



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

NAYARA ROCHELLI DE SOUSA LUNA

**APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ALGAS MARINHAS EM SISTEMA DE
PRODUÇÃO DE GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA SALINA**

FORTALEZA

2019

NAYARA ROCHELLI DE SOUSA LUNA

APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ALGAS MARINHAS EM SISTEMA DE PRODUÇÃO
DE GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

Tese apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Ciência do solo da
Universidade Federal do Ceará, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Doutora em Ciência do Solo. Área de
concentração: Manejo do Solo e da Água.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima
Bezerra

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L983a Luna, Nayara Rochelli de Sousa.
Aplicação de extrato de algas marinhas em sistema de produção de girassol irrigado com água salina /
Nayara Rochelli de Sousa Luna. – 2019.
134 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra.
1. Salinidade. 2. *Ascophyllum nodosum*. 3. Semiárido. I. Título.

CDD 631.4

NAYARA ROCHELLI DE SOUSA LUNA

APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ALGAS MARINHAS EM SISTEMA DE PRODUÇÃO
DE GIRASSOL IRRIGADO COM ÁGUA SALINA

Tese apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Ciência do solo da
Universidade Federal do Ceará, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Doutora em Ciência do Solo. Área de
concentração: Manejo do Solo e da Água.

Aprovada em: 28/03/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Alcione Guimarães Freire
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Alexandre Reuber Almeida da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro – Brasileira (UNILAB)

A Deus.

Aos meus pais, Jesus e Neire Luna.

Aos meus irmãos, Neyreane e João Victor
Luna.

À minha avó, Neusa.

Ao meu amado sobrinho, João Paulo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu imenso amor e cuidado, pela força, coragem, inspiração e determinação. Por estar presente em minha vida, guiando e conduzindo os meus passos.

À Nossa Senhora, por sua fiel intercessão.

Aos meus Pais Jesus e Neire, meus irmãos Neyreane e João Victor e à minha avó Neusa, por todo o amor, dedicação e apoio a mim concedidos.

Ao meu amado e lindo sobrinho, João Paulo, que alegra meu coração com seu sorriso puro e verdadeiro.

À Universidade Federal do Ceará, em especial, ao Departamento de Ciências do Solo, aos seus docentes, discentes e funcionários.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco Marcus Lima Bezerra, pela atenção, amizade, paciência, confiança, compreensão e por todos os ensinamentos a mim transmitidos durante esta jornada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudo.

À Empresa Campo & Flores pela disponibilização do extrato de algas utilizado neste trabalho.

Às minhas grandes amigas de vida acadêmica, Edilaine e Vanessa, pela amizade, conversas, carinho, apoio e grande ajuda para a realização deste trabalho.

Aos amigos que fiz durante o curso, Gleiciane, Eurileny, Rafaela, Godofredo, Cilas, Luís, Israel, Lucas, Alfredo, Juliana Vieira, Denise e tantos outros.

À amiga Dra. Robevania Borges, pela atenção e ajuda durante a realização deste trabalho.

Aos amigos que me ajudaram durante o período experimental, Honório Neto, Larissa, Adriana, Erisson, Samara, Thiago Aragão e Keivia.

Aos funcionários do laboratório de Solos do Departamento de Ciências do Solo UFC/FUNCEME pela grande ajuda e amizade, Geórgia, Vilalba, Antônio José, Tavares e Amilson e às funcionárias dos laboratórios de química e manejo do solo, Fátima e Dayse.

Aos funcionários da secretaria da Pós – Graduação em Ciência do Solo, Edilson e Marilena.

Ao Prof. Dr. Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, sempre muito solícito.

Ao Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana, pela disponibilização da área experimental.

Aos Profs. Drs. Claudivan Feitosa de Lacerda, Marlos Bezerra e Magno José pela disponibilização de equipamentos utilizados neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Alexandre Bosco, pela disponibilização do Laboratório de Fisiologia da Produção e sua equipe de bolsistas.

Aos amigos fora do ambiente acadêmico, pelo apoio e amizade e por entenderem a minha ausência em alguns momentos.

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas contribuições.

A todos que de alguma forma participaram do meu crescimento pessoal e profissional durante essa experiência e aos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

“Foram pedras retiradas do caminho, curas realizadas pela Fé, era Cristo quem estava ali comigo, me levantou, me deu a mão. Eram montes a princípio intransponíveis, que tornaram-se pequenos grãos de areia.”

(Ticiane de Paula)

RESUMO

Considerando às restrições de uso da água no Semiárido brasileiro em decorrência das condições climáticas adversas, as águas de qualidades inferiores (salinas) podem ser uma estratégia para viabilizar a produção agrícola na região. Tendo em vista que a irrigação com águas salinas pode afetar o desenvolvimento das plantas, devido os efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais, a utilização de extratos de algas marinhas (*Ascophyllum nodosum*), surge como uma alternativa para melhorar o desempenho agrônômico das culturas sob estresse abiótico. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a aplicação foliar de extrato comercial de algas marinhas como uma estratégia para minimizar os efeitos deletérios da salinidade sobre a cultura do girassol (*Helianthus annuus*). O experimento foi conduzido a pleno sol, na área experimental da estação agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza. O delineamento adotado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas foram constituídas por dois ciclos de cultivos, as subparcelas por quatro níveis de salinidade (1,2; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e as subsubparcelas por quatro doses de extrato de algas (0; 100; 150 e 200% da recomendação do fabricante do extrato). Foram avaliados os teores de elementos minerais, o crescimento, as trocas gasosas, o teor relativo de clorofila total, a produção e a qualidade da produção, bem como a evolução da condutividade elétrica (CE) do solo. A salinidade reduziu os teores foliares de todos os elementos, exceto o cálcio (Ca) e o sódio (Na), bem como inibiu o crescimento, as trocas gasosas, os teores relativos de clorofila total, a produção e a qualidade da produção, além de promover o acúmulo crescente de sais no solo. O extrato de algas marinhas amenizou os efeitos deletérios da salinidade sobre os teores foliares de potássio (K), o diâmetro do caule, o diâmetro interno do capítulo, a área foliar, a matéria seca da parte aérea e a total, os teores relativos de clorofila total, a produtividade de aquênios e a massa de 1.000 aquênios até o nível de 3,0 dS m⁻¹, já que o extrato de algas teve seu efeito inibido nos níveis mais altos de salinidade avaliados (4,5 e 6,0 dS m⁻¹). As doses mais eficientes do extrato de algas foram as de 100 e 150% da recomendação do produto, destacando que a dose máxima provocou redução na área foliar, na matéria seca da parte aérea, na matéria seca total e nos teores relativos de clorofila total.

Palavras – chave: Salinidade. *Ascophyllum nodosum*. Semiárido.

ABSTRACT

Considering the restrictions of water use in the Brazilian semi-arid region due to adverse climatic conditions, waters of inferior qualities (saline) can be a strategy to make agricultural production feasible in the region. In view that irrigation with saline waters can affect the development of plants due to the osmotic, toxic and nutritional effects, the use of seaweed extracts (*Ascophyllum nodosum*), appears as an alternative to improve the agronomic performance of cultures under abiotic stress. In this sense, the objective was to evaluate the foliar application of commercial extract of seaweed as a strategy to minimize the deleterious effects of salinity on the sunflower (*Helianthus annuus*). The experiment was carried out full sunlight, in the experimental area of the agrometeorological station of the Federal University of Ceará - UFC, Fortaleza. The design was randomized blocks, in a sub subdivided plots scheme, in which the plots were constituted by two cultivation cycles, the subplots by four levels of salinity (1.2, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m⁻¹) and sub-sub-plots by four doses of seaweed extract (0, 100, 150 and 200% of the extract manufacturer's recommendation). Were evaluated the contents of mineral elements, the growth, gas exchange, relative content of total chlorophyll, production and quality of production, as well as the evolution of soil electrical conductivity (EC). Salinity reduced leaf contents of all elements, except calcium (Ca) and sodium (Na), as well as inhibited growth, gas exchange, relative total chlorophyll content, production and quality of production, as well as to promote the growing accumulation of salts in soil. The seaweeds extract attenuated the deleterious effects of salinity on potassium (K) leaf content, stem diameter, internal diameter of the shoot, leaf area, shoot dry matter and total, relative chlorophyll content total, the productivity of achenes and the mass of 1,000 achenes up to level 3.0 dS m⁻¹, since the algal extract had its effect inhibited on the highest levels of salinity evaluated (4.5 and 6.0 dS m⁻¹). The most efficient doses of seaweeds extract were 100 and 150% of the product recommendation, noting that the maximum dose caused a reduction in leaf area, shoot dry matter, total dry matter and relative content of total chlorophyll.

Keywords: Salinity. *Ascophyllum nodosum*. Semiarid.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Girassol: aspectos gerais da cultura	15
2.1.1	<i>Cultivar BRS 324</i>	18
2.2	Utilização de águas salinas na irrigação	18
2.3	Efeitos da Salinidade sobre os vegetais	20
2.4	Uso de algas marinhas na agricultura	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Localização e caracterização da área experimental	25
3.1.1	<i>Características climáticas</i>	26
3.1.2	<i>Caracterização do solo</i>	27
3.2	Delineamento experimental e tratamentos	29
3.3	Plantio e condução do experimento	31
3.3.1	<i>Aplicação do extrato de algas</i>	32
3.3.2	<i>Preparação das águas utilizadas na irrigação</i>	33
3.3.3	<i>Manejo da irrigação</i>	35
3.3.4	<i>Colheita e beneficiamento</i>	35
3.4	Variáveis analisadas	36
3.4.1	<i>Medição da condutividade elétrica do solo</i>	36
3.4.2	<i>Estado nutricional das plantas por diagnose foliar</i>	36
3.4.3	<i>Variáveis de crescimento</i>	37
3.4.3.1	Altura da planta.....	37
3.4.3.2	Diâmetro do caule.....	38
3.4.3.3	Número de folhas.....	38
3.4.3.4	Diâmetro interno do capítulo.....	38
3.4.3.5	Área foliar.....	38
3.4.3.6	Matéria seca (parte aérea, raiz e total).....	39
3.4.4	<i>Medições de trocas gasosas foliares</i>	39
3.4.5	<i>Teores relativos de clorofila total (Índice Spad)</i>	40
3.4.6	<i>Variáveis de produção e pós-colheita</i>	40
3.4.6.1	Peso de mil aquênios (P 1.000).....	40

3.4.6.2	Produtividade (PROD).....	40
3.4.6.3	Teor de óleo.....	41
3.4.6.4	Teor de proteína.....	43
3.4.6.5	Produtividade de óleo e proteína.....	44
3.5	Análise estatística.....	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1	Condutividade elétrica do solo (dS m^{-1}).....	46
4.2	Estado nutricional por diagnose foliar.....	48
4.3	Variáveis de crescimento.....	65
4.3.1	<i>Altura da planta</i>.....	66
4.3.2	<i>Diâmetro do caule</i>.....	68
4.3.3	<i>Número de folhas</i>.....	72
4.3.4	<i>Diâmetro interno do capítulo</i>.....	73
4.3.5	<i>Área foliar</i>.....	76
4.3.6	<i>Matéria seca (parte aérea, raiz e total)</i>.....	79
4.4	Trocas gasosas foliares.....	89
4.5	Teores relativos de clorofila total: índice Spad.....	96
4.6	Variáveis produtivas do girassol.....	100
4.6.1	<i>Peso de mil aquênios (P 1.000)</i>.....	101
4.6.2	<i>Produtividade de aquênios (PROD)</i>.....	104
4.7	Variáveis de pós-colheita do girassol.....	107
4.7.1	<i>Teor de óleo</i>.....	108
4.7.2	<i>Produtividade de óleo</i>.....	110
4.7.3	<i>Teor de proteína</i>.....	112
4.7.4	<i>Produtividade de proteína</i>.....	114
5	CONCLUSÕES.....	116
	REFERÊNCIAS.....	117

1 INTRODUÇÃO

A região Semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada por apresentar altas temperaturas e um regime pluviométrico peculiar, com precipitações pluviométricas irregularmente distribuídas no tempo e no espaço, resultando em longos períodos de estiagem.

Tais características propiciam restrições ao uso da água, notadamente, para a produção agrícola, que depende da irrigação, como forma de assegurar o suprimento hídrico dos vegetais, por boa parte do ano.

Frente à variabilidade espaço – temporal das águas no Semiárido, o uso de fontes alternativas, tem sido uma possibilidade para viabilizar a agricultura irrigada na região. Destaca-se o uso das águas subterrâneas, as quais apresentam em sua maioria teores elevados de sais, particularmente quando inseridas em área de embasamento cristalino, que ocorre em 75% do Estado do Ceará (ADECE, 2017).

De acordo com uma estimativa feita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, há pelo menos 200 mil poços perfurados em todo o Semiárido nordestino, contudo, a maior parte dessas águas apresentam teores consideráveis de sais (EMBRAPA, 2017). Dessa forma, o uso de águas inferiores (salinas) na irrigação pode ser uma opção estrategicamente viável para a produção agrícola, dependendo das estratégias de manejo adotadas para minimizar os efeitos negativos das deposições dessas águas, no sistema solo - planta.

Considerando-se que a irrigação das culturas com água salina afeta o desenvolvimento das plantas, devido os efeitos osmóticos, tóxicos e nutricionais, inibindo assim, seu crescimento, desenvolvimento e produtividade, a utilização de extratos comerciais de algas marinhas (*Ascophyllum nodosum*), surge como uma técnica de relevância à produção agrícola em ambientes salinos, já que esses extratos funcionam como atenuadores dos efeitos deletérios provocados à cultura pela salinidade.

Os efeitos dos extratos de algas marinhas sobre as plantas submetidas ao estresse salino estão relacionados à presença de agentes antioxidantes, bem como hormônios vegetais e nutrientes minerais.

É importante ressaltar, que apesar de existirem estudos referentes ao uso dos extratos de *Ascophyllum nodosum* na agricultura, ainda são escassos no Brasil estudos relacionados ao efeito bioestimulante do extrato de algas marinhas sobre o cultivo de girassol.

Dentre as oleaginosas, o girassol (*Helianthus annuus L*) é uma espécie que apresenta boa adaptabilidade edafoclimática, alto teor de óleo, além do aproveitamento das sementes e da massa seca. Ademais, destaca-se como espécie de ciclo curto e qualidade elevada.

Diversos trabalhos se referem aos efeitos da salinidade sobre as culturas, inclusive para o girassol, Feitosa et al. (2016), Ribeiro et al. (2016), Travassos et al. (2017), entre outros, contudo, ainda são incipientes no País estudos relacionados à aplicação de extrato de algas em cultivos dessas espécies, associados ao uso de águas salinas na irrigação.

Diante do contexto, tem-se como hipótese que a aplicação do extrato de algas marinhas favorece o maior desempenho agrônômico da cultura em condições de estresse abiótico (salinidade).

Desse modo, objetivou-se avaliar a aplicação foliar de extrato comercial de algas (*Ascophyllum nodosum*) como estratégia para minimizar os efeitos da salinidade sobre os aspectos nutricionais, parâmetros de crescimento, trocas gasosas, teores relativos de clorofila total, produção e qualidade da produção do girassol.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Girassol: aspectos gerais da cultura

Sobre a origem do girassol (*Helianthus annuus L.*) há controvérsias, alguns pesquisadores indicam a América do Norte, outros, se referem ao Peru e ao México.

Introduzida no Brasil pelos colonizadores europeus, essa dicotiledônea produz grãos, dos quais se extrai o óleo, e a forragem que é utilizada como ração animal. Vem ganhando espaço entre os agricultores em virtude da sua capacidade de se consorciar com outras culturas, bem como de se integrar à apicultura e à pecuária (FREITAS, 2012). Tem sido cultivada em todos os continentes, pois é uma cultura de ampla capacidade de adaptação climática (FEITOSA et al., 2013).

É uma cultura que apresenta boa tolerância a temperaturas altas. Dessa forma, pode ser uma boa alternativa para o semiárido brasileiro, pois pode ser utilizada visando atender o mercado de óleos comestíveis, confeitaria, alimentação de pássaros, produção de silagem, farelo e torta para alimentação animal, produção ornamental, bem como a possibilidade de exportação de grãos. O girassol é uma planta a qual o homem pode explorar quase todas as suas partes. A planta inteira pode ser utilizada, além disso, as raízes podem ser aproveitadas como matéria orgânica e na reciclagem de nutrientes, visando à melhoria do solo. (LEITE et al., 2006; SCHOELLHORN et al., 2003).

Cultivado no mundo como fonte de óleo comestível, sendo a terceira cultura anual com maior produção de óleo no mundo. Entre as culturas anuais, o girassol é responsável por 16% da produção mundial de óleo (EMBRAPA, 2019).

No Brasil, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, a área plantada com girassol em 2018 foi de 95,5 mil hectares, com produção de 149,2 mil toneladas e uma produtividade média de 1.561 kg ha⁻¹. A região Centro-Oeste destaca-se como maior produtora de girassol, sendo os Estados do Mato Grosso e de Goiás os principais produtores com 97,8 e 35,1 mil toneladas, respectivamente (CONAB, 2019).

É importante destacar que o girassol é uma cultura anual que, do ponto de vista econômico, apresenta viabilidade no Nordeste. A adaptabilidade, o aproveitamento de suas sementes e de sua massa seca, o teor de óleo em torno de 40%, aliado com a sua crescente valorização no mercado, são fatores que corroboram com a geração de retornos financeiros (FREITAS, 2012).

Pertence à família Asteraceae, dicotiledônea anual. O gênero deriva do grego helios, que significa sol, e de anthus, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (CAVASIN JUNIOR, 2001).

O sistema radicular é do tipo pivotante, crescendo mais rapidamente que a parte aérea da planta, no começo do desenvolvimento, sendo formado por um eixo principal e raízes secundárias abundantes, capazes de explorar um grande volume de solo e seus recursos hídricos podendo atingir até quatro metros de profundidade em solos arenosos. O girassol apresenta um sistema radicular profundo e vigoroso e com uma grande massa de raízes (CASTRO; FARIAS, 2005; ROSSI, 1998).

De acordo com Câmara (2003), o crescimento em altura da planta se deve à atividade da gema apical vegetativa, localizada no ápice do caule. Após certo período de crescimento, ocorre uma diferenciação na gema apical, que se torna reprodutiva, repleta de primórdios florais, originando a inflorescência do girassol.

A inflorescência é um capítulo formado por inúmeras flores, arranjada em arcos radiais. A base do capítulo é chamada de receptáculo, sobre o qual estão as brácteas e as flores (UNGARO, 2000). O diâmetro médio do capítulo pode variar de 17 a 22 cm, dependendo da variedade e do híbrido, e das condições ambientais a que é submetido (ROSSI, 1998).

O caule é robusto e ereto, com ou sem pêlos, geralmente sem ramificações e com diâmetros que variam de 15 a 90 mm (CASTIGLIONI et al., 1997). O capítulo, aliado ao caule, são os componentes de maiores contribuições na produção da biomassa final do girassol (ACOSTA, 2009).

Ao longo do caule, distribuem-se as folhas do girassol em número e formas variáveis. Suas folhas são alternadas e pecioladas, com comprimentos de 8 a 50 cm e com um número de folhas por caule variando entre 8 e 70 unidades, mas geralmente este número fica entre 20 e 40 unidades. Além disso, as folhas de girassol podem ter diversos formatos e tamanhos (CASTIGLIONI et al., 1997).

Quanto à nutrição mineral da cultura, o girassol extrai do solo elevadas quantidades de nutrientes e essa extração está intimamente ligada e condicionada ao clima, ao tipo de solo e ao manejo da cultura (ROSSI, 1998). O girassol tolera solos com pH acima de 7,5; embora seja extremamente sensível à solos ácidos. Em solos com pH próximo a 4,0, as sementes não germinam e quando o fazem, as plantas resultantes tem menos de 50 cm de altura e, na maioria das vezes nem produzem sementes (UNGARO, 2000).

Os elementos essenciais para a produção do girassol são: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn), ressaltando que os três primeiros elementos são fornecidos pela água e ar, representando cerca de 95% da massa da matéria seca das plantas, incluindo-se os aquênios. Dentre os macronutrientes, os primários são os mais absorvidos, com relação aos problemas de deficiência nutricional, normalmente estão relacionados a eles e ao boro (GAZZOLA et al., 2012).

O nitrogênio (N) é de fundamental importância na nutrição do girassol, é necessário para a síntese de clorofila e está envolvido no processo de fotossíntese, acrescenta-se que este elemento é um componente das vitaminas e dos sistemas energéticos da planta, bem como é também um componente dos aminoácidos e estes formam as proteínas, dessa forma, o N é diretamente responsável pelo aumento do conteúdo de proteínas na planta (CÂMARA, 2003; DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Em se tratando do potássio (K), este é o nutriente exigido em maiores quantidades pela cultura, entretanto, a redistribuição deste elemento ocorre preferencialmente para o capítulo e não para os aquênios, dessa forma, a quantidade exportada do K é inferior a do N. O potássio atua no aumento a resistência à seca, as doenças e ao acamamento, já que confere maior rigidez a haste do girassol, ademais, o K atua na regulação da pressão osmótica e na translocação dos fotossintetizados na planta (CÂMARA, 2003; ZOBIOLE et al., 2010).

Com relação ao fósforo (P), este cumpre um papel muito importante, já que todas as células vivas necessitam desse elemento. O P exerce influência na utilização dos açúcares e amido, atua na atividade das enzimas no processo de respiração, bem como influencia o processo fotossintético e outros processos metabólicos da planta. No girassol a absorção de fósforo ocorre até o enchimento dos grãos quando não há limitação da disponibilidade do referido nutriente, acrescentando que este é o elemento mais exportado pelos aquênios (HOCKING; STEER, 1983; TAIZ; ZEIGER, 2009).

O Cálcio (Ca), segundo Sfredo, Campo e Sarruge (1984) atua na manutenção da integridade da membrana plasmática e, por consequência, na seletividade de íon exercida por essa membrana. Em contrapartida, o excesso de Ca pode inibir competitivamente o efeito ativador do magnésio, provocando sintomas de deficiência desse nutriente. Ademais, Zobiole et al. (2010) destacam que o cálcio é o terceiro nutriente mais exigido pela cultura do girassol.

Dentre os micronutrientes, o boro (B) tem sido o elemento mais pesquisado e apontado como principal problema da fertilidade do solo em função da alta sensibilidade do girassol a

sua deficiência. Os sintomas mais comuns de deficiência desse elemento aparecem principalmente nas fases de florescimento e de enchimento de grãos, cumpre salientar que os órgãos com maiores sintomas são as folhas novas próximas ao capítulo e os próprios capítulos (GAZZOLA et al., 2012).

2.1.1 Cultivar BRS 324

A cultivar de girassol BRS 324 é de polinização aberta com alto teor de óleo nos grãos, que pode agregar valor à produção. É precoce, característica que facilita sua utilização nos diferentes sistemas produtivos das principais regiões agrícolas do país. As plantas podem alcançar altura média de 170 a 190 cm, o peso médio de mil aquênios pode variar de 50 a 65 g e o teor de óleo pode oscilar entre 45 a 49%. Algumas características agronômicas podem apresentar variação com o ano, a região, o nível de fertilidade do solo e a época de semeadura (EMBRAPA, 2019).

Segundo Carvalho et al. (2013), o cultivo em solos corrigidos e com boa fertilidade é fundamental para o desenvolvimento das plantas, pois a cultura é sensível ao alumínio trocável no solo e tem maior exigência de boro, em comparação a outras culturas, destacando que a adubação com boro deve ser de 1 a 3 kg ha⁻¹. Ademais, a adubação deve ser de 40 a 60 kg ha⁻¹ de N, 40 a 80 kg de K₂O e 40 a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

De acordo com os autores supracitados, a profundidade de semeadura deve ser entre 4 a 5 cm, com espaçamento entre linhas de 0,5 a 0,9 m. Acrescentam que a densidade populacional na colheita é de 40.000 a 45.000 plantas ha⁻¹. Destacam ainda, que se deve manter a cultura livre de competição, principalmente até os 30 dias após emergência. No mais, a colheita deve ser iniciada quando a umidade dos aquênios estiver entre 14 e 16%. É importante salientar, que o ciclo completo da cultura se dá entre 80 a 100 dias e que a produtividade média é de 1.500 kg ha⁻¹.

2.2 Utilização de águas salinas na irrigação

O crescente aumento da população mundial favoreceu a competição por água de boa qualidade entre os setores domésticos, industriais e agrícolas, em todas as partes do planeta. Este fenômeno torna-se mais acentuado em regiões áridas e/ou semiáridas, as quais, apresentam altas taxas de crescimento populacional somados aos sérios problemas ambientais.

Por essa razão, aumenta a pressão para se irrigar com fontes hídricas alternativas, tais como: águas salinas, águas subterrâneas, águas drenadas e águas tratadas (COSTA, 2007).

Ademais, a ocorrência de longos períodos de estiagem e a irregularidade anual das precipitações no semiárido do Nordeste brasileiro torna a prática da irrigação imprescindível para garantir a produção agrícola com segurança, no entanto, as fontes hídricas disponíveis nem sempre são de boa qualidade. Às águas vêm sendo gradativamente reduzidas tanto em qualidade como em quantidade, tornando assim, necessário o uso alternativo de águas de qualidade inferior para atender a demanda da produção agrícola nessas regiões (PINHEIRO et al., 2017; SILVA et al., 2014).

As águas de qualidade inferior visam suprir a demanda hídrica de muitas comunidades, além de seu uso na irrigação. Estas são obtidas de poços tubulares que possuem, em sua maioria, água salobra ou salina e apresentam teores de sais acima do nível aceitável de potabilidade, devido ao fato das regiões semiáridas brasileiras, particularmente aquelas localizadas no Estado do Ceará, estarem situadas no embasamento cristalino, cujas águas têm sua composição de sais alterada pela intemperização das rochas (CAMPOS, 2007).

De acordo com Lacerda et al. (2011), a utilização de águas com altos teores de sais na irrigação deve ser considerada como uma alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos. Entretanto, a qualidade dessas águas nas regiões semiáridas apresenta grande variabilidade espacial e temporal.

Araújo et al. (2016) ressaltam que o uso da água salina na irrigação, quando não aplicadas técnicas adequadas de manejo, causam danos as plantas e ao solo. Dessa forma, à medida que a qualidade da água é comprometida, o uso desta na irrigação pode resultar em sérios danos ao solo em decorrência do incremento de sais e de sódio trocável, reduzindo a sua fertilidade e, em longo prazo, podendo promover uma maior concentração de sais no lençol freático ou levar a desertificação da área afetada (RIBEIRO et al., 2010). Cavalcante (2012) relata que o acúmulo de sais devido ao uso ineficiente da irrigação transformou extensas áreas antes produtivas em terras devolutas e sem nenhum valor produtivo.

Santos e Brito (2016) enfatizam que para o uso de água salina na agricultura ser uma opção consciente e ambientalmente sustentável, é necessário que o produtor tenha conhecimento dos possíveis problemas ocasionados devido à salinidade da água e adote soluções para atenuar estes impactos.

A escolha de espécies mais tolerantes, a utilização de águas salinas nos estádios de maior tolerância das culturas, o uso de bioestimulantes como amenizadores do estresse, além de muitas outras práticas visando à obtenção de boa produção vegetal podem ser usadas como

estratégias para o melhor aproveitamento das águas de qualidade inferior, uma vez, que a utilização destas pode comprometer as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, afetar negativamente o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas, resultando em declínio da produção (CARVALHO; CASTRO, 2014; LACERDA et al., 2009; VELOSO et al., 2012).

Nascimento et al. (2015) salientam que o uso de água salina na irrigação tem sido um desafio para produtores rurais e pesquisadores, que constantemente tem desenvolvido estudos para possibilitar o uso dessas águas sem afetar a produtividade das culturas. Dentre os estudos realizados, destacam-se o uso de biofertilizante bovino, como amenizador do estresse salino (SOUSA et al., 2012), aplicação de extrato de algas (BETTINI, 2015), aplicação de silício (OLIVEIRA et al., 2016), dentre outros.

2.3 Efeitos da salinidade sobre os vegetais

As plantas são organismos sésseis e, portanto, refletem às condições locais de crescimento ou de cultivo. Elas apresentam geralmente maiores níveis de plasticidade fenotípica comparado aos animais, o que significa que efeitos de diversos estressores podem ser mais aparentes e, potencialmente, mais fáceis de serem medidos e quantificados.

Do ponto de vista fisiológico, o que leva as plantas a uma desestabilização das funções normais é o estresse, podendo ser caracterizado como um estado em que ocorrem demandas crescentes de energia pela planta. Como as plantas são suscetíveis à uma diversidade de estresses elas tendem a reduzir suas chances de sobrevivência e de capacidade de estabelecimento (CARVALHO et al., 2015).

As espécies vegetais podem ser tipificadas como halófitas e glicófitas, de acordo com suas respostas à salinidade. As halófitas são nativas de ambientes salinos. Já as glicófitas, que incluem a maioria das espécies cultivadas, sofrem inibições no crescimento, mesmo em baixos níveis de sais (GHEYI et al, 2010). De maneira geral, o estresse salino é um dos que mais comprometem o crescimento e a produtividade das culturas (ISLÃ; ARAGUÉS, 2010).

Os problemas de salinização do solo e da água são mais expressivos nas regiões áridas e semiáridas, as quais apresentam grandes contrastes ambientais (PARIDA; DAS, 2004). Dentre os contrastes, destacam-se a baixa pluviosidade e a evapotranspiração elevada, que contribuem expressivamente para o agravamento dos efeitos da salinidade.

As plantas quando cultivadas sob condições de salinidade de solo ou da água de irrigação podem ter o crescimento, o desenvolvimento e a produção comprometidas devido o efeito osmótico, que reduz a absorção de água pela planta e/ou em função do efeito específico dos íons, que causam distúrbios funcionais e injúrias, principalmente nas folhas, afetando o metabolismo das plantas (MUNNS, 2005).

Dessa forma, elucida-se que as respostas das plantas a salinidade se dão em duas fases, a primeira é de uma maneira rápida, logo após o contato com a salinidade (fase osmótica), em que os sais atingem às raízes, reduzindo o potencial osmótico da solução do solo, com consequente redução do crescimento da parte aérea pela falta de água. Já a segunda, ocorre lentamente (fase iônica - indireta), quando os sais atingem a parte aérea da planta em altas concentrações, causando toxicidade. Dessa forma, se a velocidade da toxicidade for maior que a produção de novas folhas, a fotossíntese é prejudicada e, conseqüentemente, ocorrerá declínio do crescimento e da produtividade (CHICONATO, 2016).

Ressalta-se que a toxicidade é comumente causada pelos íons cloreto, sódio e boro, embora muitos outros elementos sejam tóxicos as plantas, mesmo em concentrações baixas (AYERS; WESTCOT, 1999).

Os íons tóxicos, principalmente Na^+ e Cl^- , quando acumulados nas células afetam vários processos na planta. Tais elementos, quando em excesso, podem induzir distúrbios nutricionais e metabólicos, afetando o crescimento radicular e causando toxidez celular, devido ao seu acúmulo nos tecidos vegetais, uma vez que impedem a capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar água e elementos necessários ao seu estabelecimento inicial e crescimento (MUNNS, 2002; NOBRE et al., 2010).

Cumpra salientar que os efeitos da salinidade dependem de muitos fatores, dentre eles: espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse, manejo cultural e da irrigação, bem como das condições edafoclimáticas (ASHRAF; HARRIS, 2004; TESTER; DAVENPORT, 2003).

2.4 Uso de algas marinhas na agricultura

Em diversas regiões do mundo, as algas têm sido utilizadas com o objetivo de aumentar a produtividade e a produção de alimentos, e isto se deve aos seus efeitos benéficos, quando aplicadas aos cultivos agrícolas, ressaltando que tais efeitos são dependentes da cultura e das condições ambientais locais (SILVA, 2011).

As algas marinhas são organismos avasculares, filamentosos, autotróficos uni ou pluricelulares, e dentre essas, destaca-se a *Ascophyllum nodosum* (Figura 1), denominada de alga marrom, encontrada em abundância no Atlântico Norte e cultivada comercialmente no litoral da Nova Escócia, utilizada como fertilizante na agricultura do Canadá, França e Inglaterra desde o século XIX, inicialmente aplicada ao solo em sua forma natural, como fonte de matéria orgânica (KERIN, 1998).

Figura 1 - Alga marrom - *Ascophyllum nodosum*



Fonte: Agrotec, 2013.

Acrescenta-se que os extratos desta alga exercem efeitos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos, aumentando a capacidade de retenção de água e promovendo o desenvolvimento de microrganismos do solo benéficos aos cultivos, atributos que também influenciam positivamente o crescimento e a sanidade das plantas (NORRIE; HILTZ, 1999).

Pertencente à divisão Phaeophyta, esta alga vem a décadas sendo explorada comercialmente, é encontrada exclusivamente em águas temperadas do hemisfério norte e possui adaptação a condições adversas de sobrevivência em águas com temperaturas extremamente baixas no inverno, imersão total na água salgada na maré alta e intensa exposição ao sol na maré baixa, dessa forma, acredita-se ter desenvolvido estratégias de sobrevivência, como a síntese de compostos antioxidantes (RODRIGUES, 2008).

Dentre os efeitos positivos dos extratos de algas na agricultura, destaca-se: aumento das massas foliar e radicular, melhoria do equilíbrio nutricional das plantas, atua como condicionador natural pela presença de alginatos, ameniza a salinidade ao sequestrar sódio, aumento na taxa de germinação de sementes, melhoria no crescimento, florescimento,

aumento de produtividade, aumento no teor de clorofila foliar, entre outros (BIOATLANTIS, 2019; SHARMA et al, 2014;).

Tendo por base os efeitos benéficos das algas, a indústria procurou otimizar a utilização destes fertilizantes de origem natural, recorrendo ao processamento das algas primeiro para preparação de farinhas e, mais recentemente, para a preparação de extratos. Os extratos e suspensões têm conseguido melhores aceitações que as farinhas ou as próprias algas não processadas. São vendidos em formas concentradas, mais fáceis de transportar, diluir, aplicar e atuar rapidamente. Os mais comuns são produzidos a base das algas castanhas, variando as espécies com os países (MOTA, 2013).

Atualmente, as algas são usadas nas formas secas ou de extratos, comercializadas mundialmente como bioestimulantes e/ou como fertilizantes. No Brasil, estes produtos são considerados aditivos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e, tem seu uso aprovado em fertilizantes (COSTA et al., 2014).

Esta espécie de alga é a mais pesquisada na agricultura (UGARTE et al., 2006). A matriz orgânica dos extratos é caracteristicamente complexa, sendo composta por macro e micro nutrientes, aminoácidos, oligossacarídeos e hormônios vegetais próprios da alga, que estimulam o crescimento vegetal. De acordo com Mackinnon et al. (2010) estão presentes nos extratos de *Ascophyllum nodosum*: citocininas, auxinas, ácido abscísico, giberelinas, betaínas e alginatos, existindo ainda compostos não identificados. Acrescenta-se que os extratos ajudam às plantas a superarem diferentes tipos de estresses bióticos, como doenças ou ataques de insetos e estresses abióticos, tais como: seca, salinidade, temperatura (alta e baixa), entre outros (NORRIE, 2015).

De acordo com Carvalho e Castro (2014), mesmo com a presença de alguns compostos bioativos, as respostas das plantas podem variar, pois dependem tanto do método (tratamento de sementes, pulverização foliar e/ ou irrigação), quanto das dosagens e frequências de aplicação, variando também com a espécie de planta e cultivar selecionada, estação do ano e localização geográfica do cultivo, dentre outros fatores. Os autores supracitados ressaltam que múltiplos processos fisiológicos, bioquímicos e genéticos estão envolvidos nas respostas das plantas e que os efeitos observados a partir das aplicações podem ser diretos ou indiretos.

