



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA**

**INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA E AMBIENTE**

MIRIELE SOARES OLIVEIRA

**IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO COM ÁGUA DE BAIXA E
MODERADA SALINIDADE NO DESEMPENHO AGRÔNOMICO DA CULTURA
DO AMENDOIM**

REDENÇÃO – CE

2025

MIRIELE SOARES OLIVEIRA

**IRRIGAÇÃO COM DEFICIT HÍDRICO CONTROLADO COM ÁGUA DE BAIXA E
MODERADA SALINIDADE NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA
DO AMENDOIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente, do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa
Co-orientador: Dr. Leonardo Vieira de Sousa

REDENÇÃO – CE

2025

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Oliveira, Miriele Soares.

O48i

Irrigação com déficit hídrico controlado com água de baixa e moderada salinidade no desempenho agrônômico da cultura do amendoim / Miriele Soares Oliveira. - Redenção, 2025.

44f: il.

Dissertação - Curso de Mestrado Acadêmico em Energia e Ambiente, Programa de Pós-graduação em Energia e Ambiente, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa.

Coorientador: Dr. Leonardo Vieira de Sousa.

1. Amendoim. 2. Irrigação. 3. Salinidade. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 633.368

MIRIELE SOARES OLIVEIRA

**IRRIGAÇÃO COM DEFICIT HÍDRICO CONTROLADO COM ÁGUA DE BAIXA E
MODERADA SALINIDADE NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA
DO AMENDOIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia e Ambiente, do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Energia e Ambiente.

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa
(UNILAB)
(Orientador)

Dr. Leonardo Vieira de Sousa
Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)
(Co-orientador)

Prof. Dra. Fernanda Schneider
Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)
(Examinador)

Dra. Rafaela da Silva Arruda
PNDP- UNESP
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe que sempre me deu todo suporte e que nunca mediu esforços para me fazer crescer e evoluir. Que sempre me ensinou sobre disciplina, educação e persistência, sendo os maiores contribuintes da minha formação humana. Por se fazer presente em todos os momentos da minha vida sempre com muito amor e carinho. Essa conquista é uma pequena retribuição por tanto cuidado e incentivo.

Ao meu companheiro Mike Henrique, por todo apoio e paciência nessa trajetória; pelo seu enorme companheirismo e auxílio; por tornar os momentos difíceis mais leves com seu amor e com sua presença.

Aos meus amigos, que sempre vibraram comigo em cada conquista da minha vida, que sempre se fizeram presentes e que sempre estiveram prontos para me ajudar em todas as situações, em especial ao Murilo de Sousa Almeida, pela sua amizade e carinho.

Ao meu orientador prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa, pela confiança a mim depositada, por todas as instruções, pelo incentivo, pela compreensão nos momentos de limitações. Esse processo não teria acontecido sem a sua orientação, sem o seu conhecimento e sem o seu profissionalismo.

Ao Grupo de Pesquisa em Fertilizantes e Salinidade (BIOSAL), por toda a parceria e ajuda ao longo do experimento.

Ao prof, Dr. Lucas Luz, pela doação de sementes de amendoim e colaboração para com toda a pesquisa.

A minha querida UNILAB que fez parte da minha formação desde a graduação. Me sinto privilegiada por ter estudado em uma universidade tão incrível, com excelentes profissionais que lutam todos os dias por educação de excelência.

“Minha esperança é necessária, mas não é suficiente. Ela, só, não ganha a luta, mas sem ela a luta fraqueja e titubeia.

Paulo Freire

RESUMO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) pertencente à família Fabaceae é uma das principais culturas de atividade agrícola do Brasil e em outros países, configurando-se como uma das mais importantes oleaginosas cultivadas. No Brasil, a produção de grãos na safra 2023/2024 foi de 734 mil toneladas (CONAB 2024). No estado do Ceará, a produtividade chegou a 1.165 kg ha⁻¹ na mesma safra (CONAB, 2024). Esses resultados de produção do estado do Ceará estão diretamente relacionados com os métodos de cultivo utilizados. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito da irrigação com água de menor e moderada salinidade sob déficit hídrico controlado no cultivo do amendoim. O trabalho foi realizado na Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) em Redenção, Ceará, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, fazendo uso do esquema fatorial 5 x 2, com 5 repetições, onde o primeiro fator corresponde a cinco estratégias de irrigação nas fases fenológicas da cultura (EIFF1= déficit hídrico com 50% ETc na fase vegetativa e início do florescimento, EIFF2= déficit hídrico com 50% ETc no aparecimento do ginóforo, EIFF3= déficit hídrico com 50% ETc na formação de vagem, EIFF4 = tratamento com 50% da ETc em todo o ciclo da cultura e o EIFF5 = Controle - 100% da ETc em todo o ciclo da cultura e o segundo fator a duas condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,3 e 4,0 dS m⁻¹). Aos 85 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas as seguintes variáveis: número de vagens; número de grãos; comprimento e diâmetro do grão; massa da vagem; massa do pericarpo; produtividade e a eficiência do uso da água. A irrigação com água de moderada salinidade favoreceu o crescimento e a produção do amendoim; a alta salinidade comprometeu a uniformidade dos resultados e reduziu a produtividade; os índices de estresse hídrico variam para cada fase de desenvolvimento do amendoim, sendo que durante a maturação foram observados os maiores efeitos do déficit.

Palavras-chave: *Arachis hipogaea* L., déficit osmótico, déficit hídrico, fases fenológicas.

ABSTRACT

Peanut (*Arachis hypogaea* L.) is considered one of the most important oilseeds worldwide. Semi-arid regions such as the Brazilian Northeast are characterized by brackish water and rainfall variations in time and space. Consequently, peanut cultivation in these regions is often compromised due to water deficit and the accumulation of salts present in irrigation water. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of irrigation with water of low and moderate salinity under controlled water deficit on peanut cultivation. The study was carried out at the Auroras Seedling Production Unit (UPMA), belonging to the University of International Integration of the Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB) in Redenção, Ceará, Brazil. The experimental design used was completely randomized, using a 5 x 2 factorial scheme, with 5 replications, where the first factor corresponds to five irrigation strategies in the phenological phases of the crop (EIFF1 = water deficit with 50% ETc in the vegetative phase and beginning of flowering, EIFF2 = water deficit with 50% ETc at the appearance of the gynophore, EIFF3 = water deficit with 50% ETc at the pod formation, EIFF4 = treatment with 50% of ETc throughout the crop cycle and EIFF5 = Control - 100% of ETc throughout the crop cycle and the second factor to two electrical conductivities of the irrigation water (ECa: 0.3 and 4.0 dS m⁻¹). At 85 days after sowing (DAS) the following variables were evaluated: number of pods; number of grains; length and diameter of the grain; pod mass; husk mass; productivity and water use efficiency. Irrigation with lower salinity water (0.3 dS m⁻¹) associated with treatment throughout the peanut crop cycle (EIFF5) provided greater performance in productivity and water use efficiency. The use of higher salinity water reduced the length and mass of the peanut grain. Water deficit caused losses in grain mass and shorter pod length, in the production and grain filling vases, the negative correlation between total production and pod length ($r = -0.38$) suggests that longer pods do not result in higher yield, possibly due to lower grain filling.

Keywords: *Arachis hipogaea* L., osmotic deficit, water deficit, phenological phases.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. HIPÓTESES	12
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 OBJETIVO GERAL.....	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4. REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1. A Cultura do amendoim- origem, aspectos botânicos e fisiológicos.....	13
4.2 Manejo da irrigação.....	14
4.3 Efeitos da salinidade nas plantas.....	15
4.4 Resposta das plantas ao déficit hídrico	16
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1 Localização e caracterização da área experimental	18
5.2 Caracterização da água de irrigação.....	19
5.3 Delineamento experimental	19
5.4 Semeadura e desbaste	21
5.5 Manejo da adubação e condução do experimento	21
5.6 Manejo da irrigação.....	22
5.7 Variáveis analisadas	23
5.7.1 Componentes da produção.....	23
5.7.2 Eficiência do uso da água	24
5.8 Análise estatística	24
6. RESULTADOS E DISCURSÃO	25
6.1 Comprimento da vagem	25
6.3. Massa da vagem	26
6.4. Massa do pericarpo.....	27
6.5 Diâmetro da vagem.....	28
6.6 Produtividade	29
6.7 Eficiência do uso da água	32
6.8 Análise de componentes principais (PCA).....	35
6.9 Correlação	36
7. CONCLUSÕES	38
8. REFERÊNCIAS	39

1.INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) pertencente à família Fabaceae é uma das principais culturas de atividade agrícola do Brasil e em outros países, configurando-se como uma das mais importantes oleaginosas cultivadas, amplamente utilizada nas indústrias alimentícia, cosmética e na produção de biocombustíveis, além de poder ser consumida *in natura* (Arruda et al., 2015; Arya; Salve; Chauhan, 2015)

O amendoim é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo, sendo atualmente plantada em larga escala nas Américas, na África e Ásia. A cultura tem grande importância na produção agrícola nacional, por apresentar variedades com diversas formas de aproveitamento, destinadas principalmente para a produção de grãos, óleo, farelo (Ferrari Neto et al., 2012) ou biodiesel (Sabes et al., 2008).

No Brasil, a produção de grãos na safra 2023/2024 de 734 mil toneladas (CONAB 2024). No estado do Ceará, a produtividade chegou a 1.165 kg ha⁻¹ na mesma safra (CONAB, 2024). Esses resultados de produção do estado do Ceará estão diretamente relacionados com os métodos de cultivo utilizados, predominando os sistemas de sequeiro, porém são agravados pela distribuição irregular das chuvas, elevadas taxas evapotranspiratórias e utilização de água de qualidade inferior (salobras) (Cruz et al., 2021; Guilherme et al., 2021). A agricultura do semiárido, tanto irrigada como de sequeiro, faz parte de uma estratégia incluyente e sustentável de desenvolvimento para o Nordeste, portanto devem ser pensadas em coexistência e não dependem apenas de alocações de recursos, exigem para efetivar seu potencial toda uma série de inovações institucionais e tecnológicas (Unger, 2009)

Nas regiões áridas e semiáridas, as áreas de insuficiência hídrica abrangem cerca de 150 milhões de hectares, sendo comum a presença de fontes de água com elevada concentração de sais, fator responsável pela redução da qualidade deste recurso para utilização na produção agrícola, devido à escassez hídrica (Paiva et al., 2020). Esse problema pode estar associado tanto às condições edafoclimáticas da região quanto ao manejo inadequado das águas salobras (Lessa et al., 2021; Sousa et al., 2023).

