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

FERNANDA DA SILVA ABREU

DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA NA CULTURA DO AMENDOIM SOB DOSES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA

FORTALEZA
2023

FERNANDA DA SILVA ABREU

DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA NA CULTURA DO AMENDOIM SOB DOSES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo do Solo e da Água

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana
Coorientador: Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa

FORTALEZA

2023

FERNANDA DA SILVA ABREU

DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALOBRA NA CULTURA DO AMENDOIM SOB DOSES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo do Solo e da Água

Aprovado em: 07 de julho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
THALES VINICIUS DE ARAUJO VIANA
Data: 24/08/2023 09:03:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Documento assinado digitalmente
gov.br
GEOCLEBER GOMES DE SOUSA
Data: 24/08/2023 10:47:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa (Coorientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

Documento assinado digitalmente
gov.br
KRISHNA RIBEIRO GOMES
Data: 24/08/2023 11:43:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dra. Krishna Ribeiro Gomes

Bolsista PNPD (CAPES/UFC)

Documento assinado digitalmente
gov.br
CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA
Data: 04/09/2023 10:18:47-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda

Universidade Federal do Ceará (UFC)

A minha querida bisavó Raimunda Fonseca (*In memoriam*). Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por sempre me conceder forças e coragem para correr atrás dos meus sonhos.

Agradeço à toda minha família materna e amigos, por todo suporte e amor durante minha trajetória, especialmente minha mãe, Maria Ozanira da Silva por tudo que fez e faz por mim, e pelo amor incondicional.

Ao Matheus Dutra pelo amor, carinho e suporte em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana pela orientação, confiança, dedicação e ensinamentos ao longo desses anos.

Ao Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa pela coorientação, apoio, paciência e ensinamentos fundamentais durante todo esse período.

Aos membros da banca, pelas sugestões e conselhos.

Á Universidade Federal do Ceará e a todos do Departamento de Ciência do Solo, na pessoa do Prof. Dr. Raul Shiso Toma, pela oportunidade e dedicação exercida em suas funções.

Á UNILAB pela disponibilidade da área utilizada no experimento.

Ao Grupo de Pesquisa em Fertilizantes e Salinidade (BIOSAL), em especial ao Bubacar Baldé, por toda a parceria durante a condução do experimento.

Aos amigos adquiridos durante a trajetória do mestrado, Allana Rayra, Halline Maria, Lindenberg Costa, Rebeca Mendes e Fábio Cavalcante por todo apoio e força repassada, em especial ao Yan Viana e a Rovenne Luiza por nunca terem me deixado desistir da pós-graduação.

Ao Henderson Castelo e ao Márcio Freire pelas conversas, ajudas e ensinamentos durante o mestrado.

Aos técnicos Crisanto Dias e seu Francisco José pela assistência técnica no decorrer das análises laboratoriais.

À FUNCAP pela concessão da bolsa.

A todos que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

“Tudo tem seu tempo. Há um momento oportuno para cada coisa debaixo do céu”. Ecl 3, I.

RESUMO

O amendoim é uma oleaginosa, cultivada mundialmente, destacando-se devido a sua composição nutricional e ao seu sabor agradável, sendo também utilizada na fabricação de biodiesel. Entretanto, na irrigação, principalmente na região do semiárido nordestino, devido à escassez de recursos hídricos de boa qualidade, é realizada com o uso de água de qualidade inferior (salobra), prejudicando o crescimento e a produtividade das culturas. Uma estratégia alternativa que vem sendo testada é a utilização da adubação mineral, para minimizar os efeitos negativos causados pela salinidade. Entre eles, o potássio que é um regulador osmótico, ativador da catálise biológica (enzimas que promovem o metabolismo do nitrogênio e a síntese das proteínas) e promovedor da síntese do açúcar. Neste sentido, o objetivo geral do presente trabalho foi avaliar o efeito do estresse salino em diversos estágios fenológicos na produtividade do amendoim e nos atributos químicos do solo, sob adubações potássicas. O experimento foi realizado no período de agosto a novembro de 2021, na área experimental da Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), pertencente à Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), em Redenção, Ceará. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em um esquema fatorial 6 × 3, sendo os tratamentos constituídos de seis estratégias de uso de águas salobras aplicadas nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas (SE - irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo; VE, FL, AG, FV e FR - irrigação com água de alta salinidade, respectivamente na fase vegetativa, florescimento, aparecimento do ginóforo e floração) e três doses de potássio (0, 50 e 100% da dose recomendada), com 5 repetições. Foram analisadas as seguintes variáveis nas plantas: comprimento e diâmetro de vagem, número e massa de vagem e, produtividade. Também foram avaliadas as seguintes características do solo: CEes, pH, teor de Matéria orgânica e teores de N, P, K, Ca e Mg e, acidez do solo. A irrigação com águas salobras (4,0 dS/m) a partir da formação da vagem (47DAS) não afeta a produtividade do amendoim, independente da dose de potássio.A adubação potássica com 50 e 100% da dose recomendada (K1 e K2) e o tratamento controle, atenuaram o estresse salino nas estratégias 1, 2 e 5 para o comprimento e o diâmetro de vagem, na estratégia 4 para o número de vagem e na estratégia 2 para o número de vagens comerciais, a massa de vagem e a produtividade. A dose K0 (tratamento controle) associada a iniciação da utilização de sais nas fases de aparecimento do ginóforo, de formação de vagem, do estágio final da floração e sem estresse salino, proporcionaram maior desempenho no número de vagens comerciais, massa de vagem e produtividade. O uso da dose K2 (100% da recomendada) foi mais eficiente quando se irrigou

com água salobra a partir da fase de aparecimento do ginóforo para o diâmetro de vagem, enquanto para o comprimento de vagem, foi nas fases de florescimento, formação de vagem, estágio final de floração e sem estresse salino. A irrigação com água salobra e a dose de 50% da recomendada de potássio evidenciaram maiores diâmetro do caule na fase vegetativa, massa de vagem na fase sem estresse salino, números de vagens comerciais e não comercial nas fases de formação de vagem, do estágio final de floração e sem estresse salino e a produtividade na fase sem estresse salino. As estratégias de irrigação com água salobra a partir das fases de florescimento, do aparecimento dos ginóforos, da formação de vagens e associada a dose K0 elevaram os teores de $H+AL^{3+}$, enquanto a estratégia com água salobra a partir das fases vegetativa, florescimento, formação de vagens e sem estresse salino em conjunto com K2 proporcionam aumento nos teores de matéria orgânica do solo. A estratégia de irrigação com água salobra a partir fase vegetativa mais o uso da dose K2 aumenta a CEes, o pH e os teores de Na do solo.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L., nutrição de plantas, estresse salino

ABSTRACT

Peanut is an oilseed, cultivated worldwide, standing out due to its nutritional composition and its pleasant taste, and is also used in the manufacture of biodiesel. However, irrigation, mainly in the northeastern semi-arid region, due to the scarcity of good quality water resources, is carried out with the use of water of inferior quality (brackish), impairing its growth and productivity of crops. An alternative strategy that has been tested is the use of mineral fertilizers to minimize the negative effects caused by salinity. Among them, potassium, which is an osmotic regulator, activator of biological catalysis (enzymes that promote nitrogen metabolism and protein synthesis) and promoter of sugar synthesis. In this sense, the general objective of the present work was to evaluate the effect of saline stress at different phenological stages on peanut productivity and soil chemical attributes, under potassium fertilization. The experiment was carried out from august to november 2021, in the experimental area of the Production Unit of Seedlings Auroras (UPMA), belonging to the University of the Integration of Afro-Brazilian Lusofonia (UNILAB), in Redenção, Ceará. The experimental design was completely randomized (DIC) in a 6 x 3 factorial scheme, with treatments consisting of six strategies for the use of brackish water applied at different stages of plant development (SE - irrigation with low salinity water throughout cultivation cycle; VE, FL, AG, FV and FR - irrigation with high salinity water, respectively in the vegetative phase, flowering, gynophore appearance and flowering) and three doses of potassium (0, 50 and 100% of the recommended dose) , with 5 repetitions. The following variables were analyzed in the plants: pod length and diameter, pod number and mass, and productivity. The following soil characteristics were also evaluated: ECes, pH, organic matter content and N, P, K, Ca and Mg contents, and soil acidity. Irrigation with brackish water (4.0 dS/m) after pod formation (47 DAS) does not affect peanut productivity, regardless of potassium dose. Potassium fertilization with 50 and 100% of the recommended dose (K1 and K2) and the control treatment, attenuated salt stress in strategies 1, 2 and 5 for pod length and diameter, in strategy 4 for pod number and in strategy 2 for commercial pod number, pod mass and the productivity. The K0 dose (control treatment) associated with the initiation of the use of salts in the phases of gynophore appearance, pod formation, the final stage of flowering and without saline stress, provided greater performance in the number of commercial pods, pod mass and productivity. The use of the K2 dose (100% of the recommended one) was more efficient when irrigated with brackish water from the gynophore appearance phase for the pod diameter, while for the pod length, it was in the

flowering, pod formation phases, final stage of flowering and without saline stress. Irrigation with brackish water and a dose of 50% of the recommended amount of potassium showed greater stem diameter in the vegetative phase, pod mass in the phase without salt stress, number of commercial and non-commercial pods in the pod formation phases, in the final stage of flowering and without salt stress and productivity in the phase without salt stress. Irrigation strategies with brackish water from the flowering stages, gynophores appearance, pod formation and associated K0 dose increased $H^{+}AL^{3+}$ levels, while the strategy with brackish water from the vegetative, flowering, pod formation and no saline stress together with K2 provide an increase in soil organic matter content. The irrigation strategy with brackish water from the vegetative phase plus the use of K2 dose increases the ECes, the pH and the Na contents of the soil.