Segundo Neumann et al. (2017), os mecanismos de ação do extrato de *Ascophyllum nodosum* ainda são pouco conhecidos e a sua elucidação é de extrema importância para a elaboração de estratégias que favoreçam o aumento da produtividade vegetal.

Estudos têm apontado o potencial de uso dos extratos de algas como amenizador de estresses abióticos. Kumar (2014) e Bettini (2015), avaliando a aplicação de extrato de algas em tomateiro e em cafeeiro, respectivamente, observaram que as plantas tratadas com o extrato apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo, menor degradação de clorofilas entre outros aspectos em comparação a plantas controle, quando estas foram expostas a estresse salino. Cumpre salientar que tais estudos fornecem evidências de que produtos comerciais à base do extrato de algas podem atuar como amenizadores de estresses, mas isso não quer dizer que sejam totalmente eficientes diante de condições ambientais adversas.

Carvalho e Castro (2014) ressaltam que muitos dos efeitos dos extratos são suaves e que os produtos à base dos extratos de algas estimulam a atividade de várias enzimas do sistema antioxidante, bem como a síntese de outros compostos, os quais são necessários para as plantas melhor se desenvolverem em condições adversas. Contudo, são escassos os estudos que demonstram a manutenção da produtividade de plantas tratadas com o agroquímico e sob estresse, quando comparados às plantas em condições normais de cultivo.

Em linhas gerais, os efeitos benéficos da aplicação de extratos de algas têm sido relatados em cultivos de espécies vegetais de importância para o Brasil, tais como batata, café, milho, feijão, soja, trigo, entre outros (BETTINI, 2015; BETTONI et al., CARVALHO, 2013; MÓGOR et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011). Acrescenta-se que tais efeitos incluem aumento no rendimento da safra, no peso fresco, no aumento dos níveis de clorofila nas folhas, uma melhor absorção de nutrientes pelas culturas, aumento da germinação de sementes, um melhor desenvolvimento de plantas submetidas a estresses, entre outros. Estas pesquisas mostram que, mesmo em baixas concentrações, os produtos à base de extratos de algas afetam o desenvolvimento vegetal.

A influência de produtos com ação bioestimulante sobre os efeitos supracitados contribui de forma indireta para o aumento da produtividade dos cultivos, pois influenciam processos fisiológicos e metabólicos desde o processo de germinação de sementes, até o período pós-colheita dos produtos agrícolas (NORRIE, 1999; SILVA, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

Os trabalhos foram conduzidos na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no Campus do Pici, Fortaleza, Ceará (Figura 2). Tendo como coordenadas geográficas de 3°44'45''S e 38°34'55''W e 19,5 m de altitude acima do nível médio do mar. O clima da região, segundo Koppen (1923), é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono.

Foram avaliados dois ciclos de cultivos do girassol (Cultivar BRS 324), sendo o 1º ciclo realizado durante os meses de setembro a dezembro de 2016 e o 2º ciclo de setembro a dezembro de 2017. Os trabalhos foram conduzidos a pleno sol.

Figura 2 – Localização da Estação Agrometeorológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza – Ceará.



Fonte: Google Maps, 2019. Adaptado pela autora.

Na Figura 3, apresenta-se a área experimental antes da semeadura e durante a condução do experimento.

Figura 3 – Visão da área experimental antes da semeadura (A) e durante a condução do experimento (B). Fortaleza, CE, 2017 (2º ciclo de cultivo)

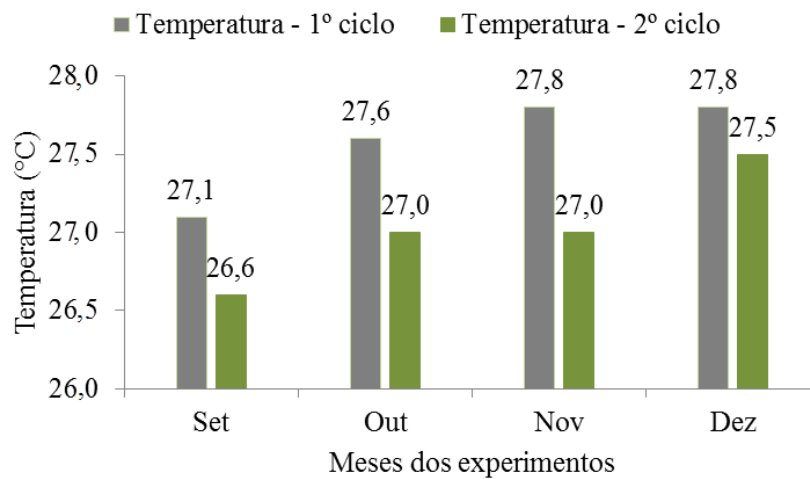


Fonte: A autora.

3.1.1 Características climáticas

A variação da temperatura média mensal durante o período experimental (1º e 2º ciclos) pode ser observada na Figura 4. Os valores de temperatura são referentes aos meses de setembro a dezembro de 2016 e 2017, respectivamente.

Figura 4 – Temperatura média (°C) na área experimental durante o 1º e 2º ciclo. Fortaleza, Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

Durante todo o período experimental os valores de temperatura variaram de 26,6 a 27,8 °C, apresentando o maior valor (27,8 °C) para os meses de novembro e dezembro de 2016, referente ao 1º ciclo de cultivo.

A temperatura ótima para o desenvolvimento do girassol situa-se na faixa entre 27°C a 28°C, porém, a espécie tolera faixas de temperatura que variam de 8 a 34 °C, com ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo, sem redução significativa da produção, indicando adaptação a regiões com dias quentes e noites frias (GAZZOLA et al., 2012; VERSLYPE et al., 2015).

Na Tabela 1 estão inseridos os valores médios de umidade relativa do ar, evaporação do tanque Classe A e precipitação durante os dois ciclos de cultivos

Tabela 1 – Valores médios de umidade relativa do ar, evaporação do tanque Classe A (ECA), precipitação (PPT) e velocidade média do vento, durante o período experimental. Fortaleza, Ceará, 2016/2017

1º ciclo	Umidade relativa do ar (%)	ECA (mm mês ⁻¹)	PPT (mm mês ⁻¹)	Velocidade do vento (m s ⁻¹)
Setembro	69%	272,4	5,8	4,5
Outubro	69%	296,7	6,3	4,2
Novembro	70%	275,6	2,6	4,4
Dezembro	71%	244,7	0,0	3,4
2º ciclo	Umidade relativa do ar (%)	ECA (mm mês ⁻¹)	PPT (mm mês ⁻¹)	Velocidade do vento (m s ⁻¹)
Setembro	67%	308,7	3,5	4,3
Outubro	70%	287,0	8,4	4,1
Novembro	70%	276,0	0,7	4,0
Dezembro	72%	232,3	0,0	3,8

Fonte: Elaborada pela autora.

Durante os meses de experimento (setembro a dezembro de 2016/2017), não houve precipitação expressiva para suprir a demanda hídrica do girassol, isto porque, durante esses meses ocorre a estação seca no Estado do Ceará, com temperaturas elevadas e baixa precipitação. De acordo com Castro e Oliveira (2005), a cultura requer de 400 a 500 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo.

3.1.2 Caracterização do solo

O solo utilizado como substrato para o crescimento das plantas foi coletado na Fazenda Experimental Vale do Curu - FEVC, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará - UFC, no Município de Pentecoste – CE. Foram coletadas amostras de solos na camada de 0 a 0,20 m e encaminhadas ao Laboratório de Solos do

Departamento de Ciências do Solo da UFC, cujas análises físicas e químicas foram realizadas pelos métodos descritos em EMBRAPA (2011).

O solo dos vasos foi descartado ao final do 1º ciclo, dessa forma, uma nova coleta foi realizada (na mesma área) para o 2º ciclo de cultivo. Os resultados das análises estão inseridos nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Características físicas e químicas do solo utilizado no 1º ciclo de cultivo. Pentecoste, Ceará, 2016

1º Ciclo	
Características	Valor
Classificação textural	Franco arenoso
Densidade do solo (g cm^{-3})	1,45
pH	7,2
CEes (dS m^{-1})	0,20
P (mg kg^{-1})	63
Ca ²⁺ (cmolc kg^{-1})	4,00
Mg ²⁺ (cmolc kg^{-1})	2,20
Na ⁺ (cmolc kg^{-1})	0,14
K ⁺ (cmolc kg^{-1})	0,43
H ⁺ + Al ³⁺ (cmolc kg^{-1})	1,16
SB (cmolc kg^{-1})	6,8
CTC (cmolc kg^{-1})	7,9
MO (g kg^{-1})	11,4
V (%)	86
PST (%)	2

Fonte: Elaborado pela autora.

O solo da área experimental pertence à classe dos Neossolos Flúvicos. Estes solos derivam de sedimentos aluviais recentemente depositos. Apresentam uma granulometria muito diversificada. No que se relaciona a profundidade, variam desde moderadamente profundos a muito profundos (EMBRAPA, 2018).

Tabela 3 - Características físicas e químicas do solo utilizado no 2º ciclo de cultivo. Pentecoste, Ceará, 2017

2º Ciclo	
Características	Valor
Classificação textural	Franco arenoso
Densidade do solo (g cm^{-3})	1,45
pH	6,9
CEes (dS m^{-1})	0,20
P (mg kg^{-1})	84
Ca ²⁺ (cmolc kg^{-1})	5,00
Mg ²⁺ (cmolc kg^{-1})	2,70
Na ⁺ (cmolc kg^{-1})	0,14
K ⁺ (cmolc kg^{-1})	0,52
H ⁺ + Al ³⁺ (cmolc kg^{-1})	0,99
SB (cmolc kg^{-1})	8,4
CTC (cmolc kg^{-1})	9,3
MO (g kg^{-1})	14,2
V (%)	90
PST (%)	1

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

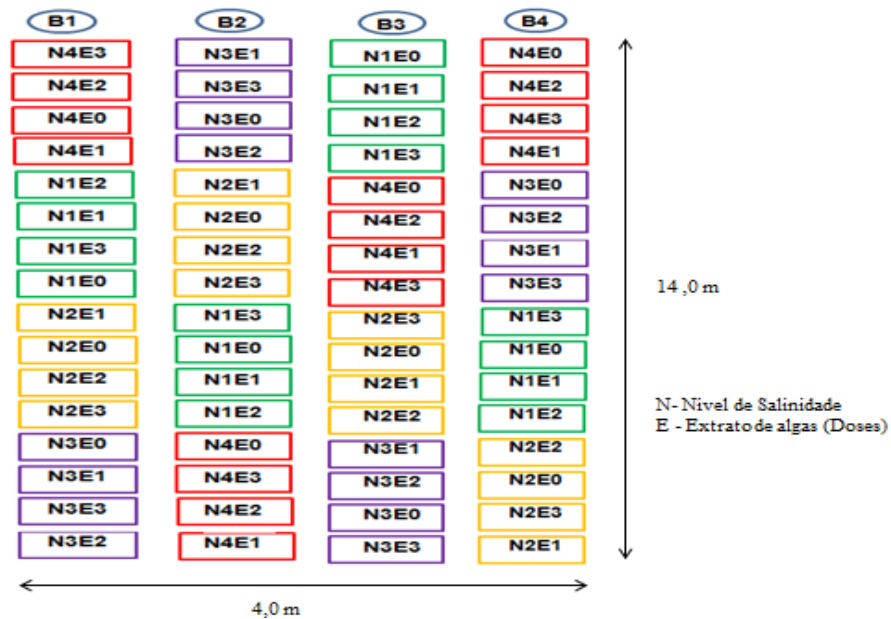
Com o intuito de avaliar os efeitos do extrato de algas marinhas como amenizador dos efeitos deletérios da salinidade na cultura do girassol, os experimentos foram instalados em delineamento em blocos casualizados, com dezesseis tratamentos e quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas, sendo os dois ciclos de cultivos alocados nas parcelas, quatro níveis de salinidade da água de irrigação (1,2; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1}) nas subparcelas e quatro doses de extrato de algas aplicadas via foliar, 0; 100; 150 e 200% da dose recomendada, correspondendo a 0; 32; 48 e 64 mg L^{-1} , respectivamente nas subsubparcelas, em quatro blocos. Os experimentos foram compostos por 64 unidades experimentais, representadas por um vaso, contendo uma planta cada, totalizando 64 plantas. A cultivar avaliada em ambos os ciclos foi a BRS 324.

Abaixo, segue a descrição dos tratamentos:

- T1 - Água com CE de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (N1) sem aplicação de Extrato de Algas (E0) – Controle;
- T2 - Água com CE de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (N1) e aplicação de 100% da dose recomendada de Extrato de algas (E1);
- T3 - Água com CE de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (N1) e aplicação de 150% da dose recomendada de Extrato de algas (E2);
- T4 - Água com CE de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (N1) e aplicação de 200% da dose recomendada de Extrato de algas (E3);
- T5 - Água com CE de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N2) sem aplicação de Extrato de algas (E0);
- T6 - Água com CE de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N2) e aplicação de 100% da dose recomendada de Extrato de algas (E1);
- T7 - Água com CE de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N2) e aplicação de 150% da dose recomendada de Extrato de algas (E2);
- T8 - Água com CE de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N2) e aplicação de 200% da dose recomendada de Extrato de algas (E3);
- T9 - Água com CE de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (N3) sem aplicação de Extrato de algas (E0);
- T10 - Água com CE de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (N3) e aplicação de 100% da dose recomendada de Extrato de algas (E1);
- T11 - Água com CE de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (N3) e aplicação de 150% da dose recomendada de Extrato de algas (E2);
- T12 - Água com CE de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ (N3) e aplicação de 200% da dose recomendada de Extrato de algas (E3);
- T13 - Água com CE de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N4) sem aplicação de Extrato de algas (E0);
- T14 - Água com CE de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N4) e aplicação de 100% da dose recomendada de Extrato de algas (E1);
- T15 - Água com CE de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N4) e aplicação de 150% da dose recomendada de Extrato de algas (E2);
- T16 - Água com CE de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ (N4) e aplicação de 200% da dose recomendada de Extrato de algas (E3).

A distribuição dos tratamentos em campo pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 - Layout da área experimental. Fortaleza, CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora

3.3 Plantio e condução do experimento

A semeadura da variedade BRS 324 foi realizada utilizando-se quatro sementes por vaso. Aos 10 dias após a semeadura foi realizado o desbaste manual, deixando-se apenas uma planta por vaso.

Cada unidade experimental foi constituída de um vaso plástico perfurado no fundo, com capacidade volumétrica de 40 L. Uma camada de brita de 5 cm foi colocada para facilitar a drenagem da água, em seguida os vasos foram preenchidos com solo.

A quantidade de nutrientes aplicada foi calculada a partir da densidade do solo (1,45 g cm³), do volume de solo do vaso e das quantidades de N, P e K da análise do solo (Tabelas 2 e 3), acrescentando que o boro também foi aplicado. A complementação nutricional foi calculada com base na recomendação de Carvalho et al. (2013) para cada ciclo de cultivo.

Aos 15 dias após a semeadura, às irrigações com diferentes níveis de salinidade foram iniciadas, de acordo com os respectivos tratamentos. As aplicações com diferentes doses de extrato de algas tiveram início aos 20 (DAS).

Durante os dois ciclos da cultura foram realizadas as remoções de plantas infestantes para evitar a concorrência com a cultura por água e nutrientes.

Foram realizadas duas aplicações de óleo de Neem, aos 30 dias após a semeadura e aos 37 (DAS), conforme as orientações do produto. As aplicações foram realizadas ao final da tarde. O produto foi utilizado para prevenção do ataque de lagartas e pulgões.

3.3.1 Aplicação do extrato de algas marinhas

Utilizou-se no experimento extrato de algas na forma de pó, totalmente solúvel em água. A aplicação do extrato foi via foliar e realizada semanalmente com o auxílio de um pulverizador. As aplicações começaram a partir dos 20 dias após a semeadura e se estenderam até os 70 (DAS), totalizando 8 aplicações para os dois ciclos de cultivos, sendo realizadas sempre ao final da tarde.

É importante destacar, que o extrato de algas utilizado contém nutrientes em sua composição, dessa forma, a definição das doses do extrato se deu a partir da recomendação do extrato comercial, sendo estas, ajustadas com base nas concentrações de nitrogênio (N) e potássio (K) contidas no produto, já que estes elementos foram aplicados na adubação. O extrato comercial de algas *Ascophyllum nodosum* utilizado foi o Alga95®. As informações do produto estão inseridas na Tabela 4.

De acordo com o fabricante, o extrato contém macronutrientes, micronutrientes quelatizados, mais de 60 oligoelementos, carboidratos, aminoácidos, antioxidantes e estimulantes de crescimento vegetal.

Tabela 4 – Informações sobre o extrato comercial de *Ascophyllum nodosum* Alga95® de acordo com o fabricante (BioAtlantis).

Características	
Aparência	Pó microgranular preto
Odor	Marinho
Solubilidade em água	> 99%
pH	9,0 - 10,5
Sólidos Totais	92 - 98%
Matéria orgânica	40 - 50%
Matéria inorgânica	45 - 52%
Densidade	0.55 – 0.85 kg L ⁻¹
Garantias	
Óxido de Potássio solúvel (K ₂ O)	20,0%
Carbono Orgânico Total	26,0 %
Nitrogênio Solúvel em Água	1,0 %
Ingredientes ativos	
Hormônios vegetais: auxina, citocinina, giberelina, betaínas, ABA, poliaminas.	
Carboidratos: alginatos, manitol, laminarina	
Aminoácidos: alanina, ácido glutâmico, prolina, leucina, dentre outros ingredientes.	

Fonte: Adaptado pela autora.

3.3.2 Preparação das águas utilizadas na irrigação

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação N2 - 3,0; N3 - 4,5 e N4 - 6,0 dS m⁻¹, foram obtidos pela dissolução de sais de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂.2H₂O) na proporção de 7:3, adicionados á água de um poço inserido no local do experimento. Já a água de nível N1 – 1,2 dS m⁻¹, não foi salinizada artificialmente. Na Tabela 5 está exposta a análise da água do poço utilizada no experimento.

Ressalta-se que o critério de escolha para tais níveis de CEa baseou-se em uma aproximação representativa de fontes de águas disponíveis para irrigação na região Nordeste do Brasil (MEDEIROS, 1992).

Tabela 5 – Resultado da análise da água do poço freático utilizada no experimento. Fortaleza – Ceará, 2016/2017

Cátions (mmol _e L ⁻¹)		Ânions (mmol _e L ⁻¹)		Classificação
Ca ²⁺	1,3	Cl ⁻	5,2	C3S1
Mg ²⁺	3,1	SO ₄ ²⁻	-	
Na ⁺	4,5	HCO ₃ ⁻	4,3	
K ⁺	0,4	CO ₃ ²⁻	-	
Total	9,3	Total	9,5	
CE (dS m ⁻¹)	RAS	pH	Sólidos dissolvidos (mg L ⁻¹)	
1,2	3	8,0	950	

Fonte: Elaborada pela autora.

As águas foram armazenadas em recipientes com capacidade de 100 L para cada nível de salinidade. Estes foram protegidos com tampas para evitar a evaporação e possível contaminação.

Acrescenta-se que a condutividade elétrica da água foi monitorada diariamente através de um condutímetro portátil (Figura 6), com o intuito de evitar possíveis alterações nos níveis de salinidade de cada tratamento.

Figura 6 – Monitoramento diário da condutividade elétrica da água de irrigação. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: A autora.

3.3.3 *Manejo da Irrigação*

O método de manejo da irrigação utilizado foi baseado nas condições climáticas, realizado com base na reposição diária da evapotranspiração potencial da cultura. Dessa forma, primeiramente, estimou-se a evapotranspiração de referência (ET_o). Sendo a ET_o estimada a partir da evaporação da água do tanque Classe A e do coeficiente de ajuste do tanque, conforme a equação 1:

$$ET_o = ECA \cdot K_t \quad (1)$$

em que,

ET_o - Evapotranspiração de referência (mm);

ECA – Evaporação da água estimada através do tanque Classe A (mm);

K_t – Coeficiente de ajuste do tanque (adimensional).

Ressalta-se que o K_t utilizado foi de 0,62, determinado por Peixoto et al. (2012) para a região.

A evapotranspiração potencial da cultura (ET_c) foi estimada a partir da evapotranspiração de referência (ET_o) multiplicada pelo coeficiente de cultivo (K_c), conforme a equação 2:

$$ET_{pc} = ET_o \cdot K_c \quad (2)$$

em que,

ET_{pc} – Evapotranspiração potencial da cultura (mm);

ET_o – Evapotranspiração de referência (mm);

K_c – Coeficiente de cultivo.

Foram adotados os coeficientes de cultivos da seguinte forma: 0,52 na fase inicial; 0,74 durante desenvolvimento vegetativo; 0,98 durante a floração e 0,81 na fase de maturação, tais coeficientes foram determinados por Cavalcante et al. (2013).

A lâmina de irrigação aplicada foi equivalente a 100% da evapotranspiração potencial da cultura. Sendo a irrigação realizada de forma manual, utilizando-se uma proveta graduada.

3.3.4 *Colheita e beneficiamento*

Para a realização da colheita, se utilizou tesoura de poda e sacos de papel, conforme recomendado por Silva et al. (2009). Depois de colhidos, os capítulos foram identificados e separados por tratamento e bloco, e logo após colocados para completar o processo de secagem.

Posteriormente a secagem, realizou-se o processo para beneficiamento dos capítulos manualmente.

3.4 Variáveis Analisadas

3.4.1 Condutividade elétrica do solo

Foram realizadas duas medições *in situ* da condutividade elétrica do solo, mediante o uso de um sensor modelo Wet sensor HH2 Moisture Meter (AT Delta-T Devices, Cambridge, England) (Figura 7). As medições foram realizadas no início da aplicação dos tratamentos e ao final dos ciclos de cultivos.

Figura 7 – Medição da condutividade elétrica do solo através de um sensor, Fortaleza, CE. 2016/2017



Fonte: A autora.

3.4.2 Estado nutricional das plantas por diagnose foliar

Para avaliação do estado nutricional das plantas de girassol, foram analisados os seguintes elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Mn, Cu, Zn e B. As coletas das folhas foram realizadas ao final de cada ciclo de cultivo, aos 80 dias após a semeadura para o 1º ciclo e aos 78 (DAS) para o 2º ciclo de cultivo.

Depois de secas, as amostras foram moídas e acondicionadas em sacos de papel identificadas. As análises foram realizadas no Departamento de Ciências do Solo, da Universidade Federal do Ceará.

O nitrogênio total foi extraído por digestão pelo método clássico Kjeldahl, sendo a amostra aquecida com ácido sulfúrico além da utilização de catalisadores ($\text{CuSO}_4 + \text{Se}$) com a finalidade de promover um aumento da velocidade de oxidação da matéria orgânica (BAETHGEN; ALLEY, 1989).

Para os outros elementos analisados, o material passou por digestão com ácido nitroperclórico na proporção 3:1, conforme metodologia de Silva (2009).

Os teores de cálcio, magnésio, ferro, manganês, cobre e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Já os teores de sódio e potássio foram determinados por fotometria de chama, seguindo a metodologia descrita por Silva (2009).

Os teores de fósforo foram determinados por colorimetria pelo método do molibdato de amônio. O enxofre foi determinado por turbidimetria com cloreto de bário. Já o boro foi determinado por colorimetria pelo método da curcumina, conforme metodologia descrita em Silva (2009).

3.4.3 Variáveis de crescimento

O crescimento das plantas foi avaliado ao final de cada ciclo de cultivo, aos 80 dias após a semeadura para o 1º ciclo e aos 78 (DAS) para o 2º ciclo. Foram mensuradas as variáveis a seguir:

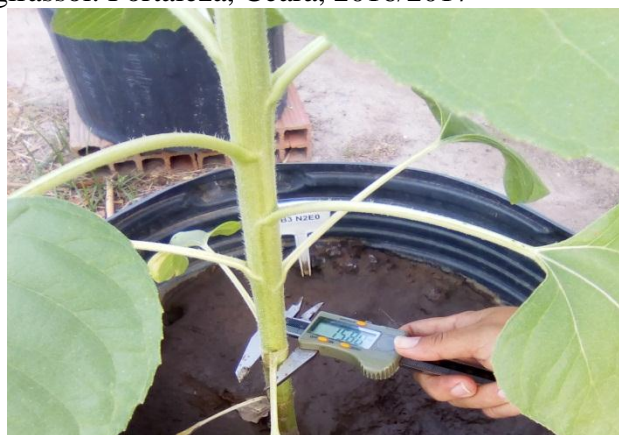
3.4.3.1 Altura de Plantas

A altura de plantas foi mensurada com o auxílio de uma trena métrica graduada, considerou-se a distância vertical do nível do solo até a altura da inserção do capítulo no caule.

3.4.3.2 Diâmetro do Caule

O diâmetro basal do caule foi mensurado através de um paquímetro digital, a uma altura de aproximadamente 5 cm da superfície do solo, sendo o valor expresso em milímetros (mm).

Figura 8 – Medição do diâmetro do caule do girassol. Fortaleza, Ceará, 2016/2017



Fonte: A autora.

3.4.3.3 Número de Folhas

O número de folhas por planta foi avaliado por meio de contagem direta, sendo consideradas as folhas totalmente abertas.

3.4.3.4 Diâmetro interno do capítulo

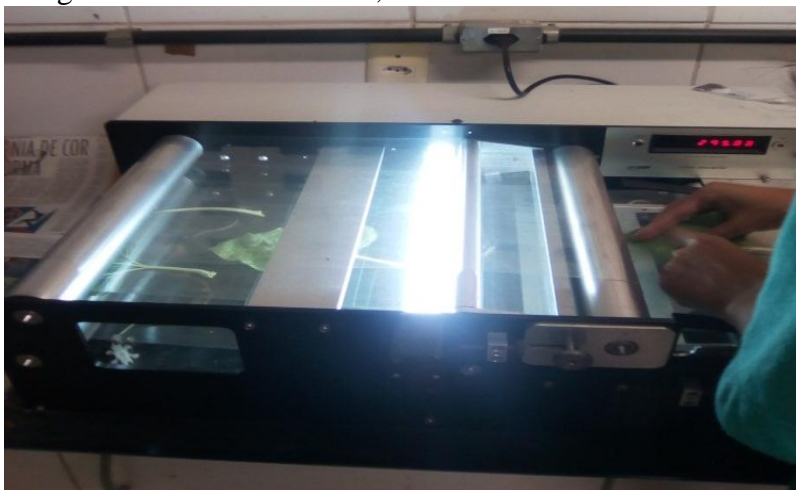
O diâmetro interno do capítulo foi avaliado após a colheita, mensurado de uma extremidade a outra, com o auxílio de uma régua graduada, sendo o valor expresso em centímetros (cm).

3.4.3.5 Área Foliar

A área foliar foi determinada ao final de cada ciclo de cultivo, logo após as coletas das plantas. Utilizou-se um integrador de área (Area meter, LI-3100, Li-Cor, Inc. Lincoln, NE, USA) (Figura 9) pertencente ao Laboratório da Estação Agrometeorológica da Universidade

Federal do Ceará, sendo as folhas destacadas do caule e passadas individualmente com o valor expresso em $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$.

Figura 9 – Determinação da área foliar através de um integrador de área. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: A autora.

3.4.3.6 Matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MSTotal)

Após a colheita, todas as partes da planta foram pesadas para quantificação da matéria fresca, e posteriormente acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado, com temperatura entre 65° a 70°C , o tempo de secagem foi determinado por pesagens das amostras até atingir peso constante, logo após a secagem as amostras de cada parte da planta foram pesadas, sendo os valores de matéria seca da parte aérea (caules, folhas, pecíolos e capítulos), da raiz e total expressos em gramas (g).

3.4.4 *Medições das trocas gasosas*

Foram realizadas medições das taxas de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e concentração interna de CO_2 (C_i) em folhas totalmente expandidas, aos 75 dias após a semeadura para o 1^a ciclo e aos 73 (DAS) para o 2^o ciclo de cultivo. Utilizou-se um analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li – 6400XT (Portable Photosynthesis System - LI) da LICOR[®]. As medições foram realizadas no período matinal.

Figura 10 – Analisador de gás infravermelho portátil (IRGA) modelo Li – 6400XT



Fonte: Li-Cor[®]

3.4.5 Teores relativos de clorofila total (Índice Spad)

Os teores relativos de clorofila total (índice SPAD) foram determinados no período matinal, aos 74 dias após semeadura para o 1º ciclo e aos 72 (DAS) para o 2º ciclo de cultivo. Utilizou-se um medidor portátil (SPAD 502, Minolta Co, Ltd, Osaka, Japan), sendo os resultados expressos em unidades de leitura do aparelho (unidades SPAD).

3.4.6 Produtividade e pós-colheita

3.4.6.1 Massa de 1.000 aquênios

A massa de 1.000 aquênios foi realizada de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992), através da contagem direta dos aquênios e da mensuração das respectivas massas. Para esta determinação, uma balança de precisão com quatro casas decimais foi utilizada, sendo o valor expresso em gramas.

3.4.6.2 Produtividade de aquênios

A estimativa da produtividade de aquênios em kg ha⁻¹ foi realizada por meio da pesagem dos aquênios (Figura 11). De posse deste valor, a média de produção dos aquênios foi calculada, obtendo assim, o rendimento de grãos por planta, sendo este valor expresso em

gramas. A produtividade de aquênios foi estimada para um estande de colheita composto por 40.000 plantas ha^{-1} .

Figura 11 – Pesagem de aquênios para estimativa da produtividade em kg ha^{-1} . Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: A autora.

3.4.6.3 Teor de óleo

As amostras de aquênios de cada tratamento foram acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas. Em seguida foram encaminhadas ao Laboratório de Fisiologia da Produção pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), para a realização da extração de óleo, mediante o cálculo do extrato etéreo, conforme a metodologia citada por Silva e Queiroz (2004).

Os aquênios foram macerados, sendo 5 g de amostras maceradas embrulhadas em papel filtro na forma de cartucho. Todos os tubos coletores utilizados foram pesados.

Os cartuchos de papel contendo as amostras de aquênios macerados seguiram para o aparelho extrator de gordura TE - 044 da TECNAL® (Figura 12), dessa forma, foram adicionados 125 mL do solvente Hexano [$\text{CH}_3 (\text{CH}_2)_4 \text{CH}_3$] em tubos coletores. O volume adicionado foi suficiente para que a amostra fosse completamente coberta. Depois de preenchidos pelo Hexano, os tubos foram colocados sob o condensador.

Para que ocorresse a extração total do óleo, o aparelho foi mantido em funcionamento por um período de seis horas.

Figura 12 - Aparelho extrator de gordura TE - 044 da TECNAL® para extração de óleo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: A autora.

Após o período de extração, os tubos coletores foram colocados em estufa com circulação forçada de ar a 65° C para que ocorresse a evaporação total de resquícios do solvente. Em seguida, os tubos coletores foram levados ao dessecador para resfriamento e posterior pesagem (Figura 13). A massa obtida foi subtraída da tara e resultou na massa de óleo extraída.

A porcentagem de óleo da amostra em base seca foi calculada utilizando-se a massa da amostra de aquênios e da respectiva massa de óleo.

Figura 13 – Pesagem do tubo coletor para obtenção da massa de óleo extraída. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: A autora.

3.4.6.4 Teor de proteína

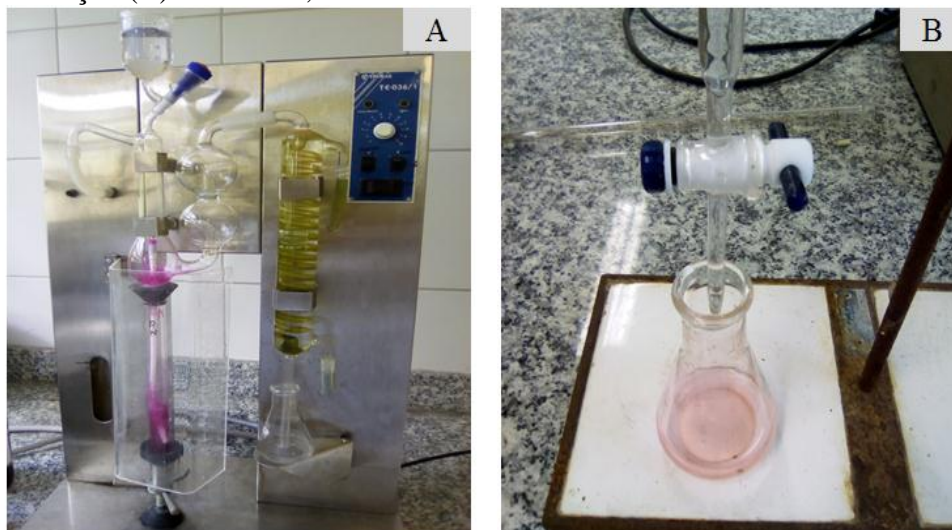
A determinação do teor de proteína se deu através das amostras de aquênios. Estas foram acondicionadas em sacos plásticos e devidamente identificadas. Em seguida foram encaminhadas ao Laboratório de Química e Fertilidade do solo do Departamento de Ciências do Solo/UFC. Determinou-se o teor de nitrogênio dos aquênios em base seca, utilizando o método Kjeldahl, conforme metodologia citada por Silva e Queiroz (2004), dessa forma, os teores de proteína foram obtidos através do produto do teor de nitrogênio pelo fator 6,25.

Os aquênios foram moídos e pesados, sendo utilizado 0,1 g do material em tubo de digestão de 300 ml. Em seguida, uma mistura catalisadora composta por sulfato de potássio, sulfato de cobre e ácido sulfúrico concentrado foi adicionada.

As amostras foram levadas a um bloco digestor, com a temperatura inicialmente ajustada em 200 °C, sendo esta, gradativamente elevada até 350 °C. Ao atingir coloração verde, as amostras foram retiradas do digestor.

Posteriormente, utilizou-se um destilador manual, no qual o tubo de destilação foi inserido, de modo que a extremidade de saída ficasse imersa em ácido bórico. Dessa forma, quando o volume do destilado atingiu 50 mL, o aquecimento foi desligado e a solução levada para titulação com ácido sulfúrico (Figura 14).

Figura 14 – Processo para determinação do teor de proteínas: destilação (A) e titulação (B). Fortaleza, Ceará 2016/2017



Fonte: A autora.

3.4.6.5 Produtividade de óleo e de proteína

A produtividade de óleo e de proteína em kg ha^{-1} foi estimada a partir dos valores do potencial de produção de aquênios, e dos respectivos percentuais de óleo e de proteína, conforme o apresentado na equação 3:

$$PP_{\text{ÓLEO (OU PROTEÍNA)}} = PP_{\text{AQUÊNIOS}} \cdot T_{\text{ÓLEO (OU PROTEÍNA)}} / 100 \quad (3)$$

em que,

$PP_{\text{ÓLEO (PROTEÍNA)}}$ – produtividade de óleo e de proteína (kg ha^{-1});

$PP_{\text{AQUÊNIOS}}$ – produtividade de aquênios (kg ha^{-1});

$T_{\text{ÓLEO (PROTEÍNA)}}$ – teor de óleo e de proteína dos aquênios (%).

3.5 Análises Estatísticas

Os dados coletados foram analisados pela estatística descritiva clássica. Aplicaram-se testes para verificar a normalidade dos dados, posteriormente, foi analisada a significância (nível de 5%) dos tratamentos pelo teste F mediante análise de variância. Dessa forma, quando denotado efeito significativo, os tratamentos de natureza quantitativa foram submetidos a estudos de regressão.

Destaca-se que os dados de natureza qualitativa (Ciclos de cultivos) foram analisados pelo teste de médias, já os dados de natureza quantitativa (níveis de salinidade e doses do extrato de algas) foram submetidos à análise de regressão. Dessa forma, quando denotada interação entre fatores qualitativos (ciclos de cultivos) e quantitativos (níveis de salinidade ou doses do extrato de algas), equações de regressão foram ajustadas. Na presença de interação entre dois fatores quantitativos (níveis de salinidade e doses do extrato de algas), superfícies de respostas associadas a modelos matemáticos que melhor representassem a relação funcional entre as variáveis foram utilizadas. Quando denotada interação entre os três fatores estudados (ciclos de cultivos, níveis de salinidade e doses de extrato de algas), realizou-se o desdobramento dos níveis de salinidade e doses do extrato dentro de cada ciclo de cultivo.