A variação na disponibilidade hídrica compromete a maioria das culturas, prejudicando os processos fisiológicos, bioquímicos, moleculares e morfológicos, resultando na inibição do crescimento, conseqüentemente, em produção instável, perdas de rendimento e baixa na qualidade dos produtos colhidos (Silva et al., 2012). Quando o déficit é imposto lentamente, as plantas podem desencadear mecanismos para escapar à desidratação, o que pode levar até a

redução do ciclo de vida. No caso de desidratação rápida da rizosfera, o estresse oxidativo desenvolvido como efeito secundário é muito danoso ao processo fotossintético (Ort, 2001).

Já o estresse salino pode reduzir o potencial osmótico do solo causando desequilíbrio hídrico devido ao acúmulo de íons tóxicos e, conseqüentemente, desequilíbrios fisiológicos devido ao acúmulo de íons (Na^+ e Cl^-) nos cloroplastos, que afetam os processos bioquímicos e fotoquímicos envolvidos na fotossíntese e no equilíbrio nutricional das plantas (Freire et al., 2013; Taiz et al., 2017), na absorção e o transporte de nutrientes para o crescimento e a produtividade das plantas (Taiz et al., 2017; Silva et al., 2022).

Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da irrigação com água de menor e moderada salinidade sob déficit hídrico controlado no cultivo do amendoim nas seguintes variáveis: número de vagens totais (NVT), massa do grão (MG); comprimento da vagem (CV, em mm) e diâmetro de vagem (DV), massa da vagem (MV, g) e massa do pericarpo (MC).

2. HIPÓTESES

- A irrigação com água salobra de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ reduz o desempenho agrônômico da cultura do amendoim.
- O déficit hídrico influencia negativamente a produção da cultura do amendoim.
- A interação entre estresse salino e hídrico afeta o desempenho agrônômico da cultura do amendoim.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o efeito da irrigação com água de menor e moderada salinidade sob déficit hídrico controlado no cultivo do amendoim

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os componentes de produtividade da cultura do amendoim sob déficit hídrico e salino em diferentes fases fenológicas
- Investigar a eficiência do uso da água da cultura do amendoim sob estresse hídrico e salino em diferentes fases fenológicas

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. A Cultura do amendoim- origem, aspectos botânicos e fisiológicos

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.), oleaginosa pertencente à família Fabaceae, tem origem na América do Sul, na região compreendida entre as latitudes 10° e 30° S, entre o Amazonas e a Argentina (Bastos et al 2012). O Brasil faz parte das regiões próximas ao seu centro de origem, sendo o local com maior número de espécies, chegando a 63 das quais cerca de 46 são exclusivas da região (Graciano et al., 2011). O amendoim cultivado abrange as subespécies *hypogaea* e *fastigiata*, segundo classificação botânica, sendo que a diferença entre elas está em um conjunto de caracteres morfológicos das plantas, como por exemplo a ausência ou presença de flores no eixo principal (Freitas; Peñaloza; Valls, 2003).

O ciclo de vida do amendoim planta varia de 90 a 115 dias, para as variedades precoces, e de 120 a 140 dias, para as variedades tardias (Doorenbos; Kassam, 1979; Reichardt, 1990). Outro fator que influencia consideravelmente o cultivo do amendoim é a disponibilidade hídrica, apesar de ser uma cultura considerada relativamente tolerante a seca, há uma necessidade hídrica que varia de 450 a 700 mm durante o ciclo, ocorrendo a máxima exigência durante o florescimento e a frutificação; a deficiência hídrica nessas fases pode resultar em efeitos negativos como: queda de flores, e murchamento dos ginóforos, afetando diretamente a produção (Ferrari neto; Costa; Castro, 2012; EMBRAPA, 2009).

A qualidade da água também influencia o desenvolvimento do amendoim, tolerando salinidade da água de até 3,2 dS m⁻¹, sendo considerada moderadamente sensível a salinidade da água de irrigação (Ayers; Westcot, 1999). Goes et al. (2021), realizou experimento com a cultura do amendoim em condições de campo submetido a estresse salino (4,0 dS m⁻¹), verificaram redução da produtividade em torno de 30%. Já Freitas et al. (2021), avaliou a morfofisiologia da cultura em condições de vaso sob diferentes condutividades elétricas da água (1, 2, 3, 4 e 5 dS m⁻¹), observaram reduções significativas a partir do aumento da CEa de 2 dS m⁻¹.

Com relação à morfologia da cultura, a parte aérea constitui-se de uma haste principal, onde surgem os primeiros ramos, secundários e terciários. Nas variedades do porte ereto, a haste principal cresce verticalmente atingindo até 60 cm de altura em média. Já nas de porte rasteiro, sua haste principal também é vertical, porém curta, aproximando de 30 cm de comprimento (Graciano et al., 2011).

No aspecto fenológico, as fases de crescimento e de desenvolvimento dos genótipos são particularmente definidas, podendo variar a depender do local e das condições climáticas, principalmente relacionadas com a temperatura de onde são cultivadas (Referência). As fases fenológicas estão relacionadas aos dias após a semeadura (DAS). De maneira geral, são elas: emergência (6 DAS); fase vegetativa (10 DAS); fase de florescimento (25 DAS); aparecimento do ginóforo (36 DAS); formação de vagem (47 DAS); fase final de floração (60 DAS); e maturação completa da vagem (95 DAS) (Santos et al., 1997).

4.2 Manejo da irrigação

A região semiárida do Nordeste brasileiro tem como característica a ocorrência de irregularidades das precipitações pluviométricas, podendo resultar em déficit hídrico nas plantas, ocorrendo redução das produções agrícolas na região, evidenciando a importância a ser dada para a adoção da prática da irrigação, no intuito de uma menor dependência das condições climáticas às culturas, aumentando as chances de serem obtidas colheitas mais rentáveis (Fernandes, 2010). Assim, o uso da irrigação torna-se de grande importância para a produção de alimentos, geração de emprego e renda e promoção do desenvolvimento sustentável da região (Luna et al., 2013; Fernandes et al., 2010).

Quantificar a lâmina d'água é um parâmetro fundamental quando se utiliza irrigação, uma vez que a produção da cultura pode ser prejudicada por déficit ou excesso hídrico (Azevedo et al., 2017). A baixa disponibilidade hídrica no solo afeta diretamente a cultura do amendoim e, conseqüentemente, diversos processos fisiológicos são comprometidos. Normalmente, o estresse causado pela seca impõe à planta alterações no crescimento, nas relações hídricas e nutricionais, a fotossíntese e na produtividade (Farooq et al., 2009).

O nível de dano provocado pela deficiência hídrica é determinado pela intensidade, período de duração do estresse e estágio fenológico no qual a cultura se encontra (Chaves; Oliveira 2004), afetando assim todos os seus estágios de desenvolvimento, partindo da germinação até o desenvolvimento. Desta forma, o uso da irrigação, a quantidade de água a aplicar e quando aplicar, inserem-se em uma decisão a ser tomada com base no conhecimento das relações água-solo-planta-atmosfera.

Sendo assim torna-se necessário conhecer o comportamento de cada cultura em função das diferentes quantidades de água a ela fornecidas, a determinação das fases de seu desenvolvimento de maior consumo de água e os períodos críticos, quando a falta ou o excesso provocariam quedas de produção (Bernardo, 2019).

4.3 Efeitos da salinidade nas plantas

As plantas adaptadas a ambientes salinos são denominadas de halófitas, podendo sobreviver em ambientes onde a concentração de NaCl é superior a 200 mM (equivalente a condutividade elétrica, no extrato de saturação do solo, de aproximadamente 20 dS m⁻¹) (Flowers; Colmer, 2008). A vantagem das halófitas sobre as glicófitas são provenientes da melhor atuação em mecanismos de tolerância que proporcionam um manejo eficiente em acumular e compartimentar solutos (Esteves; Suzuki, 2008).

A salinidade pode afetar as plantas pelo decréscimo do potencial osmótico da solução do solo, pois irá exigir um maior gasto de energia para absorver água e os elementos vitais, devido a maior concentração de sais no solo. E também pela toxidez de determinados íons, principalmente sódio, cloretos, boro e bicarbonatos, que em alta concentração provocam distúrbios fisiológicos nas plantas (Pedrotti et al., 2015).

A presença de íons na água de irrigação pode causar diversos problemas de fitotoxicidade, podendo causar efeitos negativos em vários processos fisiológicos da planta ou desequilíbrios nutricionais. Esses problemas surgem quando os íons absorvidos se acumulam em excesso no tecido da planta, causando reduções no rendimento, independentemente da concentração total de sais no solo (Dias et al., 2016).

Os transtornos fisiológicos e bioquímicos em plantas causadas pela salinidade são: a redução do potencial hídrico, desidratação celular e citotoxicidade iônica, que consequentemente provoca efeitos secundários reduzindo a expansão celular/foliar e as atividades celulares e metabólicas, fechamento estomático e inibição fotossintética, abscisão foliar, alteração na partição do carbono, entre outros processos fisiológicos (Taiz et al., 2017).

4.4 Resposta das plantas ao déficit hídrico

À medida que o conteúdo em água diminui, a célula reduz o volume cada vez mais, e as paredes relaxam, os solutos ficam cada vez mais concentrados e a membrana plasmática torna-se mais espessa, uma vez que cobre uma área menor. Como a perda de turgidez é o primeiro efeito biofísico da carência hídrica, as atividades relacionadas com a turgidez são as mais sensíveis ao déficit hídrico (Taiz e Zeiger, 1998). Embora o déficit hídrico comprometa todo o crescimento da planta, reduzindo o crescimento da parte aérea, o comprometimento é menor no crescimento das raízes, na tentativa de explorar um maior volume de solo e de alcançar água em maiores profundidades (Santos et al., 2012).

As plantas quando submetidas a condições de deficiência hídrica, apresentam mudanças nos padrões de alocação de biomassa seca, muitas vezes acarretando incrementos na relação raiz parte aérea, o que é atribuído à grande alocação de carbono às raízes (Silva, 2015). Morfológicamente, essa diminuição do crescimento está associada com redução da expansão celular, devido a diminuição do alongamento celular, causado pelo decréscimo na turgescência das células (Ávila et al., 2007).