Keywords: *Arachis hypogaea* L., plant nutrition, salt stress.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização geográfica do local do experimento. 24

Figura 2 – Valores médios de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental. 25

Figura 3 – Croqui do experimento. 26

Figura 4 – Semeadura da cultura do amendoim 27

Figura 5 – Medição do comprimento (A), do diâmetro (B), dos números de vagens comerciais e não comerciais (C) e massa da vagem (D) das plantas do amendoim. 29

Figura 6 – Amostras de solo coletadas para a determinação dos atributos químicos. 30

Figura 7 - Número de vagens comerciais de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica. 32

Figura 8 - Número de vagens não comerciais (NVNC) de plantas de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 33

Figura 9 - Número total de vagens de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica. 35

Figura 10 - Massa das vagens (MV) de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica. 36

Figura 11 - Comprimento de vagem de plantas de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 37

Figura 12 - Diâmetro da vagem de plantas de amendoim em função de estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 39

Figura 13 - Produtividade (PROD) de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica. 40

Figura 14 - Teor de nitrogênio em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 42

Figura 15 - Teor de fósforo em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias de uso de água salobra e de doses de potássio. 43

Figura 16 - Teores de potássio em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio. 44

Figura 17 - Teores de magnésio em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio. 45

Figura 18 - Teores de cálcio em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 47

Figura 19 - Teores de sódio em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 49

Figura 20 - Teor de matéria orgânica em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 50

Figura 21 - Acidez potencial em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio. 51

Figura 22 - Potencial hidrogeniônico em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio. 52

Figura 23 - Condutividade elétrica em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio. 53

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas do solo utilizado no experimento.....26
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis de número de vagens comerciais (N_{VC}), número de vagens não comerciais (N_{VNC}), número de vagens total (N_{VT}), massa de vagem (MV), comprimento de vagem (C_{VA}), diâmetro de vagem (D_{VA}) e produtividade (PROD) na cultura do amendoim sob estratégias de irrigação com água salobra e doses de potássio. .31
Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as variáveis nitrogênio (N), fósforo (P) potássio (K), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), dos atributos do solo sob estratégias de irrigação com água salobra e doses de potássio. 41
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis de sódio (Na), matéria orgânica (MO), acidez potencial (H + Al), potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (CE) dos atributos do solo sob estratégias de irrigação com água salobra e doses de potássio. 48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 HIPÓTESES 17
3 OBJETIVOS 17
3.1 Objetivo geral 17
3.2 Objetivos específicos 17
4 REVISÃO DE LITERATURA 18
4.1 A cultura do amendoim 18
4.1.1 Origem, características da cultura e aspecto econômico 18
4.2. Manejo da adubação 19
4.3 Adubação Potássica 20
4.4 Uso de água salobra na irrigação 21
4.5 Interação entre salinidade e adubação potássica 22
5 MATERIAL E MÉTODOS 24
5.1 Localização do experimento e caracterização climática da área experimental 24
5.2 Delineamento experimental 25
5.3 Solo utilizado no experimento 26
5.4 Semeadura e desbaste 27
5.5 Manejo de irrigação 27
5.6 Preparo da solução salobra 28
5.7 Manejo da adubação 28
5.8 Variáveis analisadas 28
5.8.1 *Variáveis de produtividade* 28
5.8.2 *Atributos químicos do solo* 29
5.9 Análises estatísticas 30
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES 31
6.1 Componentes de produtividade 31
6.2 Atributos químicos do solo 41
7 CONCLUSÕES 54
8 REFERÊNCIAS 55

1 INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea L.*) é uma planta oleginosa pertencente à família Fabaceae, agrupando mais de 80 espécies, sendo essa a espécie de maior relevância econômica, devido ao seu valor nutricional, além de ser utilizada na alimentação humana, nas confeitarias, nas indústrias de conservas e no biodiesel (TASSO JÚNIOR et al., 2004; QUEIROGA et al., 2018).

A produção do amendoim no Brasil apresenta duas safras anuais, a primeira ocorre no verão e, é nomeada como a safra das águas, ocorre no período de janeiro a março, e obtém a maior produtividade, devido a disponibilidade hídrica advinda das chuvas que ocorrem nesse período, e a segunda no inverno é a safra da seca que apresenta déficit hídrico, ocorre entre maio e agosto e apresenta menor produtividade. No Brasil, a primeira safra de 2022/2023 dessa cultura, apresentou uma produtividade média equivalente a 4.123 $kgha^{-1}$ e a segunda safra registrou uma produtividade de 1.656 $kgha^{-1}$ (CONAB, 2023).

De acordo com Sousa et al., (2013) o manejo da adubação com fonte mineral é uma prática importante para manter ou aumentar a fertilidade do solo, visando fornecer os nutrientes para que as plantas atinjam seu máximo potencial produtivo. No entanto, a irregularidade climática, associado à ausência de adubação correta em fundação e em cobertura, principalmente a potássica, reduz o rendimento agrícola na região semiárida (SILVA et al., 2017a; SOUSA et al., 2023).

A adubação de potássio via solo é essencial para as plantas, devido ser um elemento mineral requerido em elevada quantidade pelas culturas, tendo participação em diversas funções importantes nos vegetais, como na ativação de enzimas, na regulação de pH, na abertura estomática, na qualidade dos frutos, além de possibilitar o equilíbrio osmótico nas células e a translocação dos assimilados das folhas (PRADO, 2020). Segundo Lobo et al. (2012), a deficiência de potássio ocasiona a produção de grãos pequenos e enrugados, atrasa a maturação das plantas, possibilitando também retenção foliar, hastes verdes e vagens chochas. No entanto, o excesso pode ocasionar a deficiência de outros elementos importantes, como Ca^{2+} e Mg^{2+}, inibindo o crescimento da planta (SILVA et al, 2017b).

No entanto, a agricultura das regiões áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro tem enfrentado problemas com a salinidade das águas utilizadas na irrigação. Esse excesso de sais está associado a problemas como a elevada evapotranspiração potencial das regiões, a deficiência de drenagem do solo e ao manejo de irrigação inadequado, refletindo em menores produtividade e qualidade de frutos (DANTAS et al., 2018; GUILHERME et al., 2021).

O uso de águas salobras na irrigação afeta diretamente a solução do solo, aumentando os teores de Na^+ e Cl^-, que ocasionam a redução do potencial osmótico, diminuindo a disponibilidade de água para as culturas, desencadeando o desequilíbrio nutricional, alterações fisiológicas e bioquímicas, toxicidade iônica no tecido vegetal e, consequentemente, reduzindo o desempenho agronômico das culturas agrícolas (MODESTO et al., 2019; LIMA et al., 2021; LESSA et al., 2021).

Assim, estratégias visando minimizar os efeitos negativos dos sais nas plantas, vêm sendo utilizadas, destacando-se as estratégias de irrigação cíclicas com água salobra em diferentes estágios fenológico da cultura, utilizada com a finalidade de identificar a fase da cultura com maior tolerância ao estresse salino. Neves et al. (2015) concluíram que o uso de estratégias de irrigação com água salina nos diferentes estágios fenológicos da cultura, reduziu em 47% a quantidade de água boa de qualidade usada na produção de feijão-caupi, não tendo impacto no rendimento da cultura.

Estudos que abordam a interação entre a salinidade e a adubação potássica revelam que em algumas culturas esse macronutriente pode minimizar os efeitos deletérios causados pelos sais sobre as plantas. Lima et al. (2018), ao estudarem a interação entre salinidade da água de irrigação e adubação potássica, verificaram efeito mitigador sobre o número total de frutos e massa fresca de frutos na cultura da aceroleira. Abd El-Mageed et al. (2022) também constataram efeito atenuante da adubação potássica na cultura da beterraba irrigada com água salobra crescente, melhorando as características físico-bioquímicas, produtivas e de qualidade.

2 HIPÓTESES

A iniciação do uso da água salobra em diferentes estágios afetará de maneira diferenciada a cultura do amendoim.

O uso de água salobra nos diferentes estágios fenológicos afetará negativamente a produtividade da cultura do amendoim e os atributos químicos do solo.

A adubação potássica aplicada na cultura do amendoim irrigada com água salobra mitigará os efeitos prejudiciais dos sais nos diferentes estágios fenológicos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos da iniciação do uso da água salobra em diferentes estágios fenológicos na produtividade do amendoim e nos atributos químicos do solo, sob adubação potássica.

3.2 Objetivos específicos

Identificar a partir de qual fase fenológica a cultura do amendoim tem maior tolerância ao estresse salino.

Verificar a melhor dose da adubação potássica para o amendoim sob estresse salino.

Avaliar os atributos químicos do solo sob adubação potássica e estratégias de irrigação com água salobra.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 A cultura do amendoim

4.1.1 Origem, características da cultura e aspecto econômico

O amendoim (*Arachis hypogaea L.*) é uma oleaginosa pertencente à família Fabaceae e ao gênero *Arachis* (MARTINS, 2020). O centro de origem da cultura é a América do Sul, sendo encontrado no Brasil, no Uruguai, no Paraguai, na Argentina e na Bolívia (FREITAS; PENÃLOZA; VALLS, 2003). Os primeiros cultivos do amendoim ocorreram na Bolívia e na Argentina. No Brasil, o amendoim era cultivado pelos povos indígenas, antes da chegada dos portugueses (DUARTE, 2008).

Segundo Barbosa (2008), a difusão do amendoim ocorreu a partir do século XVIII ao ser introduzido na Europa, e posteriormente em Valência, na Espanha. No século XIX, os portugueses, durante a colonização do Brasil, levaram a cultura do amendoim para a África Ocidental, e os espanhóis levaram para o Peru espalhando até às Filipinas, em seguida foi transportado para a China, a Índia e o Japão.

O amendoim é uma planta de ciclo anual (varia entre 80 e 120 dias), ramificada, herbácea, podendo ser de porte rasteiro, ereto ou semiereto (CORREIA et al., 2005), podendo atingir altura de 50 a 60 cm e se reproduz quase exclusivamente por autogamia (TASSO JÚNIOR et al., 2004). De acordo com Duarte (2008), a frutificação do amendoim é designada por geocarpia, onde após a fecundação ocorre o surgimento de uma estrutura chamada de ginóforo que penetra no solo e permite o desenvolvimento do fruto debaixo da terra, até uma profundidade de 5 a 10 cm, gerando um fruto subterrâneo a partir da flor aérea.

A cultura do amendoim pode ser cultivada na estação chuvosa, que favorece a floração e o enchimento dos grãos, apresenta taxa de fotossíntese liquida máxima em 30ºC, atinge germinação máxima sob temperaturas entre 32ºC e 34ºC, tendo redução do poder germinativo quando está sob temperaturas inferiores a 18ºC e as necessidades hídricas da cultura variam de 450 mm a 700 mm durante o ciclo, considerada uma cultura relativamente tolerante à seca (FERRARI NETO, COSTA & CASTRO, 2012; SANTOS et al. 2021).

No Nordeste do Brasil, o amendoim é bastante cultivado pelos pequenos e médios agricultores que dependem da agricultura familiar, com produção de 3.111 mil toneladas (GRACIANO et al., 2011; SÁ et al., 2020). No Nordeste, seu cultivo é favorecido devido as

condições edafoclimáticas do semiárido, sendo uma cultura tolerante aos estresses salino e hídrico (SÁ et al., 2020; SILVA et al., 2022a).

Essa oleaginosa é consumida mundialmente; sendo que, por ano, cerca de 8 milhões de toneladas de grãos são designadas para alimento “in natura” ou para industrialização e de 15 a 18 milhões são destinadas para a produção de óleo comestível (ARAÚJO; SOBREIRA, 2008). É uma cultura com grande relevância econômica, devido a sua composição nutricional, sendo rico em lipídios, proteínas e ácidos gordos, como linoleico, oleico e palmítico (DUARTE, 2008).