As análises estatísticas foram realizadas através do software SISVAR e os gráficos de superfície de resposta e seus respectivos modelos matemáticos por meio do software Table Curve 3D.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condutividade elétrica do solo (dS m^{-1})

Na Tabela 6, se encontra o resumo da análise de variância da condutividade elétrica do solo (CEs) medida *in situ* por meio de um sensor. A CEs (dS m^{-1}) foi influenciada significativamente pelos níveis de salinidade das águas de irrigação estudados a 1% de probabilidade conforme o teste F da análise de variância.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância da condutividade elétrica do solo (CEs dS m^{-1}) em função dos níveis de salinidade da água

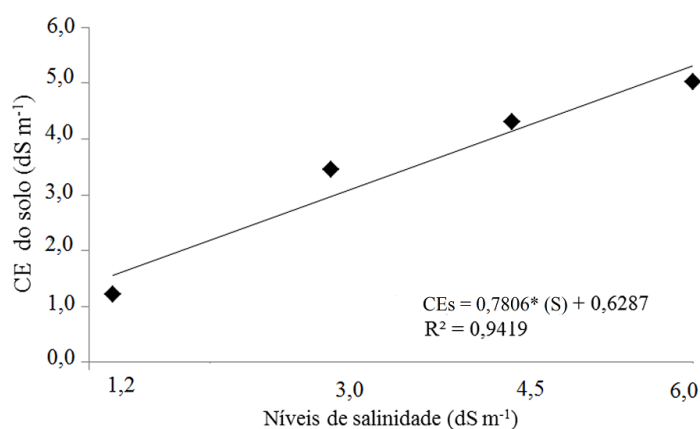
Fonte de variação	GL	Quadrados médios
		CEs (dS m^{-1})
Blocos	3	0,9134 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	1,2168 ^{ns}
Resíduo (Cc)	3	0,3548
Salinidade (S)	3	46,8256 [*]
Interação Cc x S	3	0,1157 ^{ns}
Resíduo (S)	18	0,732
Total	31	-
CV - Cc (%)	-	15,87
CV - S (%)	-	22,79

GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação;

*=Significativo 1%; **=Significativo a 5% e ns=não significativo

Observa-se na Figura 15, que a condutividade elétrica do solo mostrou um comportamento linear crescente, variando de 1,21 a 5,02 dS m^{-1} . O maior valor de CEs (5,02 dS m^{-1}) ocorreu em função da água de maior condutividade N4 (6,0 dS m^{-1}). Em linhas gerais, o acúmulo de sais no solo foi diretamente proporcional ao aumento unitário de CE da água de irrigação.

Figura 15 - Condutividade elétrica do solo (dS m^{-1}) em função dos níveis de salinidade, Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

É importante ressaltar que o valor da condutividade elétrica do solo no início do experimento para os dois ciclos de cultivos era de $0,2 \text{ dS m}^{-1}$. Dessa forma, a CEs obtida no final do experimento para o nível N1 ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$), referente a água de abastecimento do local do experimento, não salinizada artificialmente (controle), foi 5 vezes maior que o valor da CEs inicial, e quando comparada ao maior nível N4 ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$), o valor de CEs obtido foi 24 vezes maior que a condutividade elétrica do solo no início do experimento.

Os resultados expostos acima mostram que o incremento de sais no solo é uma evidência de que a aplicação de água salina pode aumentar os valores de condutividade elétrica em níveis que podem provocar a degradação do solo e prejudicar o desenvolvimento das plantas (AYERS; WESTCOT, 1999; CHEN *et al.*, 2009).

Santos *et al.* (2010) afirmam que os acúmulos de sais no solo aumentam com a redução da profundidade, sendo diretamente proporcional aos níveis de salinidade da água de irrigação, ratificando os resultados encontrados neste trabalho.

Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira (2011), estudando a tolerância de cultivares de melão à salinidade, observou que, em geral, para todas as cultivares, ocorreu um aumento na salinidade do solo quando houve o incremento na salinidade da água de irrigação.

Ademais, os maiores teores de sais no solo podem ter se intensificado em virtude do período experimental (estação seca), no qual, as temperaturas são elevadas e as precipitações são escassas, promovendo um maior acúmulo de sais no solo.

Entretanto, mesmo que, potencialmente, a irrigação exerça efeito sobre a salinização das terras, isto não implica, obrigatoriamente, que a aplicação artificial de água irá resultar em um solo salinizado a ponto de torná-lo impróprio para a agricultura.

Segundo Al-Karaki et al. (2009) e Savvas et al. (2007), são numerosos os exemplos no mundo, de empreendimentos agrícolas através dos quais se tem obtido sucesso com o cultivo sob condições salinas, especialmente quando existe um monitoramento constante da salinidade do solo e práticas de medidas de prevenção e controle, para que este não se torne improdutivo.

4.2 Estado nutricional por diagnose foliar

Está apresentado na Tabela 7, o resumo da análise de variância para os teores foliares dos macronutrientes e Na para os dois ciclos de cultivos.

Todos os elementos, exceto o fósforo (P), foram influenciados pelo fator salinidade de forma isolada. Em relação ao fator ciclo de cultivo (isolado), estatisticamente o S e Na não diferiram. Houve interação ciclo e nível de salinidade para N, K, Ca e Mg. Apenas o K foi influenciado pelo extrato de algas, ocorrendo interação tripla entre os fatores ciclo de cultivos, níveis de salinidade e extrato de algas para o referido elemento ($p \leq 0,01$).

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para os teores foliares dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) e Na das plantas de girassol em função dos ciclos de cultivos, níveis de salinidade e aplicação do extrato de algas. Fortaleza – Ceará, 2016/2017

Fonte de variação	GL	Quadrados médios						
		N	P	K	Ca	Mg	S	Na
Blocos	3	0,1935 ^{ns}	0,0251 ^{ns}	217,41 ^{ns}	69,0557 ^{ns}	0,0170 ^{ns}	0,2840 ^{ns}	0,799 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	1138,9*	0,9922*	750,926**	6894,05*	1,0758*	110,725 ^{ns}	2,6749 ^{ns}
Resíduo (Cc)	3	0,3674	0,0185	43,888	31,876	0,07589	1,212	0,8262
Salinidade (S)	3	1810,33*	0,0272 ^{ns}	306,371*	83,842*	15,905*	38,134*	280,490*
Interação Cc x S	3	13,788*	0,0396 ^{ns}	10,890*	35,952**	0,2902*	6,894 ^{ns}	0,5093 ^{ns}
Resíduo (S)	18	7,303	0,0237	233,289	9,523	0,0168	24,895	0,9434
Extrato de algas (Ea)	3	0,1860 ^{ns}	0,0186 ^{ns}	124,864**	14,890 ^{ns}	0,0141 ^{ns}	3,3993 ^{ns}	0,7149 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	0,3778 ^{ns}	0,0207 ^{ns}	45,779 ^{ns}	17,769 ^{ns}	0,0684 ^{ns}	1,1756 ^{ns}	0,5134 ^{ns}
Ea x S	9	7,0845 ^{ns}	0,0237 ^{ns}	74,330*	10,380 ^{ns}	0,0946 ^{ns}	2,5071 ^{ns}	0,5100 ^{ns}
Cc x Ea x S	9	7,3758 ^{ns}	0,0241 ^{ns}	95,712*	24,984 ^{ns}	0,0307 ^{ns}	1,0188 ^{ns}	0,9022 ^{ns}
Resíduo (Ea)	72	5,683	0,0229	26,706	12,888	0,211	0,9089	0,8889
Total	127	-	-	-	-	-	-	-
CV - Cc (%)	-	6,90	6,91	19,54	18,37	4,14	25,98	6,02
CV - S (%)	-	8,49	7,82	14,25	10,04	6,17	37,23	6,43
CV - Ea (%)	-	7,49	7,68	15,24	11,68	6,91	22,5	6,25

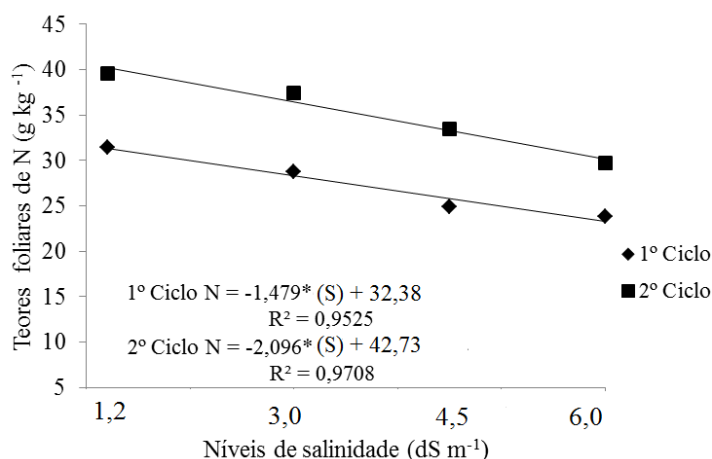
GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; *=Significativo a 1%; **= Significativo a 5% e ns = não significativo

Os teores foliares de N foram influenciados pela interação ciclo e nível de salinidade a 1% de probabilidade (Tabela 7). Dessa forma, pode ser observada na Figura 16, a resposta da variável em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente para os dois ciclos, haja vista, que os maiores teores foliares de N foram encontrados no nível mais baixo de salinidade, ocorrendo redução da variável com o incremento da CEa.

O valor máximo encontrado no 1º ciclo foi de 31,40 g kg⁻¹ e no 2º foi de 39,55 g kg⁻¹. Esses valores foram obtidos nos tratamentos de menor nível de CEa (1,2 dS m⁻¹). Em linhas gerais, os teores foliares de N variaram de 31,40 a 23,80 g kg⁻¹ no 1º ciclo e 39,55 a 29,70 g kg⁻¹ no 2º.

Os valores observados no 2º ciclo estão em parte, dentro da faixa recomendada para a cultura por Castro e Oliveira (2005), que é de 35 a 50 g kg⁻¹. É importante ressaltar que os valores de N no 2º ciclo, embora reduzidos com o aumento da CEa, se mantiveram dentro da faixa recomendada para o girassol até o nível de 4,5 dS m⁻¹. O 1º ciclo apresentou valores abaixo dessa faixa de recomendação, embora não tenham sido observados sintomas visuais de deficiência de N.

Figura 16 – Teores foliares médios de N em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente os teores foliares de N, sendo observadas reduções de 4,57% por incremento unitário de CEa para o 1º ciclo e de 4,90% para o 2º ciclo de cultivo. Quando comparados os níveis de maior (6,0 dS m⁻¹) e de menor

salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$), as reduções foram de 24,42% ($7,60 \text{ g kg}^{-1}$) para o 1º ciclo e de 24,90% ($9,85 \text{ g kg}^{-1}$) para o 2º.

Turan et al. (2010) ressaltam que o estresse salino pode inibir severamente a absorção e a translocação do nitrogênio na planta, causando uma redução do teor deste nutriente em diferentes tecidos.

Viégas et al. (2004) afirmam que a salinidade elevada faz com que a disponibilidade de N diminua para as plantas, justificando os resultados encontrados neste trabalho. Bar et al. (1997), inferem que o teor de nitrogênio nas plantas é afetado pela salinidade devido a absorção e o transporte limitados do nitrato em decorrência do efeito antagônico existente entre o íon nitrato e o íon de cloro. Ademais, a salinidade pode afetar, de forma indireta, o processo de nitrificação devido à diminuição do conteúdo de água decorrente do efeito osmótico ocasionado pelo excesso de sais (VAN HOORN et al., 2001).

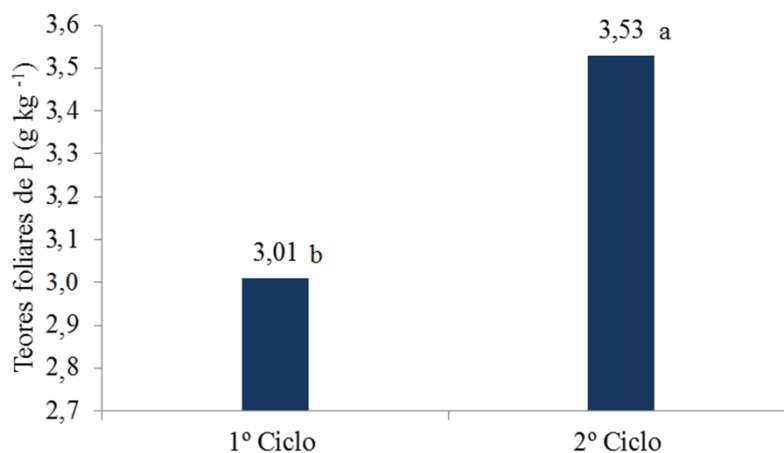
Braz (2018), avaliando a cultura do milho sob estresse salino, observou que os teores foliares de N diminuíram com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação, observando que as menores concentrações de N nas folhas foram notadas no maior nível de salinidade ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$), ratificando os resultados encontrados no presente estudo

Em linhas gerais, o 2º ciclo apresentou superioridade de 25,73%. Este comportamento pode estar relacionado à fertilidade inicial do solo, já que o solo do 1º ciclo foi descartado e uma nova coleta foi realizada para o ciclo posterior. No solo utilizado no 2º ciclo, verificou-se maior teor de matéria orgânica (M.O) (Tabela 3), o que pode ter ocasionado uma maior disponibilidade de N para as plantas.

Em relação ao fósforo (P), os teores foliares não foram influenciados significativamente pela salinidade nem pelas doses do extrato de algas, nem sequer pela interação entre os fatores, houve diferença apenas para os ciclos de cultivos ($p \leq 0,01$) (Tabela 7).

Verifica-se na Figura 17, o teste de médias realizado para os dois ciclos.

Figura 17 – Teores foliares médios de P em função dos ciclos de cultivos. Fortaleza, CE. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

*As médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Observa-se uma superioridade de 17,27% para o 2º ciclo, este comportamento pode ser explicado pelos maiores teores iniciais de P encontrados no solo utilizado no referido ciclo de cultivo (Tabela 3).

É importante frisar, que os teores de P para os dois ciclos apresentaram valores dentro da faixa de suficiência admitida por Castro e Oliveira (2005), tendo em vista que os referidos autores consideram concentrações de P variando 2,9 a 4,5 g kg⁻¹ como suficientes ou médias para a cultura do girassol.

Resultados similares foram encontrados por Sousa et al. (2010), que analisando plantas de milho irrigadas com água salina, também não obtiveram respostas significativas para os teores foliares de P em função da salinidade. Oliveira et al (2011), avaliando a concentração de fósforo no tecido foliar da berinjela em função da salinidade também não constataram influência sobre os teores foliares de P.

Confrontando os resultados obtidos no presente estudo, Sousa et al. (2012), observaram uma tendência linear crescente para o fósforo em função da salinidade, os autores verificaram um acréscimo de 24,97% por aumento unitário da CEa, o referido estudo foi realizado com pinhão manso submetido a estresse salino.

De acordo com Neves et al. (2009), os teores foliares de P em plantas submetidas ao estresse salino, podem variar durante o crescimento e o desenvolvimento da cultura.

Grattan e Grieve (1999) inferem que a interação entre salinidade e nutrição de fósforo em plantas é muito complexa, e depende de muitos fatores, dentre eles, a espécie vegetal, o estágio de desenvolvimento, a composição e concentração de sais e a concentração de P no meio de crescimento.

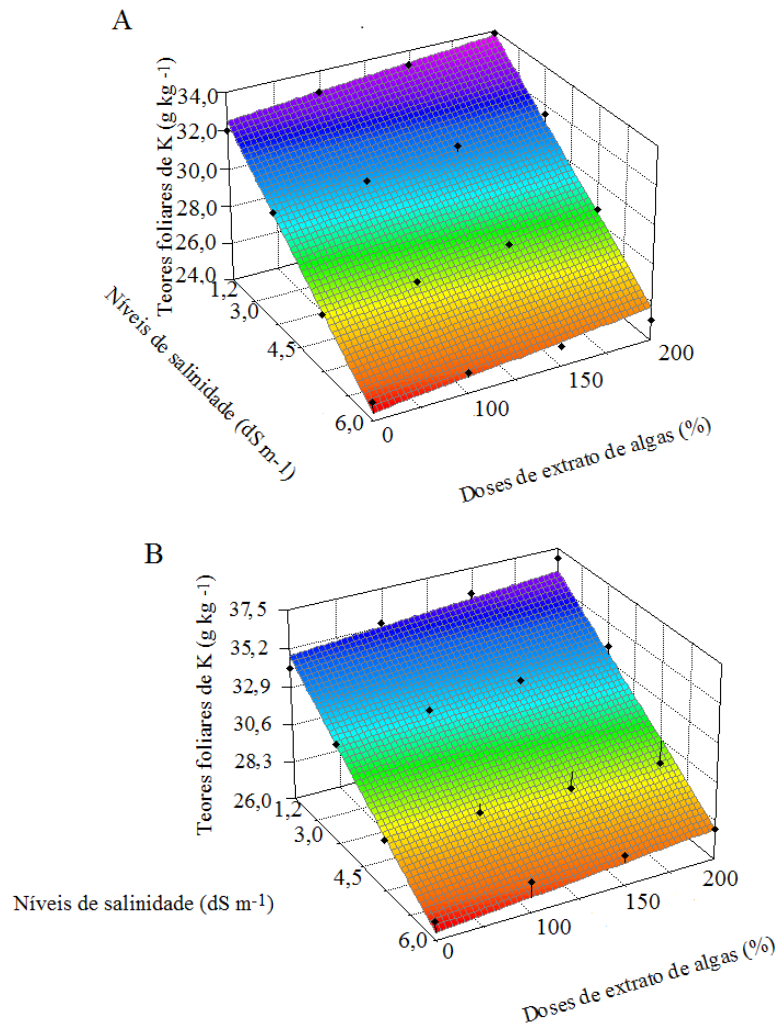
Com relação à aplicação de extrato de algas, Galindo et al. (2015) utilizando extrato de algas na cultura do milho também não observaram influência do extrato sobre os teores foliares de fósforo (P). Os referidos autores ressaltaram que as pesquisas utilizando produtos à base de algas ainda são escassas no Brasil, se fazendo necessária a realização de outros trabalhos para que respostas mais consistentes sejam obtidas.

Sobre os teores foliares de potássio (K), ocorreu interação tripla entre os fatores de estudo (ciclos de cultivos, níveis de salinidade e extrato de algas) a 1% de probabilidade (Tabela 7).

Observa-se na Figura 18, a representação gráfica dos teores foliares de K através da superfície de resposta associada ao seu respectivo modelo matemático, na qual, se configura a relação existente entre os níveis de salinidade e as doses de extrato de algas para a variável analisada em cada ciclo de cultivo.

Para os dois ciclos, os dados se ajustaram a um modelo linear, havendo decréscimos da concentração foliar de K em decorrência do incremento dos níveis de salinidade e acréscimos desses teores em função do aumento das doses de extrato.

Figura 18 – Superfície de resposta para os teores foliares de K (g kg^{-1}) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%) para os dois ciclos de cultivos, 1º (A) e 2º ciclo (B), respectivamente. Fortaleza –CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

$$\begin{aligned} \text{Potássio (K) 1º ciclo} &= 34,75 - 2,685*(S) + 0,4255*(EA) & (R^2 = 0,9890) \\ \text{Potássio (K) 2º ciclo} &= 37,09 - 2,760*(S) + 0,4360*(EA) & (R^2 = 0,9589) \end{aligned}$$

O valor máximo obtido para o 1º ciclo ($33,88 \text{ g kg}^{-1}$) foi encontrado no tratamento de menor nível de CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) associado ao tratamento de maior dose do extrato (200% - 64 mg L^{-1}) (Figura 18A). É importante ressaltar que no 1º ciclo apenas os teores foliares de K obtidos no menor nível de salinidade estão dentro da faixa preconizada por Castro e Oliveira (2005) para a cultura do girassol, que é de 31 a 45 g kg^{-1} .

A salinidade exerceu efeito negativo sobre a variável, já que no 1º ciclo houve uma redução total de $26,22\%$ ($8,88 \text{ g kg}^{-1}$) quando utilizada a água de maior CE ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) em

relação ao tratamento de menor nível de salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$). Com relação ao fator extrato de algas, houve uma resposta positiva da variável, ocorrendo um acréscimo de 5,87% ($1,88 \text{ g kg}^{-1}$) quando aplicada a dose máxima (200% - 64 mg L^{-1}) em comparação ao tratamento sem aplicação do extrato, ou seja, a tendência foi linear crescente.

Para o 2º ciclo, o valor máximo de $36,9 \text{ g kg}^{-1}$ também foi obtido na associação do tratamento de menor nível salino com o tratamento de maior dose do extrato. A salinidade exerceu influência negativa sobre a variável, com redução de 26,56% ($9,8 \text{ g kg}^{-1}$) entre o nível de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e o de menor CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 18B). Já para as doses de extrato, ocorreu um acréscimo de 8,53% ($2,9 \text{ g kg}^{-1}$) entre a dose máxima e a testemunha (ausência de aplicação). Segundo Castro e Oliveira (2005), os teores de K considerados adequados para a cultura estão entre 31 a 45 g kg^{-1} , estando, parte dos valores obtidos no 2º ciclo dentro dessa faixa.

Para os dois ciclos, verificou-se uma resposta positiva do extrato dentro do nível de salinidade, já que as plantas que receberam as doses do extrato de algas acumularam mais potássio em suas folhas que as plantas controle (ausência do extrato), os teores aumentaram com o incremento da dose, porém, esse acréscimo só aconteceu até a CEa de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. A partir do nível de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ os valores para o extrato não diferiram, ou seja, apenas os efeitos ocasionados pela salinidade independente da dose de extrato aplicada foram notados. Dessa forma, se evidencia que houve um efeito mitigador do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) em relação à salinidade sobre os teores foliares de K, embora esse efeito tenha sido discreto e limitado pelo nível de CEa.

Em linhas gerais, os efeitos da salinidade foram preeminentes em relação aos efeitos do extrato de algas, embora o extrato tenha exercido influência positiva sobre a variável.

Braz (2018), analisando plantas de milho verificou influência negativa da salinidade sobre os teores de potássio, o referido autor observou um decréscimo linear com o aumento da CE da água de irrigação. Oliveira et al. (2011) também observaram tendência linear decrescente para os teores foliares de K com o incremento da CEa para a cultura da berinjela, com redução total de 27,1% entre o nível de maior e de menor condutividade elétrica da água, corroborando com as respostas obtidas no presente estudo.

A redução nos teores de K em meios salinos se deve, em grande parte, a menor absorção de K causada pela competição dos íons Na pelos mesmos sítios de absorção na membrana plasmática das células radiculares (MARSCHNER, 1995).

Farias (2008) afirma que a redução na concentração de K em ambientes salinos, constitui-se de um complicador adicional para o desenvolvimento vegetal, uma vez que em

algumas situações, o potássio é o principal nutriente responsável por diminuir o potencial osmótico entre a solução do solo e a raiz, e esta é uma estratégia fundamental à absorção de água nessas circunstâncias.

Com relação ao fator extrato, Bettini (2015), trabalhando com aplicação de extrato de algas em cafeeiro sob estresse salino, constatou que os tratamentos com algas proporcionaram maiores teores foliares de K, quando comparados com a testemunha, ratificando os resultados obtidos neste estudo.

Os teores crescentes de potássio nas folhas das plantas tratadas com o extrato para os dois ciclos de cultivos podem estar relacionados com a composição do produto, já que extratos de *Ascophyllum nodosum* apresentam altos teores de K. Como o potássio é o principal nutriente relacionado às funções osmóticas das plantas, o melhor desempenho de alguns genótipos mantidos sob condições de estresse salino tem sido associado a uma nutrição potássica adequada (SATTI; LOPEZ, 1994), o que pode justificar a interação positiva entre as plantas tratadas com o extrato e os níveis de salinidade de 1,2 e 3,0 dS m⁻¹.

Em relação aos teores foliares de cálcio (Ca), houve interação entre os níveis de salinidade e ciclos de cultivos a 5% de probabilidade. Não havendo influência significativa do extrato de algas sobre a variável (Tabela 7).

Observa-se a resposta dos teores foliares de cálcio em função da salinidade para cada ciclo de cultivo na Figura 19A. Os teores de cálcio se manifestaram de forma linear crescente, ou seja, a concentração de cálcio nas folhas aumentou com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação.

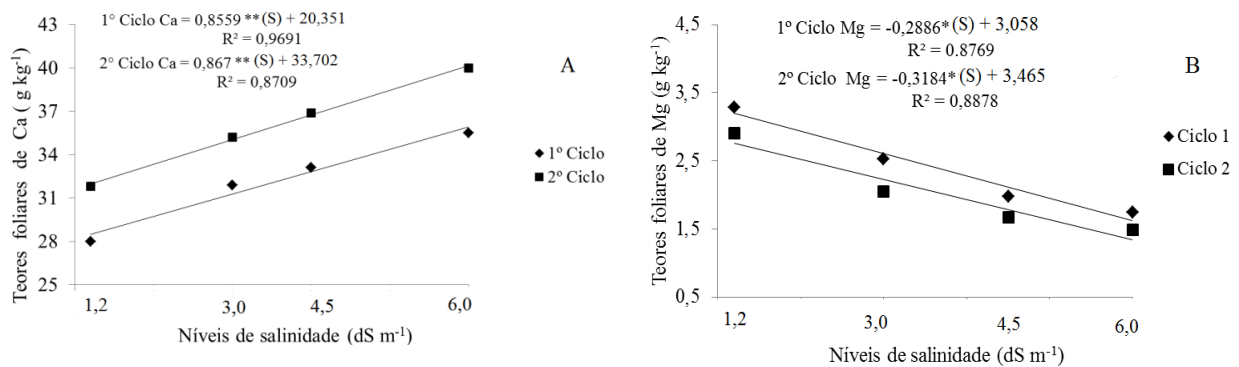
No 1º ciclo os teores variaram de 28,0 a 35,3 g kg⁻¹, sendo observado o valor máximo no tratamento de 6,0 dS m⁻¹. Constatou-se ainda um acréscimo de 4,20% por incremento unitário de CEa. Sendo denotada a mesma tendência para o 2º ciclo, com aumento de 2,57% por incremento unitário da condutividade elétrica da água.

As concentrações de Ca nas folhas do 2º ciclo oscilaram de 31,8 a 40 g kg⁻¹, sendo o maior valor obtido no tratamento de CEa mais elevada. Conforme estabelecido por Castro e Oliveira (2005) como teores suficientes de cálcio nas folhas os valores variáveis entre 19,0 a 32,00 g kg⁻¹, verifica-se que para os dois ciclos de cultivos parte dos valores excederam os limites recomendados.

De maneira geral, ocorreram acréscimos nos teores foliares de cálcio (Ca) de 26,78% (7,5g kg⁻¹) para o 1º ciclo e de 25,8% (8,2 g kg⁻¹) para o 2º, entre o nível de menor e o de maior CEa.

Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa et al. (2010). Os autores verificaram que o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação provocou aumento nos teores de cálcio nas folhas de milho.

Figura 19 - Teores foliares médios de cálcio (A) e magnésio (B) em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

(**) significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Da mesma forma, Silva (2016) obteve uma resposta linear crescente, em que o aumento da salinidade proporcionou um aumento no teor foliar de cálcio no girassol.

Por outro lado, Silva et al. (2014) e Reges et al. (2017) observaram redução nos teores foliares de Ca com o incremento da CEA na cultura do pimentão. Os autores justificaram essa redução do Ca em decorrência do aumento do teor de Na do meio externo que pode ocasionar a diminuição dos teores de Ca nos tecidos das plantas.

Segundo Sousa et al. (2010), o efeito do Na sobre o Ca em condições de salinidade é verificado, principalmente quando se utiliza somente o NaCl como agente estressante. Dessa forma, é importante frisar que sais de cálcio também foram utilizados neste trabalho, haja vista, que o incremento foliar de Ca com o aumento dos níveis de salinidade pode ser explicado pela adição desse elemento na preparação das águas de condutividade de 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹.

Em relação aos ciclos de cultivos, o 2º ciclo apresentou superioridade de 12,67%, esses valores mais altos podem estar relacionados aos teores iniciais de cálcio no solo, já que o solo usado no 2º ciclo apresentou teores superiores desse elemento (Tabela 3).

Em se tratando do magnésio (Mg), ocorreu interação entre ciclo de cultivo e nível de salinidade a 1% de probabilidade. Não houve diferença significativa para as doses do extrato

de algas (Tabela 7). As respostas dos teores foliares de Mg em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo estão presentes na Figura 19B.

Nota-se que o Mg foi influenciado negativamente pela salinidade, já que houve redução dos teores foliares conforme aumento dos níveis salinos. No 1º ciclo os valores oscilaram de 1,75 a 3,29 g kg⁻¹, sendo que o valor máximo foi obtido com a utilização da água de 1,2 dS m⁻¹. Dessa forma, houve redução de 9,43% por incremento unitário de CEa, destacando que a redução total de magnésio nas folhas foi de 46,80% (1,54 g kg⁻¹), entre os tratamentos de maior (6,0 dS m⁻¹) e de menor (1,2 dS m⁻¹) condutividade elétrica da água.

Para o 2º ciclo, os valores também seguiram uma tendência linear decrescente, com redução da variável conforme aumento do nível de salinidade. Os teores foliares de Mg variaram de 1,49 a 2,91 g kg⁻¹, sendo o maior valor verificado para o tratamento de menor nível de salinidade 1,2 dS m⁻¹. Constatou-se ainda uma redução de 9,18% por incremento unitário de condutividade elétrica da água, ressaltando que a redução total da concentração foliar de Mg no 2º ciclo foi de 48,88% (1,42 g kg⁻¹), isto, quando comparados o nível máximo e o mínimo de CEa.

Salienta-se que os valores de Mg obtidos neste estudo para os dois ciclos de cultivos ficaram abaixo da faixa preconizada por Castro e Oliveira (2005), que pode variar de 5,1 a 9,4 g kg⁻¹, independente do nível de salinidade.

Reduções nos teores foliares de Mg com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação também foram observadas por Maia et al. (2005); Freire et al. (2013) e Braz (2018), para as culturas do meloeiro, maracujazeiro e milho, respectivamente.

Segundo Gurgel et al. (2010), os valores reduzidos de Mg podem estar associados ao acúmulo elevado de determinados íons, fato que pode causar diminuição na aquisição de outros, em decorrência das alterações na disponibilidade dos nutrientes, na competição, no processo de absorção e no transporte da planta. Desse modo, a concentração de Mg pode ter diminuído em decorrência dos teores mais elevados de Ca e pela presença de Na (BORGES, 2017).

Em relação aos ciclos de cultivos, o 1º ciclo apresentou superioridade de 13,06%, o que pode ser explicado pelos menores teores de cálcio observados no referido ciclo, já que o excesso de cálcio pode interferir na assimilação do magnésio, pois a presença excessiva de um pode prejudicar os processos de adsorção e absorção do outro (ORLANDO FILHO et al., 1996).

Sobre as variações dos teores foliares de enxofre (S), verificou-se que houve efeito significativo a 1% de probabilidade apenas para os níveis de salinidade. Não houve interação entre os demais fatores de estudo (Tabela 7).

Observa-se na Figura 20A que os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente, haja vista, os teores foliares de S foram reduzidos com a elevação da condutividade elétrica da água.

A concentração de S nas folhas variou de 2,67 a 5,20 g kg⁻¹. O valor máximo foi obtido no tratamento com água de 1,2 dS m⁻¹ (menor nível), ocorrendo uma redução de 9,14% por incremento unitário de CEa.

De acordo com Castro e Farias (2005), os valores de S tidos como suficientes ou médios para a cultura do girassol estão na faixa de 3,0 a 6,0 g kg⁻¹, estando em parte, dentro dessa faixa, os valores obtidos neste trabalho.

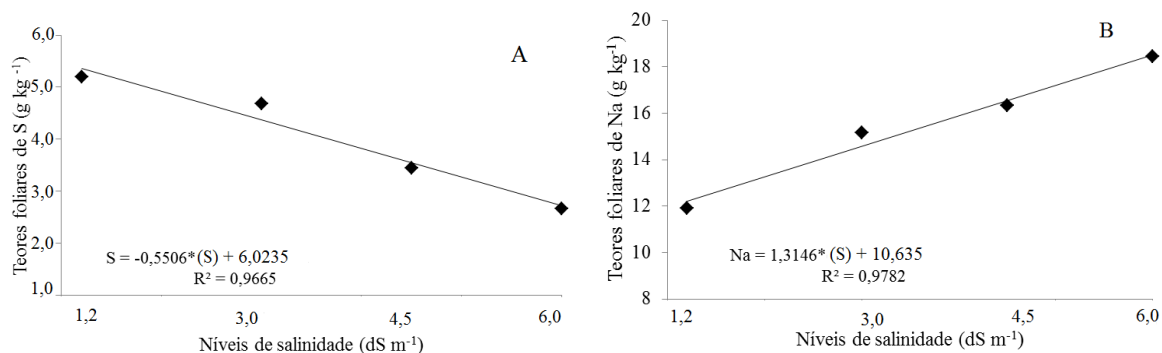
A redução total ocasionada pela salinidade nos teores foliares de S foi de 48,66% (2,53 g kg⁻¹), quando comparados os tratamentos de maior e de menor condutividade elétrica da água.

Ferreira et al. (2007), avaliando a concentração de enxofre (S) nas folhas de milho, observaram redução dos teores com o aumento da salinidade. Silva (2015), também verificou decréscimos de S nos teores foliares do coqueiro submetido ao estresse salino.

As informações referentes ao acúmulo de S nos tecidos das plantas cultivadas sob condições de salinidade são bastante limitadas (GARCIA et al., 2012). Entretanto, essa redução do enxofre em função dos níveis salinos pode ter ocorrido devido à competição exercida entre os ânions Cl⁻ e o SO₄⁻², influenciando na absorção de S (SOUZA et al., 2017).

Vitti et al. (2006), destacam que o S está envolvido em muitas reações dentro da planta. Dessa forma, sua restrição pode afetar atividades fotossintéticas e respiratórias, processos que comprometem todo o metabolismo das plantas.

Figura 20 – Teores foliares médios de enxofre (A) e sódio (B) em função dos níveis de salinidade. Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

No que diz respeito ao sódio (Na), não houve interação entre os fatores, sendo a variável influenciada significativamente ($p \leq 0,01$), apenas pelos níveis de salinidade de forma isolada (Tabela 7). Ademais, os dados se ajustaram a um modelo linear crescente e podem ser observados na Figura 20B.

Os teores foliares de sódio oscilaram de 11,92 a 18,46 g kg⁻¹, ocorrendo um acréscimo de 12,36% por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Sendo que o valor máximo foi obtido com a utilização da água de maior condutividade (6,0 dS m⁻¹). Tornando-se ainda possível conferir que, entre o nível de menor e maior CEa houve um acréscimo total de 54,86% (6,54 g kg⁻¹).

Elevação de sódio (Na) com o aumento da condutividade elétrica da água também foi verificada por Lima et al. (2015); Silva (2016); Souza et al. (2017) e Braz (2018), nas folhas de mamoneira, girassol, mudas de mogno e milho, respectivamente.

O aumento nos teores foliares de sódio pode estar relacionado à competição iônica entre sódio e potássio pelos sítios de absorção, haja vista, que os teores de potássio foram reduzidos com o incremento da salinidade, comportamento adverso ao do sódio.

Corroborando com os resultados do presente estudo, Pereira et al. (2017), avaliando plantas de algodão, observaram comportamento inverso entre o sódio e o potássio. Os autores verificaram que a salinidade favoreceu um maior acúmulo de sódio em detrimento ao potássio.