O entendimento das respostas das plantas ao déficit hídrico é de fundamental importância se quantificar a capacidade de armazenamento de água no solo e analisar a influência dos mecanismos de adaptação das plantas à redução da disponibilidade de água no solo (Levitt, 1980). Segundo Kiehl (1979) a quantidade de água armazenada no solo disponível às plantas varia com a textura e as características físicas do solo, levando a planta a apresentar diferentes respostas em seus mecanismos de resistência morfofisiológicos. No âmbito fisiológico o fechamento estomático tem sido uma das primeiras alterações verificadas no amendoim que contribui para sua estabilidade e principalmente pela redução da transpiração. As folhas contêm estômatos nas duas superfícies e sob condições normais as condutâncias foliares são equivalentes, porém, sob condições de déficit hídrico, os estômatos da superfície abaxial são mais sensíveis respondendo mais rapidamente as variações de água da planta (Nogueira et al., 2013).

Neste sentido, os efeitos diretos do déficit hídrico sobre a fotossíntese resultam em limitações da difusão através dos estômatos até o mesófilo e em alterações no metabolismo fotossintético e, indiretamente, através do estresse oxidativo, acarretado pela indução da síntese de espécies reativas de oxigênio (Chaves; Flexas; Pinheiro, 2009; Flexas; Medrano, 2002; Lawlor; Cornic, 2002).

Essas respostas ao estresse hídrico culminam em alterações agronômicas tais como redução na produção das vagens e na massa das sementes, uma vez que metabólitos estão sendo alocados para manter o metabolismo da planta, diante das condições extremas, refletindo diretamente na produtividade desta cultura (Lucena, 2016)

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado no período de 04 fevereiro a 24 de abril de 2024 na Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA) (Figura 1), pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) em Redenção, Ceará, Brasil, situada a uma latitude de 04°13'05"S e longitude de 38°42'46"W, com altitude média de 96 m.

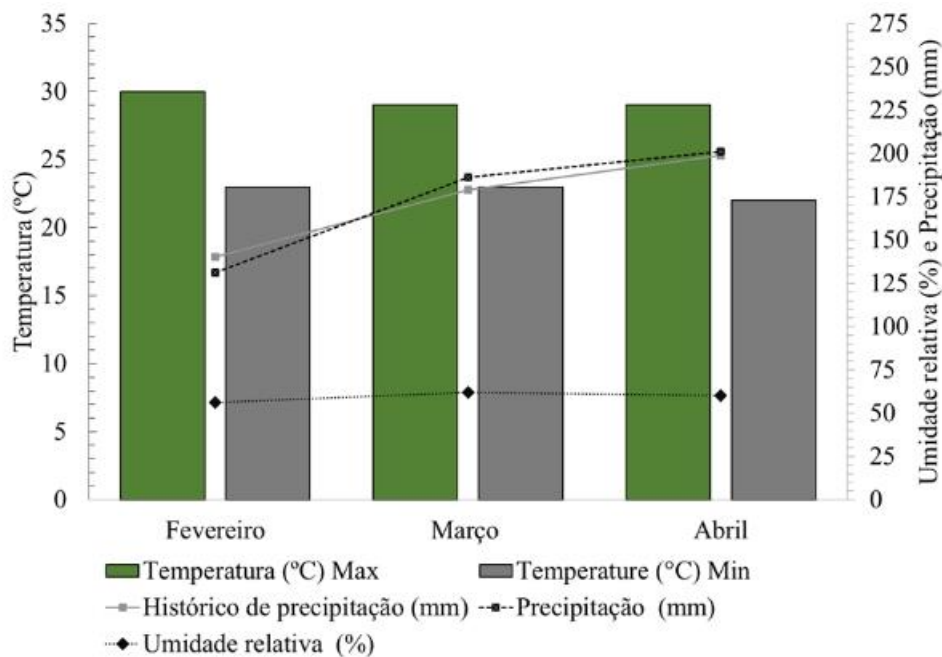
Figura 1: Unidade de Produção de Mudas (UPMA), UNILAB, compus Auroras.



Fonte: Autor (2024)

O clima local é classificado como Aw de acordo com a classificação proposta por Köppen (1925), com pluviosidade média de 1.062 mm com temperatura média variando de 26° à 28 °C (IPECE, 2017). A umidade relativa, precipitação pluviométrica, e os valores máximos e mínimos de temperatura do ar, foram coletados diariamente durante o experimento (Figura 2) monitorados através de um Data logger (HOBO® U12-012 Temp/RH/Light/Ext).

Figura 2. Valores médios de temperatura máxima (Max), mínima (Min) umidade relativa e precipitação obtidos durante o ciclo experimental.



Fonte: INMET: Instituto Nacional de Meteorologia (2024)

5.2 Caracterização da água de irrigação

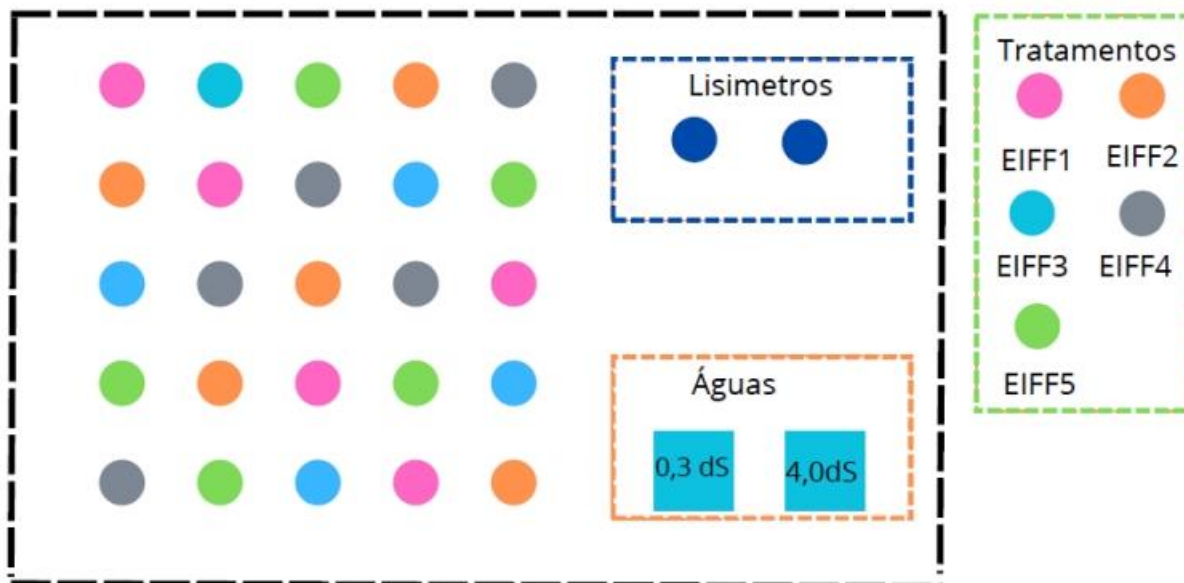
A água utilizada no experimento é proveniente da rede de abastecimento local, que corresponde ao tratamento de menor condutividade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), sendo utilizada para preparar a água com maior condutividade elétrica ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$).

A água de abastecimento ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) foi armazenada em caixas d'água com capacidade volumétrica de 100 L e utilizada no preparo da solução salina de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, que foi elaborada a partir da dissolução dos sais, cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e cloreto de magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) na proporção de 7:2:1 (Medeiros, 1992), obedecendo a relação entre CEa e sua concentração molar ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = \text{CE} \times 10$) (Richards, 1954).

5.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, fazendo uso do esquema fatorial 5×2 , com 5 repetições, onde o primeiro fator corresponde a cinco estratégias de irrigação nas fases fenológicas da cultura (EIFF1= déficit hídrico com 50% ET_c na fase vegetativa e início do florescimento, EIFF2= déficit hídrico com 50% ET_c no aparecimento do ginóforo, EIFF3= déficit hídrico com 50% ET_c na formação de vagem, EIFF4 = tratamento com 50% da ET_c em todo o ciclo da cultura e o EIFF5 = Controle - 100% da ET_c em todo o ciclo da cultura e o segundo fator a duas condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: $0,3$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$). A distribuição dos tratamentos na área experimental está apresentada no croqui (Figura 3).

Figura 3: Croqui da área experimental



Fonte: Autor (2024)

5.4 Semeadura e desbaste

Foram utilizadas sementes correspondentes à cv. BR-1, que apresentam coloração branca e arredondada e vagens com 3 a 4 sementes. A semeadura foi realizada manualmente adotando-se 4 a 5 sementes por cova, em uma profundidade de 2 cm (Figura 4). Aos dez dias após a semeadura (DAS), com o estande de plantas estabelecido, foi realizado o desbaste deixando-se duas plantas por vaso.

Figura 4: semeadura das plantas de amendoim



Fonte: Autora (2024)

5.5 Manejo da adubação e condução do experimento

A adubação mineral das plantas foi realizada tendo como base a análise química do substrato (Tabela 2) e as recomendações de Fernandes (1993), nas quais correspondem a 15 kg ha⁻¹ de N; 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Dispondo de um stand de 10.000 plantas, a dosagem máxima por planta⁻¹ no ciclo foi de: 1,5 g de N, 6,25 g de P₂O₅ e 5,0 g de K₂O), com ureia, cloreto de potássio e superfosfato simples, respectivamente. À medida que o estudo avançava eram realizadas as adubações (Figura 5), sendo o NPK aplicado 50% na fundação e 50% na cobertura (20 DAS).

O experimento foi realizado em vasos de polietileno com capacidade de 11 L contendo como substrato a mistura de arisco, areia e esterco bovino na proporção de 7:2:1 respectivamente.

Figura 5: Adubação mineral na cultura do amendoim



Fonte: Autora (2024)

Tabela 2. Atributos químicos do substrato utilizado no experimento.

MO	N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	pH	PST	CEes
----- g kg ⁻¹ -----							H ₂ O	(%)	dS m ⁻¹
0,8	0,21	0,06	0,28	0,07	0,03	0,11	6,5	3,4	0,37

MO= matéria orgânica; PST= porcentagem de sódio trocável; CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

5.6 Manejo da irrigação

A irrigação com água de maior condutividade elétrica iniciou aos 15 dias após a semeadura (DAS) seguindo até a colheita aos 80 DAS. A irrigação foi realizada de forma manual em frequência diária e calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (Bernardo et al., 2019), mantendo-se o solo na capacidade de campo. O volume de água aplicado nas plantas foi determinado utilizando uma lâmina de lixiviação de 15% (Equação 1).

$$VI = (Vp - Vd)(1 - LF) \quad (01)$$

Onde:

VI – volume de água a ser aplicado na irrigação (mL);

Vp – volume de água aplicado na irrigação anterior (mL);

Vd – volume de água drenado (mL); e,

LF – fração de lixiviação de 0,15.