4.2. Manejo da adubação

O manejo da adubação trata-se de um conjunto de ações e de práticas, aplicadas e planejadas de forma organizada com o objetivo de se dispor eficientemente e economicamente a recomendação de fertilizantes às culturas. Um manejo adequado da adubação consiste em exercer um conjunto de decisões que engloba definir as doses e as fontes de nutrientes a serem utilizadas, bem como as épocas e as formas de aplicação de corretivos e de adubos ao solo, visando eficiência técnica e econômica (ANGHINONI e BAYER, 2004).

Para que ocorra um manejo adequado da adubação, Ceretta et al. (2007) relatam que é necessário conhecer as plantas, e a relação entre o solo e a planta. É uma prática que envolve diversos fatores, como o preparo e a conservação do solo, o controle fitossanitário e de plantas invasoras, a manutenção de máquinas, entre outros.

Segundo Campos et al. (2013), é importante que antecedendo a adubação seja realizada a correção da acidez do solo, devido aos níveis elevados de alumínio e a acidez acentuada. No Brasil, a correção do solo é realizada por meio da calagem e da fosfatagem; essas práticas aumentam a produtividade do cultivo, elevam a disponibilidade de nutrientes do solo, proporcionam maior atividade biológica e elevam a eficiência dos adubos a serem utilizados.

A adubação do solo é extremamente importante para que se forneça as demandas nutricionais das plantas, devido diversas vezes a fertilidade natural dos solos agrícolas não conseguirem suprir as necessidades de micro e macronutrientes que são demandados pelas plantas (MALAVOLTA; MORAES, 2008). O acréscimo de nutrientes por meio da adubação do solo é uma prática essencial na agricultura, pois mantém ou aumenta a fertilidade do solo, possibilitando o crescimento das plantas (SOUSA et al., 2013).

4.3 Adubação Potássica

O potássio é um dos macronutrientes mais requeridos para o desenvolvimento das plantas, sendo absorvido pelas raízes sob forma iônica K^+ (KINPARA, 2003). Tendo como principais funções, ser regulador osmótico (absorção e perda de água), ativador da catálise biológica (enzimas que promovem o metabolismo do nitrogênio e a síntese das proteínas), promovedor da síntese do açúcar e da sua ida para os tecidos de armazenagem (NASCIMENTO et al., 2008), age na ativação de enzimas dos processos de respiração e de fotossíntese e na resistência à incidência de doenças e de pragas (NOVAIS et al., 2007). O potássio desempenha papeis importantes também no metabolismo dos carboidratos, na transferência de energia e no acúmulo de óleos (PRADO, 2020).

O potássio é o segundo nutriente mais utilizado pela cultura do amendoim e a sua carência pode ocasionar manchas amarelas perto dos folíolos nas folhas adultas e gerar o desenvolvimento de vagens com apenas um grão (TASSO JÚNIOR et al., 2004). A deficiência do K^+ no amendoinzeiro afeta o florescimento e a penetração dos ginóforos, quando a cultura requer esse nutriente em quantidades elevadas (FERRARI NETO, COSTA & CASTRO, 2012).

Miranda et al. (2010), ao analisarem a distribuição da concentração de potássio no solo sob cultivo do amendoim, observaram que a cultura requer maior quantidade de K no período de 30 aos 55 dias após a semeadura, condizendo com as fases de florescimento e de floração da cultura. Sousa et al. (2013), ao estudarem a adubação potássica na cultura do amendoim, concluíram que a máxima produtividade foi obtida na dose de 65,80 kg ha^{-1} de K_2O quando aplicada pelo método convencional.

No entanto, a deficiência do potássio ocasiona a redução do crescimento da planta, do tamanho dos internódios e da dominância apical, origina frutos menores e com cor menos intensa, e retarda a frutificação (ERNANI et al., 2007). Os sintomas da deficiência de K são mais notáveis em folhas mais velhas, onde as bordas e as pontas ficam amareladas (clorose) e, em seguida, acontece a necrose (BRADY; WEIL, 2012). Já o excesso de K possibilita a deficiência de magnésio e de cálcio, podendo inibir o crescimento da cultura e afeta a absorção de outros minerais, como manganês, zinco e ferro, acarretando problemas na síntese das moléculas da clorofila (PRADO, 2020).

4.4 Uso de água salobra na irrigação

Devido à escassez de recursos hídricos na região do semiárido brasileiro, a utilização dessas águas de qualidades inferiores como as salobras, proveniente de poços tubulares, e o reuso de águas tratadas de esgoto doméstico vêm sendo alternativas para a irrigação de algumas culturas. No entanto, o uso de água salobra pode gerar danos ao solo e às plantas, gerando problemas na produção agrícola e diminuindo a produtividade dos cultivos a níveis antieconômicos (DIAS et al., 2016; SANTOS e BRITO, 2016).

O uso de água salobra na agricultura irrigada aumenta a concentração dos íons Na^+ e Cl^- na solução do solo, provocando um desequilíbrio nutricional nas culturas e deficiência de K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, P e NO^{3-}, sendo consequência do desequilíbrio iônico do solo, onde ocorre uma alta relação Na^+/K^+, no qual ocasiona interrupção em vários processos metabólicos essenciais às plantas (SENA et al., 2021). Ademais, a elevada concentração de sais dissolvidos na solução do solo ocasiona o efeito osmótico, que reduz o potencial osmótico das plantas e, consequentemente, diminui a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas (DIAS et al., 2016).

O estresse salino ocasiona danos severos nas plantas como a desestabilização de membranas e a desnaturação proteica, que inibem a fotossíntese e reduzem o crescimento vegetal acima do solo (TAIZ et al., 2017) em todas as fases de desenvolvimento, sendo a germinação, a emergência e o crescimento, os estádios mais afetados pela salinidade (ARAÚJO et al., 2016).

A irrigação com água salobra ou a utilização de solos salinos podem originar problema de fitoxicidade na cultura, o qual é proveniente do acúmulo excessivo de íons no tecido da planta, causando o desbalanceamento osmótico da célula e, em seguida, toxidez iônica, pelo cloreto, boro e sódio (DIAS et al., 2016). O amendoim é considerado uma planta moderadamente sensível à salinidade, o qual tolera condutividade elétrica de 3,2 dS m^{-1}, sem redução na produtividade (AYRES; WESCOT, 1999). Tais efeitos puderam ser observados por diversos autores. Em experimento para analisar a tolerância do amendoim ao estresse salino na fase inicial, Sá et al. (2020) verificaram redução no acúmulo de biomassa e no crescimento da cultura, ao ser irrigada com água de alta salinidade (3,5 dS m^{-1}). Shi et al. (2020) concluíram que o estresse salino proporcionou uma redução na biomassa na cultura do amendoim. Goes et al. (2021) também constataram redução na produtividade da cultura do amendoim ao irrigar com água de alta salinidade (4,0 dS m^{-1}) na fase de formação do ginóforo.

4.5 Interação entre salinidade e adubação potássica

De acordo com Lima et al. (2018), a utilização de água salobra na irrigação pode causar efeitos deletérios nas lavouras, atingindo o crescimento, os pigmentos fotossintéticos, a nutrição mineral e a produção das culturas. Na cultura do amendoim, Lessa et al. (2021) observaram que o uso de água salina na irrigação reduziu o rendimento das características agronômicas como a área foliar, o comprimento da raiz e a altura da planta. Já Silva et al. (2022a) constaram redução na fotossíntese, na condutância estomática e na transpiração da cultura do amendoim irrigada com água salobra.

Em consequência, verifica-se a necessidade de estratégias alternativas para se reduzir os efeitos negativos causados pela salinidade, como a utilização da adubação potássica no solo. O potássio atua como osmorregulador, que possibilita o aumento do potencial osmótico das células, o qual permite maior absorção de água, além disso admite que as células adjacentes trabalhem como contra-cátion para o acúmulo de ânions e sistema de transporte eletrogênico, gerando maior pressão do turgor (PRADO, 2020).

A salinidade aumenta o efluxo do potássio por meio dos canais K^+ de retificação externa ativados por despolarização (KOR), resultado da despolarização e da diminuição da integridade da membrana (SHABALA e CUIN, 2007; HASANUZZAMAN et al., 2018). Dependendo do conteúdo de K^+ na planta, o sódio desempenha baixa influência por não substituir completamente o potássio, mantendo uma baixa relação Na^+/K^+, consequentemente, melhora a tolerância ao sal e o crescimento do vegetal (MARSCHNER, 2012).

Recentemente, estudos que revelaram os efeitos benéficos da adubação mineral em ambiente salino, sendo possível também encontrar, alguns estudos que demostraram que não ocorre efeito mitigador de alguns macronutrientes em algumas culturas. Em seu estudo, Lima et al. (2021) verificaram efeito positivo da adubação potássica na qualidade da raiz tuberosa da beterraba irrigada com água de alta salinidade. Com a cultura do amendoim, cultivada sob estresse salino, Freitas et al. (2021) observaram efeito positivo da adubação potássica no crescimento inicial, atenuando parcialmente o efeito nocivo da salinidade na morfologia e na fisiologia da cultura.

Lima et al. (2022) avaliou os efeitos das estratégias de manejo da irrigação (irrigação com água de baixa salinidade durante todo ciclo de cultivo- SE; irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa-VE; de floração-FL; de frutificação-FR; nas fases sucessivas vegetativa/floração-VE/FL e vegetativa/frutificação -VE/FR) com água salina e duas doses de potássio (60 e 100% de K_2O da recomendação) nos teores de pigmentos

fotossintéticos, nas trocas gasosos e na produção do maracujazeiro amarelo ‘BRS GA1’. A recomendação de 60% de potássio promoveu maior numero de frutos e produtividade do maracujazeiro amarelo.