Schossler et al. (2012) inferem que o acúmulo de sódio em excesso pode provocar diminuição do potencial osmótico, desbalanço nutricional em decorrência da elevada concentração iônica e efeito tóxico causado pelo próprio íon.

Na Tabela 8, se observa o resumo da análise de variância para os teores foliares de micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn e B). Para o fator ciclo de cultivo (isolado), Fe, Mn e Cu diferiram estatisticamente ($p \leq 0,01$).

Em se tratando do fator salinidade (isolado), todos os elementos (Fe, Mn, Cu, Zn e B) apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,01$). Houve interação ($p \leq 0,01$) entre ciclos de cultivos e níveis de salinidade para os elementos Fe, Mn e Cu. Os micronutrientes não foram influenciados estatisticamente pelo extrato de algas, haja vista, não ocorreu diferença significativa para o extrato de forma isolada, nem ocorreu interação entre o extrato e os demais fatores de estudo.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância para os teores foliares dos micronutrientes (Fe, Cu, Mn, Zn e B) das plantas de girassol em função dos ciclos de cultivos, níveis de salinidade e aplicação do extrato de algas. Fortaleza – Ceará, 2016/2017

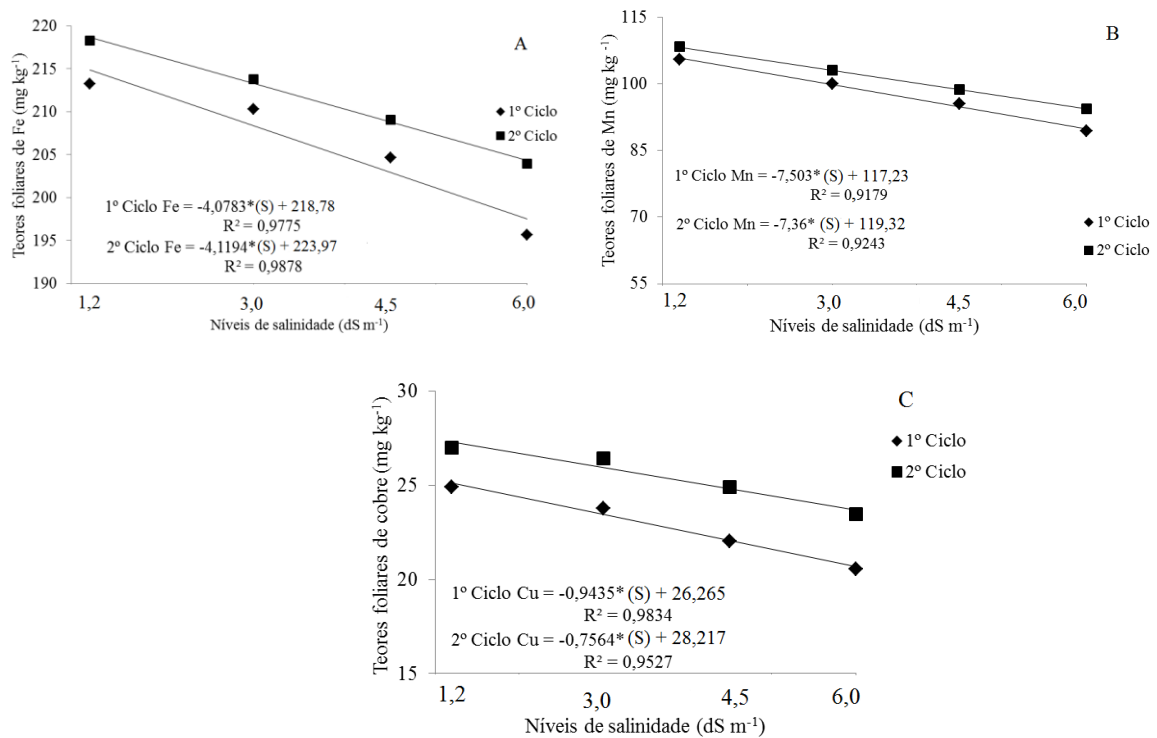
Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		Fe	Mn	Cu	Zn	B
Blocos	3	2893 ^{ns}	8528 ^{ns}	0,794 ^{ns}	6,707 ^{ns}	0,0170 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	668,95*	2643,9*	25,480*	3,4305 ^{ns}	0,0712 ^{ns}
Resíduo (Cc)	3	4,104	38,986	0,1182	7,723	0,0786
Salinidade (S)	3	3725,26*	1563,5*	0,2899*	1803,65*	686,60*
Interação Cc x S	3	224,10*	539,90*	0,7002*	14,093 ^{ns}	0,0223 ^{ns}
Resíduo (S)	18	3,182	21,997	0,3045	6,915	0,0137
Extrato de algas (Ea)	3	5,040 ^{ns}	3,582 ^{ns}	0,0960 ^{ns}	3,909 ^{ns}	0,0166 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	4,055 ^{ns}	1,710 ^{ns}	0,5485 ^{ns}	11,825 ^{ns}	0,0140 ^{ns}
Ea x S	9	7,168 ^{ns}	11,728 ^{ns}	0,0945 ^{ns}	7,568 ^{ns}	0,0761 ^{ns}
Cc x Ea x S	9	2,309 ^{ns}	17,175 ^{ns}	0,3987 ^{ns}	5,502 ^{ns}	0,0433 ^{ns}
Resíduo (Ea)	72	4,625	18,906	0,2883	6,978	0,0976
Total	127	-	-	-	-	-
CV - Cc (%)	-	3,03	7,54	2,18	7,92	2,27
CV - S (%)	-	3,90	5,66	2,21	7,50	2,40
CV - Ea (%)	-	3,10	5,25	2,15	7,54	2,49

GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; *=Significativo a 1%; **= Significativo a 5% e ns = não significativo

Observa-se através da Figura 21A que os teores de ferro demonstraram decréscimos lineares com o aumento da salinidade em ambos os ciclos. No 1º os valores oscilaram de 195,6 a 213,2 mg kg⁻¹, já no 2º ciclo os teores foliares variaram entre 203,9 a 218,3 mg kg⁻¹. De acordo com Castro e Oliveira (2005), os teores que são considerados suficientes para a cultura do girassol estão entre 120 a 235 mg kg⁻¹, estando os resultados obtidos para os dois ciclos de cultivos inseridos nessa faixa, independente do nível de salinidade.

O valor máximo obtido nos dois ciclos se deu através dos tratamentos com menor CEa ($1,2 \text{ dSm}^{-1}$), já o valor mais baixo para ambos é resultado da água de maior CEa ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$). Dessa forma, houve uma redução de 1,86% por incremento unitário de CEa para o 1º ciclo e de 1,84% para o 2º. Sendo que, quando equiparados os níveis de maior e de menor condutividade elétrica da água, ocorreram reduções totais de 8,26% ($17,6 \text{ mg kg}^{-1}$) para o 1º e de 6,6% ($14,3 \text{ mg kg}^{-1}$) para o 2º ciclo de cultivo. Cabe ressaltar que o 2º ciclo apresentou superioridade de 2,4% ($5,1 \text{ mg kg}^{-1}$) para os teores foliares de ferro (Fe).

Figura 21 – Teores foliares médios de ferro (A), manganês (B) e cobre (C) em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Os resultados do estudo em questão se assemelham aos encontrados por Silva et al. (2017), que analisando o estado nutricional do coqueiro “anão verde”, os autores verificaram redução nos teores foliares de ferro com o aumento do nível salino.

Mohamedin et al. (2006) em estudo sobre respostas de girassol submetido ao estresse salino, observaram que os teores foliares de ferro também reduziram com o aumento da salinidade. Os autores inferem que em ambientes salinos a solubilidade de micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn) é particularmente baixa e muitas vezes, as plantas submetidas a essas condições podem apresentar deficiência desses elementos.

Verifica-se na Figura 21B, que assim como o Fe, o Mn também foi influenciado negativamente pelos níveis salinos, os valores decresceram linearmente com o aumento da salinidade.

Os teores foliares de Mn variaram de 89,4 a 105,4 mg kg⁻¹ e de 94,3 a 108,3 mg kg⁻¹ no 1º e 2º ciclos, respectivamente. De acordo com Castro e Oliveira (2005), os valores de Mn preconizados como suficientes para o girassol encontram-se em torno de 55 a 180 mg kg⁻¹, dessa forma, os valores observados no presente estudo estão inseridos nessa faixa de recomendação.

As concentrações mais altas desse elemento são advindas dos tratamentos de menor CEa (1,2 dS m⁻¹), em contraponto, os teores mais baixos foram obtidos com a utilização da água de maior CE (6,0 dS m⁻¹). Dessa forma, ocorreram reduções de 6,40 e de 6,16% por incremento unitário de CEa para o 1º e 2º ciclos, respectivamente.

Ressalta-se que a redução total do elemento com o aumento da salinidade foi de 15,18% (16,0 mg kg⁻¹) para o 1º e de 12,93% (14,0 mg kg⁻¹) para o 2º ciclo, isto, quando comparados os tratamentos de maior e de menor nível de salinidade. Em linhas gerais, o 2º ciclo apresentou teores foliares de Mn superiores em 2,75% (2,90 mg kg⁻¹).

Freire et al. (2015), em estudo sobre os teores de micronutrientes no tecido foliar do maracujazeiro, verificaram redução na concentração de Mn com o aumento da salinidade.

Sousa et al. (2007), avaliando a nutrição mineral de feijão-de-corda em função da salinidade, também observaram decréscimos nos teores de Mn com o aumento dos níveis salinos. Os autores ressaltaram que houve redução total de 23%, ratificando os resultados obtidos neste trabalho.

Ainda de acordo com os referidos autores, estes resultados sugerem que a aquisição de micronutrientes pela planta, dentre eles, ferro, manganês e zinco, pode ser afetada pela composição do meio salino, haja vista, a redução na absorção desses micronutrientes pode estar relacionada ao antagonismo com o íon cálcio. Dessa forma, cabe ressaltar que os teores de cálcio neste trabalho demonstraram acréscimos com o aumento do nível salino, em decorrência da água utilizada nos tratamentos, já que sais de cálcio também foram adicionados.

Para os teores de cobre (Cu), se verifica na Figura 21C que os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente, demonstrando influência negativa da salinidade. A concentração foliar do elemento variou de 20,56 a 24,91 mg kg⁻¹ no 1º ciclo e de 23,45 a 27 mg kg⁻¹ no 2º. Os valores mais altos foram provenientes dos tratamentos com menor nível de CEa (1,2 dS m⁻¹) em ambos os ciclos. Com o incremento da salinidade as concentrações de Cu foram

reduzidas em 17,47% ($4,35 \text{ mg kg}^{-1}$) no 1º e em 13,15% ($3,55 \text{ mg kg}^{-1}$) no 2º ciclo, quando comparados os tratamentos de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e de menor nível de salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$). Destaca-se que os valores de cobre (Cu) obtidos neste trabalho estão em parte, dentro da faixa estabelecida por Castro e Oliveira (2005), sendo que os autores mencionam valores entre 24,0 a $42,0 \text{ mg kg}^{-1}$. Ademais, o 2º ciclo apresentou superioridade de 8,40% ($2,09 \text{ mg kg}^{-1}$).

Wang e Han (2007) verificaram diminuição dos teores de cobre (Cu) em folhas de alfafa em decorrência do estresse salino. De acordo com os autores aludidos, esta redução também pode estar relacionada ao incremento de cálcio, já que existe um antagonismo entre esses elementos. Silva e Trevizam (2015), em seus estudos sobre interação iônica e nutrição de plantas, ratificam que o cálcio (Ca^{2+}) pode impedir a absorção de cobre (Cu^{2+}), justificando os resultados encontrados neste trabalho.

Neves (2012) não observou influência da salinidade sobre os teores foliares de cobre (Cu) em plantas de feijão-de-corda. Mohamedin et al. (2006) inferem que a relação entre salinidade e Cu^{2+} é complexa, podendo haver acréscimo, redução ou não apresentar efeito sobre a concentração desse elemento.

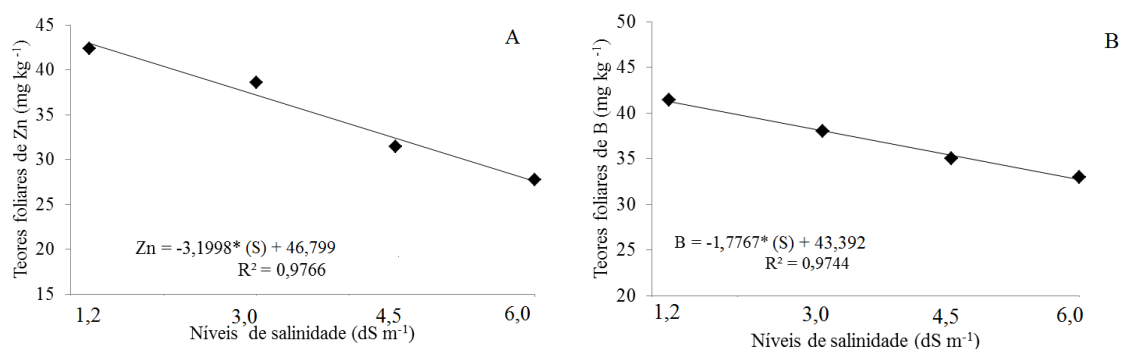
De maneira geral, o 2º ciclo de cultivo apresentou superioridade para os teores de Fe, Mn e Cu, comportamento que pode estar relacionado aos teores desses micronutrientes no solo, já que houve descarte de solo de um ciclo para o outro.

Sobre os teores foliares de zinco (Zn), observa-se na Figura 22A que os valores foram linearmente reduzidos com o incremento da condutividade elétrica da água de irrigação.

Os teores oscilaram de 27,7 a $42,4 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo o valor máximo obtido no tratamento com CEa de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (menor nível). Dessa forma, ocorreu uma redução de 6,83% por aumento unitário de CEa. Ressaltando ainda, que entre o tratamento de maior e menor nível salino, a concentração de Zn demonstrou uma redução total de 34,67% ($14,7 \text{ mg kg}^{-1}$), evidenciando um efeito negativo da salinidade.

Entretanto, embora tenham ocorrido reduções em função dos níveis salinos, os teores de Zn estão em parte, dentro da faixa recomendada por Castro e Oliveira (2005) para a cultura do girassol, cujos valores se situam entre 29,0 a $43,0 \text{ mg kg}^{-1}$.

Figura 22 – Teores foliares médios de zinco (A) e boro (B) em função dos níveis de salinidade. Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Nouck et al. (2016), avaliando a absorção de micronutrientes em cultivares de tomate submetidas ao estresse salino, verificaram que os teores foliares de Zn também foram reduzidos em função da salinidade. Da mesma forma, Neves (2012) observou redução dos teores foliares de Zn com o aumento da salinidade, ao avaliar plantas de feijão-de-corda.

A redução nos teores de Zn com o incremento dos níveis salinos pode ser justificada pelos efeitos antagônicos que os teores elevados de sais em meio salino podem exercer sobre os processos de absorção e de transporte de Zn na planta (MUNNS; TESTER, 2008; NOUCK et al., 2016).

Além disso, Silva et al. (2007) inferem que a utilização de águas ricas em sais de cálcio podem acarretar as maiores reduções nos teores deste micronutriente. É importante destacar que as águas utilizadas no presente estudo contêm sais de sódio e de cálcio.

Em relação aos teores foliares de boro (B), verifica-se na Figura 22B, que assim como o Zn, as concentrações de boro nas folhas também apresentaram tendência linear decrescente com o aumento dos níveis de condutividade elétrica da água.

O valor máximo de B (41,4 mg kg⁻¹) foi proveniente do tratamento com água de menor condutividade (1,2 dS m⁻¹), já o valor mínimo (33,0 mg kg⁻¹) foi obtido com a utilização da água de maior nível salino (6,0 dS m⁻¹). Os teores de B decresceram 4,09% por aumento unitário de condutividade elétrica da água, e quando equiparados os tratamentos de maior e menor nível de salinidade, notou-se uma redução total de 20,3% (13,7 mg kg⁻¹).

Castro e Oliveira (2005) mencionam valores entre 35 a 80 mg kg⁻¹ como suficientes para a cultura do girassol. Dessa forma, os teores de boro obtidos neste trabalho estão em parte, dentro dessa faixa de recomendação.

Silva (2018), em estudo sobre a composição mineral e fisiologia de plantas jovens de açaizeiro, também observou que a salinidade reduziu de maneira linear o teor foliar de boro (B). Da mesma forma, Silva e Klar (2014), avaliando o acúmulo de micronutrientes em beterraba submetida ao estresse salino, observaram reduções nos teores foliares de boro com o aumento da salinidade. Os autores atribuem essa redução à dificuldade de absorção do boro pela planta em decorrência do aumento de sais na solução do solo, embora o mecanismo de absorção do boro e os fatores que o governam sejam pouco conhecidos.

Cabe ressaltar, que o B está relacionado com o transporte de açúcares, lignificação, metabolismo de carboidratos, metabolismo de RNA e respiração (CAKMAK; RÖMHELD, 1997). Ademais, a deficiência de boro é mais comum que a deficiência de qualquer outro micronutriente, sendo o girassol uma das culturas mais sensíveis à deficiência desse elemento (SOUZA et al., 2004).

4.3 Variáveis de crescimento

Verifica-se na Tabela 9, o resumo da análise de variância aplicada aos dados de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), diâmetro interno do capítulo (DICap) e área foliar (AF).

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), diâmetro interno do capítulo (DICap) e área foliar (AF). Fortaleza, Ceará. 2016/2017

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios				
		AP (cm)	DC (mm)	NF	DICap (cm)	AF(cm)
Blocos	3	9,5208 ^{ns}	0,9749 ^{ns}	2,5078 ^{ns}	0,2030 ^{ns}	6783,0 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	2101,50 [*]	280,164 ^{**}	4,132 ^{ns}	630,08 [*]	4688,12 ^{**}
Resíduo (Cc)	3	25,395	1,615	15,703	0,1733	5074,3
Salinidade (S)	3	1238,06 [*]	16,496 ^{**}	527,59 [*]	265,48 [*]	2218,01 ^{**}
Interação Cc x S	3	39,812 ^{**}	1,835 ^{ns}	0,736 ^{ns}	12,389 [*]	4323,39 ^{ns}
Resíduo (S)	18	13,062	1,843	3,421	0,1984	3622,11
Extrato de algas (Ea)	3	4958,33 ^{ns}	3,707 ^{ns}	1,341 ^{ns}	0,0792 [*]	2810,802 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	2,2500 ^{ns}	0,428 ^{ns}	2,737 ^{ns}	0,971 ^{ns}	2576,47 ^{ns}
Ea x S	9	2,2569 ^{ns}	3,696 ^{**}	2,417 ^{ns}	0,1278 ^{ns}	1118,00 ^{ns}
Cc x Ea x S	9	1,9513 ^{ns}	1,753 ^{ns}	1,480 ^{ns}	0,3063 [*]	1513,30 ^{**}
Resíduo (Ea)	72	27,904	1,770	2,540	0,1489	5915,65
Total	127	-	-	-	-	-
CV - Cc (%)	-	5,31	9,19	7,10	3,49	16,91
CV - S (%)	-	3,81	9,81	10,48	3,74	14,29
CV - Ea (%)	-	5,56	9,62	9,03	2,81	18,26

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%,

** = Significativo a 5% e ns = não significativo

Para a altura de planta houve diferença estatística a 5% de probabilidade para os efeitos da interação entre os ciclos de cultivos e os níveis de salinidade. Não ocorreu efeito significativo das doses do extrato de algas para a variável em questão (Tabela 9).

O diâmetro do caule foi influenciado significativamente pelos ciclos de cultivos (isolado) e interação entre os níveis de salinidade e as doses de extrato de algas com significância de 5%. Em relação ao número de folhas, a variável foi influenciada apenas pelos níveis de salinidade de forma isolada (significativo a 1%), não sendo observada interação entre os demais fatores para esta variável. Para o diâmetro interno do capítulo e área foliar houve interação entre todos os fatores de estudo (ciclo, salinidade e extrato de algas) em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

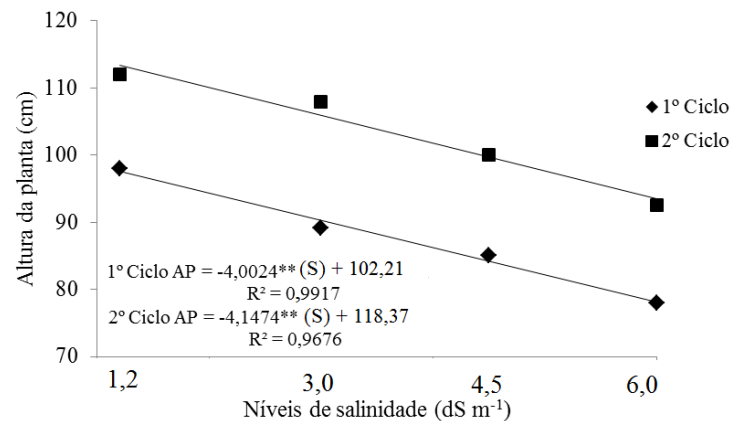
4.3.1 Altura da Planta

Observa-se na Figura 23, a resposta da altura da planta para o fator salinidade dentro de cada ciclo de cultivo. Para os dois ciclos de cultivos o ajuste dos dados apresentou tendência linear

decrecente com o incremento da salinidade. Os valores máximos de 98 e 112 cm para o 1º e 2º ciclos, respectivamente, foram obtidos com a utilização da água de menor CE ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$).

A salinidade exerceu influência negativa sobre a AP, no 1º ciclo a variável foi reduzida em 3,91% por incremento unitário da condutividade elétrica da água, já no 2º ciclo, essa redução foi de 3,50%. Ressalta-se que, quando equiparados os tratamentos de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e menor nível de salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$), ocorreram reduções totais de 20,41 e 17,86% para o 1º e 2º ciclo, respectivamente.

Figura 23 – Altura da planta em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(**) significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Os decréscimos ocasionados pela salinidade observados neste trabalho estão de acordo com os resultados apresentados por Travassos et al. (2017), onde os autores analisaram o crescimento de variedades de girassol irrigadas com água salina com CEa variando de $0,6$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e relataram que com o incremento da salinidade a cultura diminuiu seu percentual de crescimento, traduzido em altura de plantas, nas variedades Helio 863, Embrapa 122-V2000, Catissol 01 e Multissol.

Nobre et al. (2010), avaliando a cultura do girassol, constataram diminuição na absorção de água pela cultura com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, ocasionando redução da altura de plantas.

Segundo Castro e Farias (2005), a altura final das plantas de girassol pode variar de $0,7$ a $4,0 \text{ m}$. Neste estudo, os valores de altura de plantas estão dentro do intervalo preconizado pelos autores, entretanto, foram superiores aos encontrados por Silva (2016), que

trabalhando com girassol BRS 323 irrigado com água salina, obteve valores em torno de 69,7 cm.

Távora et al. (2001) inferem que os efeitos mais marcantes da salinidade sobre o crescimento de plantas se refletem em alterações no potencial osmótico, na toxicidade iônica e no desequilíbrio da absorção de nutrientes, provocando assim, a redução no crescimento, justificando às respostas obtidas para altura de plantas no presente estudo.

Com relação aos ciclos de cultivo, o 2º ciclo apresentou superioridade média em altura de plantas de 14,28%, que pode ser justificada pela fertilidade inicial do solo utilizado, tendo em vista, que os teores iniciais de fósforo e de matéria orgânica foram superiores (Tabela 3). Dessa forma, pode ter ocorrido uma maior disponibilidade de nutrientes à planta, influenciando assim, o crescimento em altura. Tal fato pode ser confirmado, já que, os maiores teores foliares de nitrogênio e fósforo foram também obtidos no 2º ciclo de cultivo (Figuras 16 e 17).

Ivanoff (2009) ressalta que a altura das plantas é reflexo das condições nutricionais no período de alongamento do caule. Ademais, Sousa et al. (2009) verificaram que a altura de plantas de girassol foi influenciada pelo suprimento de fósforo no solo, ao longo do seu desenvolvimento.

Para o fator extrato, Galindo et al. (2015), analisando o desempenho agrônomico de plantas de milho em função da aplicação de extrato de algas, também não observaram influência do mesmo sobre a altura de plantas, corroborando com as respostas obtidas neste trabalho.

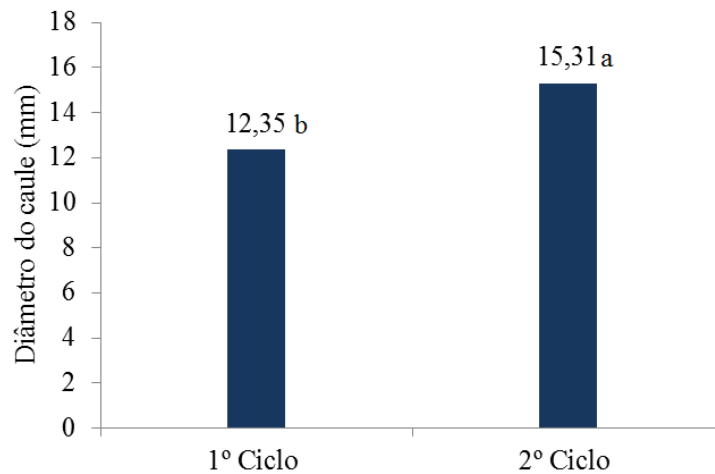
4.3.2 Diâmetro do Caule

Por meio do teste de médias realizado para os ciclos de cultivos (Figura 24), verifica-se que o 2º ciclo apresentou superioridade em torno de 23,96% para os valores encontrados para a variável em questão. Tal fato pode ser justificado pelos teores mais elevados de matéria orgânica presentes no solo utilizado no 2º ciclo (Tabela 3), os quais podem ter contribuído para uma maior disponibilidade de nutrientes, principalmente o N. Dessa forma, o maior suprimento deste elemento pode ter contribuído para os maiores valores de DC encontrados.

Santos et al. (2013), analisando o comportamento produtivo do girassol, verificaram que o diâmetro do caule aumentou conforme o aumento no suprimento de N. Segundo os autores, o N é o elemento responsável pelo crescimento geral das plantas de girassol, bem como, é

responsável pelos maiores diâmetros do caule. Tais assertivas se confirmam no presente trabalho, tendo em vista que os maiores teores foliares de N foram encontrados no 2º ciclo.

Figura 24 – Teste de comparação de médias para diâmetro do caule em função dos ciclos de cultivos, Fortaleza – Ceará, 2016 /2017



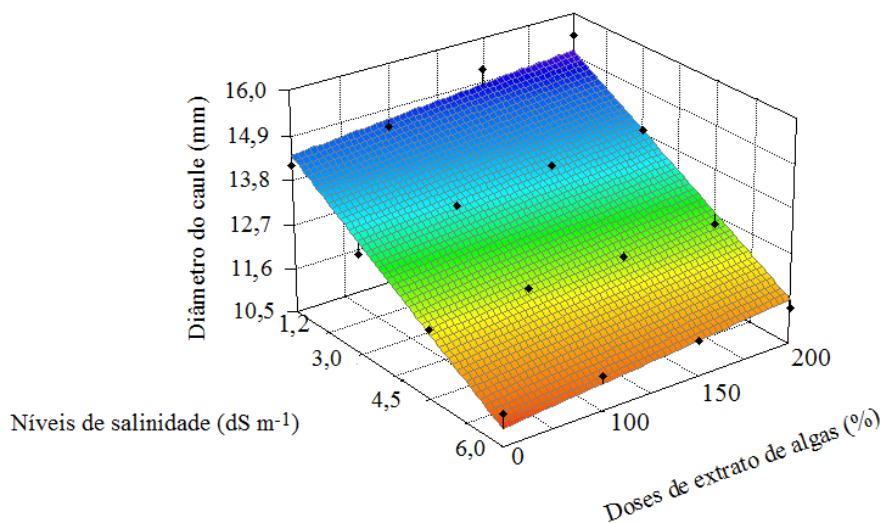
Fonte: Elaborado pela autora.

*As médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

É importante salientar, que o bom crescimento do diâmetro do caule propicia plantas fortes e resistentes, capazes de sustentar a produção de capítulos, reduzindo os riscos de quebra ou acamamento (CARVALHO et al., 2005; CASTRO; FARIAS, 2005; ALVES et al., 2010).

Observa-se na Figura 25, a superfície de resposta associada ao seu modelo matemático que representa a relação existente entre as doses do extrato de algas, em cada nível de salinidade avaliado para a variável diâmetro do caule.

Figura 25 – Superfície de resposta para diâmetro do caule (mm) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%). Fortaleza – CE, 2016/2017.



Fonte: Elaborado pela autora

$$\text{Diâmetro do caule} = 15,351 - 1,155^{**} (S) + 0,2157^{**} (EA) \quad (R^2 = 0,9838)$$

De acordo com o modelo proposto, os dados seguiram uma tendência linear para a interação entre salinidade e extrato de algas. Com o incremento da CEa, associado ao aumento nas doses do extrato, ocorreram decréscimos e acréscimos, respectivamente.

Verificou-se decréscimo de 7,14% por incremento unitário de CEa e acréscimo de 1,40% por aumento unitário na dose do extrato de algas. Dessa forma, o valor máximo de 15,50 mm para o diâmetro do caule, está associado ao tratamento de menor CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) e a dose máxima do extrato (200% - 68 mg L^{-1}), já o valor mínimo, de 11,35 mm foi obtido no tratamento com maior CEa ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) independente das doses do extrato.

Notou-se uma redução total de 26,78%, entre o nível máximo e o mínimo de condutividade elétrica da água. Já com relação às doses do extrato, houve um acréscimo de 9,15% quando equiparados o tratamento controle (ausência do extrato) ao tratamento de maior dose aplicada (200%), ou seja, quanto maior foi a dose de extrato, maiores foram os valores encontrados para a variável.

Em linhas gerais, o fator extrato de algas apresentou tendência linear crescente, considerando que, o diâmetro do caule respondeu positivamente ao incremento das doses aplicadas, em contraponto, o fator salinidade apresentou tendência linear decrescente, havendo um comportamento adverso entre os fatores estudados.

Em se tratando dos efeitos da salinidade sobre o DC, Gomes et al. (2015) também verificaram que o diâmetro do caule reduziu de forma linear com o aumento da concentração de sais.

Os resultados do presente estudo se assemelham aos encontrados por Neves (2012), que avaliando um ciclo de rotação de cultura feijão/girassol irrigados com água salina, encontrou valores do diâmetro caulinar variando de 15 a 11 mm utilizando água de menor e maior CE, respectivamente. Ainda de acordo com o aludido autor, os valores de diâmetro do caule do girassol podem variar de 15 a 90 mm, estando dentro desta faixa, parte dos resultados encontrados neste trabalho.

A redução desta variável com o incremento dos níveis salinos da água pode ser justificada pelo desequilíbrio nutricional causado pelo estresse salino, pois a elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio, aliado ao efeito tóxico dos íons sódio e cloreto, podem impossibilitar o acúmulo de fitomassa do caule, comprometendo seu crescimento em diâmetro (SCHOSSLER et al., 2012).

Sobre os efeitos do extrato de algas, Sampaio et al. (2012), avaliando a influência dos extratos na produção de porta-enxerto de goiabeira, verificaram um incremento de 19,32% no diâmetro do caule das plantas submetidas a doses de extrato em relação a testemunha (sem aplicação foliar do extrato de algas), ratificando os resultados obtidos no estudo em questão.

Souza et al. (2017), trabalhando com mudas de tomate sob efeito de extrato de *Ascophyllum nodosum*, também observaram um comportamento linear crescente, obtendo os maiores valores para o diâmetro do caule na dose máxima de extrato de algas.

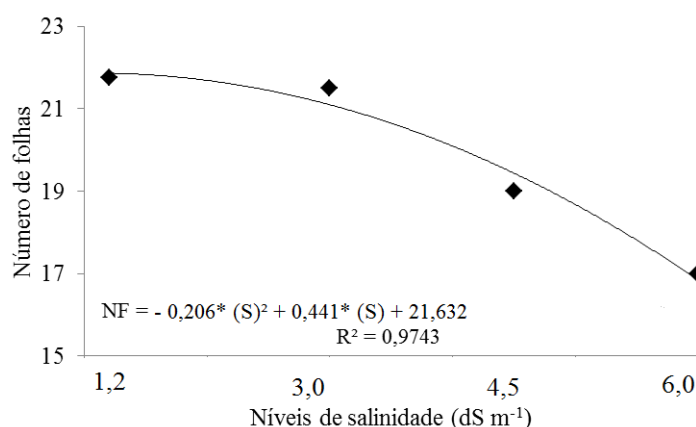
O melhor desempenho agrônômico caulinar em resposta as doses de extrato aplicadas pode estar relacionado aos diversos compostos hormonais reguladores de crescimento presentes no extrato de *Ascophyllum nodosum*, dentre eles, as giberelinas, citocininas e auxinas, que são hormônios responsáveis pela divisão celular, destacando que a giberelina promove o crescimento do caule através da diferenciação de células meristemáticas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Lana et al. (2009) ressaltam que diante de estresses abióticos os extratos atuam como incremento hormonal e nutricional.

Em linhas gerais, evidencia-se que os efeitos da salinidade sobre a variável foram preponderantes em relação aos efeitos da aplicação de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*), embora o extrato tenha atuado de forma positiva sobre a variável, até o nível de 3,0 dS m⁻¹.

4.3.3 Número de folhas

Na Figura 26, estão representados os valores para o número de folhas em função dos níveis de salinidade, os quais se ajustaram ao modelo polinomial quadrático. Ademais, notou-se que só houve redução para a referida variável a partir do nível de 4,5 dS m⁻¹.

Figura 26 – Número de folhas em função dos níveis de salinidade. Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Verificou-se, que o maior valor obtido para os tratamentos com condutividade elétrica da água variando de 1,2 a 3,0 dS m⁻¹ foi de 22 folhas por planta, havendo redução de 19,05 % quando comparados aos tratamentos de níveis mais elevados de CEa (4,5 e 6,0 dS m⁻¹).

De forma semelhante, Silva (2016) não observou redução para o número de folhas de girassol BRS 323 entre as salinidades de 1,5 e 3,5 dS m⁻¹, embora também tenha notado decréscimos para níveis superiores de CEa.

Sousa et al. (2017), avaliando as características agrônômicas do girassol irrigado com águas salinas, observaram redução no número de folhas conforme aumento da salinidade, concordando, em partes, com os resultados obtidos no presente estudo, haja vista, só houve redução da variável a partir da CEa de 4,5 dS m⁻¹.

Oliveira et al. (2011), ressaltam que a redução do número de folhas em condições de estresse salino é um mecanismo das plantas para manter a absorção de água, como consequência de alterações morfológicas e anatômicas, refletindo-se na redução da transpiração.

No que se refere à aplicação foliar do extrato de algas, Garcia et al. (2014), avaliando a aplicação de doses do extrato de *Ascophyllum nodosum* no desenvolvimento de porta enxertos de cajueiro, verificaram que não houve diferença significativa para o número de folhas, confirmando os resultados verificados no presente estudo. Resultados opostos foram encontrados por Guimarães et al. (2012), que utilizando o extrato de algas (Raiza[®]) no desenvolvimento de mudas de mamão, verificaram que as doses do extrato promoveram efeitos positivos sobre o número de folhas.