5.7 Variáveis analisadas

5.7.1 Componentes da produção

Ao final do ciclo experimental (80 DAS) foram coletadas as vagens de cada parcela (correspondendo a três plantas útil de cada tratamento) sendo postas para secagem por 15 dias em ambiente protegido até atingirem massa constante (Figura 7). Após esse período foram determinadas as seguintes variáveis: número de vagens totais (NVT), a partir da contabilização das vagens completamente formadas; massa de grãos (MG), utilizando-se de uma balança de precisão 0,01g; comprimento da vagem (CV, em mm) e diâmetro de vagem (DV, em mm), mesurados com paquímetro digital a partir dos diâmetros longitudinal e transversal respectivamente; e massa da vagem (MV, g), utilizando-se uma balança com precisão de 0,01g, massa da pericarpo (MC) fazendo-se a diferença da massa do grão pela massa da vagem e produtividade (Figura 8).

Figura 6: Coleta das vagens (A) e armazenamento das vagens em laboratório para secagem até atingir massa constate (B).



Figura 7: Análises de produção



Fonte: Autor (2024)

5.7.2 Eficiência do uso da água

Para a determinação da eficiência do uso da água foi contabilizada a lâmina total aplicada durante o ciclo, correspondendo a 800 mm.

A partir da relação entre os dados de lâmina total aplicada e a produtividade em grãos foi estimada a eficiência no uso da água (EUA, em $\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$), para os tratamentos.

5.8 Análise estatística

Para avaliar a normalidade, os dados obtidos foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov ($p \leq 0,05$). Após verificação da normalidade, os dados serão submetidos à análise de variância, e quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$), utilizando o software Assistat 7.7 Beta (Silva; Azevedo, 2016).

6. RESULTADOS E DISCURSÃO

Conforme apresentado no resumo da análise de variância (Tabela 3), houve interação entre os fatores condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e estresse hídrico controlado apenas para o comprimento de vagem ($p \leq 0,05$) e efeito isolado para CEa para massa de vagem e massa da casca, produtividade e eficiência do uso da água ($p \leq 0,01$). Já para o fator déficit hídrico controlado houve efeito significativo para o diâmetro de vagem, massa da casca, produtividade e a eficiência do uso da água ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$). Em relação a variável número total de vagens não ocorreu efeito significativo para nenhum fator estudado.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis comprimento da vagem (CV), massa da vagem (MV), massa do grão (MG), diâmetro da vagem (DV), massa da pericárpo(MC), número total de vagens (NTV), produtividade (PROD) e Eficiência do uso da água (EUA).

Quadrado Médio								
FV	G L	CV	MV	DV	MC	NTV	PROD	EUA
CEa	1	0.260139 ⁿ s	0.016002 **	0.29543 ⁿ s	0.03049 **	0.20883 ns	0.029011 **	0.029899 **
EH	4	0.010351 7*	0.134020 ⁿ s	0.04640 **	0.01267 **	0.22126 ns	0.010358 7*	0.017383 *
CEa x EH	4	0.70722*	0.276107 ⁿ s	0.97154 ⁿ s	0.3184 ^{ns}	0.19555 ns	0.10687 ^{ns}	0.14805 ^{ns}
Resíduo	40	20,79	52,612	31,005	25,08	40,067	30,2	47,2
Total	49	40,754	77,78	40,525	40,432	54,074	86,618	65,877
CV (%)		6.03	24.2	8.69	45.97	10.42	21.91	21.99

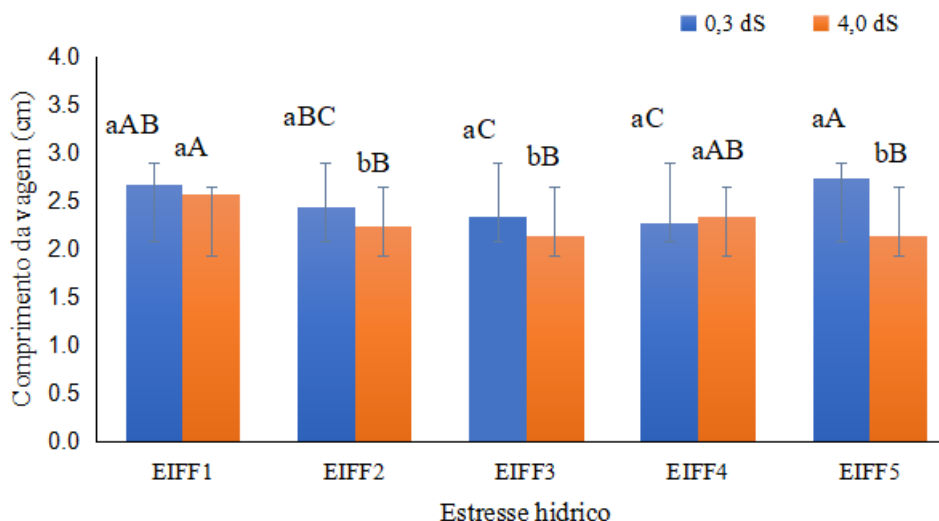
FV- Fonte de variação; GL- Gral de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

Fonte: Autor (2024)

6.1 Comprimento da vagem

De acordo com a Figura 8, a água de baixa condutividade elétrica ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) proporcionou maiores valores médios de comprimento da vagem, já a água de maior salinidade dentro do estresse hídrico nas fases fenológicas, proporcionou os menores valores. O tratamento EIFF5 apresentou os melhores valores de comprimento da vagem. Salienta-se que o estresse salino pode causar baixos potenciais osmóticos, diminuir o teor relativo de água e retardar aspectos produtivos (Lima et al., 2020).

Figura 8 - Comprimento da vagem de plantas de amendoim submetidas a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação e estresse hídrico controlado.



Fonte: Autor (2024). As mesmas letras minúsculas comparando os valores médios de CEa em cada déficit hídrico controlado nas fases fenológicas e as mesmas letras maiúsculas comparando os valores médios do déficit hídrico controlado nas fases fenológicas no mesmo nível de CEa não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); as barras verticais representam o erro padrão ($n=4$)

Estudo realizado por Goes et al. (2021), com a cultura do amendoim sob irrigação com água salina de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$, apresentaram resultados semelhantes ao presente estudo, ou seja, a água de irrigação com maior condutividade elétrica ocasionou redução no comprimento da vagem de amendoim.

Cruz Filho et al. (2024) também verificaram uma redução, na cultura do amendoim conduzidas em condições de vaso e irrigada com água salobra, verificaram redução similar ao deste estudo para o comprimento da vagem. Do mesmo modo, Sousa et al. (2023) também registraram redução no comprimento da vagem da cultura do amendoim irrigada com água salobra durante toda a fase fenológica. A redução no comprimento da vagem está associada principalmente a fatores observados durante o estresse salino.

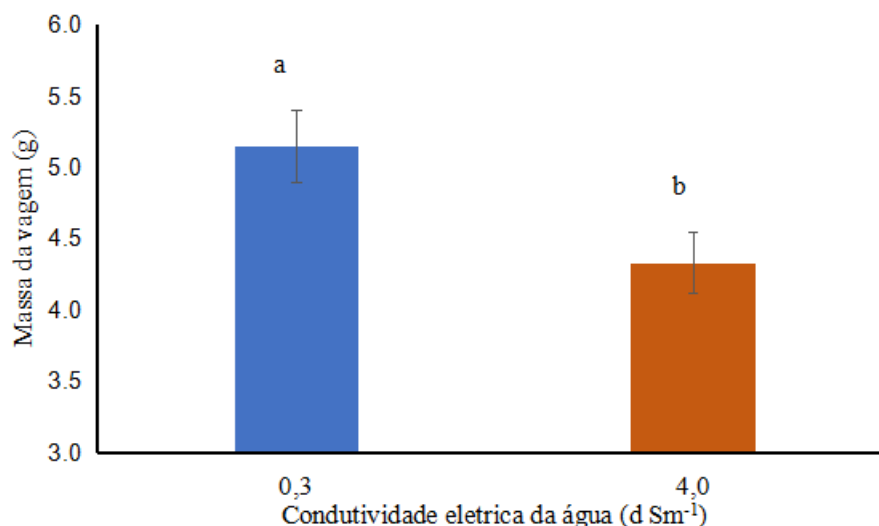
6.3. Massa da vagem

O resultado do teste de comparação de médias para a massa de vagens de amendoim submetidos a déficit hídrico e diferentes níveis de CEa estão apresentados na Figura 9. O estresse salino não só reduz a formação de vagens, mas também reduz o enchimento dos grãos, possivelmente atribuído ao efeito deletério da alta concentração de sais que interfere no fluxo

de água na planta e translocação de fotoassimilados e do elemento essencial como o potássio (Barbosa et al., 2021; Canjá et al., 2021; Silva et al., 2022).

Quantificar a magnitude dessa redução.

Figura 9- Massa da vagem de plantas de amendoim submetidas a irrigação com água de moderada (■ 0,3 dS m⁻¹) e maior (■ 4,0 dS m⁻¹) salinidade.



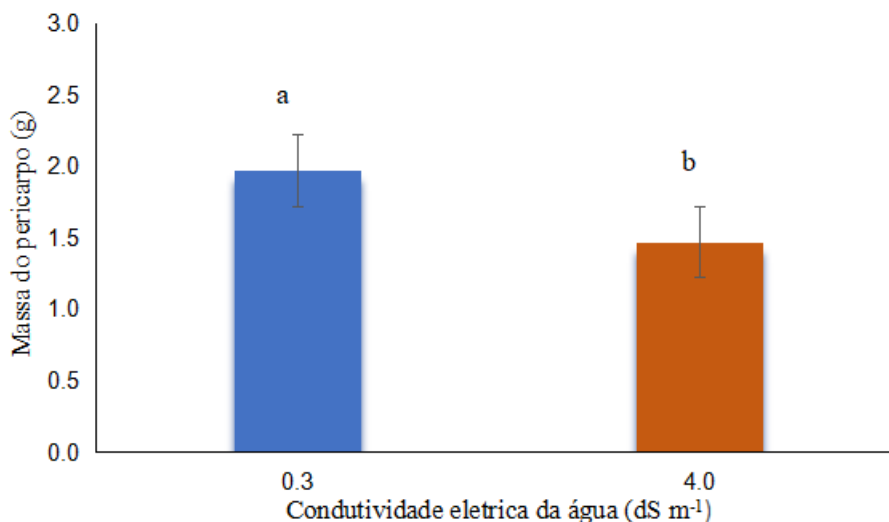
Fonte: Autor (2024). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 5$)

A redução do tamanho da vagem do fruto pelo estresse salino é um reflexo da redução do potencial hídrico causado pelo excesso de sais no meio (Referência). Essa situação impõe um maior gasto de energia para manter as atividades metabólicas das plantas e, conseqüentemente, induz a formação de frutos com menor massa (Silva et al., 2019). Goes et al. (2021) observaram tendência semelhante ao desse estudo, tendo a massa de vagens da cultura do amendoim se reduzido significativamente quando submetida a salinidade hídrica de 4 dS m⁻¹.

