B. do; Homma, A.K.O. (1984) *Amazônia: meio ambiente e tecnologia agrícola*. Belém: Embrapa-CPATU, 282p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 27).
- Neumann, P. (1997) Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant, Cell and Environment*, 20(9): 1193-1198.
- Nogueira, O.L.; Carvalho, C.J.R de; Müller, C.H.; Galvão, E.U.P; Silva, H.M.E.; Rodrigues, J.E.L.F.; Oliveira, M. do S.P. de; Carvalho, J.E.U. de; Rocha Neto, O.G. da; Nascimento, W.M.O. do; Calzavara, B.B.G. (1995) *A cultura do açaí*. Embrapa- CPATU. Brasília: EMBRAPA-SPI, 50p. (Coleção Plantar, 26).
- Nogueira, O. L.; Figueirêdo, F. J. C.; Antonio Agostinho Müller, A. A. (Eds.) (2005) *Sistema de produção: açaí*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 137 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Sistema de produção 4)
- Nogueira, O.L. (1997) *Regeneração, manejo e exploração de açazais nativos de várzea do estuário amazônico*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Belém - PA, Universidade Federal do Pará - UFPA, 149p.
- Oliveira, A. A. de; Lopes, M. A. C.; Sá, F. V. da S.; Nobre, R. G.; Moreira, R. C. L.; Silva, L. de A.; Paiva, E. P. de (2015) Interação salinidade da água de irrigação e substratos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Comunicata Scientiae*, 6(4): 471- 478.
- Oliveira, F. de A. de; Oliveira, M. K. T. de; Lima, L. A.; Alves, R. de C.; RÉGIS, L. R. DE L.; SANTOS, L. S. T. (2017) Estresse salino e biorregulador vegetal em feijão caupi. *Irriga, Botucatu*, 22(2): 314- 329.
- Oliveira, M S. P.; Carvalho, J.E.U.; Nascimento, W.M.O. (2000) *Açaí (Euterpe oleracea Mart.)*. Jaboticabal: FUNEP, 52p. (Série frutas nativas, 7).
- Oliveira, M. (1997) Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GUEYI, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. F. (eds.) *Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB, p.1-35.
- Oliveira, M. do S. P. (2000) *Seleção fenotípica de açazeiros para a produção de frutos*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 1-2. (Comunicado técnico, nº 34).
- Oliveira, M. do S. P. de, Carvalho, J. E. U. de, Nascimento, W. M. O. do, Muller, C. H. (2002) *Cultivo do açazeiro para a produção de frutos*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 1-17. (Comunicado técnico, nº 26).
- Oliveira, M. do S. P.; Farias Neto, J. T. de; Pena, R. S. (2007) *Açaí: técnicas de cultivo e processamento*. Fortaleza: Instituto Frutal, 104p.

- Oliveira, M. do S. P; Farias Neto, J. T. de. (2004) *Cultivar BRS-Pará: Açazeiro para Produção de Frutos em Terra Firme*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 1-3. (Comunicado técnico, n° 114).
- Oliveira, R. M. de; Bertholdi, A. A. da S.; Engel, V. L.; Passos, J. R. de S.; DE Almeida, L. F. R. De (2017) Water deficit responses of *Euterpe edulis* Martius seedlings at different growth stages. *Scientia Forestalis.*, Piracicaba, 45(113): 101- 108.
- Pacheco-Palencia, L.A.; Hawken, P.; Talcott, S. (2007) Juice matrix composition and ascorbic acid fortification effects on the phytochemical, antioxidant, and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Food Chemistry*, 105: 28– 35.
- Pacheco-Palencia, L.A.; Mertens-Talcott, S.; Talcott, S.T. (2009) Chemical composition, antioxidant properties, and thermal stability of a phytochemical enriched oil from açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (12): 4631-6.
- Parida, A. K.; Das, A. B. (2005) Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 434-449.
- Parida, A. K. & Jha, B. (2010) Salt tolerance mechanisms in mangroves: a review. *Trees* 24: 199–217.
- Paulino, J.; Folegatti, M.V.; Zolin, C.A.; Sanchez-Roman, R.M.; Jose, J.V. (2011) Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário. *Irriga, Botucatu*, 16 (2): 163- 176.
- Pereira, T. de A.; Souto, L.S.; Sá, F.V. da S.; Dutra Filho, J. A.; Souza, T. A. DE; Paiva, E. P. DE (2017) Growth and production of dwarf coconut in saline-sodic soil under doses of potassium sulfate. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 21(7): 454- 458.
- Peters, J.B. (2005) *Wisconsin Procedures for Soil Testing, Plant Analysis and Feed & Forage Analysis: Plant Analysis*. Department of Soil Science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wisconsin-Extension, Madison, WI.
- Prisco, J.T. (1980) Alguns aspectos da fisiologia do “stress” salino. *Revista Brasileira de Botânica*, 3: 85-94.
- Ramos, A. M.; Santos, L. A. R. dos; Fortes, L. T. G. (Org.). (2009) *Normais climatológicas do Brasil 1961-1990*. Rev. e ampl. Brasília, DF: INMET, 465 p.
- Reis, M. S. dos; Reis, A. (2000) *Euterpe edulis* Martius - (Palmiteiro): biologia, conservação e manejo. Itajai: Herbario Barbosa Rodrigues, 49: 324- 335.