4.3.4 Diâmetro interno do capítulo

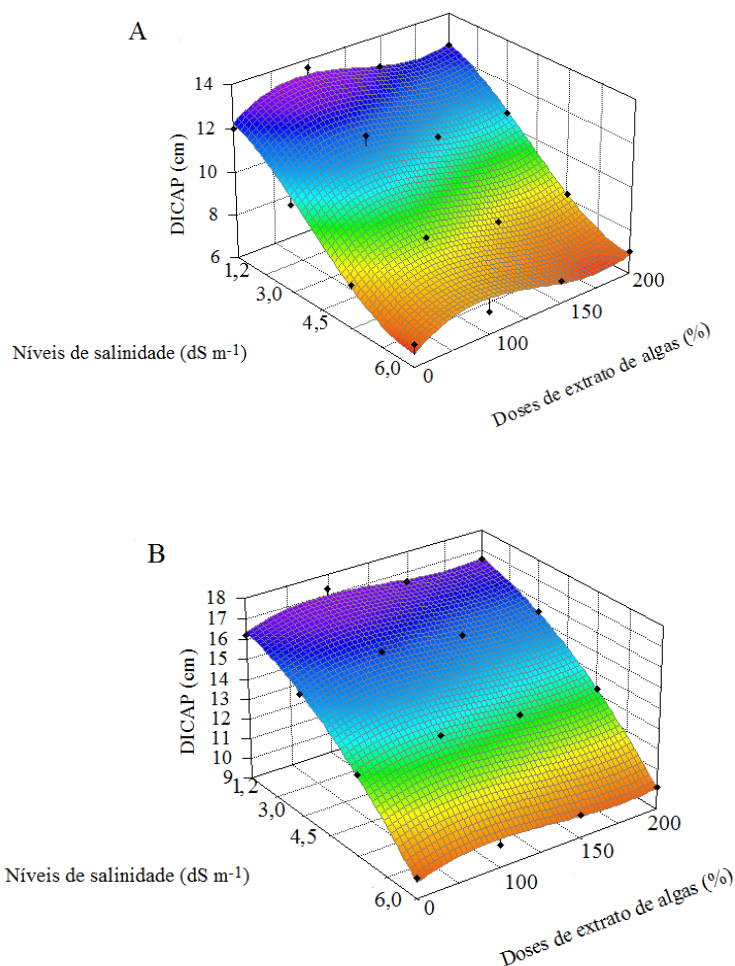
A resposta do diâmetro interno do capítulo em função das doses do extrato de algas, em cada nível de salinidade, para cada ciclo de cultivo está representada por meio da superfície de resposta, associada a seu respectivo modelo matemático (Figura 27). Salienta-se que os dados referentes aos dois ciclos se ajustaram a um modelo polinomial de terceira ordem.

Verificou-se que o maior valor encontrado no 1º ciclo (13,6 cm), foi proveniente da interação do nível de menor CEa (1,2 dS m⁻¹), associado a dose de 100% do extrato de algas (32 mg L⁻¹) (Figura 27A). Para o 2º ciclo, o valor máximo (17,3 cm) também foi encontrado por meio da associação do menor nível salino com a dose de 100% da recomendação do extrato (Figura 27B).

De maneira geral, os valores do diâmetro interno do capítulo apresentaram superioridade de 27,20% para o 2º ciclo de cultivo, o que pode ser justificado pela fertilidade inicial do solo utilizado no referido ciclo (Tabela 3).

Com o aumento da salinidade, notou-se no 1º ciclo uma redução de 48,2% entre o nível de maior (6,0 dS m⁻¹) e o de menor CEa (1,2 dS m⁻¹), já o extrato de algas proporcionou incremento da variável na dose de 100% (32 mg L⁻¹). Verificou-se que a dose mencionada aumentou o DICap em 8,80%, quando comparada ao tratamento controle (ausência do extrato).

Figura 27 – Superfície de resposta para diâmetro interno do capítulo (cm) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%) para os dois ciclos de cultivos, 1º (A) e 2º (B), respectivamente. Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

$$\text{DICap } 1^\circ \text{ ciclo} = 6,24 + 2,42*(S) - 2,14*(S)^2 + 0,30*(S)^3 + 8,37*(EA) - 3,40*(EA)^2 + 0,41*(EA)^3$$

$$(R^2 = 0,9850)$$

$$\text{DICap } 2^\circ \text{ ciclo} = 13,60 + 0,18*(S) - 0,46*(S)^2 + 0,33*(S)^3 + 4,54*(EA) - 1,82*(EA)^2 + 0,22*(EA)^3$$

$$(R^2 = 0,9670)$$

Observou-se no 2º ciclo comportamento semelhante ao 1º, cujo aumento da CEa ocasionou uma redução total de 42,2% no diâmetro interno do capítulo, sendo que o tratamento de dose 100% da recomendação do extrato proporcionou um acréscimo de 6,80% quando comparado ao tratamento controle (ausência do extrato).

Sobre o fator salinidade, resultados similares foram encontrados por Nobre et al. (2010), ao avaliarem o crescimento e a floração do girassol sob estresse salino, observaram redução do diâmetro interno do capítulo com o incremento da CEa. Segundo os autores, o DICap foi a variável que se mostrou mais sensível à salinidade da água em seus estudos. Da

mesma forma, Santos Júnior et al. (2011), trabalhando com girassol em sistema hidropônico, sob diferentes níveis de salinidade, verificaram decréscimos no DICap de 6,60%, por incremento unitário da CEa.

Essa diminuição nos valores pode ser justificada pela redução da disponibilidade de água às plantas, em decorrência do incremento de sais, já que a referida variável tem implicação direta sobre o número potencial de aquênios e baixos rendimentos em girassol ocorrem em função da redução da disponibilidade hídrica no solo (SILVA et al., 2009).

Travassos et al. (2011), avaliando a cultura do girassol irrigado com água salina, obtiveram DICap variando de 5,47 a 7,81 cm, valores inferiores aos encontrados neste estudo.

No que se refere ao extrato de algas, Osman e Salem (2011), verificando os efeitos da aplicação no crescimento do girassol, também observaram efeito significativo para o diâmetro interno do capítulo, obtendo o maior valor (19,51 cm) para o tratamento com aplicação do extrato. Os autores relacionaram esse efeito positivo sobre a variável a uma melhor absorção de nutrientes promovida pelo extrato e pela presença de hormônios reguladores de crescimento, dentre eles, a citocinina.

Os extratos de algas não são capazes de fornecer os nutrientes essenciais nas quantidades exigidas pelas plantas, mas podem exercer influência sobre o crescimento delas, haja vista, que produtos a base de algas marinhas podem aumentar a eficiência na absorção de nutrientes, bem como podem proporcionar uma melhor utilização de nutrientes do solo, devido à presença de substâncias bioativas (MANCUSO et al., 2006; SCHMIDT et al., 2003;).

É importante frisar que, produtos a base de algas são eficientes quando aplicados em baixas concentrações, favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta, permitindo, assim, a obtenção de maiores e melhores resultados em condições ambientais adversas. Destaca-se que como há presença de citocinina na forma natural da alga *A. Nodosum*, pequenas concentrações já podem ser satisfatórias (OLIVEIRA et al., 2011).

Em linhas gerais, houve influência positiva da interação níveis de salinidade e doses de extrato sobre a variável estudada, entretanto, observou-se que o efeito do extrato se restringiu ao nível de CEa, já que a partir de 4,5 dS m⁻¹ já não foram notadas diferenças em relação ao efeito das algas, prevalecendo a influência negativa da salinidade.

Salienta-se que as respostas das plantas ao extrato de algas podem variar, pois dependem do método, das dosagens e as frequências de aplicação, variando com a espécie da planta e cultivar selecionada, estação do ano e localização geográfica do cultivo, dentre outros

fatores. Entretanto, os mecanismos de ação do extrato de *Ascophyllum nodosum* ainda são pouco conhecidos (CARVALHO, 2014).

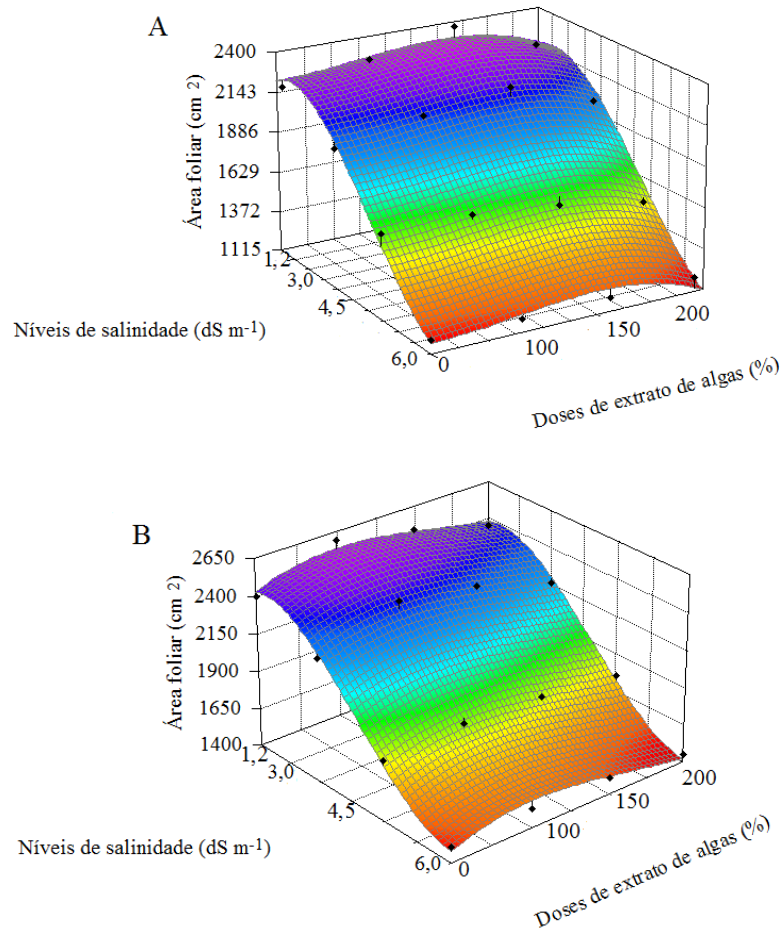
4.3.5 Área foliar

Para a variável, os dados se ajustaram a um modelo polinomial de terceira ordem para ambos os ciclos. Por meio da Figura 28, pode-se observar a representação gráfica da interação das doses do extrato de algas em cada nível de salinidade para cada ciclo de cultivo, por meio da superfície de resposta associada ao seu respectivo modelo matemático.

De acordo com os dados analisados, no 1º ciclo de cultivo (Figura 28A), a área foliar apresentou valor máximo ($2390 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) na associação do tratamento de menor CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) com a dose de 150% da recomendação do extrato (48 mg L^{-1}). De maneira geral, salienta-se que os dados variaram de 1.201 a $2.390 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$.

O aumento nos níveis de CEa influenciou negativamente a variável, já que houve um decréscimo linear de 49,75% ($1.189 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$), quando equiparados os tratamentos de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e o de menor nível de salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$).

Figura 28 – Superfície de resposta para área foliar (cm^2) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%) para os dois ciclos de cultivos, 1º (A) e 2º (B), respectivamente. Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

$$\begin{aligned} \text{Área foliar } 1^\circ \text{ Ciclo} = & 1974,5 + 517,4^{**}(S) - 202,6^{**}(S)^2 + 16,15^{**}(S)^3 - 210,1^{**}(EA) + \\ & 142,8^{**}(EA)^2 - 24,70^{**}(EA)^3 \quad (R^2 = 0,9884) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Área foliar } 2^\circ \text{ Ciclo} = & 1423,8 + 116,4^{**}(S) - 637,5^{**}(S)^2 + 81,04^{**}(S)^3 + 578,3^{**}(EA) - \\ & 204,7^{**}(EA)^2 + 20,37^{**}(EA)^3 \quad (R^2 = 0,9719) \end{aligned}$$

Já para o extrato de algas, quando aplicada à dose de 150% (48 mg L^{-1}), ocorreram acréscimos de 8,88% ($195 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) e 6,60% ($135 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) para os níveis de 1,2 e 3,0 dS m^{-1} , respectivamente, isto, quando comparados ao tratamento controle (ausência do extrato). Em contraponto, notou-se que a dose máxima (200% - 68 mg L^{-1}) provocou uma redução de 1,10% ($22 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) e 2,69% ($55 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$), nos níveis de 1,2 e 3,0 dS m^{-1} , respectivamente, quando comparados à testemunha, no mais, as doses não diferiram nos níveis mais altos de salinidade (4,5 e 6,0 dS m^{-1}).

Para o 2º ciclo de cultivo (Figura 28B), o valor máximo obtido ($2.588 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$) foi proveniente da combinação do tratamento de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (menor nível) com a dose de 100% da recomendação do extrato (32 mg L^{-1}). Os crescentes níveis de CEa ocasionaram redução de 43,78% (1.133 cm^2) sobre a variável, quando comparados aos tratamentos equivalentes a $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ e a $1,2 \text{ dS m}^{-1}$. Cabe ressaltar que, os valores de área foliar oscilaram de 1.455 a 2.588 cm^2 .

Quanto à aplicação do extrato, verificou-se que a dose de 100%, associada ao nível mais baixo de salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) promoveu um incremento de 8,05% (193 cm^2). E no nível de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ocasionou um acréscimo de 7,80% (175 cm^2), isto, quando equiparados ao tratamento controle. De forma adversa, observou-se que o tratamento de dose máxima (200% - 68 mg L^{-1}) promoveu um decréscimo de 1,88% (45 cm^2) e 3,13% (70 cm^2) para os níveis de $1,2$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente, quando comparados ao tratamento sem aplicação (controle). Ademais, não houve diferença das doses nos níveis mais elevados de CEa ($4,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$).

De maneira geral, o 2º ciclo apresentou superioridade de 8,28% (198 cm^2) nos valores de área foliar, que pode ser justificada pela fertilidade inicial do solo e confirmada pelos maiores teores foliares de N presentes no referido ciclo de cultivo.

Sobre o fator salinidade, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram verificados por Gomes et al. (2015) e Santos Júnior et al. (2016), que ao avaliarem girassol submetido ao estresse salino notaram redução da área foliar com o incremento da CEa para a variedade Catissol e diferentes cultivares de girassóis ornamentais, respectivamente.

De acordo com as inferências de Tester e Davenport (2003), os decréscimos da área foliar, em decorrência do aumento dos níveis de CEa, podem estar relacionados a redução da superfície de evapotranspiração com o intuito de minimizar as perdas de água por transpiração, já que esta redução funciona como um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino. Nobre et al. (2011) ressaltam que esse mecanismo utilizado pelas plantas é importante para manter o equilíbrio entre a absorção e a transpiração.

Em relação ao fator extrato, Bettini (2015), avaliando aplicação de extrato de algas em cafeeiro sob estresse salino, verificou que as plantas que receberam aplicação do extrato apresentaram maior área foliar.

Bardivieso et al. (2011); Móggor et al. (2008) e Mohamed e El-Sehrawy (2013), observaram que a aplicação foliar de extrato de algas proporcionou incrementos sobre a área foliar para a batata, feijão e manga, respectivamente.

Os acréscimos relatados sobre a área foliar podem ser justificados pelo fato do extrato de algas ser uma fonte de citocinina, classe de hormônios naturais que promovem a divisão celular com efeito sobre a expansão foliar e partição de assimilados das plantas (MÓGOR et al., 2008; ZHANG; SCHMIDT, 2000).

Hernández - Herrera et al. (2014) inferem que o efeito positivo exercido pelo extrato de algas de *A. Nodosum* pode estar associado aos compostos ativos do extrato, que atuam sinergicamente em diferentes concentrações.

Silva et al. (2012), em estudo sobre o uso de extrato de algas em produção de mudas de maracujazeiro amarelo, observaram que as concentrações mais elevadas provocaram redução no crescimento das plantas em relação a testemunha. Segundo os autores, as maiores dosagens desses produtos podem causar baixo aproveitamento dos hormônios vegetais, resultando em perda de eficiência agrônômica, justificando assim, a redução da área foliar observada na dose máxima do extrato neste trabalho.

Em linhas gerais, para ambos os ciclos, os efeitos da salinidade foram preeminentes aos do extrato de algas, embora as doses de 150 e 100% (1º e 2º ciclos, respectivamente) tenham influenciado para um melhor desempenho da variável.

4.3.6 Matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total.

Na Tabela 10, está exposto o resumo da análise de variância para as variáveis matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MSTotal). Observa-se que todas as variáveis foram significativamente influenciadas pelos fatores isolados ciclos de cultivos e níveis de salinidade a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Houve interação a 5% de probabilidade entre os fatores níveis de salinidade e doses de extrato de algas para a MSPA e MSTotal (Tabela 10).

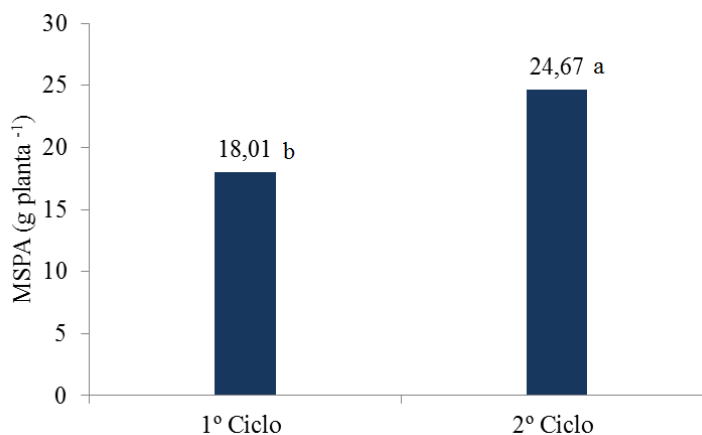
Tabela 10 – Resumo da análise de variância para matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MSTotal). Fortaleza, Ceará. 2016/2017

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		
		MSPA	MSR	MSTotal
Blocos	3	12,519 ^{ns}	0,4127 ^{ns}	5,6059 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	1417,086 [*]	998,84 [*]	3410,02 [*]
Resíduo (Cc)	3	6,72	0,3678	4,943
Salinidade (S)	3	57,0423 ^{**}	956,40 ^{**}	10,2342 [*]
Interação Cc x S	3	0,1850 ^{ns}	2,7857 ^{ns}	47,650 ^{ns}
Resíduo (S)	18	16,898	0,7705	16,635
Extrato de algas (Ea)	3	23,894 ^{ns}	1,3604 ^{ns}	7,161 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	13,886 ^{ns}	2,3660 ^{ns}	17,798 ^{ns}
Ea x S	9	29,054 ^{**}	1,0245 ^{ns}	31,086 ^{**}
Cc x Ea x S	9	15,079 ^{ns}	2,7986 ^{ns}	49,968 ^{ns}
Resíduo (Ea)	72	13,221	1,437	17,487
Total	127	-	-	-
CV - Cc (%)	-	15,01	26,68	4,31
CV - S (%)	-	20,06	12,15	7,90
CV - Ea (%)	-	17,01	16,95	8,10

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; *=Significativo a 1%; **=Significativo a 5% e ns = não significativo

Para matéria seca da parte aérea, observa-se por meio do teste de médias realizado em função dos ciclos de cultivos (Figura 29), que o 2º ciclo apresentou superioridade de 36,97% (6,66 g planta⁻¹).

Figura 29 – Teste de comparação de médias para matéria seca da parte aérea em função dos ciclos de cultivo, Fortaleza – Ceará, 2016 /2017



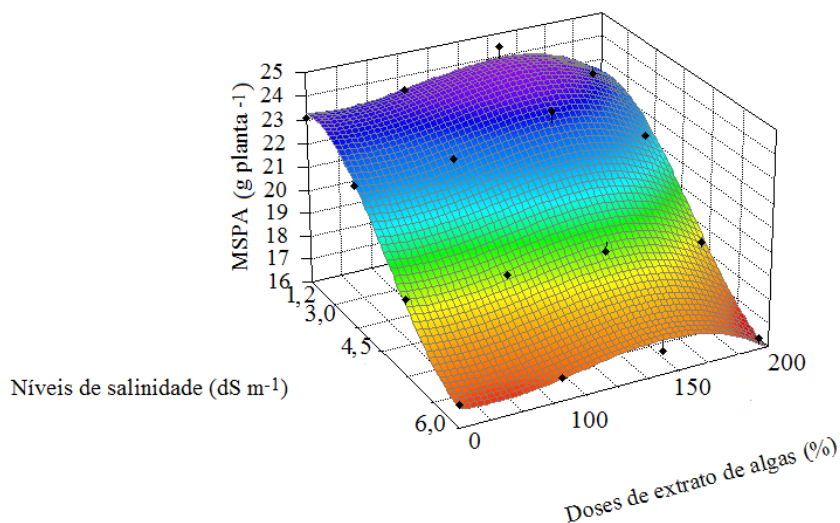
Fonte: Elaborado pela autora

*As médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

A superioridade dos valores de MSPA para o 2º ciclo pode ser justificada pela fertilidade inicial do solo utilizado, já que este apresentou maiores teores de matéria orgânica (Tabela 3), a qual pode ter promovido uma maior disponibilidade de nutrientes para a planta. Destaca-se que o 2º ciclo apresentou os maiores teores foliares de N e este nutriente está intimamente relacionado aos parâmetros de rendimento da matéria seca (MALAVOLTA et al., 1997).

Verifica-se na Figura 30, a superfície de resposta associada ao seu respectivo modelo matemático, que representa a relação entre os fatores níveis de salinidade e doses do extrato de algas para a variável matéria seca da parte aérea (MSPA).

Figura 30 – Superfície de resposta para matéria seca da parte aérea (g planta^{-1}) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%). Fortaleza – CE, 2016/2017.



Fonte: Elaborado pela autora.

$$\text{MSPA} = 21,68 + 7,58^{**}(\text{S}) - 4,07^{**}(\text{S})^2 + 0,50^{**}(\text{S})^3 - 4,40^{**}(\text{EA}) + 2,35^{**}(\text{EA})^2 - 0,36^{**}(\text{EA})^3$$

($R^2 = 0,979$)

O efeito da variação das doses do extrato de algas em cada nível de salinidade sobre a matéria seca da parte aérea, se ajustou a um modelo polinomial de terceira ordem, com valor máximo ($24,4 \text{ g planta}^{-1}$) obtido no tratamento de nível mais baixo de CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$), associado a dose de extrato de algas de 150% (48 mg L^{-1}), demonstrando um decréscimo a partir deste intervalo, ou seja, houve redução no valor da MSPA com a dose de 200% (64 mg L^{-1}). É importante ressaltar que não houve efeito do extrato a partir do nível de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$.

A salinidade provocou uma redução total de 32,38% ($7,90 \text{ g planta}^{-1}$) sobre a MSPA quando comparados os tratamentos de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e de menor CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$). Já as doses do extrato de algas promoveram acréscimos de 5,62% ($1,30 \text{ g planta}^{-1}$) e 4,95% ($1,10 \text{ g planta}^{-1}$) dentro dos níveis de 1,2 e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente, quando equiparados os tratamentos de dose 150% (48 mg L^{-1}) a testemunha (ausência do extrato). A dose máxima do extrato (200% - 64 mg L^{-1}) provocou discretas reduções sobre a MSPA, com valores de 3,04% ($0,70 \text{ g planta}^{-1}$) e 2,73% ($0,60 \text{ g planta}^{-1}$) para os níveis de 1,2 e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente.

Resultados similares foram encontrados por Nobre et al. (2011); Centeno et al. (2014) e Gomes et al. (2015), que avaliando girassol submetido ao estresse salino notaram que a MSPA foi reduzida conforme elevação da condutividade elétrica da água.

A redução da MSPA pode ser justificada pela elevação de sais que pode causar rompimento na homeostase do potencial de água, desbalanço iônico na interfase solo-planta e promover toxidez no vegetal, modificando seu crescimento e a produção de matéria seca (ASCH et al., 2000).

Quanto ao extrato de algas, Kumar e Sahoo (2011) notaram acréscimos de 11 a 34% sobre a matéria seca da parte aérea do milho “Boruta”, em relação à testemunha. Da mesma forma, Carvalho (2013) também observou aumento de 22,22% na MSPA do trigo tratado com extrato de *A. Nodosum*.

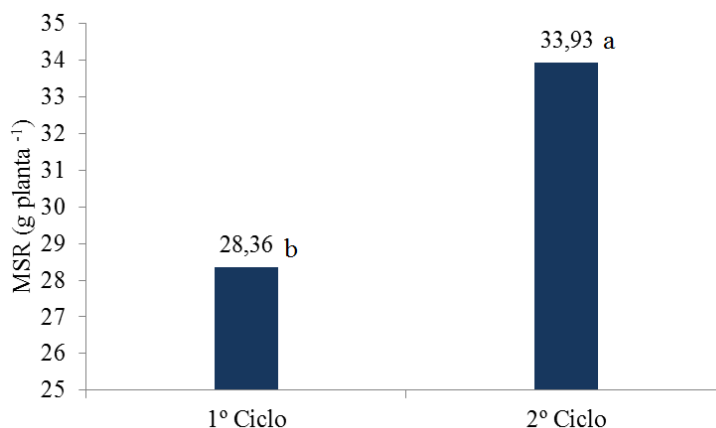
Os efeitos sobre a MSPA podem ser justificados pela presença de hormônios no extrato de algas e estes são capazes de promover um melhor desenvolvimento vegetal. De acordo com as inferências de Khan et al. (2009), o extrato de *A. Nodosum* é capaz de aumentar a expressão de genes da produção endógena de auxina e citocinina, já que tais hormônios são modeladores do desenvolvimento vegetal.

Já Garcia et al. (2014), observaram que a maior dose aplicada promoveu um declínio no crescimento de porta – enxertos de cajueiros, corroborando com os resultados encontrados neste estudo. Leite et al. (2009) ressaltam que a eficiência desses produtos é afetada significativamente pela dosagem, uma vez que quantidades mais elevadas podem ocasionar efeito tóxico a planta e baixo aproveitamento dos hormônios vegetais.

Em linhas gerais, embora se tenha observado influência positiva do extrato até a dose de 150%, os efeitos da salinidade foram mais severos, inibindo o efeito do extrato nos níveis mais elevados de CEa.

Quanto à matéria seca da raiz, verifica-se através do teste de médias realizado em função dos ciclos de cultivos (Figura 31), que os valores oscilaram entre 28,36 e 33,93 g planta⁻¹, para o 1º e 2º ciclo, respectivamente.

Figura 31 – Teste de comparação de médias para matéria seca da raiz em função dos ciclos de cultivo, Fortaleza – Ceará, 2016 /2017



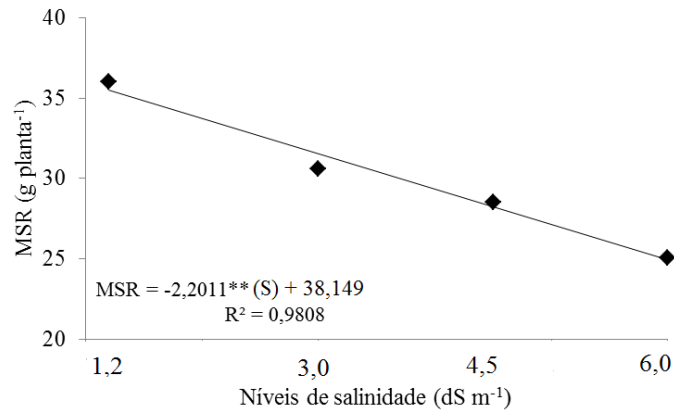
Fonte: Elaborado pela autora.

*As médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se que o 2º ciclo foi superior em 19,64 % (5,57 g planta⁻¹). Esta superioridade pode ser justificada pelos maiores teores de N presentes no solo utilizado no ciclo supracitado, uma vez que este elemento desempenha função estrutural, fazendo parte de compostos orgânicos vitais às plantas, promovendo o crescimento (BRAZ, 2018).

Através da Figura 32, observa-se a resposta da matéria seca da raiz em função dos níveis de salinidade. Salienta-se que os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente, uma vez que, de acordo com o aumento dos níveis de salinidade houve uma diminuição dos valores de MSR, sendo denotada uma redução de 5,76% por incremento unitário de CEa, e redução total de 30,28% (10,9 g planta⁻¹), quando utilizada a água de 6,0 dS m⁻¹ (maior nível de salinidade avaliado).

Figura 32 – Matéria seca da raiz em função dos níveis de salinidade. Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

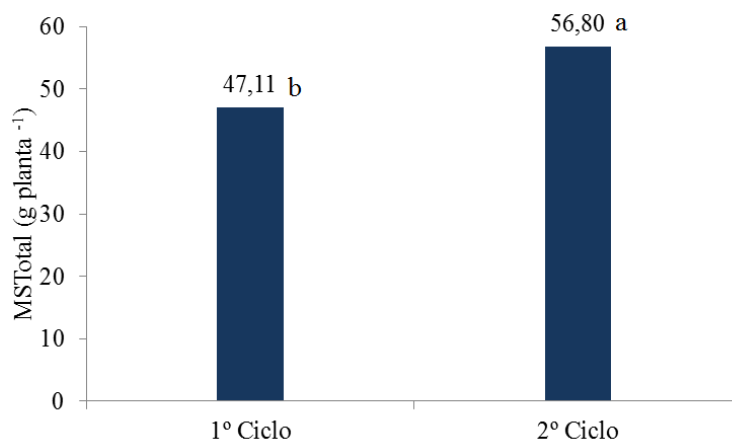
(**) significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Resultados similares foram observados por Gomes et al. (2015); Braz (2018) e Oliveira et al. (2018), os referidos autores verificaram que os valores de MSR do girassol, milho e mandioca, respectivamente, foram reduzidos conforme aumento da condutividade elétrica da água de irrigação.

De acordo com as inferências de Silva et al. (2014), esta redução da MSR pode ser devido a menor expansão celular das raízes ocasionada pelo Na, já que a raiz está diretamente exposta ao excesso de sais no solo. Os autores ressaltam que esta possível fitotoxicidade pode ser em decorrência do desequilíbrio de aquisição de nutrientes pelas raízes.

Quanto à matéria seca total, observa-se na Figura 33, o teste de médias realizado em função dos ciclos de cultivos.

Figura 33 – Teste de média para matéria seca total em função dos ciclos de cultivo, Fortaleza – Ceará, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

*As médias seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

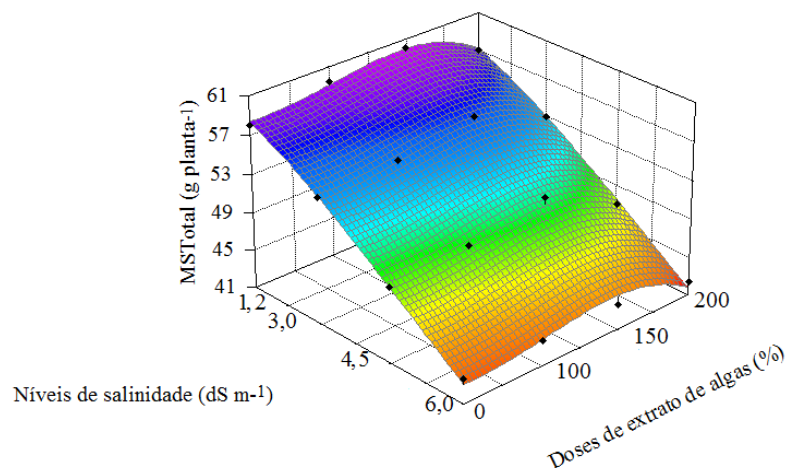
Percebe-se que os valores oscilaram entre 47,11 e 56,80 g planta⁻¹, para o 1º e 2º ciclos, respectivamente, destacando que o 2º ciclo foi superior em 20,56% (9,69 g planta⁻¹).

A superioridade na produção de matéria seca total constatada para o 2º ciclo pode estar relacionada à fertilidade inicial do solo usado no referido ciclo, já que este apresentou maiores teores de N como já mencionado para MSPA e MSR.

Schroder et al. (2000) salientam que a matéria seca total é afetada pelo teor disponível de N, uma vez que este é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos fitocromos e da clorofila.

Sobre a interação níveis de salinidade e doses do extrato de algas, observa-se na Figura 34, a superfície de resposta e seu concernente modelo matemático que demonstram a relação funcional entre os fatores de estudo.

Figura 34 – Superfície de resposta para matéria seca total (g planta⁻¹) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m⁻¹) e doses de extrato de algas (%). Fortaleza – CE, 2016/2017.



Fonte: Elaborado pela autora.

$$\text{MSTotal} = 63,79 - 0,851^{**}(\text{S}) + 1,415^{**}(\text{S})^2 + 0,134^{**}(\text{S})^3 - 6,492^{**}(\text{EA}) + 3,870^{**}(\text{EA})^2 - 0,633^{**}(\text{EA})^3 \quad (\text{R}^2 = 0,9804)$$

Para a MSTotal, os dados se ajustaram a um modelo polinomial de terceira ordem. Houve uma redução da variável com o incremento da salinidade e acréscimo até a dose de 150% do extrato (32 mg L⁻¹), ocorrendo um decréscimo com a dose máxima (200% - 64 mg L⁻¹).

O valor máximo (60,03 g planta⁻¹) foi obtido através da água de nível mais baixo de CE (1,2 dSm⁻¹) associado a dose de 150% da recomendação do extrato (48 mg L⁻¹). A salinidade exerceu influência negativa sobre a variável, ocasionando redução total de 29,37% (17,63 g planta⁻¹), quando utilizada a água de 6,0 dS m⁻¹, em comparação ao controle. Já o extrato, exerceu efeito positivo sobre a MSTotal, promovendo um acréscimo de 3,50% (2,03 g planta⁻¹), quando aplicada a dose de 150% em relação a testemunha (ausência do extrato), no nível de 1,2 dS m⁻¹.

Acrescenta-se que a dose de 150% do extrato acarretou aumentos de 3,30% (1,80 g planta⁻¹) e 2,48% (1,24 g planta⁻¹) dentro dos níveis de 3,0 e 4,5 dS m⁻¹, respectivamente, quando comparados ao tratamento controle (ausência do extrato). Em contrapartida, a dose de 200% ocasionou decréscimos de 1,73% (1,0 g planta⁻¹), 2,22% (1,20 g planta⁻¹) e 3,69% (1,80 g planta⁻¹) para os níveis de CEa 1,2, 3,0 e 4,5 dS m⁻¹.

É importante frisar, que as doses do extrato não apresentaram diferença para o nível mais alto de salinidade (6,0 dS m⁻¹).

Ratificando os resultados do presente estudo, Braz (2018); Ribeiro et al. (2015) e Santos et al. (2012), constataram redução da MSTotal de plantas de milho, girassol e amendoim, respectivamente, com o aumento da CEa.

A redução da MSTotal com o incremento da concentração de sais pode estar relacionada as dificuldades das plantas em absorverem água e nutrientes, dessa forma, comprometendo seu crescimento. Richardson e Mccree (1985) reportam que os efeitos deletérios sobre a MSTotal ocorrem em função do consumo de energia que promove o crescimento na tentativa de se adaptarem ao ambiente salino, haja vista, a redução da variável pode ser refletida no custo metabólico para tolerar o estresse e, por conseguinte, reduzir o ganho de carbono.

Em relação ao fator extrato, Guimarães et al. (2012), avaliando o efeito do extrato de algas (Raíza®) no desenvolvimento de mudas de mamão, constataram acréscimos sobre a matéria seca total com a utilização do produto. Os autores inferem que o ganho de matéria seca pode estar relacionado com a presença de substâncias nutritivas na composição do produto, já que estas favorecem a divisão celular por serem ricas em estimulantes naturais e nutrientes.

Em contrapartida, Garcia et al. (2014) verificaram redução da MSTotal quando aplicaram doses mais elevadas do extrato de *A. Nodosum*. Os autores notaram um decréscimo de 19,21% sobre a variável quando aplicaram a dose máxima em relação a testemunha. É importante frisar que, a aplicação de extratos de algas marinhas causa efeitos benéficos para as plantas, porém, teores mais altos do extrato podem funcionar de forma inibidora (ARAÚJO, 2017). Tal fato pode ter ocorrido no presente estudo, já que houve redução da MSTotal quando utilizada a dose máxima (200%).

Em linhas gerais, os efeitos da salinidade foram preponderantes aos do extrato de algas, embora este tenha amenizado os efeitos dos sais sobre a variável.

Tais efeitos positivos da aplicação do extrato de *A. Nodosum* podem estar relacionados à presença de antioxidantes em sua composição, estes são capazes de proteger as células das toxinas que ela própria produz naturalmente ou em resposta a estresses (MORETI et al., 2018).