6.4. Massa do pericarpo

Em relação a massa do pericarpo amendoim (Figura 10) a água de menor salinidade apresentou melhor resultado comparado com a de maior salinidade, sendo sido superior estatisticamente pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$). Tal efeito está relacionado ao efeito proposto pela salinidade, que afeta diretamente absorção de nutrientes essenciais, como o potássio. Esse macronutriente é responsável pela qualidade da vagem, ou seja, o Na⁺ pode ter afetado a sua translocação no floema, afetando sua distribuição para a casca.

Figura 10- Massa do pericarpo de plantas de amendoim submetidas a irrigação com água de menor (■ 0,3 dS m⁻¹) e maior (■ 4,0 dS m⁻¹) salinidade.



Fonte: Autor (2024). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 5$)

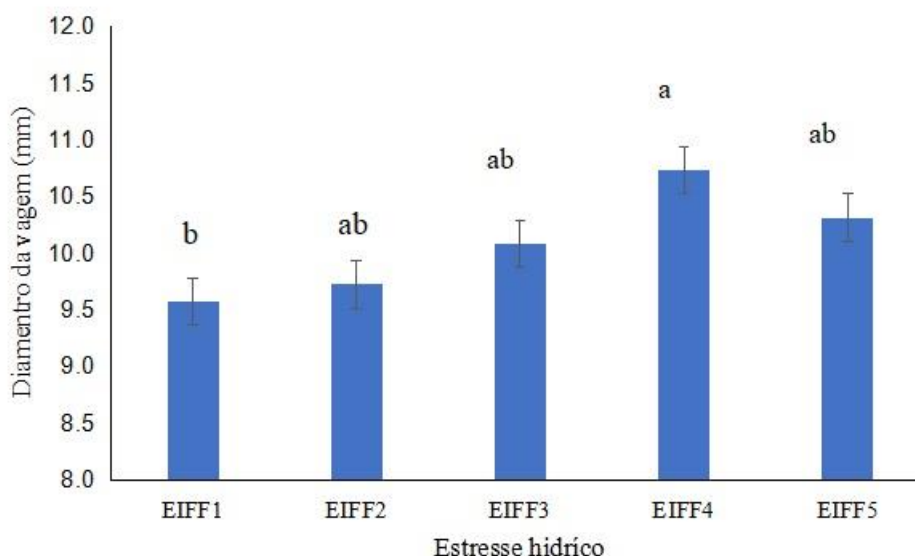
Períodos de déficit hídrico superiores a 35 dias provocaram redução no crescimento de plantas de amendoim, sem, contudo, paralisá-lo (Correia & Nogueira, 2004). Com a deficiência hídrica, há diminuição na taxa fotossintética, ocasionando redução no crescimento da planta e afetando a formação e desenvolvimento de grãos, os quais influenciam diretamente na produção (Arruda, 2015). Dessa forma no presente estudo foi verificado que a massa do pericarpo foi afetada indiretamente.

Outro fator que pode ter prejudicado os componentes de produção é a inibição do crescimento em plantas ocasionada pelo estresse salino progressivo, onde este pode estar relacionada ao desvio de energia em decorrência do aumento dos níveis de salinidade do solo, podendo ir além de uma simples diminuição no potencial hídrico no solo até à injúria celular, causada por um estresse oxidativo na planta (Garcia et al., 2007).

6.5 Diâmetro da vagem

Quanto ao diâmetro de vagem (Figura 11), excetuando o tratamento EI1, os demais não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Dessa forma é importante destaca que aos 55 dias o amendoineiro está formando vagem, ou seja, o déficit hídrico interferiu negativamente no diâmetro da vagem e consequentemente a produtividade.

Figura 11- Diâmetro da vagem de amendoim submetido a diferentes estratégias de irrigação nas fases fenológicas.



Fonte: Autor (2024). Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). EIFF1- 50% ETc 15 a 29 DAS, EIFF2 50% ETc - 30 a 46 DAS, EIFF3 50%- 47 a 63 DAS, EIFF4- 50% ETc em todo o ciclo do cultivo e EIFF5- tratamento controle com 100% da ETc e fenológicas. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 5$)

França et al. (2020) obtiveram resultados semelhantes para o diâmetro de vagem, estudando o desempenho agrônomo das cultivares de feijão-vagem ‘contender’ e ‘amarelo japonês’ sob diferentes reposições hídricas. Semelhante ao resultado no presente estudo, Sousa et al. (2023) observaram a redução no diâmetro de vagens com o aumento da condutividade elétrica na cultura do amendoim. O excesso de sais solúveis na água de irrigação pode causar distúrbios nutricionais, e afetando a absorção de água pela planta e o estresse hídrico pode causar lesões fisiológicas nas lavouras, reduzir a taxa fotossintética das plantas, afetando diretamente o crescimento da cultura do amendoim (Gheyi, 2016).

Embora o amendoim demonstre ser uma cultura adaptada a ambientes secos (Nogueira e Távora, 2005, b), a disponibilidade de água para seu pleno desenvolvimento é de extrema importância, uma vez que sua deficiência refletirá diretamente no potencial produtivo da mesma.

6.6 Produtividade

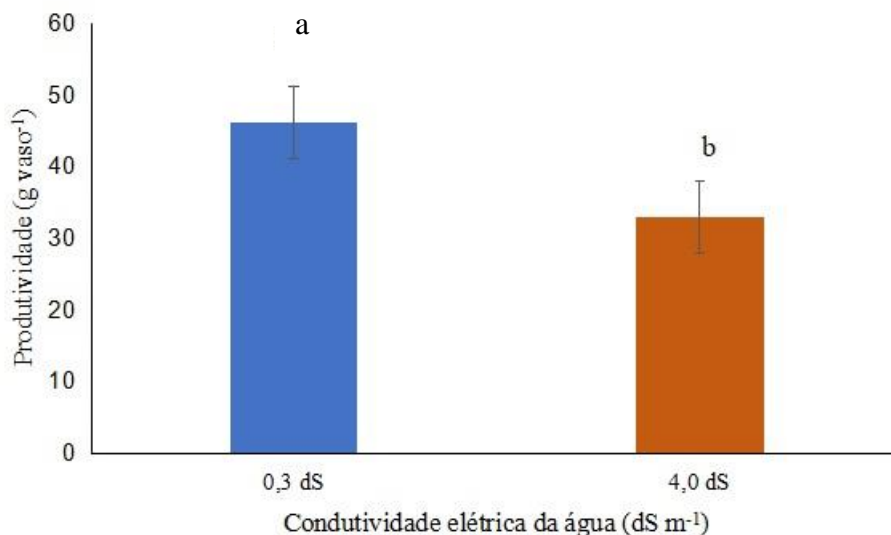
A produtividade da cultura do amendoim (Figura 12) foi reduzida significativamente no tratamento de maior condutividade elétrica da água de irrigação ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$). Trabalhos

semelhantes demonstram que nas fases vegetativas, a redução na emissão de ramos reprodutivos, além de aumentar a taxa de abortamento, reduzindo o comprimento e quantidade de vagem, reflete diretamente nas fases posteriores (maturação completa da vagem e do grão). Resultado este, semelhante ao que foi observado nesse trabalho.

Esse comportamento revela que nessa fase fenológica da cultura (aparecimento, crescimento alargamento do ginóforo e a formação de vagem) a presença dos sais possivelmente inibiu a absorção de fósforo (importante para frutificação), comprometendo o rendimento (Sousa et al., 2012).

Ressalta-se que os danos com o uso de água salobra nos estádios iniciais estão relacionados à intensidade e duração da exposição da cultura aos sais, provocando a interrupção na absorção de nutrientes, desequilíbrio iônico e redução do potencial osmótico do solo, limitando a absorção de água e nutrientes pelas plantas, principalmente no período de florescimento, emissão de ginóforos, formação e enchimento de vagem, determinantes na redução dos aspectos produtivos (Sousa et al., 2024; Barbosa et al., 2024).

Figura 12- Produção de plantas de amendoim irrigadas com água de moderada e maior condutividade elétrica (CEa - 0,3 e 4,0 dS m⁻¹).



Fonte: Autor (2024). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 5$).

Redução da produtividade com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, também foi obtida por Goes et al. (2021) que trabalhou com a cultura do amendoim irrigada com água de salinidade crescente (1 e 4 dS m⁻¹) em condições de campo. Sousa et al (2022) também obtiveram resultados semelhantes quanto a produtividade, em que os maiores

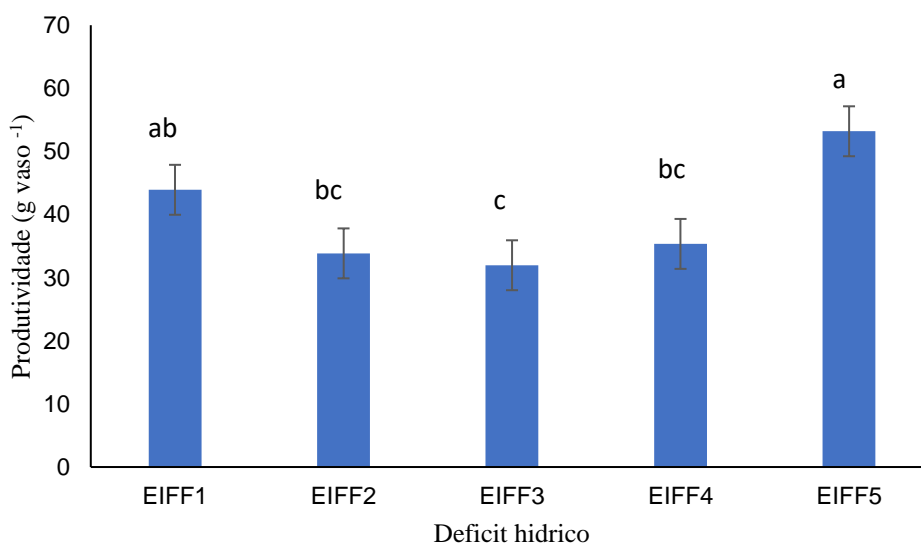
valores foram encontrados na irrigação com moderada salinidade, em comparação com a água de maior salinidade.