- Robinson, M. F.; Véry, A. A.; Sanders, D.; Mansfield, T.A. (1997) How can stomata contribute to salt tolerance?. *Annals of Botany*, 80: 387-393.
- Rogez, H. (2000) *Açaí: preparo, composição e melhoramento de conservação*. Belém: UFPA, 313p.
- Roháček, K. (2002) Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning, and mutual relationships. *Photosynthetica*, 40:13–29.
- Sá, F.V. da S., Brito, M.E.B.; Ferreira, I.B.; Neto, P.A.; Silva, L. de A.; Costa, F.B. da (2015) Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. *Irriga*, Botucatu, 20(3): 544- 556.
- Seoane, C.E.S.; Sebbenn, A.M.; Kageyma, P.Y. (2005) Sistema de reprodução de duas populações naturais de *Euterpe edulis* M. sob diferentes condições de fragmentação florestal. *Scientia Florestalis*, Piracicaba, 69: 13- 24.
- Silva, A.R.A. da; Bezerra, F.M.L.; Lacerda, C.F. de; Freitas, C.A.S. de; Fernandes, C.N.V.; Miranda, E.P. de (2017) Estado nutricional do coqueiro “anão verde” em solos afetados por sais e sob deficiência hídrica. *Anais do IV INOVAGRI International Meeting*, Fortaleza – CE, 2 a 6 de outubro.
- Silva, E. M. da; Nobre, R. G.; Souza, L. de P.; Abrantes, D. S. de.; Andrade5, A. B. A. de. (2015a) Efeito da adubação nitrogenada na formação de mudas de goiabeira irrigadas com águas salinizadas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal - PB,10(4): 42- 48.
- Silva, F. G. da; Dutra, W. F.; Dutra, A. F.; Oliveira, I.M. de; Filgueiras, L.M.B.; Melo, A. S. de (2015b) Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(10): 946- 952.
- Sohan, D.; Jasoni, R.; Zajicek, J. (1999) *Plant – water relations of NaCl and calcium - treated sunflower plants*. *Environmental and Experimental Botany*, 42: 105- 111.
- Sousa, A. C.; Gheyi, H. R.; Correia, K. G.; Soares, F. A. L.; Nobre, R. G. (2011) Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. *Revista Ciência Agronômica*, Ceará, 42(2): 310- 318.
- Sousa, L. B. DE; Heitor, L. C.; Santos, P. C. dos; Freitas, J. A. A.; Freitas, M. S. M. de; Freitas, S. de J.; Carvalho, A. J. C. de (2013) Crescimento, composição mineral e fenóis totais de espécies de *Passiflora* em função de fontes nitrogenadas. *Bragantia*, Campinas, 72(3): 247- 254.