4.4 Trocas gasosas foliares

Na Tabela 11, encontra-se exposto o resumo da análise de variância para a condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese (A) e concentração interna de CO₂ (Ci).

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para condutância estomática (gs), transpiração (E), fotossíntese (A) e concentração interna de CO₂ (Ci). Fortaleza, Ceará. 2016/2017

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		gs	E	A	Ci
Blocos	3	0,0564 ^{ns}	1,479 ^{ns}	2,6932 ^{ns}	709,842 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	0,5985 ^{ns}	1290,06 ^{**}	147,587 ^{**}	5089,066 ^{**}
Resíduo (Cc)	3	0,0107	7,613	1,071	647,10
Salinidade (S)	3	2,885 ^{**}	66,046 [*]	1373,18 [*]	3261,85 ^{ns}
Interação Cc x S	3	0,0832 ^{**}	48,292 [*]	5147,77 [*]	2540,88 ^{**}
Resíduo (S)	18	0,0097	3,746	1,515	2228,42
Extrato de algas (Ea)	3	0,062 ^{ns}	1,076 ^{ns}	0,1826 ^{ns}	593,44 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	0,053 ^{ns}	1,711 ^{ns}	1,4337 ^{ns}	2524,71 ^{ns}
Ea x S	9	0,1067 ^{**}	2,857 ^{ns}	3,3058 ^{ns}	1258,14 ^{ns}
Cc x Ea x S	9	0,0234 ^{ns}	3,944 ^{ns}	1,8421 ^{ns}	1032,061 ^{ns}
Resíduo (Ea)	72	0,0208	3,604	1,828	956,49
Total	127	-	-	-	-
CV - Cc (%)	-	14,64	30,70	4,76	8,61
CV - S (%)	-	13,93	21,53	5,66	15,99
CV - Ea (%)	-	20,36	21,12	6,22	10,47

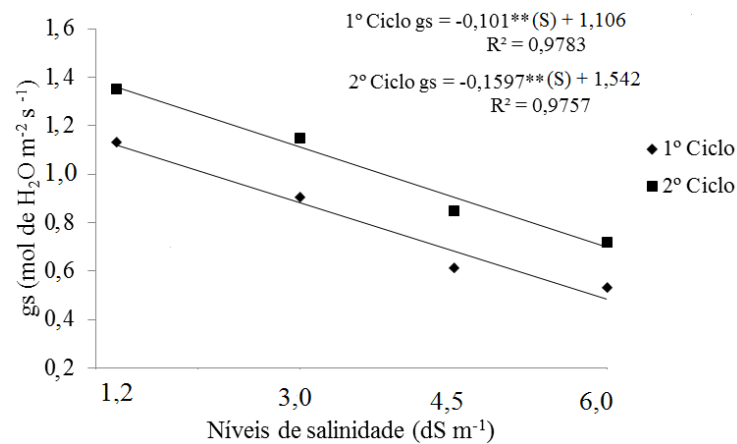
GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; *=Significativo a 1%

** = Significativo a 5% e ns = não significativo

Verifica-se na Tabela 11, que todas as variáveis foram influenciadas pelos efeitos da interação entre níveis de salinidade e ciclos de cultivos, bem como pelo fator salinidade (isolado) a 1 e 5% de probabilidade. Não houve efeito significativo da aplicação do extrato de algas sobre as variáveis, exceto para a condutância estomática (gs), uma vez que, ocorreu interação entre os fatores níveis de salinidade e doses do extrato de algas a 5% de probabilidade para a referida variável.

Observa-se na Figura 35, a resposta da condutância estomática em função da salinidade para cada ciclo de cultivo. Os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente, isto é, os valores de gs reduziram com o incremento dos sais na água de irrigação.

Figura 35 – Condutância estomática (gs) em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

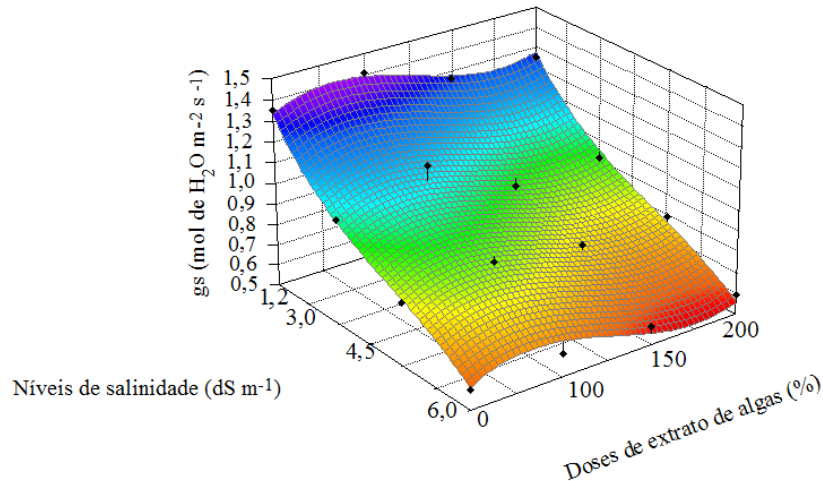
(**) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Em decorrência dos efeitos negativos da salinidade, a variável apresentou reduções de 9,13% e de 10,35% por incremento unitário de condutividade elétrica da água para o 1º e 2º ciclos, respectivamente.

Com relação às reduções totais, estas foram de 53,10% ($0,6 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) no 1º e de 46,67% ($0,63 \text{ H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) no 2º ciclo de cultivo, isto, quando equiparados os tratamentos de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e o de menor CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$). Ressalta-se, que o 2º ciclo de cultivo foi superior ao 1º em 19,46% ($0,22 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Está representada na Figura 36, a superfície de resposta associada ao seu respectivo modelo matemático, que demonstra a relação entre os fatores doses de extrato e níveis de salinidade. Acrescenta-se que os dados se ajustaram a um modelo polinomial de terceira ordem.

Figura 36 – Superfície de resposta para condutância estomática (gs) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%). Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

$$gs = 1,470 - 0,908^{**}(S) + 0,265^{**}(S)^2 - 0,031^{**}(S)^3 + 0,865^{**}(EA) - 0,381^{**}(EA)^2 + 0,048^{**}(EA)^3$$

$$(R^2 = 0,984)$$

Percebe-se que o valor máximo ($1,41 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi obtido através da água de menor nível de salinidade $1,2 \text{ dS m}^{-1}$, associada a dose 100% da recomendação do extrato (32 mg L^{-1}). Em relação à salinidade, ocorreu uma redução total de 58,16% ($0,82 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), entre o nível de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e o de menor CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$). Com relação ao extrato, a dose de 100% no menor nível de salinidade promoveu um acréscimo de 5,18% ($0,07 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) sobre a variável, quando comparada ao controle (ausência do extrato).

Quanto ao fator salinidade, Braz et al. (2017), avaliando os efeitos da salinidade sobre a condutância estomática em plantas de milho, verificaram decréscimo linear com o incremento da salinidade. Leite et al. (2017), em estudo sobre estresse salino em plantas de feijão caupi, também constataram redução da gs com o aumento de sais na água de irrigação. De forma semelhante, Gomes et al. (2015) trabalhando com girassol irrigado com água salina, verificaram diminuição da condutância estomática em função do aumento dos níveis de salinidade.

O decréscimo da condutância estomática em função dos níveis crescentes de CEa está relacionada a redução do fluxo de água da planta no sistema, devido provavelmente à concentração de sais na zona radicular, diminuindo o metabolismo vegetal (LIMA et al., 2011).

Sobre o fator alga, Bettini (2015), avaliando os efeitos do extrato de algas em cafeeiro submetido ao estresse salino, notou que a condutância estomática respondeu positivamente a aplicação do produto. O autor elucida que houve um estímulo às plantas para a manutenção da abertura estomática em condições salinas. No presente estudo, embora o extrato tenha influenciado a variável de forma positiva, os efeitos da salinidade foram mais severos em detrimento aos acréscimos proporcionados pelo extrato, acrescenta-se que nos níveis mais elevados de CEa não foram notados efeitos do extrato de *A. nodosum*.

É importante frisar que, o incremento de gs pode ser devido ao fornecimento de potássio, já que este elemento atua na melhoria do balanço hídrico da planta e está presente na composição do extrato (GURGEL et al., 2010).

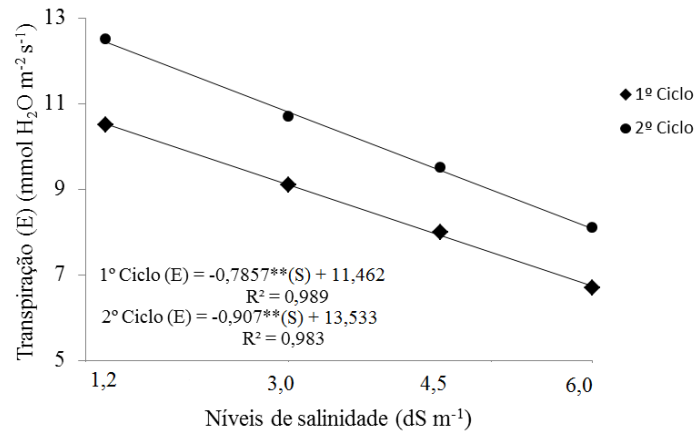
Em relação à transpiração (E), está representada na Figura 37, a resposta da variável em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Nota-se que os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente, havendo redução da variável conforme aumento da concentração de sais.

Os valores de transpiração oscilaram de 6,7 a 10,5 e de 8,1 a 12,5 mmol m⁻² s⁻¹ para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. Acrescenta-se que os maiores valores foram obtidos com a utilização de água de menor CE (1,2 dS m⁻¹).

A salinidade exerceu influência negativa sobre a transpiração para ambos os ciclos, ocasionando decréscimos lineares conforme aumento da condutividade elétrica da água. Verificou-se que ocorreu uma redução de 6,85% por incremento unitário de CEa no 1º e de 6,70% no 2º ciclo.

Quando comparados os tratamentos de maior (6,0 dS m⁻¹) e o de menor nível de salinidade (1,2 dS m⁻¹), ocorreram reduções totais de 36,2% (3,8 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) no 1º e de 35,2% (4,4 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) no 2º ciclo de cultivo.

Figura 37 – Transpiração (E) em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.
 (**) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Similarmente, Prazeres et al. (2015); Gomes et al. (2015) e Sousa et al. (2017) verificaram diminuição da transpiração para plantas de feijão-caupi, girassol e soja, respectivamente, conforme incremento dos níveis de condutividade elétrica da água, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

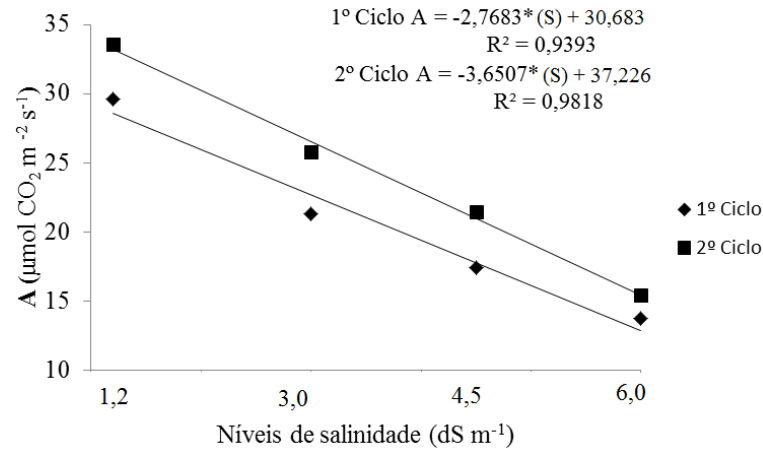
Neves et al. (2009) inferem que a redução da transpiração em função da salinidade está relacionada ao fechamento dos estômatos das plantas submetidas a estresse para não absorverem sais em excesso como o Na^+ e Cl^- , e como consequência há redução na absorção de CO_2 .

Plantas submetidas ao estresse salino comumente apresentam limitação do fluxo de água no sistema, em decorrência da diminuição da condutância estomática (gs), assim, reduzindo o fluxo de vapor d'água para a atmosfera, e por consequência, a transpiração (E) (GONÇALVES et al., 2010).

De maneira geral, acrescenta-se que o 2º ciclo de cultivo apresentou superioridade de 19,04% nos valores de transpiração.

Quanto à fotossíntese, nota-se através da Figura 38 a resposta da variável em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Os dados seguiram uma tendência linear decrescente, uma vez que a taxa fotossintética foi reduzida em decorrência do aumento na concentração de sais.

Figura 38 – Fotossíntese (A) em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Os valores de fotossíntese oscilaram de 13,73 a 29,6 e 15,42 a 33,56 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. Destaca-se que os valores mais elevados foram obtidos através da utilização da água de menor condutividade (1,2 dS m^{-1}) para ambos os ciclos.

De maneira geral, o incremento de sais na água de irrigação influenciou negativamente a taxa fotossintética nos dois ciclos. Verificou-se redução de 9,02% no 1º e de 9,80% no 2º ciclo por aumento unitário de CEa. Sendo que, quando comparados os tratamentos de maior (6,0 dS m^{-1}) e o de menor nível de salinidade (1,2 dS m^{-1}), ocorreram reduções totais de 53,62% (15,87 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e 54,06% (18,14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) para o 1º e 2º ciclos, respectivamente,

Sousa et al. (2017), avaliando trocas gasosas em plantas de soja irrigadas com água salina, notaram que a taxa fotossintética foi inibida linearmente pelo incremento de sais. Braz (2018) analisando plantas de milho submetidas a estresse salino também observou redução da fotossíntese com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, corroborando com os resultados apresentados no estudo em questão.

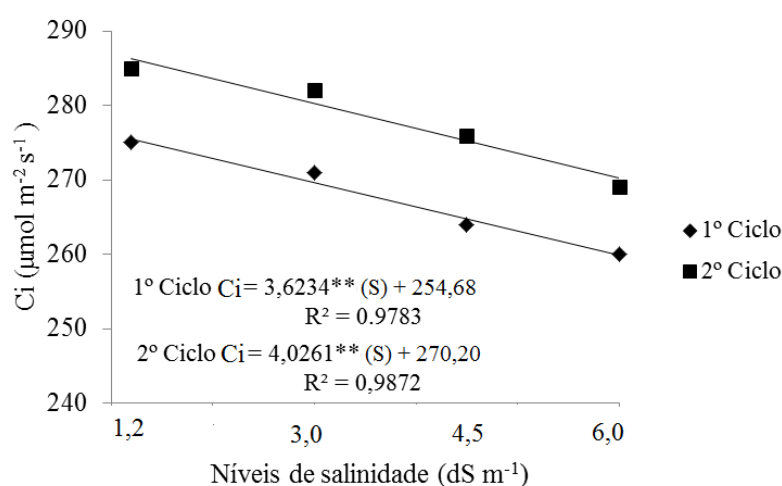
Conforme as inferências de Neves et al. (2009), a redução da taxa fotossintética pode estar relacionada ao fechamento parcial dos estômatos, associado ao efeito osmótico e a toxidez iônica sobre o metabolismo da planta. Entretanto, a inibição da fotossíntese não se dá apenas pelas limitações estomáticas, haja vista, que alterações de natureza bioquímica também podem acarretar em redução da taxa fotossintética, dentre elas, a inibição da

atividade da Rubisco e da síntese de ATP são citadas como respostas complementares às estomáticas (SABRA; DAAYF; RENAULT., 2012).

Em linhas gerais, o 2º ciclo apresentou as maiores taxas de fotossíntese, demonstrando superioridade de 13,37% ($3,96 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Tal fato pode estar relacionado aos maiores valores de área foliar observados no referido ciclo, já que a fotossíntese e as trocas gasosas são diretamente relacionadas com a AF (LARCHER, 2006).

Para a concentração interna de CO_2 , a Figura 39 demonstra a resposta da variável em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. O ajuste dos dados seguiu uma tendência linear decrescente. Ademais, cabe ressaltar que a C_i não foi influenciada estatisticamente pelas doses do extrato de algas.

Figura 39 – Concentração interna de CO_2 (C_i) em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(**) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

A concentração interna de CO_2 exibiu valores que oscilaram de 260 a 275 e de 269 a 285 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. O comportamento da C_i foi semelhante em ambos os ciclos, com redução na concentração conforme aumento da salinidade. Sendo denotadas reduções por incremento unitário de CEa de 1,42% no 1º e de 1,49% no 2º ciclo de cultivo.

Entre os tratamentos de maior ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e de menor nível salino ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$), os decréscimos totais foram de 5,50% ($15 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e de 5,62% ($16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) para o 1º e

2º ciclos, respectivamente. Cumpre salientar que o 2º ciclo de cultivo apresentou superioridade de 3,63% ($10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) para os valores de concentração interna de CO_2 .

Resultados similares foram observados por Bezerra et al. (2017), que ao avaliarem as trocas gasosas em plantas de goiabeira submetidas ao estresse salino, notaram redução da concentração interna de CO_2 com o incremento da salinidade.

Braz (2018) ressalta que a queda da C_i está relacionada à menor g_s em decorrência do aumento da concentração de sais, já que a salinidade reduz o potencial osmótico da solução do solo, ocasionando estresse hídrico e, por conseguinte, o fechamento estomático que resulta em uma limitação da referida variável.

Em desacordo com os resultados obtidos neste trabalho, Souto Filho et al. (2014), em estudo sobre as trocas gasosas em cana-de-açúcar submetida a estresse salino, constataram aumento da concentração interna de carbono em decorrência da salinidade. De acordo com as inferências de Parida e Das (2005), tal fato pode ocorrer devido à queda na atividade de enzimas do metabolismo do carbono, em razão da sensibilidade ao acúmulo de Na^+ e Cl^- nas folhas, ocasionando fitotoxicidade.

4.5 Teores relativos de clorofila total: índice Spad

Está apresentado na Tabela 12, o resumo da análise de variância referente aos teores de clorofila total: índice Spad.

Observa-se que a variável foi influenciada pelo fator isolado da salinidade e pela interação entre todos os fatores de estudo (Níveis de salinidade, extrato de algas e ciclos de cultivos) a 5% de probabilidade.

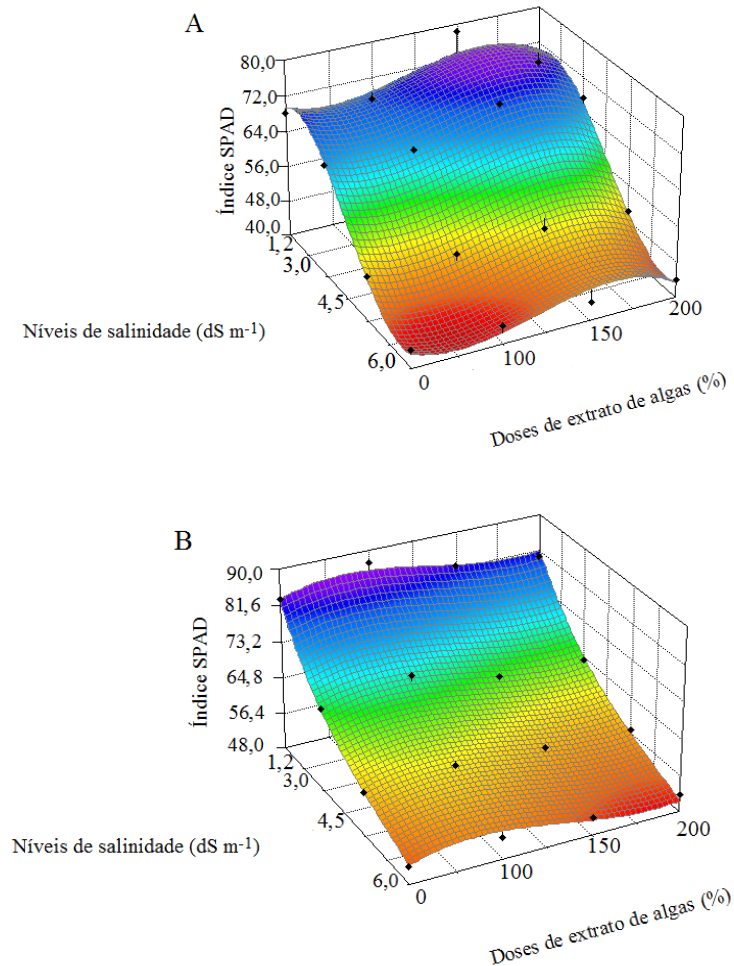
Tabela 12 - Resumo da análise de variância para os teores de clorofila total: índice SPAD. Fortaleza, Ceará. 2016/2017

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios
		Índice SPAD
Blocos	3	582,69 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	320,45 ^{ns}
Resíduo (Cc)	3	492,41
Salinidade (S)	3	583,32 ^{**}
Interação Cc x S	3	68,8162 ^{ns}
Resíduo (S)	18	149,96
Extrato de algas (Ea)	3	89,7568 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	302,371 ^{ns}
Ea x S	9	318,132 ^{ns}
Cc x Ea x S	9	599,82 ^{**}
Resíduo (Ea)	72	259,29
Total	127	-
CV - Cc (%)	-	32,15
CV - S (%)	-	17,74
CV - Ea (%)	-	23,33

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; * = Significativo a 1%; ** = Significativo a 5% e ns = não significativo

Verifica-se na Figura 40, a representação gráfica da relação funcional entre as doses do extrato de algas em cada nível de salinidade e para cada ciclo de cultivo, por meio da superfície de resposta associada ao seu concernente modelo matemático para os teores relativos de clorofila total: índice Spad.

Figura 40 – Superfície de resposta para os teores relativos de clorofila total: índice SPAD em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%) para os dois ciclos de cultivos, 1º (A) e 2º (B), respectivamente. Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

$$\text{I. Spad 1º Ciclo} = 56,79 + 57,06^{**}(\text{S}) - 29,10^{**}(\text{S})^2 + 3,79^{**}(\text{S})^3 - 32,99^{**}(\text{EA}) + 16,03^{**}(\text{EA})^2 - 2,24^{**}(\text{EA})^3 \quad (\text{R}^2 = 0,9710)$$

$$\text{I. Spad 2º Ciclo} = 98,06 - 38,12^{**}(\text{S}) + 9,25^{**}(\text{S})^2 - 0,87^{**}(\text{S})^3 + 23,41^{**}(\text{EA}) - 9,87^{**}(\text{EA})^2 + 1,20^{**}(\text{EA})^3 \quad (\text{R}^2 = 0,9870)$$

Através do estudo da superfície de resposta para a variável em questão, constata-se que os dados se ajustaram a um modelo polinomial de terceira ordem para os dois ciclos de cultivos.

Verificou-se que o maior valor obtido para o 1º ciclo (78,3 unidades Spad) foi proveniente do tratamento de menor nível de salinidade ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) associado a dose de 150% da recomendação do extrato (48 mg L^{-1}) (Figura 40A). Já para o 2º ciclo, o valor

máximo (87,0 unidades Spad) se deu através do tratamento de nível mais baixo de CEa (1,2 dS m⁻¹) combinado ao tratamento de dose 100% da recomendação do extrato (32 mg L⁻¹) (Figura 40B). Cumpre salientar que para os dois ciclos de cultivos a dose máxima do extrato (200% - 64 mg L⁻¹) acarretou em redução sobre a variável.

A salinidade da água de irrigação influenciou negativamente os teores relativos de clorofila total: índice Spad, observou-se reduções de 43,68 (34,2 unidades Spad) e 40,23% (35 unidades Spad) para o 1º e 2º ciclos, respectivamente, quando equiparados os tratamentos de maior (6,0 dS m⁻¹) e de menor CEa (1,2 dS m⁻¹).

Para o extrato, observou-se no 1º ciclo que a dose de 150% proporcionou acréscimos de 14,64% (10 unidades Spad) e 7,24% (4,7 unidades de Spad) para os níveis de 1,2 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente. Em relação ao 2º ciclo de cultivo o tratamento de dose 100% promoveu um incremento de 4,82 (4,0 unidades Spad) e 2,94% para os níveis de 1,2 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente.

A redução do índice de clorofila em decorrência da dose de 200% (dose máxima) foi de 1,47 (1 unidade Spad) e 2,2% (2 unidades Spad) para o 1º ciclo e de 3,62% (3 unidades Spad) e 4,4% (3,5 unidades Spad) para o 2º quando comparada ao tratamento controle (ausência do extrato), dentro dos níveis de 1,2 e 3,0 dS m⁻¹, respectivamente. Ademais, as doses do extrato não demonstraram diferenças nos níveis mais elevados de CEa (4,5 e 6,0 dS m⁻¹).

Temóteo (2012), trabalhando com café, verificou que os teores relativos de clorofila decresceram com o aumento da salinidade. Assim como Silva, Nascimento e Leão (2017), em estudo sobre o estresse salino e seus efeitos no crescimento e pigmentos fotossintéticos em genótipos de feijão-caupi, notaram que os valores das leituras do índice Spad foram reduzidos com o incremento da salinidade da água de irrigação. Tais estudos corroboram com os resultados obtidos no presente trabalho.

Segundo Munns e Tester (2008), a redução nos teores de clorofila pode ser decorrente do desequilíbrio das atividades fisiológicas e bioquímicas em consequência do excesso de sais. Os autores elucidam que o excesso de sais pode estimular a atividade enzimática da clorofilase que causa degradação das moléculas do pigmento fotossintetizante, dessa forma, induzindo a destruição dos cloroplastos e, por conseguinte, resultando em desbalanceamento e perda de atividade das proteínas de pigmentação.

Quanto ao extrato, Foelkel et al. (2015), analisando os efeitos de extratos de *A. Nodosum* em folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo observaram aumento no teor relativo de clorofila, bem como Bettini (2015), que ao avaliar aplicação de extrato de algas em

cafeeiro submetido ao estresse salino também notou efeito positivo, verificou que os teores relativos de clorofila foram maiores em plantas tratadas com o extrato, confirmando os resultados obtidos neste trabalho.

Os efeitos positivos do extrato de algas em plantas sob condições adversas podem estar associados aos compostos ativos do extrato que atuam sinergicamente em diferentes concentrações por meio de mecanismos ainda pouco conhecidos (BETTINI, 2015; HERNÁNDEZ-HERRERA et al., 2014).

De acordo com as inferências de Coll et al. (2001), o efeito positivo do extrato sobre o índice relativo de clorofila pode estar relacionado a presença de citocinina, já que esta pode manter em alto nível a síntese de proteínas e enzimas, mantendo o vigor celular e o processo metabólico de absorção e assimilação de nutrientes, ademais, retarda a degradação de proteínas e clorofila.

Oliveira et al. (2011), utilizando extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo observaram que a dose máxima inibiu o efeito do extrato, ratificando os resultados verificados no estudo em questão.

Em linhas gerais, os efeitos da salinidade foram preeminentes aos do extrato de algas, embora tenha havido influência positiva do extrato nas doses de 100 e 150%. Acrescenta-se, que o 2º ciclo mostrou superioridade de 11,11% (8,7 unidades Spad), a qual pode ser justificada pela maior concentração foliar de N para o ciclo supracitado. Silva et al. (2012), ressaltam que o teor de clorofila está correlacionado com a concentração de N na planta.

4.6 Variáveis produtivas do girassol

De acordo com o resumo da análise de variância exposto na Tabela 13, observa-se que as variáveis peso de mil aquênios (P 1.000) e produtividade (PROD) foram influenciadas pelos fatores isolados ciclos de cultivos e níveis de salinidade, bem como pelas interações (ciclos e níveis de salinidade), (níveis de salinidade e extrato de algas) a 1 e 5% de probabilidade.

Tabela 13 – Resumo da análise de variância para peso de mil aquênios (P 1.000) e produtividade (PROD). Fortaleza, Ceará, 2016/2017

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		P 1.000 (g)	PROD (Kg ha ⁻¹)
Blocos	3	1,00836 ^{ns}	569,18 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	755,6814 [*]	35211,70 [*]
Resíduo (Cc)	3	0,20011	1108,90
Salinidade (S)	3	9385,6112 [*]	346810,49 [*]
Interação Cc x S	3	9,09177 [*]	91011,06 [*]
Resíduo (S)	18	0,21082	1167,13
Extrato de algas (Ea)	3	0,8344 ^{ns}	18875,76 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	0,1744 ^{ns}	2208,47 ^{ns}
Ea x S	9	0,7177 ^{**}	6286,13 ^{**}
Cc x Ea x S	9	0,1006 ^{ns}	1544,10 ^{ns}
Resíduo (Ea)	72	0,4033	1597,55
Total	127	-	-
CV - Cc (%)	-	1,10	3,00
CV - S (%)	-	1,24	3,08
CV - Ea (%)	-	1,32	3,60

GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; *=Significativo a 1%;

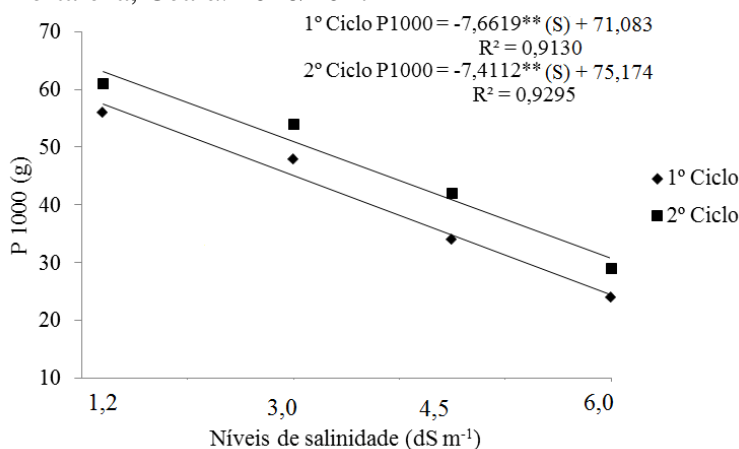
** = Significativo a 5% e ns = não significativo

4.6.1 Peso de mil aquênios (P 1.000)

Observa-se na Figura 41, a resposta da variável peso de mil aquênios (P 1.000) em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Os dados se ajustaram a um modelo linear, apresentando decréscimos conforme incremento dos níveis de CEa.

Os valores de P 1.000 oscilaram de 24 a 56 g (1º ciclo) e de 28 a 61 g (2º ciclo), apresentando reduções de 10,77% e de 9,85% por aumento unitário de CEa para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. Acrescenta-se que, quando comparados os tratamentos de maior (6,0 dS m⁻¹) e o de menor CEa (1,2 dS m⁻¹), as reduções totais foram de 57,15% (32 g) para o 1º ciclo e de 54,10% (33 g) para o 2º ciclo de cultivo. Conforme Carvalho et al. (2013), para a variedade BRS 324 a faixa esperada para P 1.000 está entre 50 e 65 g, estando inserido nesta faixa parte dos valores obtidos no presente estudo.

Figura 41 – Peso de mil aquênios (g) em função dos níveis de salinidade (dS m^{-1}) para cada ciclo de cultivo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(**) significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

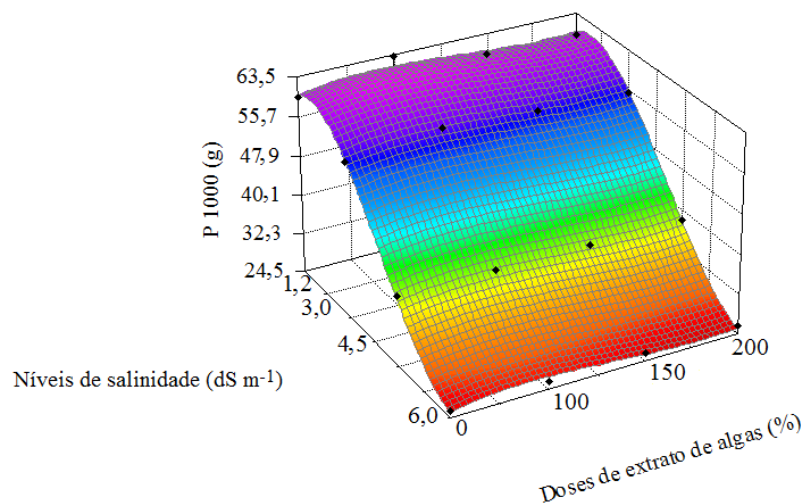
Resultados semelhantes foram encontrados por Travassos et al. (2011), que ao avaliarem a produção de aquênios do girassol irrigado com água salina, observaram decréscimos lineares para o peso de mil aquênios conforme elevação da condutividade elétrica da água de irrigação. De maneira similar, Nobre et al. (2014), verificaram decréscimo total de 81,51% sobre o peso dos aquênios nas plantas irrigadas com água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ em relação ao controle.

A diminuição no peso de 1.000 aquênios está relacionada à redução do potencial osmótico e, conseqüente, diminuição da disponibilidade de água para plantas em decorrência do excesso de sais no solo. Isto compromete a absorção de nutrientes, além de limitar a fotossíntese em decorrência do fechamento estomático e pelo efeito dos sais sobre os cloroplastos, em particular, sobre o transporte eletrônico e sobre os processos secundários, que resultam em redução na produção da planta (CORDÃO SOBRINHO et al., 2007; LARCHER, 2006).

De maneira geral, notou-se que o 2º ciclo demonstrou superioridade de 8,92% para os valores de P 1.000 aquênios.

Quanto à interação entre níveis de salinidade e doses do extrato de algas, observa-se na Figura 42, a resposta da variável em função dos fatores supracitados por meio da superfície de resposta, associada a seu respectivo modelo matemático. No mais, acrescenta-se que os dados se ajustaram a um modelo polinomial de terceira ordem.

Figura 42 – Superfície de resposta para peso de mil aquênios (g) em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%). Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

$$P \text{ 1.000} = 24,96 + 49,78^{**}(S) - 25,41^{**}(S)^2 + 3,13^{**}(S)^3 + 11,70^{**}(EA) - 4,82^{**}(EA)^2 + 0,589^{**}(EA)^3 \quad (R^2 = 0,9860)$$

Através da superfície de resposta, nota-se que o valor máximo (63,1 g) para o P 1.000 aquênios foi proveniente do tratamento de menor nível de CEa (1,2 dS m^{-1}) combinado a dose de 100% da recomendação do extrato de *A. nodosum* (32 mg L^{-1}).

O aumento dos níveis de salinidade provocou redução total de 58,8% (37,1 g) quando utilizada a água de 6,0 dS m^{-1} em relação a testemunha. Já o extrato de algas promoveu acréscimos de 6,05 (3,6 g) e de 3,63% (2,0 g) dentro dos níveis de 1,2 e 3,0 dS m^{-1} , respectivamente, quando equiparados a testemunha (ausência do extrato). Ressalta-se que os níveis mais elevados de CEa (4,5 e 6,0 dS m^{-1}) inibiram os efeitos do extrato.

Em relação aos efeitos da salinidade, Santos et al. (2016), em estudo sobre a produção de girassol irrigado com água salina verificaram redução total de 41,13% no peso de 1.000 aquênios, quando utilizada a água de 4,7 dS m^{-1} em relação ao controle.

De acordo com as inferências de Assis et al. (2007), a redução da produção em plantas cultivadas sob estresse salino, pode ser devido ao atraso na assimilação de carbono, associada ao efeitos osmóticos e acúmulo de íons potencialmente tóxicos como o Na^+ e Cl^- .