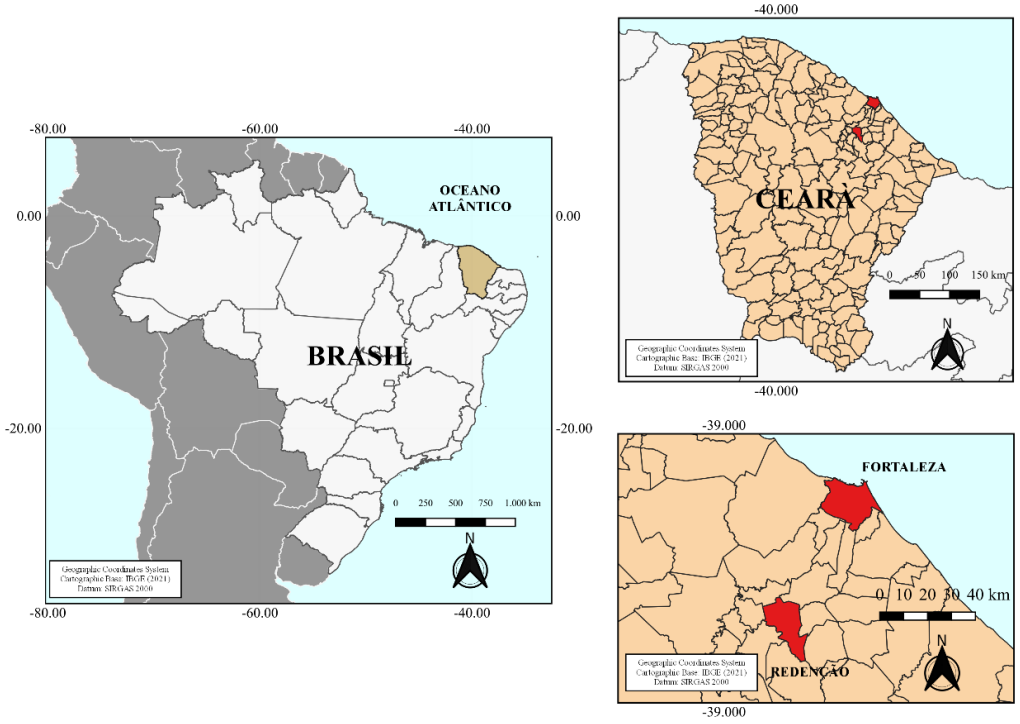
Por outro lado, Silva et al. (2017a) ao conduzirem experimento com a cultura do algodoeiro cv. BRS Topázio a partir da interação do fator irrigação com águas de diferentes níveis de salinidade (1,5, 3,0, 4,5 e 6,0 dSm^{-1}) e doses de potássio (50; 75; 100 e 125% da recomendação), os resultados obtidos não evidenciaram efeito mitigador da adubação potássica para a produtividade da cultura do algodão irrigada com água salobra. Assim como, Bonifácio et al. (2018) ao estudarem distintas salinidades da água de irrigação com doses crescentes de potássio sobre o crescimento de porta-enxertos de goiabeira, observaram que as doses crescentes de K até 1.161,6 mg de K dm^{-3} não atenuaram os efeitos nocivos dos sais.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização do experimento e caracterização climática da área experimental

O experimento foi realizado, no período de agosto a novembro de 2021, na área experimental da Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA) pertencente à Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), em Redenção, Ceará. As coordenadas geográficas da cidade correspondem à latitude 4°13’25” S, longitude 38°43’48” W e 95 m de altitude, cuja a localização geográfica está apresentada na Figura 1.

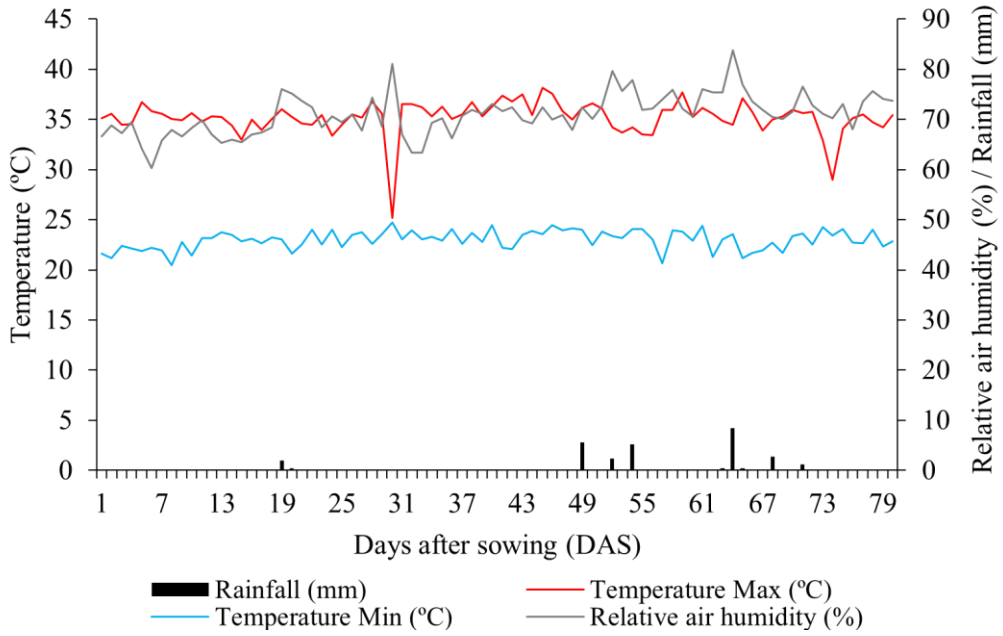
Figura 1 – Localização geográfica do local do experimento.



Fonte: Cedido por Antônio Yan Viana Lima (2022)

O clima local, segundo Koppen (1923), é classificado como do tipo Aw’, tropical chuvoso, com altas temperaturas, com chuvas predominantes nas estações do verão e do outono, sendo suas médias anuais de: temperatura do ar, 27,7º, precipitação, 1062,0 mm e umidade relativa do ar, 78%. Na figura 2 podem ser observados os dados meteorológicos coletados durante o experimento.

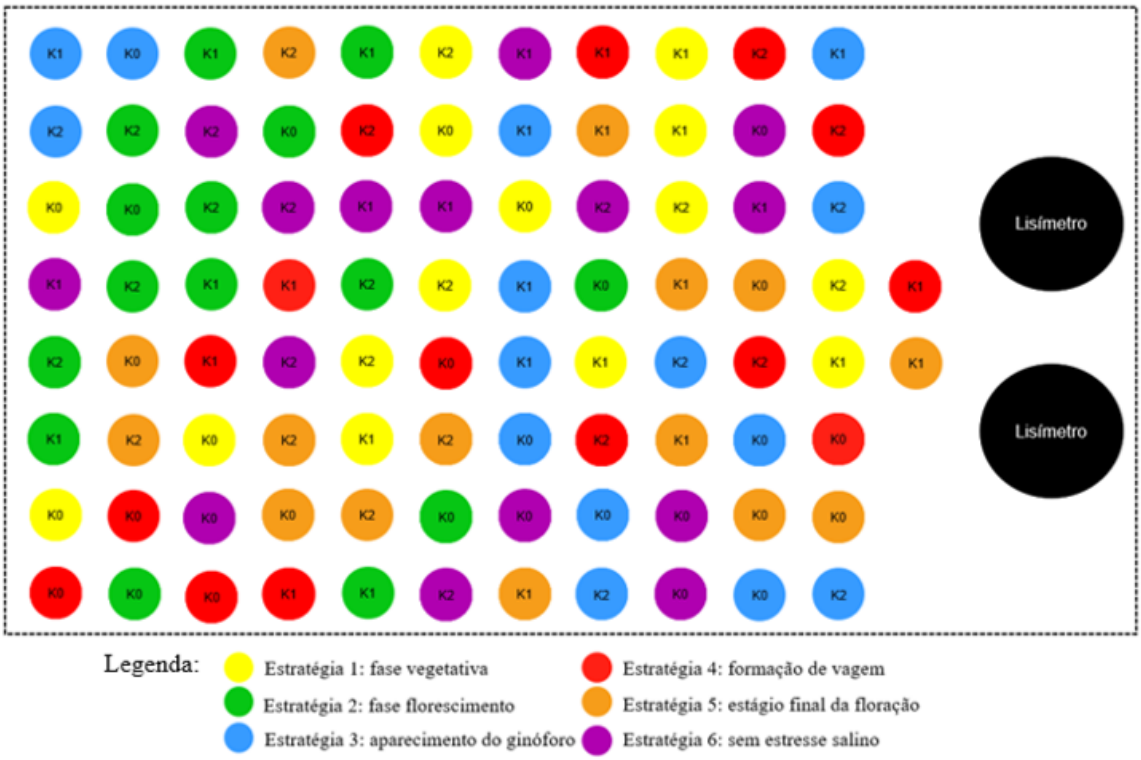
Figura 2 – Valores médios de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental.



5.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial 6 x 3, com 5 repetições. Foram utilizadas seis estratégias de irrigação com inicialização do uso da água salobra a partir das seguintes fases: vegetativa (VG); florescimento (FL); aparecimento dos ginóforos (AG); formação de vagens (FV); frutificação (FR) e sem estresse salino (SE) e três doses de potássio; 0, 2,5 e 5,0 g vaso-¹ de cloreto de potássio, correspondentes a 0%, 50% e 100% da dose recomendada, respectivamente, conforme apresentado no croqui (Figura 3).

Figura 3 – Croqui do experimento.



Fonte: ABREU, F. S.

5.3 Solo utilizado no experimento

O solo utilizado nos vasos foi encaminhado para o Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará para a determinação dos atributos químicos (Tabela 1), seguindo metodologia do Manual de Métodos de análise de solo da Embrapa (SILVA, 1999).

Tabela 1 – Características químicas do solo utilizado no experimento.

M.O	N	P	Mg	K	Ca	Na	pH	PST	CEes
------g kg^{-1}------		mg kg^{-1}	----------$cmol_c$ dm^{-3}----------				H_2O	(%)	dS m^{-1}
17,05	3	5,95	1	0,11	5	0,08	6,46	1,28	1,2

M.O = matéria orgânica; CEes = condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; PST = porcentagem de sódio trocável.

5.4 Semeadura e desbaste

A cultura utilizada foi o amendoim (*Arachis hypogaea L.*), cultivar BR-1, pertencente ao grupo Valência, fornecida pelo banco de germoplasma da Embrapa Algodão, as quais apresentaram coloração vermelha e formato arredondado e vagens com 3 a 4 sementes.

O plantio foi realizado em vasos de polietileno com capacidade volumétrica de 11 L. O substrato utilizado para o preenchimento dos vasos foi composto por arisco + areia + esterco bovino curtido, na proporção 5:2:1, respectivamente. Posteriormente, foram plantadas 6 sementes de amendoim à uma profundidade de 2 cm (Figura 4). O desbaste foi realizado 12 dias após a semeadura (DAS), tendo sido deixado apenas a planta mais vigorosa.

Figura 4 – Semeadura da cultura do amendoim

Fonte: ABREU, F. S.

5.5 Manejo de irrigação

A irrigação com água salobra teve início em conformidade com os tratamentos, com frequência diária, calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO; SOARES; MANTOVANNI, 2009) mantendo-se o solo na capacidade de campo, conforme a equação 1.

$$VI = \frac{(Vp - Vd)}{(1 - LF)} \qquad (1)$$

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.

5.6 Preparo da solução salobra

A água salina de condutividade elétrica de 4,0 dS m^{-1} foi preparada a partir dos sais cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio ($CaCl_2.2H_2O$) e cloreto de magnésio ($MgCl_2.6H_2O$), seguindo a metodologia de Rhoades et al. (2000), onde se obtém CEa desejada na proporção 7:2:1, respectivamente, após a relação entre CEa e sua concentração (mmolc L^{-1}= EC x 10).