- Sousa, L.A.S.; Jardim, M.A.G. (2007b) Produção foliar de mudas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) em área de vegetação secundária no Nordeste Paraense. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5 (2): 225- 227.
- Souza, L. de P.; Nobre, R. G.; Silva, E. M. da; Pinheiro, F. W. A.; Almeida, L. L. de S. (2015) Crescimento de porta-enxerto de goiabeira sob águas salinizadas e doses de nitrogênio. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal - PB, 10 (3): 53- 60.
- Sousa, L.A.S., Jardim, M.A.G. (2007a) Sobrevivência e mortalidade de plantas de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) cultivadas em capoeira no Nordeste Paraense. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5 (1): 255- 257.
- Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.
- Tavares, R.F. de M. (2017) *Crescimento e fisiologia de açai e juçara cultivados sob estresse hídrico*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 88p.
- Távora, F.J.A.F.; Ferreira, R.G.; Hernandez, F.F.F. (2001) Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2: 441- 446.
- Tester, M.; Davenport, R. (2003) Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Botany*, Oxford, 91 (3): 503- 527.
- Tsukamoto Filho, A.A.; Macedo, R.L.G.; Venturin, N.; de Moraes, A.R. (2001) Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmitero (*Euterpe edulis* martius) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de lavras, minas gerais. *Cerne*, Lavras, 7 (1): 54- 68.
- Venturieri, G.C.; Pereira, C. A. B.; Rodrigues, S. T. Manejo de polinizadores autóctones de açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) na Amazônia Oriental. *Anais do Encontro sobre abelhas*, 7, Ribeirão Preto: USP, CD- ROM, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.
- Vieira, E. L.; Souza, G. S. de; Santos, A. R. dos; Silva, J. dos S. (2010) *Manual de Fisiologia Vegetal*. São Luis, EDUFAMA, 230p.
- Vitti, C.G.; Lima, E.; Cicarone, F. (2006) Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: Fernandes, M.S. *Nutrição mineral de plantas*. 22 ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.299- 326.
- Willadino, L.; Camara, T.R. (2010) Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Enciclopédia biosfera*, 6(11): 1-23.

- Willadino, L.; Camara, T.R. (2004) Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: Reigosa, M.J.; Pedrol, N.; Sánchez, A. (ed.). *La ecofisiología vegetal – Una ciencia de síntesis*. Madrid: Thompson, p.303-330.
- Zanandrea, I.; Nassi, F. L.; Turchetto, A. C.; Braga, E. J. B.; Peters, J. A.; Bacari, M. A. (2006) Efeito da salinidade sob parâmetros de fluorescência em *Phaseolus vulgaris*. *Revista Brasileira Agrociência*, 12:157- 161.

APÊNDICES



Figura 1A. Produção de mudas de açai e juçara.



Figura 2A. Vista geral do experimento após o enchimento dos vasos.



Figura 3A. Vista geral do experimento após o transplante das mudas.



Figura 4A. Vista geral no período inicial da aplicação dos tratamentos.



Figura 5A. Pesagens para o cálculo da irrigação.



Figura 6A. Avaliações biométricas.



Figura 7A. Leitura do índice SPAD.



Figuras 8A. Colocação das pinças para a adaptação ao escuro (30 minutos).



Figura 9A. Leitura da Fluorescência.



Figura 10A. Planta de açai irrigadas com águas com CE de $0,1 \text{ dS m}^{-1}$.



Figura 11A. Planta de juçara irrigadas com águas de CE de $0,1 \text{ dS m}^{-1}$.



Figura 12A. Planta de açai irrigada com águas com CE de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$.



Figura 13A. Planta de juçara irrigada com águas com CE de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$.



Figura 14A. Planta de açai irrigada com águas de CE de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$.



Figura 15A. Planta de juçara irrigada com águas de CE de $2,0 \text{ dS m}^{-1}$.



Figura 16A. Planta de açaí irrigada com águas de CE de 3,0 dS m^{-1} .



Figura 17A. Planta de juçara irrigada com águas de CE de 3,0 dS m^{-1} .



Figura 18A. Planta de açaí irrigada com águas de CE de 5,0 dS m^{-1} .



Figura 19A. Planta de juçara irrigada com águas de CE de 5,0 dS m^{-1} .