De forma similar, Rodrigues et al. (2020) observaram em seu estudo que o aumento da salinidade da água de irrigação provocou redução na produtividade da cultura do milho. Resultado semelhante também foi obtido por Lima et al. (2020) na cultura do gergelim, ambas irrigada com água de elevada salinidade.

De acordo com a Figura 11, a produtividade em condições de estresse hídrico demonstra que os tratamentos EIFF1 e EIFF5 foram superiores estatisticamente aos demais tratamentos. Tal efeito para a EIFF1 demonstra que as plantas apresentam resistente ao estresse hídrico na fase vegetativa em condições de vaso.

É importante destacar ainda que o déficit hídrico pode apresentar impacto negativo sobre o rendimento de cultivos de amendoim (Pereira et al., 2016). Já para EIFF5, o resultado é devido à manutenção hídrica no solo que pode permitir o pleno desenvolvimento da área foliar, maiores taxas de crescimento, assimilação e produção de fotoassimilados e consequentemente maior desempenho produtivo. A combinação da irrigação durante o estágio vegetativo com os estádios reprodutivo ou de formação de grãos pode ter favorecido os componentes morfológicos.

Figura 13 – Produção de plantas de amendoim submetidas ao estresse hídrico



Fonte: Autor (2024). Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). EIFF1- 50% ETc 15 a 29 DAS, EIFF2 50% ETc - 30 a 46 DAS, EIFF3 50%- 47 a 63 DAS, EIFF4- 50% ETc em todo o ciclo do cultivo e EIFF5- tratamento controle com 100% da ETc e fenológicas. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 5$)

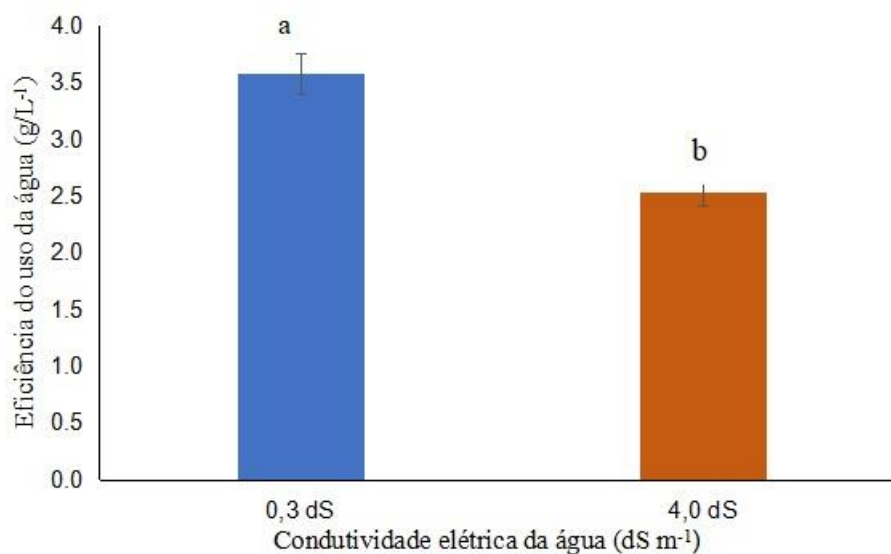
Com a deficiência hídrica, há diminuição na taxa fotossintética, ocasionando redução no crescimento da planta e afetando a formação e desenvolvimento de grãos, os quais influenciam diretamente na produção (Magalhães Filho et al, 2008). Junjittakarn et al. (2014) obtiveram resultados semelhantes do presente estudo, os quais observaram que o déficit hídrico ocorrido no final do ciclo do amendoim afetou características relacionadas ao rendimento, como massa seca de vagem e índice de colheita. Brunini e Turco (2018) também confirmam que a ausência de estresse hídrico pelo manejo da irrigação, garante um elevado rendimento agrônômico.

Barbosa et al (2021) apresentaram resultados semelhantes a esse trabalho, onde o maior número de grãos por planta produzido foi obtido com tratamento (100% da ETo durante todo o ciclo da cultura). Ainda com relação à produtividade, Oliveira et al. (2012) explicam que as plantas de amendoim, quando sujeitas ao déficit hídrico nas fases de crescimento e desenvolvimento das vagens, a produção de vagens, seu peso e o número de sementes podem ser prejudicados.

6.7 Eficiência do uso da água

A eficiência do uso da água do amendoim foi superior na irrigação com água de moderada salinidade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) correspondendo a uma superioridade de $1,59 \text{ kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ em relação a menor eficiência obtida (4 dS m^{-1}) (Figura 10). Percebe-se que os efeitos negativos da salinidade foram expressivos tanto na produção quanto na eficiência do uso da água, devido as reduções encontradas. Esse resultado indica efeito deletério da salinidade, possivelmente associado a redução do potencial osmótico, assim consequentemente a planta absorve menos água devido à baixa pressão de sucção para vencer a pressão osmótica (Barbosa et al., 2021; Sousa et al., 2021).

Figura 14 - Eficiência do uso da água do amendoim submetida a diferentes condutividades elétricas da água de irrigação.



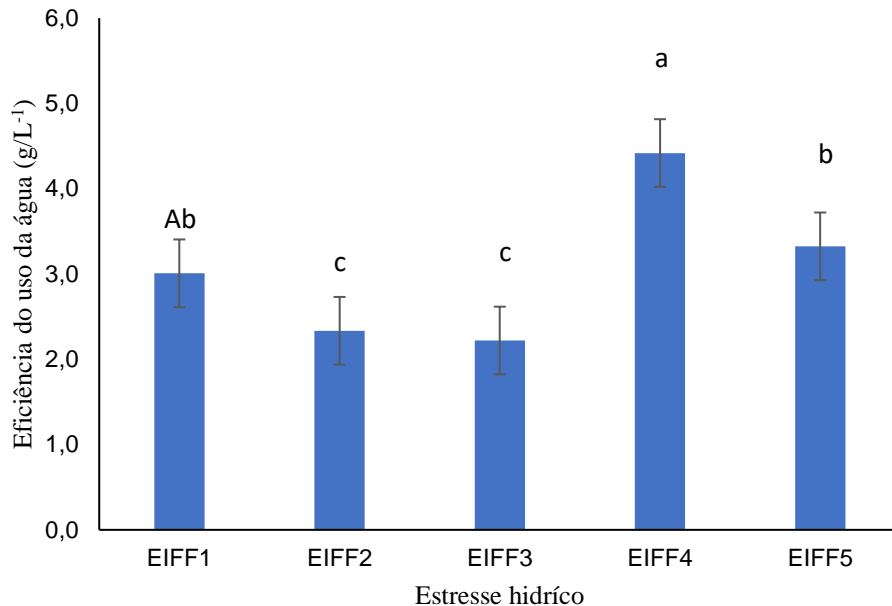
Fonte: Autor (2024). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 5$).

Tendência contrária aos dados observados neste estudo foram constatados por Sousa et al. (2021a), que avaliou a eficiência do uso da água em plantas de amendoim sob estresse salino, encontraram maiores médias de EUA quando as plantas foram irrigadas com água de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ aos 40 DAS. Com a redução da disponibilidade hídrica causada pelas alterações no potencial osmótico do solo, o ajuste osmótico foi mantido como estratégia para garantir a absorção de água e manter a turgidez celular (Sousa et al., 2021b).

Com relação a eficiência do uso da água em plantas de amendoim submetidas ao estresse hídrico em diferentes fases fenológicas (Figura 15), o tratamento EIFF4 (50% da ETc em todo desenvolvimento da cultura), proporcionou uma eficiência ($4,41 \text{ g L}^{-1}$) no uso da água na cultura do amendoim, já no tratamento EIFF5 (100% da ETc em todo o desenvolvimento da cultura) houve um decréscimo na eficiência do uso da água. Estes resultados corroboram com Sousa et al. (2008) estudando a eficiências do uso da água pela cultura da mamona sob diferentes lâminas de irrigação, também verificaram que a eficiência do uso da água decai com o incremento na lâmina aplicada.

Taiz et al. (2017), salienta que durante o estresse hídrico a eficiência do uso da água pode aumentar, devido a diminuição na condutância estomática, a qual afeta com maior intensidade a taxa fotossintética do que a taxa transpiratória da folha e quando torna severo, a desidratação de células do mesofilo inibe a fotossíntese, com isso o metabolismo do mesofilo é prejudicado e a eficiência no uso da água.

Figura 15- Eficiência do uso da água em plantas de amendoim submetidas a estresse hídrico.



Fonte: Autor (2024). Letras minúsculas comparam as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). EIFF1- 50% ETc 15 a 29 DAS, EIFF2 50% ETc - 30 a 46 DAS, EIFF3 50% - 47 a 63 DAS, EIFF4- 50% ETc em todo o ciclo do cultivo e EIFF5- tratamento controle com 100% da ETc e fenológicas. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Barras verticais representam o erro padrão da média ($n = 5$)

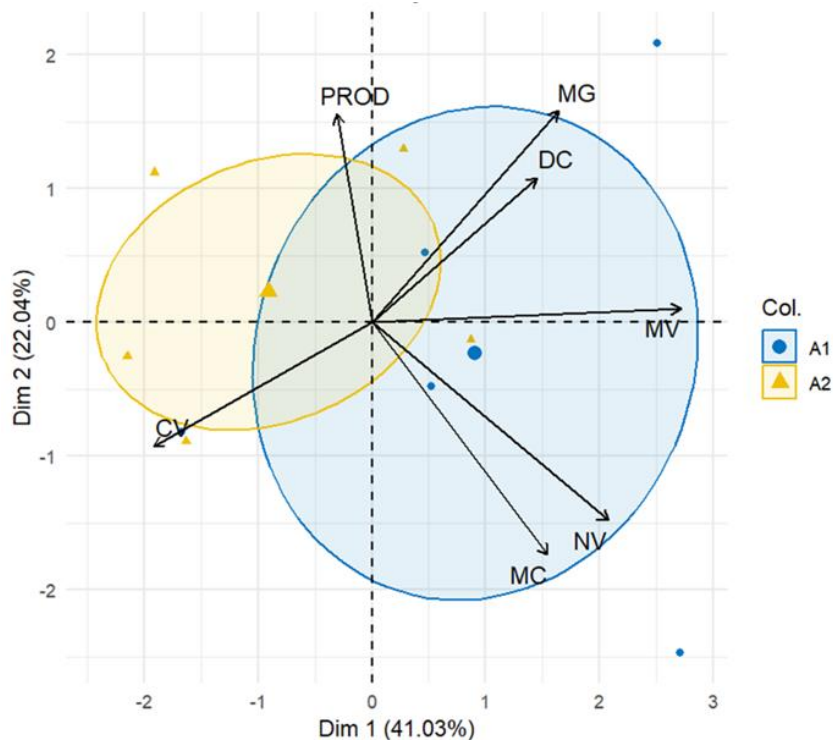
Segundo Figueiredo et al. (2007), a ocorrência de baixa disponibilidade de água nas fases iniciais de crescimento e desenvolvimento dos ginóforos e das vagens de amendoim pode acarretar decréscimos na produção, pela redução do número de vagens antes mesmo do que pelo peso das vagens e sementes. A manutenção da abertura estomática em plantas sob déficit hídrico contribuiu para a manutenção da transpiração e da entrada de carbono nas câmaras subestomáticas, mesmo em plantas submetidas ao déficit hídrico apenas na fase de frutificação (FRU), reduzindo a eficiência do uso da água. Esses resultados também foram observados nesse estudo.