5.7 Manejo da adubação

A adubação do amendoim foi realizada de acordo com a análise química do solo (Tabela 1) e a recomendação do Manual de adubação e calagem para o Estado do Ceará, fornecida por Fernandes (1993), a qual correspondeu a 15 kg ha^{-1} de N, 62,5 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 50 kg ha^{-1} de K_2O. Dispondo de um stand de 10.000 plantas ha^{-1}, a dosagem máxima por $planta^{-1}$ no ciclo foi de: 1,5 g de ureia com fonte de nitrogênio, 6,25 g de superfosfato simples como fonte de fósforo e 5,0 g de cloreto de potássio como fonte de potássio.

A aplicação de K foi baseada em 100% da dosagem recomendada, sendo essa equivalente a 50 kg ha^{-1}. A partir desta, foram definidas as demais doses avaliadas, sendo equivalentes a 0, 50 e 100% da adubação recomendada de potássio.

5.8 Variáveis analisadas

5.8.1 *Variáveis de produtividade*

Aos 80 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram colhidas, sendo as vagens acondicionadas em sacos de papel identificados e posteriormente foram colocadas durante 15 dias para secar em estufa a 65º C até atingir massa constante.

Em seguida, determinaram-se as seguintes variáveis: o comprimento das vagens (CVA), mensurado com régua graduada (Figura 5A); o diâmetro das vagens (DV), medido com auxílio de um paquímetro digital em milímetros (Figura 5B); o número de vagens comerciais (NVC), contabilizando-se as vagens completamente formadas (Figura 5C); número de vagens não comerciais (NVNC), definido pela contabilização das vagens sem sementes (Figura 5C); número de vagens (NV), soma das vagens comerciais e não comerciais; massa da vagem (MV), mensurada por uma balança digital de precisão de 0,001g (Figura 5D) e produtividade (PROD),

obtida pela relação massa de grãos (em gramas) e área do vaso (0,045 cm^2), posteriormente transformada em g $vaso^{-1}$.

Figura 5 – Medição do comprimento (A), do diâmetro (B), dos números de vagens comerciais e não comerciais (C) e massa da vagem (D) das plantas do amendoim.

Fonte: ABREU, F. S.

5.8.2 *Atributos químicos do solo*

Ao final do experimento, aos 80 DAS, a parte superficial dos vasos foi limpa para se realizar a coleta de 3 amostras simples de cada tratamento de solo. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, etiquetados adequadamente e encaminhados ao Laboratório de Química do Solo do Departamento de Ciências do Solo/UFC para a determinação dos atributos químicos (Figura 6), tendo sido determinados: o potencial hidrogeniônico da solução do solo (pH), a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) (dS m^{-1}), os teores de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de potássio (K), de sódio (Na), a acidez potencial (H + Al) (cmolc/kg), o teor de matéria orgânica (MO), de nitrogênio (N) e de fósforo (P) (g/kg), seguindo

as metodologias descritas no Manual de Métodos de análise de solo da Embrapa (SILVA, 1999).

Figura 6 – Amostras de solo coletadas para a determinação dos atributos químicos.

Fonte: ABREU, F. S.

5.9 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando houve significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do software Assistat 7.7 Beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Componentes de produtividade

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 2), houve interação entre as estratégias de irrigação com água salobra (EIAS) e as doses de potássio (DK) em todas as variáveis analisadas, sendo para o comprimento da vagem (CVA) $p \leq 0,05$ e para o número de vagens comerciais (NVC), o número de vagens não comerciais (NVNC), o número total de vagens (NVT), a massa das vagens (MV), o diâmetro de vagem (DVA) e a produtividade (PROD) $p \leq 0,01$.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis de número de vagens comerciais (NVC), número de vagens não comerciais (NVNC), número de vagens total (NVT), massa de vagem (MV), comprimento de vagem (CVA), diâmetro de vagem (DVA) e produtividade (PROD) na cultura do amendoim sob estratégias de irrigação com água salobra e doses de potássio.

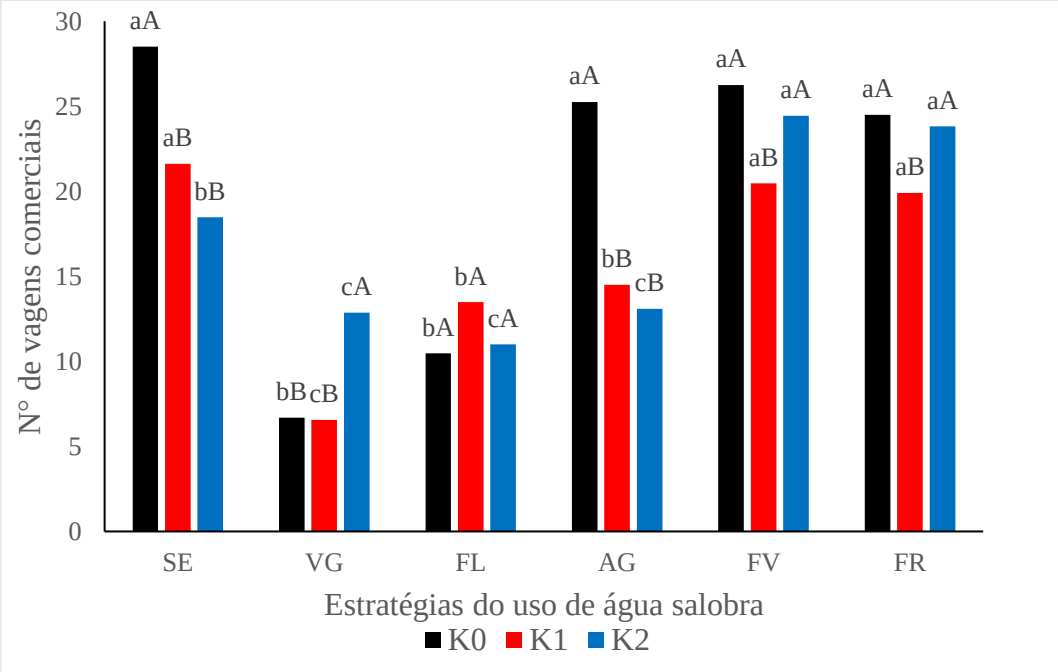
FV	GL	QUADRADO MÉDIO						
		N_{VC}	N_{VNC}	N_{VT}	MV	C_{VA}	D_{VA}	PROD
EIAS (1)	5	616.739**	24.2791**	565.555**	700.749**	0.42197**	1.44211**	1736.625**
DK (2)	2	139.523**	39.9133**	87.299**	276.812**	0.02065^{ns}	0.03928^{ns}	669.341**
1 x 2	10	73.0955**	13.0458**	88.449**	57.6403**	0.20550*	1.20250**	111.490**
Tratamentos	17	240.805**	19.5106**	228.639**	272.575**	0.24742**	1.13612**	655.100**
Resíduo	72	5.91013	1.2701	6.38169	6.10807	0.08548	0.34246	13.26238
CV (%)	-	13.59	20.04	10.69	14.99	9.58	5.17	17.06

FV = fontes de variação; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; *, **, ns - Significativo a $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ e não significativo, respectivamente; EIAS= estratégias de irrigação com água salobra; DK= doses de potássio.

De um modo geral, as estratégias com água salobra influenciaram significativamente no número de vagens comerciais (Figura 7), onde na VG e no FL tenderam a apresentar os menores valores médios. Essa redução no número de vagens comerciais sob o uso da VG (6,56 na dose K1) pode estar relacionada com o uso prolongado da água salobra, uma vez que as plantas desse tratamento foram submetidas ao estresse salino desde a fase vegetativa até o final do experimento. O excesso de sais inibe a expansão foliar das plantas, causando a redução do turgor foliar, consequentemente, reduzindo a assimilação líquida de

carbono refletindo negativamente na produtividade da cultura (TAIZ et al., 2017; LIMA et al., 2022).

Figura 7 - Número de vagens comerciais de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

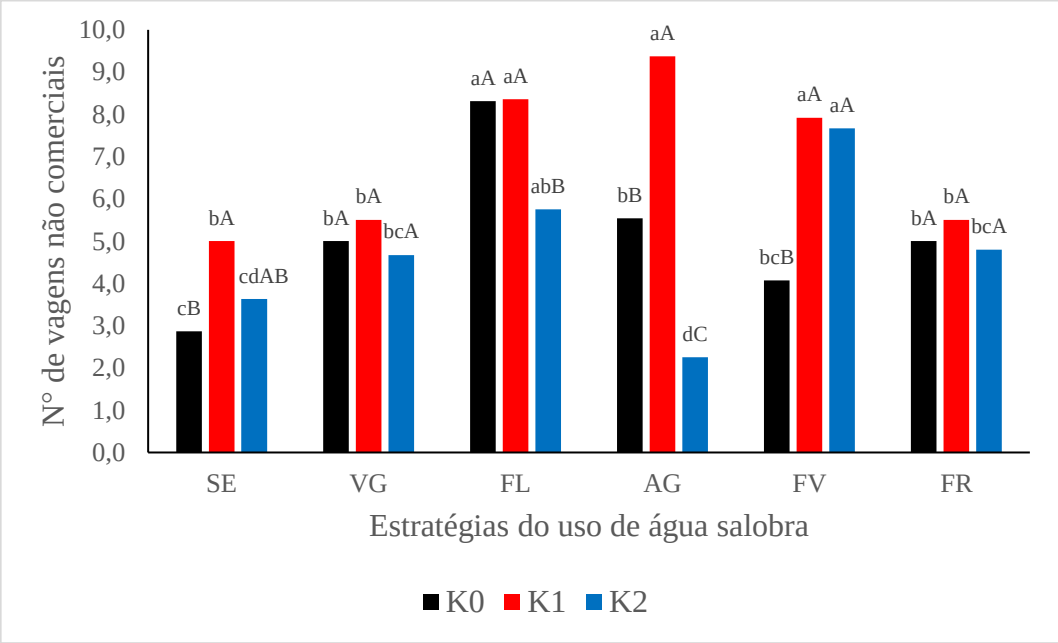
Quanto as doses de potássio, apenas no FL não houve diferença estatística. Já na VG a dose K2 foi superior a K0 e K1, no AG e no SE a dose K0 foi superior a K1 e K2, na FV e na FR, a K0 e K2 foram superiores a K1. O efeito negativo do aumento da adubação potássica também foi constatado por Lima et al. (2020) na cultura do maracujazeiro. Esses mesmos autores concluíram que o uso de 100% da recomendação da adubação potássica associada a água de menor salinidade ocasiona estresse salino, devido ao alto teor de sais do fertilizante. Assim como, o uso de água de maior salinidade provoca redução na emissão de folhas e a antecipa a senescência das folhas, gerando uma menor produção dos fotoassimilados, que induz uma menor capacidade de formação de vagens viáveis (CANJÁ et al., 2021; SOUSA et al., 2023).