Quanto ao fator extrato, Suganthi e Sujatha (2014) verificaram para o girassol acréscimo de 14% (5,54 g) para o peso de 100 aquênios para plantas tratadas com algas em comparação

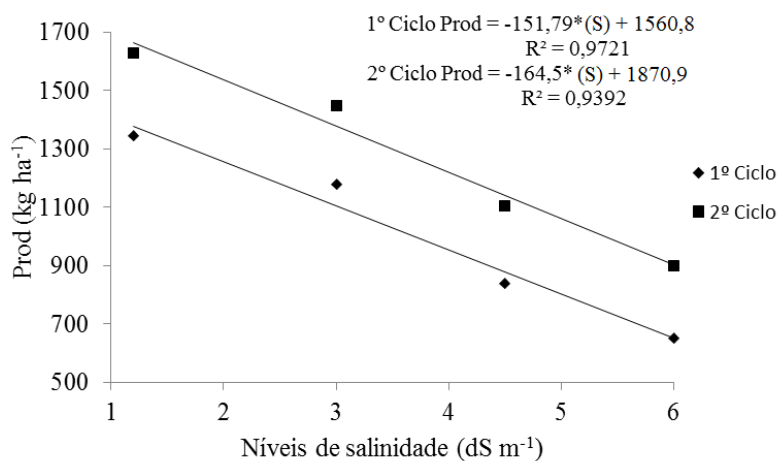
ao controle. Já Zodape et al. (2009) observaram incremento na massa de 1.000 grãos de trigo com a aplicação de extrato de algas.

Osman e Salem (2011) ressaltam que os extratos de algas proporcionam uma melhor absorção de nutrientes pelas plantas, assim, contribuindo para o aumento da produção e rendimento da cultura. É importante destacar que o potássio está presente na composição do produto à base de algas e este elemento influencia diretamente o potencial produtivo da cultura do girassol.

4.6.2 Produtividade (PROD)

Para a interação entre ciclos de cultivos e níveis de salinidade, os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente, apresentando redução conforme incremento dos níveis salinos. A produtividade estimada variou de 650 a 1.344 e 900 a 1.630 kg ha⁻¹ para o 1º e 2º ciclos, respectivamente, destacando que os maiores valores foram obtidos com a utilização da água de menor CEa (1,2 dS m⁻¹), em ambos os ciclos (Figura 43).

Figura 43 – Produtividade em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

O incremento dos sais na água de irrigação ocasionou decréscimos de 9,72% e 8,79% por aumento unitário da CEa para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. Sendo que, as reduções totais foram de 51,64% (694 kg ha⁻¹) para o 1º e 44,79% (730 kg ha⁻¹) para o 2º ciclo, quando

equiparados os tratamentos de maior e o de menor salinidade (6,0 e 1,2 dS m⁻¹), respectivamente.

Similarmente, Guedes Filho et al. (2015), verificaram decréscimos na produtividade do girassol em função do aumento da salinidade quando comparados os tratamentos de maior e de menor CEa.

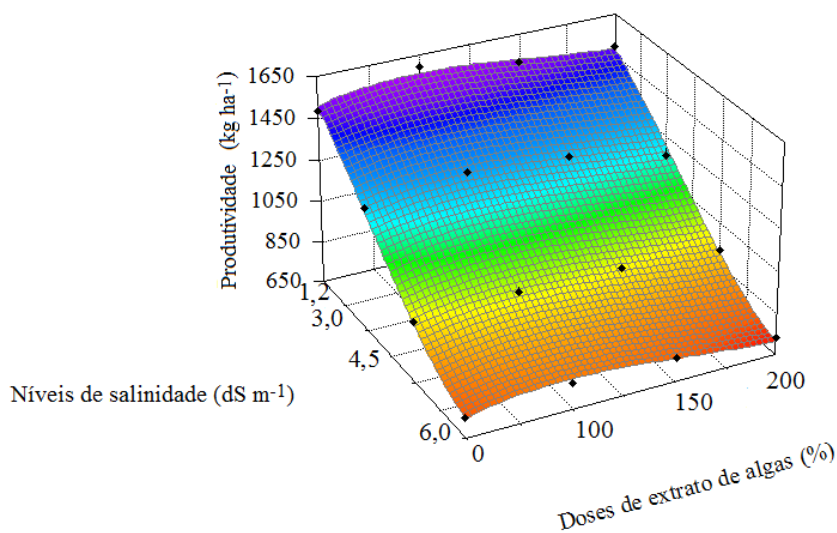
De acordo com as inferências de Ayers e Westcot (1999), a redução da produtividade ocorre devido o potencial total de energia da água no solo se tornar cada vez mais negativo em função do aumento da salinidade, fazendo com que a planta tenha maior dificuldade para absorver água, apesar de sua disponibilidade no solo.

Em linhas gerais, o 2º ciclo de cultivo apresentou a maior produtividade, com superioridade de 21,28% (286 kg ha⁻¹). Destaca-se que no ciclo supracitado foram notados os capítulos de maiores diâmetros, exibindo uma correlação positiva entre o diâmetro do capítulo e a produtividade de aquênios (PIVETTA et al., 2012).

Ademais, os maiores teores foliares de N e K foram observados no 2º ciclo, tal fato pode ter influenciado a produtividade, já que o N, associado ao K é o maior limitante nutricional à produtividade do girassol (BLAMEY et al., 1997).

Em relação à interação níveis de salinidade e doses de extrato de algas, observa-se na Figura 44 a relação funcional entre os fatores citados, através da superfície de resposta associada ao seu respectivo modelo matemático. Acrescenta-se que os dados se ajustaram a um modelo polinomial de terceira ordem.

Figura 44 – Superfície de resposta para produtividade em função das combinações de diferentes níveis de salinidade (dS m^{-1}) e doses de extrato de algas (%). Fortaleza – CE, 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

$$\text{PROD} = 1426,7 - 13,64^{**}(\text{S}) - 138,81^{**}(\text{S})^2 + 21,58^{**}(\text{S})^3 + 317,37^{**}(\text{EA}) - 116,87^{**}(\text{EA})^2 + 12,25^{**}(\text{EA})^3 \quad (\text{R}^2 = 0,9890)$$

A maior produtividade estimada (1.590 kg ha^{-1}) foi obtida com o uso da água de $1,2 \text{ dS m}^{-1}$ (menor nível de CEa) associada a dose de 100% da recomendação do extrato (32 mg L^{-1}). A produtividade do girassol respondeu negativamente ao incremento dos níveis salinos, demonstrando redução de 53,84% (856 kg ha^{-1}) quando utilizada a água de maior salinidade ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$). Já o extrato de algas influenciou positivamente a variável, observou-se que a dose de 100% promoveu acréscimos de 7,07% (105 kg ha^{-1}) e de 4,59% (57 kg ha^{-1}), dentro dos níveis de $1,2$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. Ademais, não foram notados efeitos do extrato nos maiores níveis de CEa avaliados ($4,5$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$).

Quanto ao fator salinidade, de acordo com Gulzar et al. (2003), o estresse provocado pelo excesso de íons, normalmente diminui a assimilação de CO_2 , a condutância estomática, a transpiração e a fotossíntese das plantas e, conseqüentemente, acaba por prejudicar a produção e a produtividade das culturas, justificando a redução da produtividade em função do aumento dos níveis salinos, tal como verificado no presente trabalho.

Feitosa et al. (2016), avaliando a variedade de girassol BRS 324 sob diferentes níveis de salinidade, observaram redução da produtividade com o incremento da salinidade. Os autores verificaram um rendimento máximo de 4.050 kg ha^{-1} utilizando a água de menor CE

(0,8 dS m⁻¹), enquanto o rendimento mínimo de 1.480 kg ha⁻¹ foi notado para o tratamento de maior nível salino (6,4 dS m⁻¹). Já Celentano et al. (2017), obtiveram produtividade máxima de 1.158, 6 kg ha⁻¹ para a mesma variedade.

Conforme Carvalho et al. (2013), a média de produtividade para a variedade BRS 324 é de 1.500 kg ha⁻¹ para as regiões Central e Nordeste, estando de acordo com esta média parte dos resultados obtidos no presente estudo.

Para o fator extrato, Mógor et al. (2008), observaram maior produtividade para a cultura do feijão através da aplicação foliar de extrato de algas.

Similarmente, Fontes Neto (2017), avaliando aplicações foliares dos extratos comerciais da alga *Ascophyllum nodosum*, verificaram incrementos de produtividade em diferentes doses na cultura da soja, quando comparados à testemunha. Ademais, Karthikeyan e Shanmugam (2015), notaram incremento de 51,03% na produtividade do girassol tratado com extrato de algas quando equiparado ao tratamento controle. Tais resultados corroboram com os encontrados neste trabalho.

O aumento na produtividade pode estar relacionado à promoção do desenvolvimento de aquênios que é ocasionado pela maior disponibilidade de citocinina pelo uso do extrato de algas, já que tal hormônio está relacionado à partição e a mobilização de assimilados direcionados principalmente a estes drenos, quando a planta esta na fase reprodutiva (ADAMS – PHILLIPS et al., 2004; CARVALHO, 2013; KHAN et al., 2009).

De maneira geral, embora o extrato de algas tenha demonstrado efeito positivo sobre a variável em questão, é importante salientar que os efeitos mais severos da salinidade, inibiram os do extrato nos níveis mais elevados de CEa (4,5 e 6,0 dS m⁻¹).

4.7 Variáveis de pós-colheita do girassol

Está apresentado na Tabela 14, o resumo da análise de variância para o teor de óleo e produtividade de óleo, teor de proteína e produtividade de proteína. Todas as variáveis de pós-colheita foram influenciadas pelos efeitos isolados dos ciclos de cultivos e da salinidade, bem como pela interação entre ciclos e níveis de salinidade a 1 e 5 % de probabilidade. Ressalta-se que não houve diferença estatística para as doses do extrato sobre as variáveis supracitadas.

Tabela 14 – Resumo da análise de variância para teor de óleo (T.O), produtividade de óleo (PROD. ÓLEO), teor de proteína (T. PROT) e produtividade de proteína (PROD. PROT) Fortaleza, Ceará, 2016/2017

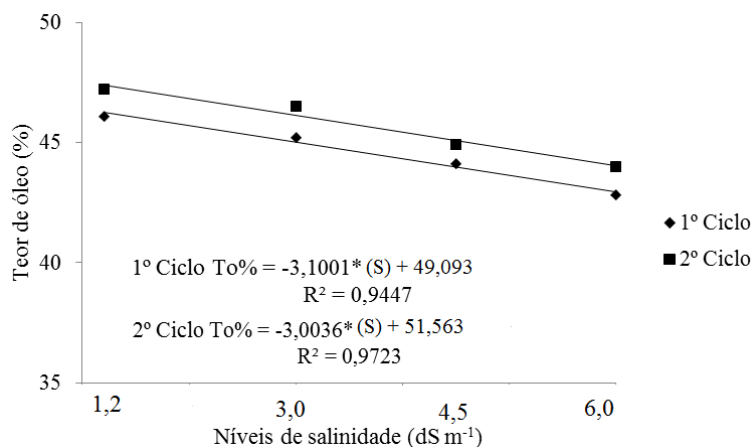
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		T ÓLEO (%)	PROD ÓLEO (kg ha ⁻¹)	T PROT (%)	PROD PROT (kg ha ⁻¹)
Blocos	3	2,0722 ^{ns}	766,691 ^{ns}	0,00104 ^{ns}	196,3728 ^{ns}
Ciclos de cultivo (Cc)	1	140,3436 ^{ns}	14060,5264 ^{**}	127,5354 [*]	3267,6262 [*]
Resíduo (Cc)	3	0,713919	73,620,084	0,002	1,348,193
Salinidade (S)	3	3356,116 ^{**}	1198,3466 [*]	201,406 [*]	6811,669 [*]
Interação Cc x S	3	16,1380 [*]	333,7877 ^{**}	9,869 [*]	91,0282 [*]
Resíduo (S)	18	156,172	6601,5	0,000414	2,472,127
Extrato de algas (Ea)	3	2,83284 ^{ns}	6632,457 ^{ns}	0,00455 ^{ns}	656,040 ^{ns}
Ciclo x Ea	3	1,8592 ^{ns}	750,589 ^{ns}	0,000487 ^{ns}	156,1977 ^{ns}
Ea x S	9	1,3526 ^{ns}	843,4591 ^{ns}	0,00166 ^{ns}	56,5032 ^{ns}
Cc x Ea x S	9	1,0853 ^{ns}	120,4608 ^{ns}	0,245 ^{ns}	28,2125 ^{ns}
Resíduo (Ea)	72	0,6385	429,81	0,00212	106,434
Total	127	-	-	-	-
CV - Cc (%)	-	2,23	7,14	1,3	10,14
CV - S (%)	-	3,3	6,76	1,8	13,73
CV - Ea (%)	-	2,11	5,45	1,3	9,01

GL= Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; *=Significativo a 1%; ** = Significativo a 5% e ns = não significativo

4.7.1 Teor de óleo

A Figura 45 ilustra a resposta do teor de óleo em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente.

Figura 45 – Teor de óleo (%) em função dos níveis de salinidade (dS m^{-1}) para cada ciclo de cultivo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Os teores de óleo variaram de 42,8 a 46,1% e de 44,0 a 47,2% para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. Ressaltando que os maiores teores foram provenientes dos tratamentos de menor CEa ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$) para os dois ciclos de cultivos. Acrescenta-se que parte dos teores obtidos estão em conformidade com o rendimento esperado para a variedade BRS 324 (45 a 49%) de acordo com as especificações realizadas por Carvalho et al. (2013).

O aumento da salinidade implicou em discretas reduções sobre a variável. Observou-se que os teores decresceram 7,16% no 1º e 6,78% no 2º ciclo, quando comparados os tratamentos de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $1,2 \text{ dS m}^{-1}$.

Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, François (1996) observou uma pequena, mas significativa redução no teor de óleo do híbrido de girassol 452 em resposta ao aumento da salinidade. Decréscimos nos teores de óleo em função do estresse salino também foram verificados por Nobre et al. (2012) e Singh et al. (2014) em plantas de mamoneira e mostarda, respectivamente.

A redução nos teores de óleo pode estar relacionada a um aumento na pressão osmótica da solução do solo e desequilíbrios nos nutrientes e elementos essenciais ocasionados pela presença excessiva de sais (TOORCHI et al. 2011). Freire (2016) ressalta que em condições de estresse ocorrem diminuição da transpiração e das taxas fotossintéticas, comprometendo a acumulação de fotossintatos e, por conseguinte podendo interferir no teor de óleo.

De acordo com as inferências de Ayers e Westcot (1999), o excesso de sais presentes nas águas ou nos solos acarreta em declínio na produção e na qualidade dos produtos derivados das plantas cultivadas.

Cumprе salientar que Noreen e Ashraf (2010), em estudo sobre os efeitos do sal (NaCl) na composição do óleo de girassol, também notaram redução nos teores em decorrência da salinidade. Os autores destacam que a qualidade do óleo dos aquênios está associada a composição dos ácidos graxos, principalmente os ácidos oleico, linoleico e linolênico.

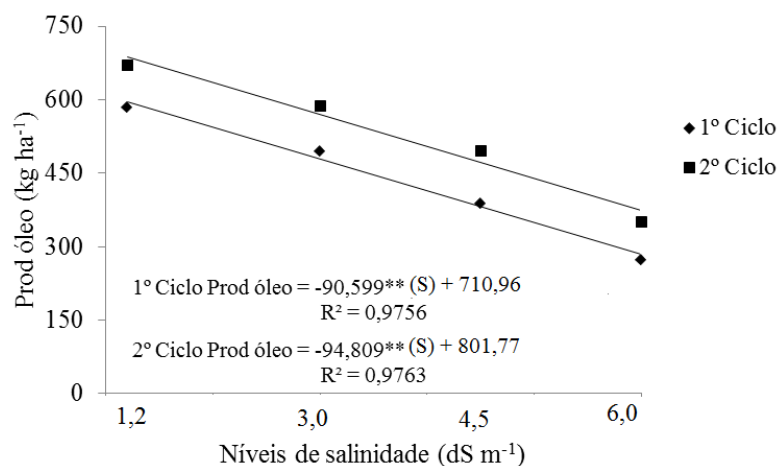
Dessa forma, Flagella et al. (2004) constataram que a composição de ácidos graxos é muito afetada pela salinidade. Os autores observaram, sob condições salinas, que o ácido oleico aumentou e o ácido linoleico diminuiu progressivamente com o incremento de sais, tal fato foi relacionado à inibição da enzima oleato dessaturase que catalisa a reação de conversão do ácido oleico em ácido linoleico induzida pelo sal.

De maneira geral, os autores supracitados mencionam que a redução no teor de óleo pode ter sido causada pelo encurtamento na fase de acumulação lipídica e alguns danos às atividades enzimáticas provocadas pelo excesso de sais.

4.7.2 Produtividade de óleo

Quanto à produtividade de óleo, observa-se na Figura 46, a resposta da referida variável em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. Acrescenta-se que os dados se ajustaram a um modelo linear decrescente.

Figura 46 – Produtividade de óleo (kg ha^{-1}) em função dos níveis de salinidade (dS m^{-1}) para cada ciclo de cultivo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(**) significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”.

Em relação ao 1º ciclo, a produtividade de óleo variou de 274,76 a 584,33 kg ha^{-1} , já para o 2º a variação foi de 351,45 a 671,02. Ressalta-se que os maiores valores (584,33 e 671,02 kg ha^{-1}) foram obtidos nos tratamentos de menor nível de CEa (1,2 dS m^{-1}) para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. Cumpre salientar, que para a variedade BRS 324, Santos et al. (2014) obtiveram 597,8 kg ha^{-1} de rendimento de óleo, exibindo valor aproximado aos verificados neste trabalho para as plantas submetidas aos tratamentos de 1,2 dS m^{-1} .

O incremento dos sais na água de irrigação resultou em decréscimos lineares sobre a variável. No 1º ciclo notou-se uma redução de 52,98% (309,57 kg ha^{-1}) e para o 2º houve um decréscimo de 47,63% (319,57 kg ha^{-1}). Tais reduções ocorreram quando comparados os tratamentos de maior (6,0 dS m^{-1}) e de menor nível salino (1,2 dS m^{-1}).

Resultados similares foram exibidos por Guedes Filho et al. (2015), os autores notaram que a salinidade da água de irrigação reduziu linearmente o rendimento do óleo dos aquênios, já que houve um decréscimo de 12,5 % quando comparados os níveis de 4,5 a 0,15 dS m^{-1} . Feitosa et al. (2016) também observaram decréscimos na produção de óleo em função do incremento dos sais para a variedade BRS 324. Tendo verificado que o potencial máximo de produção de óleo (2000 kg ha^{-1}) foi obtido no tratamento de menor CEa (0,8 dS m^{-1}), enquanto o menor valor (590 kg ha^{-1}) foi observado em plantas sob tratamento de maior salinidade (6,4 dS m^{-1}).

A redução da produtividade de óleo em função do incremento de sais na água de irrigação pode estar relacionada à redução do potencial osmótico da solução do solo, a toxicidade ocasionada principalmente pelos íons Na^+ e Cl^- , bem como por um possível desequilíbrio nutricional. Ademais, as plantas tendem a fechar os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, comprometendo o processo fotossintético e, por conseguinte, diminuindo a produção total de fotoassimilados, causando uma redução na produtividade das culturas (FLOWERS, 2004; MUNNS, 2002; WILSON et al., 2006).

Em linhas gerais, destaca-se que a produtividade de óleo apresentou a mesma tendência da produtividade de aquênios, com os maiores valores obtidos no 2º ciclo de cultivo. Silva et al. (2007) também observaram uma correlação positiva sobre estas variáveis. Os autores perceberam que o fator mais relevante para a produtividade de óleo na cultura do girassol, além do teor inerente a semente, é a produtividade de aquênios.

4.7.3 Teor de proteína

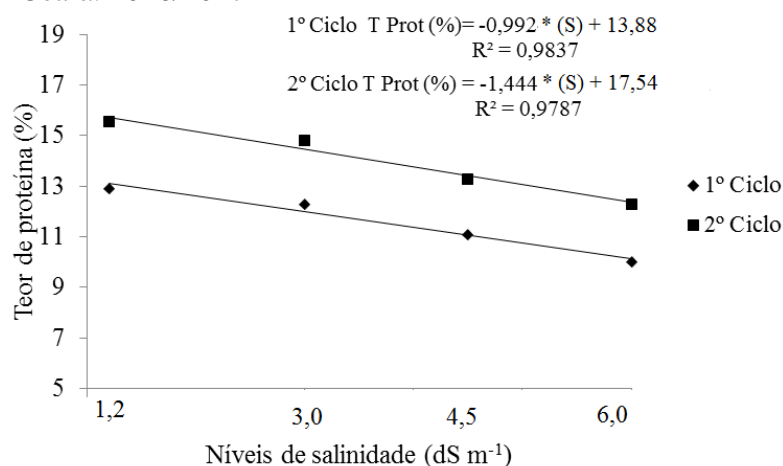
Observa-se na Figura 47, a resposta do teor de proteína em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. O modelo que melhor se adequou aos dados foi o linear.

Quanto ao 1º ciclo de cultivo, os teores de proteína oscilaram de 10 a 12,92%, já para o 2º a variação foi de 12,2 a 15,55%. Ressaltando que, os maiores valores obtidos para o 1º (12,92%) e 2º ciclo (15,55%) foram provenientes das plantas irrigadas com água de menor nível salino avaliado ($1,2 \text{ dS m}^{-1}$).

O teor de proteína foi influenciado negativamente pela salinidade, haja vista, o incremento de sais na água de irrigação causou efeitos depressivos sobre os teores. Dessa forma, ocorreram decréscimos de 7,14% e de 8,23% por aumento unitário da condutividade elétrica da água para o 1º e 2º ciclos, respectivamente. Sendo que, quando equiparados os tratamentos de $6,0$ e $1,2 \text{ dS m}^{-1}$, as reduções totais nos teores de proteína foram de 22,6% no 1º e de 20,91% para o 2º ciclo.

Borges (2017), trabalhando em duas épocas de cultivos com a mesma variedade de girassol do presente estudo (BRS 324), encontrou teores variando entre 8,8 e 15,51%, valores aproximados aos obtidos no trabalho em questão. Acrescenta-se que Balalic et al. (2016), avaliando os teores de proteína em híbridos de girassol, destacaram que o maior valor obtido foi de 16,96%. É importante mencionar que a concentração média de proteína bruta do girassol (planta inteira), geralmente está em torno de 12% (NEUMANN et al., 2009).

Figura 47 – Teor de proteína (%) em função dos níveis de salinidade (dS m^{-1}) para cada ciclo de cultivo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

Dawood et al. (2017), estudando a qualidade e produtividade de plantas de girassol irrigadas com água salina, verificaram decréscimos de 3,44% nos teores de proteína com o incremento dos sais quando comparados ao controle. Acrescenta-se que Gabbas et al. (2013), observaram redução total 22,97% para o teor de proteína do trigo ocasionada pelo nível mais alto de salinidade. Tais estudos ratificam os resultados obtidos no presente trabalho.

A redução do teor de proteína em função da salinidade pode estar relacionada à perturbação no metabolismo do nitrogênio, ou inibição da absorção ou diminuição do nitrato, disponibilidade de aminoácidos e desnaturação de enzimas na síntese de aminoácidos e proteínas (EL-MASHAD; MOHAMED, 2012).

Balalic et al. (2016), ressaltam que um dos indicadores da qualidade das sementes de girassol é o teor de proteína. Os autores acrescentam que os teores de proteína dependem do genótipo, das condições agroecológicas, bem como da interação entre genótipos e condições ambientais.

Em linhas gerais, o 2º ciclo de cultivo exibiu os maiores teores de proteína, apresentando superioridade de 20,35%. Tal fato pode estar relacionado à maior concentração inicial de nutrientes observada no solo do ciclo supracitado, principalmente o nitrogênio, já que este é um elemento chave na síntese de proteínas (MANFRON et al., 2004).

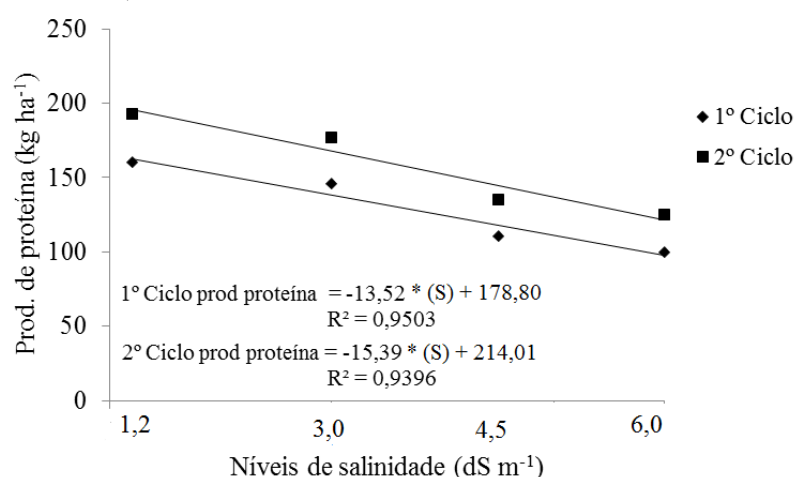
4.7.4 Produtividade de proteína

A Figura 48 ilustra a resposta da produtividade de proteína em função dos níveis de salinidade para cada ciclo de cultivo. O melhor modelo de ajuste para os dados foi o linear.

Os valores verificados para o 1º ciclo oscilaram entre 99,78 a 160,1 kg ha⁻¹, já para o 2º os valores observados variaram de 125,02 a 193,03 kg ha⁻¹.

Borges (2017) obteve para a mesma variedade (BRS 324) produtividade máxima de proteína de 119,09 kg ha⁻¹, inferior ao valor máximo obtido no presente estudo (193,03 kg ha⁻¹).

Figura 48 – Produtividade de proteína (kg ha⁻¹) em função dos níveis de salinidade (dS m⁻¹) para cada ciclo de cultivo. Fortaleza, Ceará. 2016/2017



Fonte: Elaborado pela autora.

(*) significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”.

A produtividade de proteína decresceu linearmente com o incremento dos níveis salinos, salientando que as maiores produtividades (160,1 kg ha⁻¹ – 1º ciclo) e (193,03 kg h⁻¹ - 2º ciclo) foram advindas dos tratamentos de água de menor nível de CE (1,2 dS m⁻¹).

Verificou-se para o 1º ciclo decréscimo de 7,56% por incremento unitário de CEa, e para o 2º, o decréscimo foi de 7,19%. De maneira geral, quando comparados os tratamentos de maior (6,0 dS m⁻¹) e o de menor nível de salinidade (1,2 dS m⁻¹), as reduções totais foram de 37,68% (60,32 kg ha⁻¹) para o 1º e de 35,24% (68,01 kg ha⁻¹) para o 2º ciclo de cultivo.

Os decréscimos na produtividade de proteína podem estar relacionados aos possíveis desequilíbrios nutricionais provocados pelo excesso de sais na absorção de nutrientes, haja vista, que a salinidade reduz a atividade iônica em solução e altera os processos de absorção

de nutrientes pelas plantas, principalmente o nitrogênio, resultando em declínio de produtividade (FARIAS et al., 2009).

Ayers e Westcot (1999) ressaltam que o excesso de sais presentes nas águas e nos solos acarreta em inibição e desuniformidade do crescimento, além de redução na produção das culturas.

A produtividade de proteína demonstrou superioridade de 20,56% para o 2º ciclo. Tal fato relaciona-se à maior produtividade de grãos, também constatada no ciclo supracitado, tendo em vista, que o rendimento de aquênios exerce efeito direto e positivo sobre o rendimento de proteínas (HLADNI et al., 2015; SINCIK; GOKSOY, 2014).

5 CONCLUSÕES

Os níveis crescentes de salinidade da água de irrigação provocaram acúmulo progressivo de sais no solo, bem como influenciaram negativamente a nutrição, inibiram o crescimento vegetativo, as trocas gasosas, a produtividade e as variáveis de pós-colheita do girassol.

O extrato de algas marinhas amenizou os efeitos deletérios da salinidade nos teores foliares de potássio, no diâmetro do caule, no diâmetro interno do capítulo, na área foliar, na matéria seca da parte aérea, na matéria seca total, na condutância estomática, nos teores relativos de clorofila total, na produtividade e no peso de mil aquênios nos níveis mais baixos de condutividade elétrica da água avaliados (1,2 e 3,0 dS m⁻¹), tendo seu efeito inibido nos níveis salinos mais altos (4,5 e 6,0 dS m⁻¹).

As doses de 100 e de 150% da recomendação do extrato foram as mais eficientes, já que a dose máxima (200%) provocou redução na área foliar, na matéria seca da parte aérea, na total e nos teores relativos de clorofila total.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura de girassol irrigada na região da Chapada do Apodi-RN** 2009. 73 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2009.

ADAMS – PHILLIPS, L.; BARRY, C.; GIOVANNONI, J. Signal transduction systems regulating fruit ripening. **Trends in Plant Science**, London, v.9. p. 331 – 338, 2004.

ADECE – Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará S.A. **Mineração**. 2017. Disponível em: <http://www.adece.ce.gov.br/index.php/mineracao>. Acesso em: 10 de fev de 2019.

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of soilless grown bell pepper cultivars to salinity. **Acta Horticulturae**, Den Haag, v.807, p.227-232, 2009.

ALVES, G. M. R. et al. Avaliação do crescimento de girassol no semiárido sob diferentes densidades de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, p. 1181-1185, 2010.

ARAÚJO, E.B.G.; SÁ, F.V.S.; OLIVEIRA, F.A.; SOUTO, L.S.; PAIVA, E.P.; SILVA, M.K.N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M.E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11 n. 2, p. 462-471, 2016.

ARAÚJO, J. M. H de. **Algas marinhas como bioestimulantes no crescimento inicial de espécies florestais da caatinga**. 2017. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2017.

ASCH, F.; DINGKUHN, M.; DORFFING, K. Salinity increases CO₂ assimilation but reduces growth in field grown irrigated rice. **Plant and Soil**, Netherlands, v.218, p.1-10, 2000.

ASHRAF, M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, Ireland, 2004.

ASSIS, J.J.O.; LACERDA, C.F.; SILVA, F.B.; SILVA, F.L.B da.; BEZERRA, M.A.; GHEYI, H.R. Cowpea yield and soil salt accumulation as a function of leaching fraction and irrigation water salinity. **Eng. Agríc**, Jaboticabal, v.27 (3), p. 702- 713, 2007.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem). Campina Grande: UFPB, 153p. 1999.

BAETHGEN, W. E.; ALLEY, M. M. A manual colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant Kjeldahl digests. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, [s.l]., v.20, p.961-969, 1989.

BALALICI, I.M.; CRNOBARAC, J.Z.; MIKLIC, V.J.; RADICI, V.B. Seed yield and protein content in sunflower depending on stand density. **Matica Srpska J. Nat. Sci**, Novi Sad, nº 130, p 93-103, 2016.

BAR, Y.; APELBAUN, A.; KAFKAFI, U.; GOREN, R. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. **Journal of Plant Nutrition**, [s.l.], v.20, p.715-731, 1997.

BARDIVIESSO, D.M.; BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R.L.; SANTOS, J.M.; LIMA, C.P de. Aplicação foliar de extrato de alga na cultura da batata. **Hortic. bras**, Brasília, v.29, n. 2, suplemento, 2011.

BETTINI, M.O. **Aplicação de Extrato de Algas Marinhas em Cafeeiro Sob Deficiência Hídrica e Estresse Salino**. 194 f. 2015. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu, 2015.

BEZERRA, I.L.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; VELOSO, L.L. de S. A.; BARBOSA, W.L. da SILVA. Trocas gasosas em plantas de goiabeira submetidas à salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. In: IV Inovagri International Meeting, XXVI Conird, III SBS. **Resumos...** Fortaleza, Ceará. 2017.

BIOATLANTIS. **Plant Strengtheners**. Disponível em: <http://www.bioatlantis.com/plant-strengtheners>. Acesso em: 10 de fev de 2019.

BLAMEY, F. P. C.; ZOLLINGER, R. K.; SCHNEITER, A.A. Sunflower production and culture. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). **Sunflower technology and production**. Madison: American Society of Agronomy, Madison, 1997. v.1, cap.5, p.595-670.

BORGES, F.R.M. **Cultivo do girassol submetido a doses de biofertilizante caprino e lâminas de irrigação na região do maciço de Baturité Fortaleza**. 2017. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365p.

BRAZ, R. dos S. **Efeitos da adubação nitrogenada na cultura do milho sob estresse salino em dois solos**. 2018. 125f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

BRAZ, R. dos S., OLIVEIRA, A.C. de., OLIVEIRA, F.I.F. de., PEREIRA, J.M.G., NEVES, A.L.R., LACERDA, C.F. Efeitos da salinidade e adubação nitrogenada sobre condutância estomática e concentração interna de CO₂ no milho. In: IV Inovagri International Meeting, XXVI Conird, III SBS. **Resumos...** Fortaleza, Ceará. 2017.

CAKMAK, I.; RÖMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, n.1-2, p.71-83, 1997.

CÂMARA, G. M. de S. Girassol: Tecnologia da Produção. In: **LPV 0506: Plantas Oleaginosas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2003. p. 153-180.

CAMPOS, R, T. Avaliação benefício-custo de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.45, n.4, p.963- 984, 2007.

CARVALHO, C. G. P. et al. **Genética do girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, p. 219-267, 2005.

CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B.; AMABILE, R. F.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I. R.; GODINHO, V. P. C.; RAMOS, N. P.; LEITE, R. M. V. B. C.; GONCALVES, S. L.; BRIGHENTI, A. M. **Cultivar de girassol BRS 324**: variedade com alto teor de óleo e produtividade. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Folder.

CARVALHO, M.E.A. **Efeitos do extrato de *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos**. 2013. 70f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de plantas) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013.

CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R. de C e. **Extratos de algas e suas aplicações na agricultura**. Série produtor rural, Piracicaba, nº 56, 2014, 58p.

CARVALHO, M.F., SORAYA, G.E.; CORRÊA, M.M.; CARVALHO, G.C. Estudo de caso de três espécies de plantas bioindicadoras de solos salinos. **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n.3, p 01 - 08, 2015.

CASTIGLIONI, V. B. R. Composição de ácidos graxos em girassol e suas variações em diferentes zonas agroecológicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 12., 1997, Campinas. **Resumos ...**Campinas: Fundação Cargill, . p. 32-33, 1997.

CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. B. F. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, p. 163 – 218, 2005.

CASTRO, C.; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R.F.; DECHEN, A.R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.214-220, 2006.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, p. 317-373, 2005.

CAVALCANTE JUNIOR, E. G. C. et al. Necessidade hídrica da cultura do girassol na chapada do Apodi. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 261-267, 2013.

CAVALCANTE, L. F. Água para agricultura. In: CAVALCANTE, L. F. **O maracujazeiro amarelo e a salinidade**. 1. ed. Areia: UFPB, 2012. p.1-15.

CAVASIN JÚNIOR, C. P. A cultura do girassol. Guaíba, Agropecuária, 2001.

- CELENTANO, A.; BORGES, F.R.M.; MARINHO, A.B.M., BEZERRA, F.M.L.; RODRIGUES, J.P de M.; PEREIRA, E.D. Parâmetros produtivos do girassol submetido à lâminas de irrigação na região do Maciço de Baturité – ce. **Rev. Bras. Agric. Irr.** v. 11, nº 1, Fortaleza, p. 1213 – 1222, 2017.
- CENTENO, C.R.M.; SANTOS, J.B. dos.; XAVIER, D.A.; AZEVEDO, C.A.V. de.; GHEYI, H.R. Componentes de produção do girassol Embrapa 122-V2000 sob salinidade da água e adubação nitrogenada. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.18, (Suplemento), p.S39–S45, 2014.
- CHEN, M.; KANG, Y.; WAN, SHUQIN.; LIU, SHI - PING. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Agricultural Water Management**, [s.l.], v.96, p.1766–1772, 2009.
- CHICONATO, D.A. **Estresse salino em plantas jovens de cana-deaçúcar: respostas bioquímicas e fisiológicas**. 2016. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, 2016.
- COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMES, R. S. Fisiologia vegetal. **Ediciones Pirâmide**, Madrid, 566 p, 2001.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**, v.6 safra 2018/19 – Quarto levantamento, Brasília, p. 1-126, janeiro, 2019.
- CORDÃO SOBRINHO, F.P.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E. de M.; SOARES, F.A.L.; TERCEIRO NETO, C.P.C. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.3, p.284-292, 2007.
- COSTA, D. M. A. **Impactos do estresse salino e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do amaranto**. 2007. 124f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
- COSTA, M.A da. NOGUEIRA, E.C.; ALVES, H.J.; MARRA, B.M.; ALAB, J.H.C. O uso de macroalgas marinhas na agricultura. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.2, p. 69-76, 2014.
- DAWOOD, M.G.; EL-AWADI, M. ES.; ABDEL–BAKY, Y.R.; SADAK, M.S. Physiological role of ascobin on quality and productivity of sunflower plants irrigated with sodium chloride solution. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, Special, Belgium, p. 16–26, 2017.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. C.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. 1 ed. Viçosa: SBCS, p. 91-132, 2007.
- EL – MASHAD, A.A.; MOHAMED, H.I. Brassinolide alleviates salt stress and increases antioxidant activity of cowpea plants (*Vigna sinensis*). **Protoplasma**, [s.l.], v. 249, n.3, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do girassol** – Embrapa Soja. (Sistema de produção, nº 1). 2010. Disponível: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>. Acesso em: 10 de fev de 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Notícias**. (Congresso mundial de dessalinização). 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/29361075/embrapa-participa-do-congresso-mundial-dedessalinizacao-ida-2017>. Acesso em: 10 de fev de 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília, 2018. 356p.

FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (Gliciridia sepium (Jacq.))**. 61f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

FARIAS, S. G. G; SANTOS, D.R dos.; FREIRE, A. L de. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de Glicirídia (*Gliciridia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

FEITOSA, H. O.; FARIAS, G. C.; SILVA JUNIOR, R. J. C.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, C. F. Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 4, p. 302-307, 2013.

FEITOSA, H. O.; LACERDA, C. F.; MARINHO, A. B.; COSTA, R. N. T.; CARVALHO, C. M.; GHEY, H. R. Productivity and economic analysis of sunflower/maize crop rotation under different levels of salinity and nitrogen. **African Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v.11, n.23, p.1999-2006, 2016.

FERNANDES, A. L.; SILVA, R. O. Avaliação do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) no desenvolvimento vegetativo e produtivo do cafeeiro irrigado por gotejamento e cultivado em condições de cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v. 7, n. 13, p. 147-157, 2011.

FERREIRA, P.A.; GARCIA, G de. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B dos. Produção relativa do milho e teores folheares de N, P, S e cloro em função da salinidade do solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.1, p.7-16, 2007.

FLAGELLA, Z.; GIULIANI, M.M.; ROTUNNO, T. CATERINA, R.D and De CARO, A. Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (*Helianthus annuus*L.) hybrid. **Eur J Agron**, [s.l.], v. 21, p.267–272, 2004.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, p.307-319, 2004.

FOELKEL, E.; MATEUS, M.A.F.; MÓGOR, A.F.; BRUGNARA, E.C. Bioestimulantes aplicados às sementes e folhas de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.24, n.2, p.135-148, 2015.

FONTES NETO, D. T. **Extrato de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis sob diferentes doses na cultura da soja**. 2017. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes – Paraná, 2015.

FRANCOIS, L.E. salinity effects on four sunflower hybrids. **Agronomy Journal**, United States, vol. 88, p. 215-219, 1996.

FREIRE, J de. O. **Cultivo do girassol irrigado sob diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio**. 2016. 41f. Tese (Doutorado em Manejo do Solo e da Água) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2016.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, R.; REBEQUI, A. M. Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.36, p.57-70, 2013.

FREIRE, J.L. de O.; CAVALCANTE, L.F.; DIAS, T.J.; DANTAS, M.M.M.; MACEDO, L.P. M.; AZEVEDO, T.A.O de. Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Revista AGROTEC**, Areia, – v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.

FREITAS, G.A de. **Análise econômica da cultura do girassol no nordeste**. Informe rural Etene. Nº 02, 2012.

GABBAS, G.; SAQIB, M.; RAFIQUE. O.; RAHMAN, M. A.U.; AKHTAR, J.; HAQ, M. A.U.; NASIM.M. EFFECT OF SALINITY ON GRAIN YIELD AND GRAIN QUALITY OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.). **Pak. J. Agri. Sci**, [s.l]. vol. 50, nº 1, p. 185-189; 2013.

GALINDO, F.S.; NOGUEIRA, L.M. BELLOTE, J. L.M.; GAZOLA, R. de N.; ALVES, C.J.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. Desempenho agrônômico de milho em função da aplicação de bioestimulantes à base de extrato de algas. **Tecnol. & Ciên. Agropec**, João Pessoa, v.9, n.1, p. 13 – 19, 2015.

GALINDO, F.S.; NOGUEIRA, L.M. BELLOTE, J. L.M.; SANTINI, J.M.K.; ALVES, C.J.; MENDES, L. A. Avaliação nutricional do milho irrigado na região do cerrado com extrato de algas como bioestimulador. **Tecnol. & Ciên. Agropec**, João Pessoa, v.9, n.1, p. 7 – 12, 2015.

GARCIA, G. de O.; NAZÁRIO, A. A.; GONÇALVES, I.Z.; MADALÃO, J. C.; AMARAL, J.A.T. do. Nutrição do cafeeiro conilon irrigado com água salina. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 16-27, 2012.

GARCIA, K.G.V.; SILVA, C.P. da.; CUNHA, C.S. de M.; NASCIMENTO, C.D.V. do. Extrato da alga *Ascophyllum Nodosum* (L.) no desenvolvimento de porta - enxertos de cajueiro. **Enciclopédia biosfera**, Jandaia, v.10, n.18; p. 2014.

GAZZOLA, A.; FERREIRA JUNIOR, C.T.G.; CUNHA, D. A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G. D.; PRIMIANO, I. V.; PESTANA, J.; D'ANDRÉA, M. S. C.; OLIVEIRA, M. S. **A cultura do girassol**. Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 2012.

GHEYI, H. R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2010. 472p.

GOMES, K.R.; SOUSA, G.G.; LIMA, F.A.; VIANA, T.V.de A.; AZEVEDO, B.M.; SILVA, G. LOPES. Irrigação com água salina na cultura do girassol (*helianthus annuus* L.) em solo com biofertilizante bovino. **Revista Irriga**, Botucatu, v.20, n. 4, p. 680 – 693, 2015.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. P.; DUARTE, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana-deaçúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, p.378-386, 2010.

GONDIM, A.R. de. OLIVEIRA, FLORES, M.E.P.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G. Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico NFT. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 894-904, 2010.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v.78, p.127– 157, 1999.

GRATTAN, S.R.; GRIEVE, C.M. **Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments**. In: Pessarakli M. (ed.): Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York: 203–229, 1999.

GUEDES FILHO, D.H.; SANTOS, J.B dos.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, L.F.; SANTOS JÚNIOR, J.A. Componentes de produção e rendimento do girassol sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p. 514-527, 2015.

GUIMARÃES, I.P.; BENEDITO, C.P.; CARDOSO, E.A.; PEREIRA, F.E.C.B. e Oliveira, D.M. Avaliação do efeito do uso do extrato de alga (raíza[®]) no desenvolvimento de mudas de mamão. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, vol. 8, n. 15, p. 312, 2012.

GULZAR, S.; KHAN, M.A. & UNGAR, I.A. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass. **Soil Sci. Plant Anal**, [s.l.], v. 34, p.2595- 2605, 2003.

GURGEL, M. T.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio, **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 18- 28, 2010.

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

HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M. et al. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). **Journal of Applied Phycology**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 619–628, fev. 2014.

HEUER, B. RAVINA I and DAVIDOV S, Seed yield, oil content, and fatty acid composition of stock (*Matthiola incana*) under saline irrigation. **Aust J Agric Res**, [s.l.]. 45–47. 2005.

HLADNI, N.; JOCIĆ, S.; MIJIĆ, A.; MIKLIĆ, V.; MILADINOVIĆ, D. Correlation and path coefficient analysis for protein yield in confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Genetika**, [s.l.], v. 47, p 811–818, 2015.

HOCKING, P.J.; STEER, B.T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus* L.) during growth. **Field Crops Research**, [s.l.], v.6, p.93-107, 1983.

ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R.. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. **Field Crops Research**, [s.l.], v.116, p.175-183, 2010.

IVANOFF, M. E. A. **Desempenho de cultivares de girassol em função do manejo da adubação nitrogenada e potássica em condições edafoclimáticas na savana de Boa Vista em Roraima**. 2009. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2009.

JELLUM, M.D.; BOSWELL, F.C.; YOUNG, C.T. Nitrogen and boron effects on protein and oil of corn grain. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, p.330-331, 1973.

KARTHIKEYAN, K.; SHANMUGAM, M. Yield and oil content of peanut and sunflower (var. Co-2) applied with bio-stimulant AQUASAP manufactured from seaweed. **African Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v, 10 n° 10, p. 1031-1042, 2015.

KERIN, B.F. **Impact of harvesting on the nitrogen, phosphorus and carbon contents of the brow algae *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis** (rockweed). Dissertação de Mestrado. The University of New Brunswick. 1998, 120p.

KHAN, W.; RAYIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, Secaucus, v.28, p.386-399, 2009.

KUMAR, A. **Activity and mechanisms of *Ascophyllum nodosum* extract induced salinity tolerance in tomato**. 2014. 124 f. Dissertação - University of Dalhousie, Halifax, 2014.

KUMAR, G.; SAHOO, D. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. **Journal of Applied Phycology**, Belfast., v.23, n° 2, p. 251 – 255, 2011.

LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; GUIMARÃES, F. V. A.; SILVA, F. L. B da.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 02, p. 221-230, 2009.

LACERDA, C. F.; SOUSA, G.G.; SILVA, F.L.B.; GUIMARÃES, F.V.A.; SILVA, G.L.; CAVALCANTE, L.F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.663-675. 2011.

LANA, A. M. Q. et al. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 13-20, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

LEITE, J.V.Q.; FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, W.J de.; SOUZA, E.R. de.; SANTOS, D.P dos. S.; SANTOS, C. S dos. Efeito do estresse salino e da composição iônica da água de irrigação sobre variáveis morfofisiológicas do feijão caupi. **Rev. Bras. Agric. Irr.**, Fortaleza, v. 11, nº 6, p. 1825 - 1833, 2017.

LEITE, P. G. H. et al. Reguladores vegetais e atividade de invertases em cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 718-725, 2009.

LEITE, R.M.V.B.C. ; BRIGHENTI, A.M. ; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2006.

LIMA, B.L de C.; NASCIMENTO, I.B do.; MEDEIROS, J.F. de.; ALVES, S.S.V.; DOMBROSKI, J.L.D. Condutância estomática e área foliar do meloeiro cultivado em diferentes tipos de solos e submetido ao estresse salino. **Revista Verde**, Pombal, v.6, n.2, p. 01 – 06, 2011.

LIMA, G.S de.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, L.A. dos. A. PINHEIRO, F.W.A.; DIAS, A.S. Crescimento, teor de sódio, cloro e relação iônica na mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v 6, nº 2, p 212-223, 2015.

MACKINNON, SL; HILTZ, D; UGARTE, R; CRAFT, CA. Improved methods of analysis for betaines in *Ascophyllum nodosum* and its commercial seaweed extracts. **Journal of Applied Phycology**, [s.l]., v 22, p. 489-494, 2010.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R.C de.; PORTO FILHO, F. de Q.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J. F. de. Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.292-295, 2005.

MALAVOLTA E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 638 p 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MANCUSO, S.; AZZARELLO, E.; MUGNAI, S.; BRIAND, X. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v 20: p.156–161, 2006.

MANFRON, P. A.; SHAMA, M. S.; OHSE, S.; SANTOS, O. S.; MEDEIROS, S. L. P.; NETO, D. D. Fontes de molibdênio aplicadas em soja via semente. **Insula**, Florianópolis, n. 33, p. 68-88, 2004.

MARSCHNER H. **Mineral nutrition of higher plants**, 2 ed. San Diego, Academic Press. 889p.1995.

MATOS, S. E.; SIMONETI, A. P. M. .; OLIVEIRA, E. Uso de produto a base de extrato de algas na cultura do trigo IPR Catuara na região Oeste do Paraná. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, n. edição especial, p. 138–147, 2015.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. 173 f. 53 Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos**. 1992. 173f. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MODESTO, J.C., RODRIGUES, J. D., PINHO, S. Z. de. Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão ‘Cravo’ (Citrus limonia Osbeck). **Scientia agrícola**, Piracicaba, vol.53, n.2-3, 7- 12, 1996.

MÓGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 431-437, 2008.

MOHAMED, A.Y; EL-SEHRAWY, O.A.M. Effect of seaweed extract on fruiting of Hindy Bisinnara mango trees. **Journal of American Science**, Yale, v.9, n.6, p.537-544, 2013.

MOHAMEDI, A.A.M.; EL-KADER, A.A.Abd.; BADRAN, N. M. Response of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) to Plants Salt Stress under Different Water Table Depths. **Journal of Applied Sciences Research**, [s.l]. v .2, p 1175-1184, 2006.

MORETI, U. de S.; PEREIRA, J. C. S.; ALTHMAN, M. P. F. Auxina: hormônio de desenvolvimento fisiológico vegetal. **Revista científica eletrônica de agronomia da Faef**, Garça, v. 33, n.1, 2018.

MOTA, M. Utilização de extratos de algas como suplemento nutritivo em fruticultura. **Agrotec - revista técnico-científica agrícola**, Porto, nº 7, 2º trimestre, 2013.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant and Cell Environment**, Oxford, v.25, p.239-250, 2002.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, [s.l]., v. 167, n. 03, p. 645-663, 2005.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, California, v. 59, p651-681, 2008.

NASCIMENTO, I.B.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, S.S.V.; LIMA, B.L.C.; SILVA, J. L.A. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2015.

NEUMANN, E.R.; RESENDE, J.T.V.; CAMARGO, L.K.P.; CHAGAS, R.R.; LIMA FILHO, R.B. Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.35, n.4, 2017.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R.; GÓRSKI, S.C.; FARIA, M.V.de.; UENO, R.K.; MARAFON, F. Girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de silagem de planta inteira. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, Guarapuava, v.2, nº.3, 2009.

NEVES, A. L. R. **Estratégias visando o uso sustentável de água salina em um ciclo de rotação cultural feijão-de-corda/girassol**. 2012. 160f. Tese. (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.13, p.873-881, 2009.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CARDOSO, J. A. F.; Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v.35, n.3, p.929-939, 2011.

NOBRE, R. G.; LIMA, G.S de.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, E. P de.; SOARES, L. A dos. A.; ALVES, A.N. Teor de óleo e produtividade da mamoneira de acordo com a adubação nitrogenada e irrigação com água salina. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.47, n.7, p.991 – 999, 2012.

NOBRE, R.G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

NOBRE, R.G.; SOUSA, W.B da.; LIMA, G. S de.; GHEYI, H. R.; DIAS, A.S.; PINHEIRO, W.A. Sources and doses of nitrogen in the production of sunflower plants irrigated with saline water. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient*, Campina Grande, v.18, (Suplemento), p.S59–S65, 2014.

NOREEN, S.; ASHRAF, M. Modulação dos efeitos do sal (NaCl) na composição do óleo e no perfil de ácidos graxos do girassol (*Helianthus annuus* L.) por aplicação exógena de ácido salicílico. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Davis, v. 90, p. 2608-2616, 2010.

NORRIE, J.; HILTZ, D. A. Agricultural applications using *Ascophyllum* seaweed products. *Agro-food industry high-tech*, [s.l.], v. 2, p. 15-18, 1999.

NORRIE, J.; NEYLI, W. Extrato de *Ascophyllum nodosum* em la producció n agrícola. **Horticultivos**. México, 2015.

NOUCK, A.E., TAFFOUO, V.D.; TSOATA, E.; DIBONG, D.S.; NGUEMEZI, GOUADO, L., YOUMBI, E. Growth, Biochemical Constituents, Micronutrient Uptake and Yield Response of six Tomato (*Lycopersicum esculentum* L.) Cultivars Grown under Salinity Stress. **Journal of Agronomy**, Madison, v 15, nº 2, p. 58 – 67, 2016.

OLIVEIRA, F. de A. de; CARRILHO, M. J. S. de O.; MEDEIROS, J. F. de; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. de. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.771–777, 2011.

OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; CUNHA, R.C.; SOUZA, M.W.L.; LIMA, L.A. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.47, p.307-315, 2016.

OLIVEIRA, F. de A.; CAMPOS, M. de S.; OLIVEIRA, F. R. A de.; OLIVEIRA, M.K.T de.; MEDEIROS, J.F de.; MELO, T.K de. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p.37 – 45, 2011.

OLIVEIRA, L.A. de A.; GÓES, G.B.; M, I.G.C e.; COSTA, M.E. da.; SILVA, R.M. da. Uso do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde**, Pombal, v.6, n.2, p. 01 – 04, 2011.

OLIVEIRA, L.M.; AMARAL, C.L.F.; VIANA, A.E.S.; CARDOSO,A.D.; GUEDES,M.O.; PESSOA, M.C.B.; PRATES, J.N. Variedades de mandioca sob concentrações de salinidade na água de irrigação, em cultivo protegido. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 41, nº 2, p. 522-528, 2018.

ORLANDO FILHO, J. O. *et al.* Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 14, n. 5, p. 13-17, 1996.

OSMAN, H.E.; SALEM, O. Effect of seaweed extracts as foliar spray on sunflower yield and oil content. **Egyptian J. of Phycol, S.I.**, Vol. 12, 2011.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Effects of NaCl stress on nitrogen and phosphorous metabolism in a true mangrove *Bruguiera parviflora* grown under hydroponic culture. **Journal of Plant Physiology**, [s.l]., v. 161, n. 08, p. 921-928, 2004.

PARIDA, A.K.; DAS, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental**, [s.l].,v. 60, nº 3, p.324-349, 2005.

PEIXOTO, T.D.C.; LEVIEN, S.L.A.; BEZERRA, A.H.F.; SILVA, S.T.A da.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Coeficiente do tanque classe a para a região de Mossoró, RN. IV Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação – Winotec. **Resumo**. Fortaleza, 2012.

PEREIRA, F. A. L.; **Tolerância de cultivares de melão à salinidade**. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) 2011, 81 f– Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró-RN, 2011.

PEREIRA, J. M.G.; LACERDA, C.F de.; DIÓGENES NETO, H.N.; RIBEIRO, M.S.S.; RIBEIRO, A.A.; OLIVEIRA, D.R. Relação sódio/potássio em plantas de algodão submetidas aos efeitos isolado e combinados de lâminas de irrigação excessiva e deficitária e estresse salino. In: IV Inovagri International Meeting, XXVI Conird, III SBS. **Resumos...** Fortaleza, Ceará. 2017.

PINHEIRO, F.W.A.; NOBRE, R.G.; SOUZA, L. de P.; OLIVEIRA, S.G de.; ARAÚJO, J.E.S.; VELOSO, L.L. de S. A. Irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada na produção de mudas mamoeiro “Formosa”. **Revista Verde**, Pombal, v. 12, n.1, p.17-22, 2017.

PIVETTA, L.G.; GUIMARÃES, V.F.; FIOREZE, S.L.; PIVETTA, L.A.; CASTOLDI, G. Avaliação de híbridos de girassol e relação entre parâmetros produtivos e qualitativos. **Rev. Ciênc. Agron**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 561-568, 2012.

PRAZERES, S. da S., LACERDA, C.F de.; BARBOSA, F.E.L.; AMORIM, A.V.; ARAÚJO, I.C. da S.; CAVALCANTE, L.F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

REGES, K. da S. L.; VIANA, T.V. de A.; SOUSA, G.G de.; SANTOS, F.S.S.; LACERDA, C. F de.; AZEVEDO, B. M. de. Estresse salino em plantas de pimentão em sistema semi hidropônico sob fertilização orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, nº.6, p. 1813 - 1824, 2017.

REGO, G. M; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Embrapa Florestas, Colombo, n. 53, p. 179-194, 2006.

RIBEIRO, M. S.; LIMA, L. A.; FARIA, F. H. de S.; SANTOS, S. R. dos S.; KOBAYASHI, M. K. Classificação da água de poços tubulares do norte do estado de Minas Gerais para uso na irrigação. **Reveng**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 208-218, 2010.

RIBEIRO, P.H.P.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, C. da SILVA.; CHAVES, L.H.G. Crescimento e Componentes de Produção do Girassol em Função da Irrigação com Água Salina e Adubação Nitrogenada. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v.23 nº.1, p.48 – 56, 2015.

RICHARDSON, S. G.; MCCREE, K. J. Carbon balance and water relations of sorghum exposed to salt and water stress. **Plant Physiology**, [s.l.], v.79, n.4, p.1015-20, 1985.

RODRIGUES, J.D. Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos. International Plant Nutrition Institute (INPI), **Jornal Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 122, p. 15-17, 2008.

ROSSI, R.O. **Girassol**. Curitiba: Tecnagro. Curitiba, 1998. 333p.

SABRA, A.; DAAYF, F.; RENAULT, S. Differential physiological and biochemical responses of three Echinacea species to salinity stress. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 135, s.n, p. 23 – 31, 2012.

SAMPAIO, P.R.F.; SILVA, R.M.; AGUIAR, A.V.M.; CARDOSO, E.A.; PEREIRA, K.M.; PIRES, H.G.; ALMEIDA, J.P.N. GARCIA, K.G.V. Extrato de Algas (*Ascophyllum nodosum*) na Produção de Porta-Enxerto de Goiabeira ‘Paluma. In: FERTBIO 2012. **Anais...** Maceió, 2012.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; DIAS, N. S.; SOARES, F. A. L. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.4, p.842-849, 2011.

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

SANTOS, A. R. D.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; PIRES, A. J. V.; REIS, S. T.; RODRIGUES, P. S. Desempenho de genótipos. de girassol sob irrigação nas condições do semiárido. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 3, p. 594-606, 2011.

SANTOS, D. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Idesia**, Santiago, v.30, n.2, p.69-74, 2012.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; WANDERLEY, J. A. C. Comportamento produtivo do girassol em função de doses de nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 2, p. 49- 54, 2013.

SANTOS, J.B dos.; CENTENO, C.R.M.; AZEVEDO, C. A. de.; GHEYI, H.R.; LIMA, G. S.; CAVALCANTE. L.F.; SILVA, M.M da. Production of sunflower under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Afr. J. Agric. Res**, [s.l.], v. 11(17), p. 1486-1493, 2016.

SANTOS, M.R dos.; BRITO, C.F.B. irrigação com água salina, opção agrícola consciente. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.7, n.1, p.33-41, 2016.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL A. de F. M. Interações salinidade-fertilidade do solo. In: **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal/MCT/CNPq). Fortaleza, 2010.

SANTOS, Z. M. **Cultivo de girassol em diferentes épocas no norte fluminense: características morfológicas, produtivas e teor de óleo**. 2014. 61 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014.

SATTI, S. M. E.; LOPEZ, M. Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, [s.l.], v.25, n.15-16, p.2807-2823, 1994.

SAVVAS, D.; STAMATIB, E.; TSIROGIANNISB, I. L.; MANTZOSB, N.; BAROUCHASB, P.E; KATSOUASC, N.; KITTASC; C. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. **Agricultural Water Management**, [s.l.], v.91, p.102-111, 2007.

SCHMIDT, R. E.; ERVIN, E. H.; ZHANG, X. (2003). Questions and answers about biostimulants. **Golf Course Management**, S.I., v.71. p 91–94, 2003.

SCHOELLHORN, R.; EMINO, E.; ALVAREZ, E. **SPECIALTY cut flower production guides for Florida: sunflower**. Gainesville: University of Florida, IFAS Extension, p3, 2003.

SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R. de; PIAUILINO, A. C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.15; p. 15 63 - 1578, 2012.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 151-164, 2000.

SFREDO, G.J.; CAMPO, R.J.; SARRUGE, J.R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. Circular técnica, nº 8. Londrina: EMBRAPA: CNPS, 1984. 36p.

SHARMA, H. S. S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J. R.; MARTIN, T. Plant bioestimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stress. **Journal of Applied Phycology**. Belfast, v. 26, p. 465-490, 2014.

SILVA, A. G. da. et al. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. Semina: **Ciências Agrárias**, Recife, v. 30, n. 01, p. 31-38, 2009.

SILVA, A.O. da.; KLAR, A. E.. Acúmulo de Micronutrientes em Beterraba submetida a diferentes manejos de fertirrigação e níveis de salinidade. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n.1, p.294-307, 2014.

SILVA, A.R. da.; BEZERRA, F.M.L.; LACERTA, C.F. de.; FREITAS, C.A.S. de.; FERNANDES, C.N.V. MIRANDA, E.P. de. Estado nutricional do coqueiro “anão verde” em solos afetados por sais e sob deficiência hídrica In: IV Inovagri International Meeting, XXVI Conird, III SBS. **Resumos...** Fortaleza, Ceará. 2017.

SILVA, A.R.A. da. **Respostas e adaptações de plantas de coqueiro “anão verde” às interações entre deficiência hídrica e salinidade do solo**. 2015 239f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SILVA, C. J. C. **Cultivo do girassol sob diferentes lâminas de irrigação com água salobra**. 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SILVA, C.C. da.; ARRAIS, I.G.; ALMEIDA, J.P.N. de.; DANTAS, L. de G.R.; FRANCISCO, S.O.. MENDONÇA, V. Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

na produção de porta-enxertos de *Annona glabra* L. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.39, nº 2, p 234-241, 2016.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 235p, 2004.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2009. 627p.

SILVA, F.L.B.; LACERDA, C.F.; SOUSA, G.G.; NEVES, A.L.R.; SILVA, G.L.; SOUSA, C.H.C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão de corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.383–389, 2011.

SILVA, I.A.C.; NASCIMENTO, R. do.; LEÃO, A.B. Estresse salino e seus efeitos no crescimento e pigmentos fotossintéticos em diferentes genótipos de feijão-caupi In: IV Inovagri International Meeting, XXVI Conird, III SBS. **Resumos...** Fortaleza, Ceará. 2017.

SILVA, J. L. de A.; MEDEIROS, J.F de.; ALVES, S.S.V.; OLIVEIRA, F. de A. de.; SILVA JÚNIOR, M.J. da.; NASCIMENTO, I. B. do. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.18, (Suplemento), p.S66–S72, 2014.

SILVA, J.L. A. SILVA, J. L. A.; ALVES, S. S. V.; NASCIMENTO, L. B.; MEDEIROS, J. F.; TARGINO, A. J. O.; LINHARES, P. Teores foliares no pimentão submetido à estresse salino em diferentes solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.10, n. 3, p.77-82, 2014.

SILVA, M. de S.; TREVIZAM, A.R. Interações iônicas e seus efeitos sobre a nutrição de plantas. **Informações agronômicas**, [s.l.], nº 149, 2015.

SILVA, M. L. O. *et al.* Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.5, p.482 – 488 , 2007.

SILVA, M.A.; SANTOS, C.M. dos; VITORINO, H.S.; RHEIN, A.F.L. Pigmentos fotossintéticos e índice SPAD como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p. 173-181, 2014.

SILVA, MAG.; MANNIGEL, A R.; MUNIZ, A S.; PORTO, S M A.; MARCHETTI, M E.; NOLLA, A.; BERTANI, R M A. Ammonium sulphate on maize crops under no tillage. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.1, p. 90-97, 2012.

SILVA, P.F. da.; CAVALCANTE, V.S.; SANTOS, J.C.C. dos.; COSTA, E.S.; BARBOSA, J.T.V. Análise quantitativa da cebolinha irrigada com água salina. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, nº 3, p. 241-251, 2014.

SILVA, T.P da. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas**. 2011. 123f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SILVA, J. L. A.; ALVES S. S. V.; NASCIMENTO, I. B.; SILVA, M. V. T.; MEDEIROS, J. F. Evolução da salinidade em solos representativos do agropolo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária científica no semiárido**, Patos, v. 7, n. 4, p. 26-31. 2011.

SILVA, T.M. **Biometria, composição mineral e fisiologia de plantas jovens de euterpe spp. submetidas ao estresse salino**. 2018. 90f. (Dissertação de mestrado) - Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

SINCIK, M.; GOKSOY, A.T. Investigation of Correlation between Traits and Path Analysis of Confectionary Sunflower Genotypes. **Not Bot. Horti. Agrob**, [s.l.], v. 42 n°1, p 227-231, 2014.

SINGH J, SHARMA PC, SHARMA SK, RAI M. 2014. Assessing the effect of salinity on the oil quality parameters of Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern & Coss) using Fourier Transform Near-Infrared Reflectance (FT-NIR) spectroscopy. **Grasas Aceites**, [s.l.], 65 (1), 2014.

SOARES, L.E.; EMERENCIANO NETO, J.V.; SILVA, G.G.C da.; OLIVEIRA, E.M.M de.; BEZERRA, M.G. da S.; SANTOS, T.J.A dos.; DIFANTE, G dos S. Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa, v.6, n.2, p. 19 – 25, 2016.

SOUSA G. G. et al. Acumulação da biomassa, teores e extração de micronutrientes em plantas de milho irrigada com águas salinas. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 31, n. 02, p. 1-10, 2010.

SOUSA, A. de. OLIVEIRA, M.F., CASTIGLIONI, V.B.R. O boro na cultura do girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2004.

SOUSA, A.E.C.; LACERDA, C. F. de.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; UYEDA, C.A. Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão manso submetido a estresse salino e adubação fosfatada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 144-152, mar.-jun., 2012.

SOUSA, G. G. de.; RODRIGUES, V.S.; SOARES, S.C. da.; DAMASCENO, I.N.; FIUSA, J.N.; SARAIVA, S.E.L. Trocas gasosas em plantas de soja irrigadas com águas salinas em solo com biofertilizante bovino. In: IV Inovagri International Meeting, XXVI Conird, III SBS. **Anais...** Fortaleza, Ceará. 2017.

SOUSA, G.G de.; LACERDA, C.F de.; CAVALCANTE, L.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; BEZERRA, M.E. de J.; SILVA, G L. da. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.11, p.1143–1151, 2010.

SOUSA, G.G de.; VIANA, T.V de A.; REBOUÇAS NETO, M. de O.; SILVA, G.L da.; AZEVEDO. B.M de.; COSTA, F. R.B. Características agronômicas do girassol irrigado com

águas salinas em substratos com fertilizantes orgânicos. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 9, n. 1, 2017.

SOUSA, R.A.; LACERDA, C.F de.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.2, n.1, p.75-82, 2007.

SOUTO FILHO, L.T.; LAIME, E.M.O.; FERNANDES, P.D.; SUASSUNA, J.F.; SILVA, R.C da. Efeito da salinidade nas trocas gasosas de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 11, n. 2, p. 067-082, 2014.

SOUZA, A de.; OLIVEIRA, M.F de.; CASTIGLIONI, V. B. R. O boro na cultura do girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2004.

SOUZA, B.G. de A.; PEREIRA, L.A.F.; SOUZA, J.V.G de A.; ALBUQUERQUE, J.R.T.; SOUSA, L.V.; BARROS JÚNIOR, A.P. Crescimento e desenvolvimento de mudas de tomate sob efeito de extrato *Ascophyllum nodosum*. **Revista verde**, Pombal, v.12, n.4, 2017.

SOUZA, R. S.; WEBER, O. L. dos. S.; SCARAMUZZA, J.F.; RIBEIRO, E.S. Concentração de macronutrientes e de sódio em mudas de mogno submetidas ao estresse salino. **Revista Nativa**, Sinop, v.5, n.2, p.127-132, 2017.

SOUZA, T. A. F.; RAPOSO, R. W. C.; OLIVEIRA, J. T. L.; MEDEIROS, D. A.; DIAS, J. A.; SANTOS, T. S.; OLIVEIRA, F. A. Influência do efeito residual do fósforo no estabelecimento do girassol (*Helianthus annuus* L.). In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 32. **Resumos**, Fortaleza: SBCS, 2009.

SUGANTHI, A.; SUJATHA, K. Aqueous Seaweed Sprays for Enhancement of Growth and Yield of Sunflower Hybrid CO₂. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, [s.l.], v 2, nº 6, p. 959 – 962, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, p 719, 2009.

TÁVORA, F.J.A. F.; FERREIRA, R.G.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.441-446, 2001.

TEMÓTEO, A. S. **Cultivares de café conilon (*coffea canephora*) sob estresse salino-hídrico**. 2012. Tese (Doutorado em Agronomia-Irrigação e Drenagem), Universidade estadual Paulista-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu. 2012.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, Oxford, v.91, p.503-527, 2003.

TOORCHI M, NADERI R, KANBAR A, SHAKIBA MR. Response of spring canola cultivars to sodium chloride stress. **Ann. Biol. Res**, [s.l.], 2, 312–322, 2011.

TRAVASSOS, K. D. SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; SILVA, D. R.R.; NASCIMENTO, A.K.S do.; DIAS, N.da S. Produção de aquênio de girassol irrigado com água salobra.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.15, n.14, p.371-376, 2011.

TRAVASSOS, K. D.; BARROS, H.M.M.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, H. R.; TAVARES, M.G.; UYEDAS, C. A.; SILVA, F.V. Crescimento de cultivares de girassol submetido à irrigação com águas de diferentes salinidades. **Revista Espacios**, [s.l.], v.38, n.46, p.6, 2017.

TURAN, M. A.; ELKARIM, A. H. A.; TABAN, N.; TABAN, S. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. **African Journal of Agricultural Research**, [s.l.], v.5, p.584-588, 2010.

UGARTE, R. A.; SHARP, G.; MOORE, B. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. **Journal of Applied Phycology**, Belfast, v. 18, n. 3-5, p. 351-359, 2006.

UNGARO, M. R. G. **Cultura de girassol**. Campinas. Instituto Agronômico (Boletim técnico, 188), 36 p, 2000.

VAN HOORN, J.W.; KATERJI, N.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. **Agricultural Water Management**. Amsterdam, v.51, p. 87–98, 2001.

VELOSO, M. E. C; MOUSINHO, F. E. P.; BLANCO, F. F.; ROCHA JUNIOR, A. F.; BORGES NETO A.; Avaliação e monitoramento da qualidade de água do distrito de irrigação dos tabuleiros de São Bernardo, Maranhão. **Resumo... INOVAGRI. IV Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação**. Fortaleza - Ce. 2012.

VERSLYPE, N.I.; CALDAS, R.M.S.; MACHADO, J.; SILVA, J.C.O.A. Potencial para o cultivo do girassol na Microrregião do Pajeú através do modelo digital do terreno. **Revista Geama**, Recife, v. 1, n. 3, p. 279 - 292, 2015.

VIÉGAS, R. A.; FAUSTO, M. J. M.; QUEIROZ, J. E.; ROCHA, I. M. A.; SILVEIRA, J.A.G.; VIÉGAS, P.R.A. Growth and total - N content of *Prosopis Juliflora* (SW) D.C. are stimulated by low NaCl levels. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v.16, n.1, p.65-68, 2004.

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.

WANG, X.S, HAN, J.G. Effects of NaCl and silicon on ion distribution in the roots, shoots and leaves of two alfalfa cultivars with different salt tolerance. **Soil Sci. Plant Nutrition**, [s.l.], v. 53, n° 3: p. 278-285, 2007.

WHAPMAN, CA.; BLUNDEN, G.; JENKINS, T.; HANKINS, SD. Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. **J. Appl. Phycol**, Belfast, v.5 , 231–234, 1993.

WILSON, C. Liu S, LESCH, S.M, SUAREZ, D.L. Growth response of major USA cowpea cultivars II. Effect of salinity on leaf gas exchange. **Plant Sci**, [s.l]., v.170, nº (6), p.1095-1101, 2006.

ZHANG X; SCHMIDT RE. Hormone containing products impact on antioxidant status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. **Crop Science**, [s.l]., 40: p1344-1349, 2000.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 425-433, 2010.

ZODAPE, S.T.; MUKHERJEE, S. REDDY, M.P.; CHAUDHARY, D.R. Effect of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva. extract on grain quality, yield and some yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). **International Journal of Plant Production**, Gorgan, v. 3, p. 97-102, 2009.