Dessa forma para se fazer a melhor escolha da melhor lâmina a ser aplicada torna-se necessário analisar fatores como: disponibilidade energética, hídrica e também alguns indicadores de produtividade da água, que expressam benefícios derivados do consumo de água pelas culturas e podem ser usados para avaliar o impacto das estratégias de exploração agrícola em condições de escassez hídrica.

6.8 Análise de componentes principais (PCA)

A Figura 16 (PCA) explicita 63,07% da variação total dos dados nos dois primeiros componentes principais (Dim 1: 41,03% e Dim 2: 22,04%). A análise gráfica mostra a separação dos tratamentos de salinidade em dois grupos distintos. A água de 0.3 dS está associado a maiores valores de MV, NV, MC, DC e MG (figura 16). Esses parâmetros produtivos indicam que a salinidade mais baixa favoreceu o crescimento e a produção do amendoim. Para água de maior condutividade elétrica (4.0 dS) o agrupado à variável CV, sugerindo maior variação nos dados e impactos negativos na produção. Isso pode indicar que a alta salinidade comprometeu a uniformidade dos resultados e reduziu a produtividade.

Figura 16- PCA das variáveis de produção



Fonte: Autor (2024)

O efeito da salinidade mais elevada foi prejudicial para os parâmetros produtivos do amendoim. A restrição hídrica imposta pelo excesso de sais pode ter reduzido a absorção de água e nutrientes, impactando diretamente massa verde, número de vagens e massa de grãos (Naorem et al., 2023). Além disso, a correlação negativa com CV indica que o estresse salino resultou em maior variação nos dados, possivelmente devido à diferenciação no desenvolvimento entre as plantas. Por outro lado, a moderada salinidade (0.3 dS) promoveu

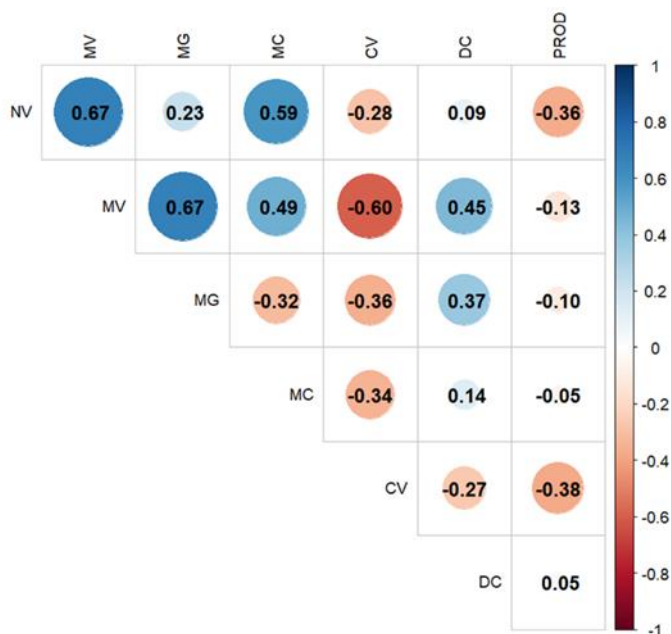
maior acúmulo de biomassa e produção de vagens, indicando condições mais favoráveis para o crescimento da cultura (Alkharabsheh et al., 2021).

A água de moderada salinidade foi superior estatisticamente à água de maior salinidade para a MV. Essa redução pode ser atribuída ao efeito nocivo que a salinidade provoca o fluxo de água na planta e consequentemente ao distúrbio nutricional que pode ter interferido negativamente no enchimento do grão. De forma similar, Dias et al. (2017) observaram que os maiores valores de massa de frutos foram obtidos em plantas de gergelim com água de moderada salinidade.

6.9 Correlação

A salinidade da água de irrigação influencia os parâmetros produtivos do amendoim. Em moderada salinidade (0.3 dS), maior biomassa vegetal favorece a formação de vagens ($r = 0.67$). Já sob alta salinidade (4.0 dS), o crescimento reduzido impacta negativamente a produção (Figura 17). A correlação negativa entre produção total e comprimento da vagem ($r = -0.38$) sugere que vagens mais longas não resultam em maior rendimento, possivelmente devido ao menor enchimento dos grãos. Além disso, a alta salinidade pode desviar recursos para o crescimento vegetativo em detrimento da massa de grãos ($r = -0.32$), comprometendo a produtividade final.

Figura 17- Correlação dos parâmetros produtivos do amendoim



Fonte: Autor (2024)

A salinidade elevada (4.0 dS) impacta negativamente a produção do amendoim, reduzindo a uniformidade dos componentes produtivos. A correlação negativa entre produção e comprimento da vagem (CV) indica que o crescimento excessivo da vagem pode não ser vantajoso, pois pode estar associado a um menor enchimento de grãos (Sousa et al., 2023). Além disso, o impacto da salinidade na relação entre massa vagem (MV) e número de vagens (NV) reforça a importância do crescimento vegetativo para o rendimento da cultura. Quando a salinidade aumenta, ocorre um desequilíbrio na alocação de recursos, o que pode levar a um maior desenvolvimento de estruturas vegetativas em detrimento da produtividade final (Sousa et al., 2023).

7. CONCLUSÕES

A irrigação com água de moderada salinidade favoreceu o crescimento e a produção do amendoim

A alta salinidade comprometeu a uniformidade dos resultados e reduziu a produtividade.

Os índices de estresse hídrico variam para cada fase de desenvolvimento do amendoim, sendo que durante a maturação foram observados os maiores efeitos do déficit.

A correlação negativa entre produção total e comprimento da vagem sugere que vagens mais longas não resultam em maior rendimento, possivelmente devido ao menor enchimento dos grãos.

8. REFERÊNCIAS

- ALKHARABSHEH, H.M.; SELEIMAN, M.F.; HEWEDY, O.A.; BATTAGLIA, M.L.; JALAL, R.S.; ALHAMMAD, B.A.; SCHILLACI, C.; ALI, N.; Al-Doss, A. Field Crop Responses and Management Strategies to Mitigate Soil Salinity in Modern Agriculture: A Review. **Agronomy**, 11, 2299, 2021
- ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 146–154, 2015.
- ARYA, S. S.; SALVE, A. R.; CHAUHAN, S. Peanuts as functional food: a review. **Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 53, n.1, p. 31-41, Jan 2015.
- ÁVILA, M. R. A. L. BRACCINI; C. A. SCAPIM; J. R. FAGLIARI; J. L. SANTOS. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n 1, p. 98-106, abr. 2007.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB; Ed. 2. P. 153, 1999
- AZEVEDO, B. M. de; SOUSA, G. G. de; PAIVA, T. F. P.; MESQUITA, B. R. de; VIANA, T. V. de A. Manejo Da irrigação Na Cultura Do Amendoim. **MAGISTRA**, 26, 11-18, 2017
- AZEVEDO, B. M. et al. Irrigation depths and yield response factor in the productive phase of yellow melon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 4, p. 1-13, jul./ago. 2016.
- BARBOSA, I. J.; SOUSA, H. C.; SCHNEIDER, F.; SOUSA, G. G. de; LESSA, C. I. N.; SANÓ, L. Mulch with sugarcane bagasse and bamboo straw attenuates salt stress in cowpea cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 7, p. 485-491, 2021.
- BARBOSA, JAILDO & FILHO, JOÃO & OLIVEIRA, VALDIR & SOUSA, GEOCLEBER & GOES, GEOVANA & LEITE, KELLY. (2021). Produtividade da cultura da soja irrigada com déficit hídrico regulado no cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. 14. 4200-4210. 10.7127, 2021.
- BASTOS, F.J.C; ROCHA. A.C; SILVA.F. N; CUNHA. F.C; SILVA.F. N; TEIXEIRA. N.B Desempenho De Cultivares e Linhagens De Amendoim Irrigado. **Revista Brasileira De Agricultura Irrigada**, 2012.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. Manual de Irrigação. 9. ed. P. 545. Viçosa: UFV, 2019.
- BRUNINI, R. G.; TURCO, J. E. P. Water stress index on sugarcane in different developmental phases. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 42, n. 2, p. 204-215, 2018.

CANJÁ, J. F.; SALES, J. R. da S.; PINHO, L. L.; SOUSA, N. I. G.; LACERDA, C. F. de; SOUSA, G. G. de. Production and water use efficiency of peanut under salt stress and soil cover. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 52, n. 2, p. e20217818, 2021.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009.

CHAVES, M. M.; OLIVEIRA, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 55, n. 407, p. 2365-2384, 2004.F

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/2023, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 16 nov. 2024.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2023/2024, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 16 nov. 2024.

CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2004.

CRUZ, R. I. F.; SILVA, G. F. da; SILVA, M. M. da; SILVA, A. H. S.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; SILVA, E. F. de F. Productivity of irrigated peanut plants under pulse and continuous dripping irrigation with brackish water. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 1, p.208-218, Jan-Mar 2021.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; GHEY, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, J. B. Emergence, growth and production of sesame under salt stress and proportions of nitrate and ammonium. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 1983-2125, 2017.