As plantas de amendoim sem adubação (K0) e submetidas às SE, AG, FV e FR obtiveram os maiores valores para número de vagens comerciais (25,25, 26,25 e 28,50, respectivamente) em relação as doses K1 e K2 (Figura 7). Esse resultado pode estar relacionado

ao estresse salino que teve início na fase de aparecimento de ginóforo (AG) até a colheita. Ou seja, o sódio pode ter substituído o potássio parcialmente, prejudicando a osmorregulação, a síntese de carboidratos, a abertura e o fechamento estomático, e a ativação enzimática de ATPase das plantas (TAIZ et al., 2017; AHANGER et al., 2017). Corroborando com esses dados, Canjá et al. (2021), registraram que o estresse salino reduziu o número de vagens comerciais da cultura do amendoim.

Observa-se na figura 8, que nas estratégias SE, VG e FR não houve diferença estatística entre as doses de potássio, enquanto que no FL e AG a dose K2 foi estatisticamente inferior as doses K0 e K1. Na FV, a dose K0 foi inferior estatisticamente a K1 e K2.

Figura 8 - Número de vagens não comerciais (NVNC) de plantas de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Para o número de vagens não comerciais do amendoim (Figura 8), nota-se que as plantas adubadas com 100% da recomendação de K_2O e submetida ao AG, obtiveram menor valor de NVNC (2,25), evidenciando uma melhor produção de grãos. Essa redução no NVNC demonstra atuação do potássio no fornecimento de ATP para a translocação de fotoassimilados na cultura do amendoim, auxiliando no enchimento dos grãos (CATUCHI et al., 2012; HASANUZZAMAN et al., 2018).

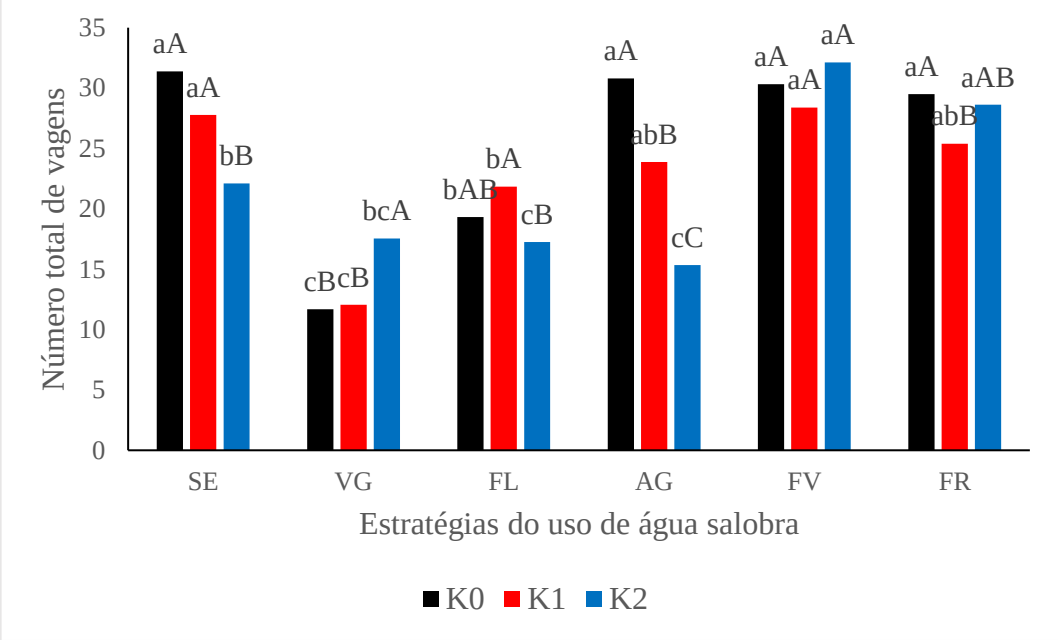
Quanto às plantas submetidas ao uso de água salina a partir da fase de florescimento sob as doses de 0 e 50% de K_2O, foi possível observar que elas obtiveram os maiores valores de NVNC, 8,31 e 8,35, respectivamente. Esses valores são indicadores de que a exposição prolongada ao estresse salino é insatisfatória para formação de vagens perfeitas, visto que os sais em excesso modificam as funções bioquímicas e fisiológicas das plantas (TAIZ et al., 2017) e, consequentemente o desempenho produtivo das culturas.

É possível observar ainda que na formação de vagens, a utilização de 50 e 100% da adubação potássica levou a maiores valores para variável número de vagens não comerciais (7,91 e 7,67, respectivamente) (Figura 8). Os resultados evidenciam que a utilização do KCl como substrato, pode ter intensificado o estresse salino no amendoim, tendo em vista, que é um sal com alto índice salino, o qual intensifica o efeito osmótico, reduzindo a produção de frutos perfeitos (LIMA et al., 2022).

Trabalhando com a cultura do amendoim e com o uso de água salobra na irrigação, Canjá et al. (2021), observaram um aumento de 7,5% na variável número de vagens não comerciais ao utilizarem água com condutividade elétrica de 5 dS m^{-1}, quando comparada com o uso da água de 0,8 dS m^{-1}.

De acordo com a figura 9, que mostra o número total de vagens de plantas de amendoim, as estratégias que se sobressaíram em relação às demais foram AG, FV e FR associadas as doses K0, K2 e K0, respectivamente, assim como também a SE associada a K0 e K1, sendo superiores estatisticamente as VG e FL. A inferioridade da fase VG revela que o tempo prolongado de exposição da cultura aos sais, reduz o número de vagens da cultura do amendoim, devido aos efeitos tóxicos, nutricionais e osmóticos do estresse salino, que atinge assimilação de carbono, acelerando a senescência das folhas maduras e inibindo a expansão foliar, ocasionando a redução da área para o processo fotossintético e limitando a produção de fotoassimilados (TAIZ et al., 2017; LESSA et al., 2021).

Figura 9 - Número total de vagens de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Possivelmente, o aumento da adubação potássica durante a fase de frutificação mitigou os efeitos negativos causados pelo uso de água salobra, pois o acúmulo de potássio no tecido vegetal possibilita a criação de um gradiente osmótico que ajuda no movimento da água e consequentemente maior distribuição de nutrientes como fósforo, importante na formação de ginóforo, ou seja, proporcionado maior número de vagem (GUILHERME et al., 2021).

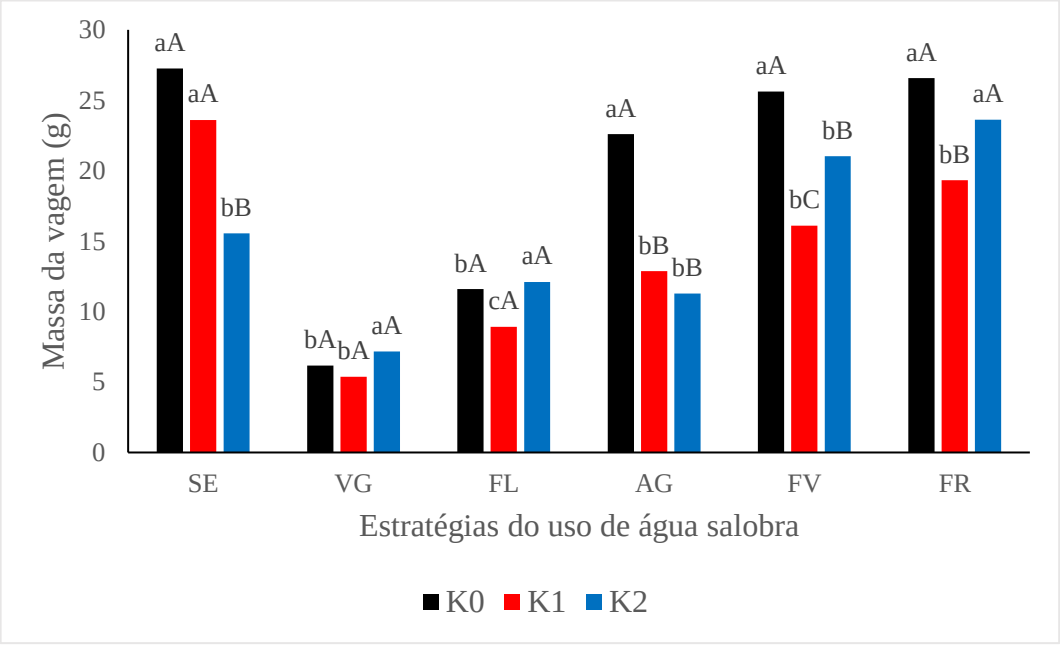
Analisando-se a utilização do AG, verifica-se que a máxima dose de potássio (K2) diminui o número total de vagens, com média de 15,33. Provavelmente, esse resultado pode estar relacionado ao maior aporte de sais tanto da água de irrigação como da própria fonte de adubação. Apesar do potássio ser considerado um elemento importante nas funções osmóticas das culturas, o aumento de sua concentração mediante a presença de NaCl intensifica os efeitos deletérios causados pelo uso de água salobra (SILVA et al., 2022b). Tendência similar a fase VG foi observado por Lima et al. (2021), ao obterem decréscimo acentuado no número de vagens do amendoinzeiro com incremento dos níveis salinos da água de irrigação.

É importante salientar que ao iniciar a aplicação da água salobra/salina nas fases FV e FR as plantas se comportaram de maneira semelhante, sem redução significativa do número total de vagens, além de apresentarem os valores mais elevados dessa variável,

indicando que o melhor momento para aplicação desse tipo de água nessa cultura é nessas fases/estágios.

Com relação a variável massa das vagens (Figura 10), observa-se que as melhores estratégias para se utilizar água salobra foram SE, AG, FV e FR, superiores estatisticamente a VG e o FL. Essa redução na massa de vagem pode estar relacionada com os efeitos nocivos que os sais provocam, tendo em vista que o início da irrigação com água salobra na estratégia VG iniciou-se 14 DAS, ou seja, o estresse salino diminui a disponibilidade hídrica, consequentemente, dificultando a absorção de água e de nutrientes e retardando os aspectos produtivos (LIMA et al., 2022; GUILHERME et al., 2021).

Figura 10 - Massa das vagens (MV) de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

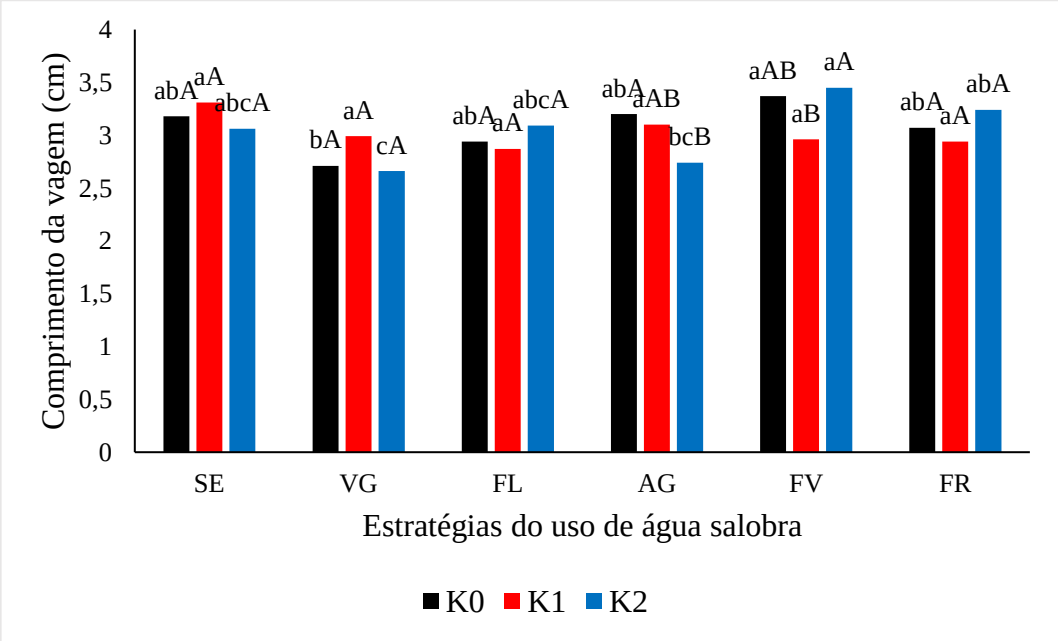
A dose K0 foi superior as doses K1 e K2 nos AG e FV, enquanto as doses K0 e K2 foram superiores a K1 na FR. Ressalta-se que a adubação potássica possibilita maior resistência as plantas aos efeitos deletérios dos sais, possibilitando as plantas um acúmulo maior de solutos para criar um potencial osmótico interno, ajudando na manutenção hídrica dentro das células da planta (HASANUZZAMAN et al., 2018).

As doses K0 e K1 foram superiores a dose K2 no SE. As plantas cultivadas sem estresse salino associada a uma menor quantidade de cloreto ao solo, proporciona maior massa das vagens. Esse resultado pode estar associado a fonte de adubação potássica utilizada no trabalho. Ou seja, o adubo pode ter elevado os teores de sais no solo e comprometido a absorção de fósforo nessas fases. Esse elemento mineral é fundamental para a formação do ginóforo e, consequentemente, da vagem.

De forma similar, Guilherme et al. (2021) observaram redução nos valores de massa das vagens nessa mesma fase fenológica da cultura do amendoim sob adubação química. Tendência similar foi obtida por Canjá et al. (2021), ao avaliar o estresse salino na cultura do amendoim. Esses mesmos autores verificaram redução na variável massa das vagens ao utilizarem água de irrigação com 5,0 dS m^{-1}.

De acordo com a Figura 11, o valor máximo para a variável comprimento de vagem (3,45 cm) foi constatado na FV (início da irrigação salobra na formação de vagem) com a dose 5 g $vaso^{-1}$, correspondente a 100% da adubação potássica, porém não diferindo estatisticamente nas estratégias FL, FV e SE; estresses salinos nas fases de florescimento, final e sem estresse, respectivamente. Já na VG (início da irrigação com água salobra na fase vegetativa) associada a dose de 100% de potássio, ocorreram os menores valores, com média de 2,66 cm.

Figura 11 - Comprimento de vagem de plantas de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase

vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

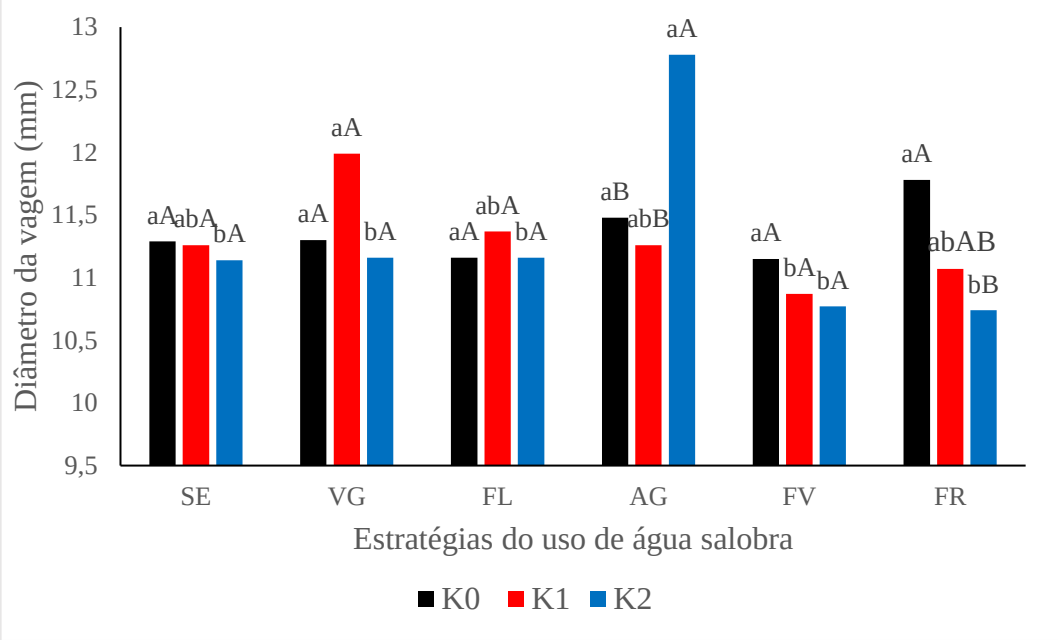
A superioridade da FV revela que possivelmente houve uma compartimentalização do potássio nessa fase fenológica da cultura do amendoim, ou seja, evidenciando que o início tardio do estresse salino não afetaria mais a participação deste elemento mineral na fase final do seu ciclo. Esse fato demonstra relevante tolerância da cultura do amendoim ao estresse salino na fase de frutificação, podendo ter ocorrido na máxima dose de potássio uma redução no conteúdo de Na^+ nas células vegetais, favorecendo o crescimento da planta e a tolerância ao sal (HASANUZZAMAN et al., 2018).

Por outro lado, a diminuição do comprimento de vagem adubada com a máxima dose e irrigada com águas salobras na fase vegetativa pode estar relacionada com o alto índice salino do KCl utilizado no experimento como fonte de potássio associado com a salinidade da água utilizada na irrigação. Ou seja, diminuindo o potencial osmótico do solo e, consequentemente, reduzindo a disponibilidade de água e de nutrientes, causando distúrbios metabólicos e/ou fisiológicos na planta (DIAS et al., 2019; SILVA et al., 2022b).

Resultados similares ao encontrado na fase VG foram observados por Oliveira et al. (2015), ao registrarem que o início da irrigação com água salobra durante a fase vegetativa, reduziu a variável comprimento de vagem da cultura do feijão-caupi. Tendências divergentes ao encontrado neste estudo nas estratégias FL e FV foram observadas por Soares et al. (2021), trabalhando com a cultura do feijão-caupi, onde o comprimento de vagem foi reduzido nas fases de frutificação e de floração quando submetido conjuntamente com maiores doses de potássio.

Para a variável diâmetro da vagem (Figura 12), observa-se que no AG foi superior estatisticamente às demais. O início do estresse salino nessa fase fenológica não provocou efeito antagônico do Na com o P, consequentemente favoreceu a absorção de K no vacúolo celular. Esse efeito provavelmente favoreceu uma maior espessura da casca e, posteriormente, maior diâmetro da vagem, com valor de 12,78 mm.

Figura 12 - Diâmetro da vagem de plantas de amendoim em função de estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.



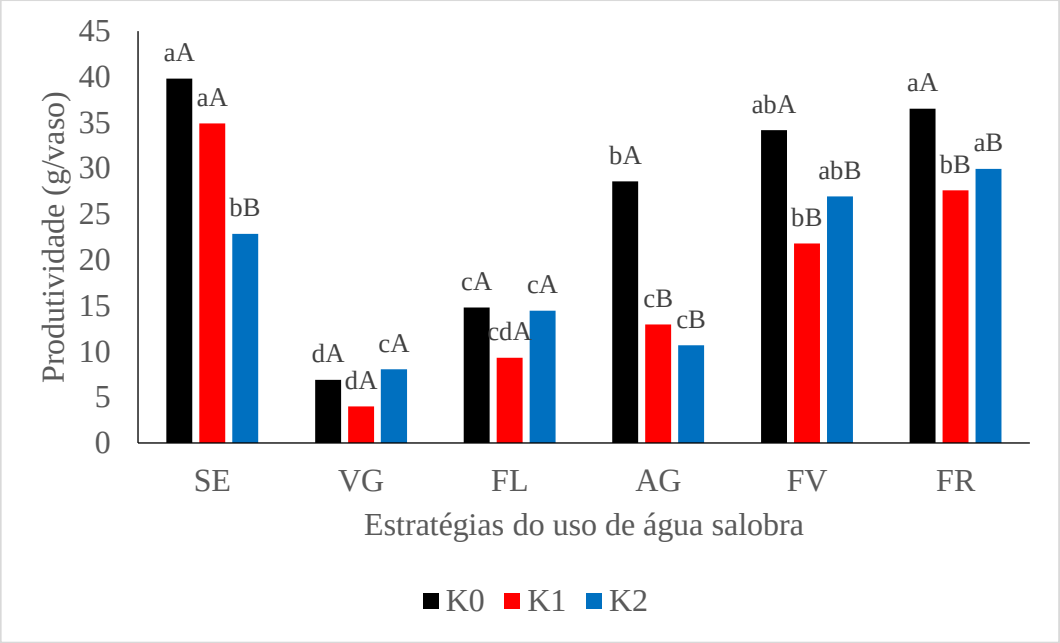
Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Com relação ao efeito das doses de potássio entre as estratégias, apenas nas estratégias AG e FR ocorreram diferenças significativas. Na AG, a dose K2 evidenciou maiores valores médios em relação as doses K0 e K1. Esse resultado pode estar relacionado com a atuação do potássio, por ser um nutriente relevante na turgidez das plantas e no transporte de açúcares, favorecendo a produção de proteínas e de enzimas, que auxiliam no crescimento e na produtividade das plantas (DIAS et al., 2019).

No FR, as doses K0 e K1 foram superiores estatisticamente a dose K2. Esse efeito pode estar associado ao maior índice salino proveniente da maior quantidade de cloreto de potássio presente na dose de 100% e irrigadas com água salobra no estágio final da floração (FR), ocasionando menor média para diâmetro da vagem de 10,74 mm. Rodrigues et al. (2018) descrevem que o estresse salino ocasiona o efeito osmótico e a toxicidade para as plantas, reduzindo a absorção e a translocação de nutrientes, principalmente o K^+, restringindo o desenvolvimento das culturas. Goes et al. (2021), trabalhando em condições de campo com estresse salino na cultura do amendoim, também observaram uma redução no diâmetro das vagens na fase fenológica 3 (aparecimento de ginóforo).