DIAS, M. S.; REIS, L. S.; LIMA, I. R. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, R. H. S.; ALMEIDA, C. A. C.; SILVA, V. M. Eficiência do uso da água pela cultura do amendoim sob diferentes lâminas de irrigação e formas de adubação. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.15, n.2, p.72-83, Mar-Abr 2019.

DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, **INCTSal**, p.129-141, 2016

DOORENBOS, J.; KASSAM, AH; Resposta de rendimento à água. Roma: **FAO**, (FAO: Irrigação e Drenagem, Documento 33), 186 p. 1979

ELANE, B. da S. Irrigação com águas salinas e adubação organomineral no cultivo do amendoim. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Feijão. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **MAPA**. Amendoim: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 246p.

- ESTEVEES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeitos da Salinidade Sobre as Plantas. **Oecol. Bras.**, v.12, n.4, p.662-679, 2008.
- FAROOQ, M.; WAHID, A.; KOBAYASHI, N. Plant drought Stress: Effects mechanisms and management. **Agronomy for Sustainable ad Desenvolpente**, n. 29, p.185-212, 2009.
- FERNANDES, E.J. Determinação do índice de estresse hídrico em cultura do feijoeiro com termômetro de infravermelho. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n.3, p. 248- 257, julho-setembro, 2010.
- FERNANDES, V. L. B. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza: UFC, 1993, 248p.
- FERRARI NETO, j.; COSTA, c. h. m. da; CASTRO, g. s. a. ecofisiologia do amendoim. **scientia agraria paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 1-13, 2012.
- FERRARI NETO, J.; COSTA, C. H. M. da; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 1-13, 2012.
- FIGUEREDO, S. F; AZEVEDO, J, A; ANDRADE, L. M; GOMES, A. C. Rendimento de grãos do amendoim irrigado em solo de Cerrado. **Embrapa Cerrados**. (Comunicado Técnico, 140), 2007
- FILHO, C. M. E; SOUSA, S.G; RIBEIRO, R. M. R; CAMBISSA, C. B. P; SOUZA, P. V. M; NOGUEIRA, S. R. Estratégias de irrigação com água salobra e adubação na cultura do amendoim. **Nativa**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 20–25, 2024.
- FLEXAS, J; MEDRANO, H. Drought-Inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitation revisited. **Annals of Botany**, v.89, n. 1, p. 183-189, 2002.
- FLOWERS, T. J.; COLMER, T. D. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, v.179, n.4, p.945-963, 2008.
- FRANÇA, J. B. A.; SOARES, F. A. L.; PEIXOTO, N.; VIEIRA, M. C.; SOUZA, A. D. V. Agronomic performance of contender and amarelo japonês cultivars under different water replacements. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 1983-2125, 2020.
- 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, n.1, p. 57-70, 2013.
- FREITAS, A. G. S.; SOUSA, G. G. de; SALES, J. R. da S.; SILVA JUNIOR, F. B. da; BARBOSA, A. S.; GUILHERME, J. M. da S. Morfofisiologia da cultura do amendoim cultivado sob estresse salino e nutricional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.15, p.48-57, 2021.
- FREITAS, F.O.; PEÑALOZA, A.D.P.S.; VALLS, J.F.M. O amendoim contador de história. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, n. 107. P. 12, 2003.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Revista Idesia**, v. 25, n. 5, p.93- 106, 2007

GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados** ISBN 978-85-420-0948-4 Fortaleza - CE, 2016

GOES, G.F; SOUSA, G.G; SANTOS, S.O; SILVA JÚNIOR, F.B; CEITA, E.A.R; LEITE, K.N. Produtividade da cultura do amendoim sob diferentes supressões da irrigação com água salina. **Irriga**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 210–220, 2021

GRACIANO, E. S. A.; NOGUEIRA, REJANE J. M. C. LIMA, D. R. M.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.794–800, 2011.

GUILHERME, JMS et al. Água salina e adubação fosfatada na cultura do Amendoim. **Irriga**, 11: 704-713, 2021.

JUNJITTAKARN J. et al. Response of root characteristics and yield in peanut under terminal drought condition. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 74, n. 3, p. 249-256, 2014.

KIEHL, E.J. Manual de edafologia. São Paulo: **Ceres**. P.191-215. 1979.

KÖPPEN, W. Classification of climates according to temperature and precipitation. *Geographica*, 5, 297-309, 1925.

LESSA, C. I. N.; SOUSA, G. G. de; SOUSA, H. C.; SILVA JUNIOR, F. B. da; SOUSA, J. T. M. DE; LACERDA, C. F. de. Influência da cobertura morta vegetal e da salinidade sobre as trocas gasosas de genótipos de amendoim. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.15, p.88- 96, 2021.

LEVITT, J. Response of plants to environmental stress. II: Water radiation, salt and other stress. New York: **Academic Press**. P.606. 1980.

LIMA, G. S.; LACERDA, C. N.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; ARAÚJO, R. H. C. R. Production characteristics of sesame genotypes under different strategies of saline water application. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 1983-2125, 2020.

LUCENA, Valeska, Silva. **Resposta fisiológica, bioquímica, agrônômica e molecular em amendoim submetido a déficit hídrico**. 2016. 80 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco, 2016.

LUNA, N. R. de S. *et al.* Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação Baixo Acaraú, CE. **Revista Agro@mbiente On-line**, Roraima, v. 7, n. 1, p. 53-62, abr. 2013.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; ALBUQUERQUE, M. B.; NASCIMENTO, H. H. C.; SANTOS, R. C. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) In: SANTOS, R. C.; FREIRE, R. M. M.; LIMA, L. M. **O agronegócio do Amendoim no Brasil**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.a

NOGUEIRA, R.J.M.; TÁVORA, F.J.A.F.; Ecofisiologia do amendoim. In: DOS SANTOS, R.C. O agronegócio do amendoim no Brasil. Campina Grande: **Embrapa Algodão**, 2005. p.71-122.b

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.11, p.1049-1056, 2015.

OLIVEIRA, M. R.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A. et al. Manejo da irrigação da cultura do amendoim *Arachis hypogaea* com base na evaporação. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, p. 33-41, 2012.

Ort, D. R. When There is Too Much Light. **Plant Physiology**, 125: p. 29-32. 2001

PAIVA, A. C. D. E.; NASCIMENTO, N.; RODRIGUEZ, D. A.; TOMASELLA, J.; CARRIELLO, F.; REZENDE, F. S. Urban expansion and its impact on water security: the case of the Paraíba do Sul River Basin, São Paulo, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 720, 2020.

PEREIRA, J.W.L.;ALBUQUERQUE, M.B.;MELO FILHO, P.A; NOGUEIRA, R.J.M.C;LIMA, L.M.;SANTOS, R.C. Assessment of drought tolerance of peanut cultivars based on physiological and yield traits in a semiarid environment. **Agricultural Water Management**, v.166, p. 70-76, 2016.

REICHARDT, K; Água em sistemas agrícolas. São Paulo: **Manole**. 1990.

RODRIGUES, V. S.; BEZERRA, F. M. L.; SOUSA, G. G.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N.; VIANA, T. V. A. Produtividade da cultura do milho irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 2, p. 1415- 4366, 2020.

SABES, J. J. S. S.; ALVES, A. F. O agronegócio do amendoim: estudo e comparação dos padrões sazonais de comportamento dos preços no período de janeiro de 1996 a dezembro de 2005. In: **congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia e rural**, 46., 2008

SANTOS, D. et al. Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, ago. 2012.

SANTOS, R. C. dos; MELHO FILHO, P. de A.; BRITO, S. de F. M. de; MORAES, J. de S. Fenologia de genótipos de amendoim dos tipos botânicos Valência e Virgínia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 607-612, 1997.

SILVA, A. R. A. **Respostas e adaptações de plantas de coqueiro “anão verde” às interações entre deficiência hídrica e salinidade do solo**. 2015. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SILVA, E. B. da; VIANA, T. V. de A.; SOUSA, G. G. de; SOUSA, J. T. M. de; SANTOS, M. F. dos. AZEVEDO, B. M. de. Growth and nutrition of peanut crop subjected to saline

stress and organomineral fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 26, n. 7, p.495-501, 2022.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africal Journal of Agriculture Research**, [S.l.], v. 11, n. 39, p. 3733 - 3740, 2016.

SILVA, M. R. et al. Desempenho agronômico de genótipos de milho sob condições de restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 35, n. 1, p. 202-212, 2012.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, R. H.; SOARES, L. A. A.; LUCENA, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, p. e54822, 2019.

SOUSA, G. G. D., VIANA, T. V. D. A., SALES, J. R. D. S., FREIRE, M. H. D. C., & Simplício, A. A. F. Influence of intercropping and monocropping systems on fava bean cultivation under saline stress. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 53, e76910, 2023.

SOUSA, H. C., VIANA, T. V. D. A., SOUSA, G. G. D., AZEVEDO, B. M. D., LESSA, C. I. N., FREIRE, M. H. D. C. Productivity in the peanut under salt stress in soil with a cover of plant mulch. **Revista Ciência Agronômica**, 54, e2022.

SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G.; LESSA, C. I. N.; LIMA, A. F. da S.; RIBEIRO, R. M. R.; RODRIGUES, F. H. da C. Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, p.174-181, 2021a.

SOUSA, J. T. M. de; SOUSA, G. G., SILVA, E. B. da; VIANA, T. V. de ARAÚJO.; FREIRE, M. H. da C.; Simplício, A. Á. F. Desempenho agronômico de genótipos de amendoim sob estresse salino e diferentes formas de adubação. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, v. 16, n. 2, p. 1-17, 2023.

SOUSA, J. T. M. de; SOUSA, G. G.; SILVA, E. B. da; SILVA JUNIOR, F. B. da; VIANA, T. V. de A. Physiological responses of peanut crops to irrigation with brackish waters and application of organo-mineral fertilizers. **Revista Caatinga**, v.34, p.682-691, 2021b.

SOUSA, J. T.M de; SOUSA, G. G. de; S, Elane Bezerra da; VIANA, T.V. de A; FREIRE, M. H. da C; SIMPLÍCIO, A. A Fernandes. Desempenho agronômico de genótipos de amendoim sob estresse salino e diferentes formas de adubação. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 1–17, 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. California, The Benjamin/Cummings **Publishing Co.**, p.559. 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: **Artmed**, p 858. 2017.

UNGER, R. M. **Desenvolvimento do Nordeste como Projeto Nacional**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, 2009.