Analisando a figura 13, as maiores produtividades foram verificadas nas FV, FR e SE. A superioridade estatística em relação a VG, o FL e o AG pode estar relacionada ao menor estresse salino imposto as essas plantas. Essa redução na produtividade ocasionada pelo estresse salino pode ter ocorrido, devido a redução da transpiração e da condutância foliar que, consequentemente, reduz a produção de fotoassimilados e aumenta a temperatura foliar, provocando redução na produtividade de grãos (LESSA et al., 2021; GUILHERME et al., 2021).

Figura 13 - Produtividade (PROD) de plantas de amendoim sob estratégias do uso de água salobra e doses de adubação potássica.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Em relação as doses de potássio utilizadas nas diferentes estratégias, é possível constatar que nas VG e FL não houve diferença estatística entre as doses utilizadas. Já no AG, FV e FR a dose K0 foi superior estatisticamente a K1 e K2, enquanto no SE a dose K0 e K1 foi superior a K2. A maior produtividade do amendoim foi obtida no SE (39,81 g vaso^{-1}) com a dose K0, enquanto as plantas adubadas com K1 e K2 obtiveram valores menores (34,91 g vaso^{-1}), sem diferir estatisticamente, e 22,84 g vaso^{-1}, respectivamente. Possivelmente, com o aumento da aplicação do cloreto de potássio como fonte de potássio pode ter causado estresse salino na cultura do amendoim, devido ao alto índice salino do KCl, reduzindo a produtividade

de grãos. Tendência similar ao deste estudo, foram reportados por Canjá et al. (2021), ao registrarem redução da produtividade da cultura do amendoim irrigada com água salobra e cultivada em condições de vaso.

Corroborando com esse trabalho, Taglieber et al. (2022), avaliando diferentes doses de cloreto de potássio na cultura da soja irrigada com água de menor salinidade durante todo o ciclo, obtiveram os melhores valores nos tratamentos sem adição de potássio. Resultado oposto ao deste estudo foram reportados por Pinheiro et al. (2022), ao avaliarem a interação entre estratégias de irrigação com águas salobras e doses de potássio do maracujazeiro amarelo 'BRS GA1'. Esses mesmos autores constataram efeito isolado apenas para o estresse salino. Ou seja, não houve efeito atenuante dessa fonte de adubação mineral para a salinidade da água de irrigação.

6.2 Atributos químicos do solo

De acordo com o resumo da análise de variância (Tabela 3), houve interação entre as estratégias de irrigação com água salobra (EIAS) e as doses de potássio (DK) para o magnésio (Mg) e o potássio (K) com ($p \leq 0,05$). E, com ($p \leq 0,01$), para o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o cálcio (Ca).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as variáveis nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), dos atributos do solo sob estratégias de irrigação com água salobra e doses de potássio.

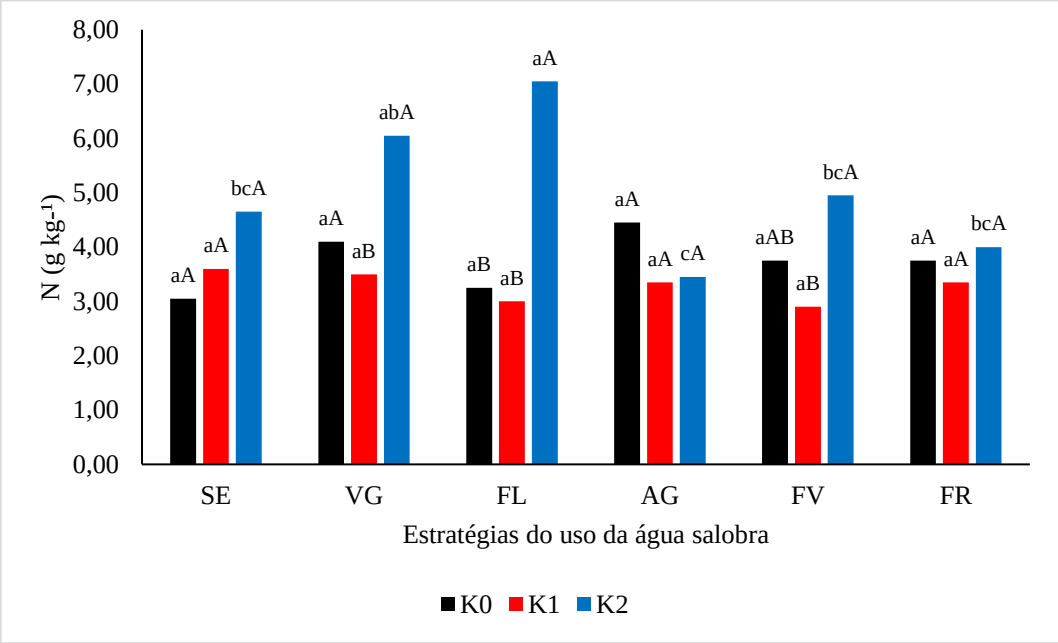
FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		N	P	K	Mg	Ca
EIAS (1)	5	1,28567^{ns}	63,15749**	0,00867**	6,73578**	9,14175**
DK (2)	2	14,7554**	13,79449^{ns}	0,00571^{ns}	31,22762**	2,94000^{ns}
1 x 2	10	2,52542**	79,40644**	0,00618*	2,51872*	5,79450**
Tratamentos	17	3,59961**	66,90828**	0,00686**	7,13655**	6,44316**
Resíduo	36	0,72389	11,82616	0,00239	1,11776	1,02958
CV (%)	-	21,21	18,39	46,72	27,65	18,26

FV = fontes de variação; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<01); * significativo ao nível de 5% de probabilidade (01=<p<05); ns = não significativo (p>=05); EIAS= estratégias de irrigação com água salobra; DK= doses de potássio

As estratégias VG e FL foram superiores estatisticamente às demais para os teores de N no solo (Figura 14), onde o uso da água salobra teve início na fase vegetativa e no florescimento, respectivamente, verificando-se tendência similar na variável da matéria

orgânica (Figura 20). Esse resultado está atribuído ao fato de a matéria orgânica aumentar a fertilidade do solo, fornecendo nutrientes para as plantas, principalmente o N, devido a MO ser a maior fonte de cargas negativas, retendo ou liberando nutrientes para a solução do solo (SANTOS et al., 2016).

Figura 14 - Teor de nitrogênio em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.

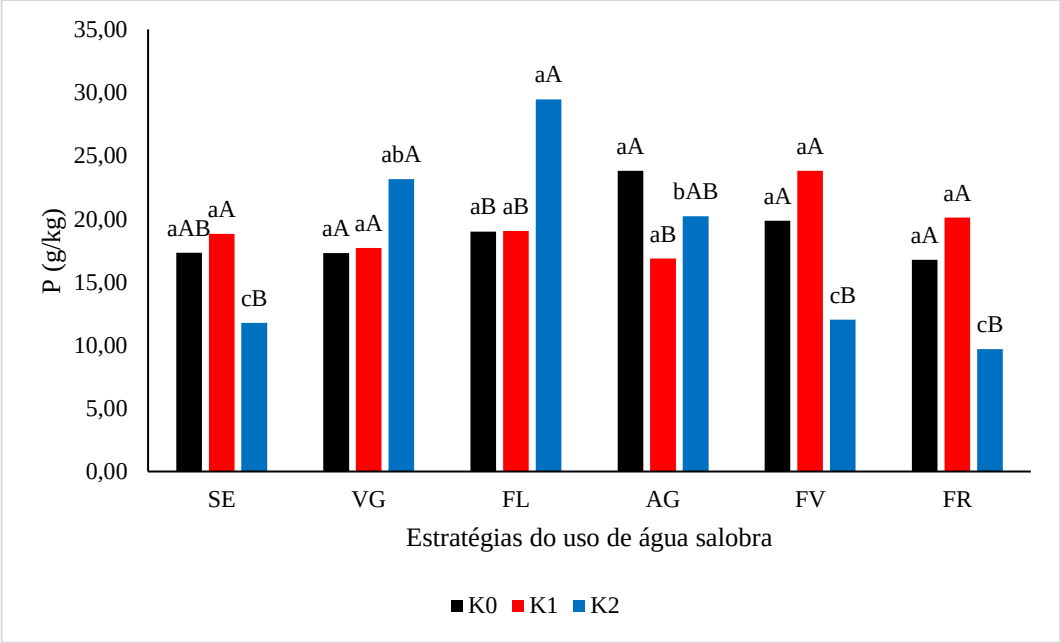


Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Com relação as doses de potássio dentro de cada estratégia, não houve diferença estatística entre as três doses aplicadas de potássio para os teores de N no solo nas AG, FR e SE, porém, a dose K2 foi superior estatisticamente as doses K0 e K1 na VG e FL e a K1 na FV (Figura 14). O teor de nitrogênio do solo foi elevado em todas as estratégias, comparado com valor inicial de 3 g k^{-1}, esse aumento ocorreu, principalmente, quando os tratamentos foram submetidos a adubação de 100% de potássio. Vale sublinhar, que o nitrogênio é o nutriente mais absorvido pelas culturas, fazendo parte da clorofila, presente nos aminoácidos e é fundamental no processo fotossintético das plantas (FERRARI NETO, COSTA & CASTRO, 2012). Anjos et al. (2015), trabalhando com fertirrigação com potássio na cultura do mamoeiro, verificaram aumento na concentração de N no perfil do solo com o aumento das doses de K. Quanto ao estresse salino, Freire (2021) também constatou redução no teor de N no solo.

O teor de fósforo no solo foi elevado em todas as estratégias, quando comparadas ao valor inicial antes da aplicação dos tratamentos de 5,95 mg kg^{-1} (Figura 15). Essa observação pode ser atribuída ao aumento do pH do solo (apresentado na Figura 22) que, consequentemente, ocorre menor concentração de íons de H^+ na solução do solo, contribuindo para o aumento das forças de repulsão das partículas entre a superfície adsorvente e o fosfato, com isso reduz a adsorção do nutriente, havendo a elevação dos teores de P disponíveis às plantas (NUNES, 2016).

Figura 15 - Teor de fósforo em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias de uso de água salobra e de doses de potássio.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

O aumento da concentração de fósforo na solução do solo também pode ser atribuído a outro dois fatores: o primeiro é o teor de matéria orgânica do solo e o segundo é devido sua pouco mobilidade, em razão dos compostos fosfatos possuírem pouca solubilidade (HOLANDA FILHO et al., 2011).

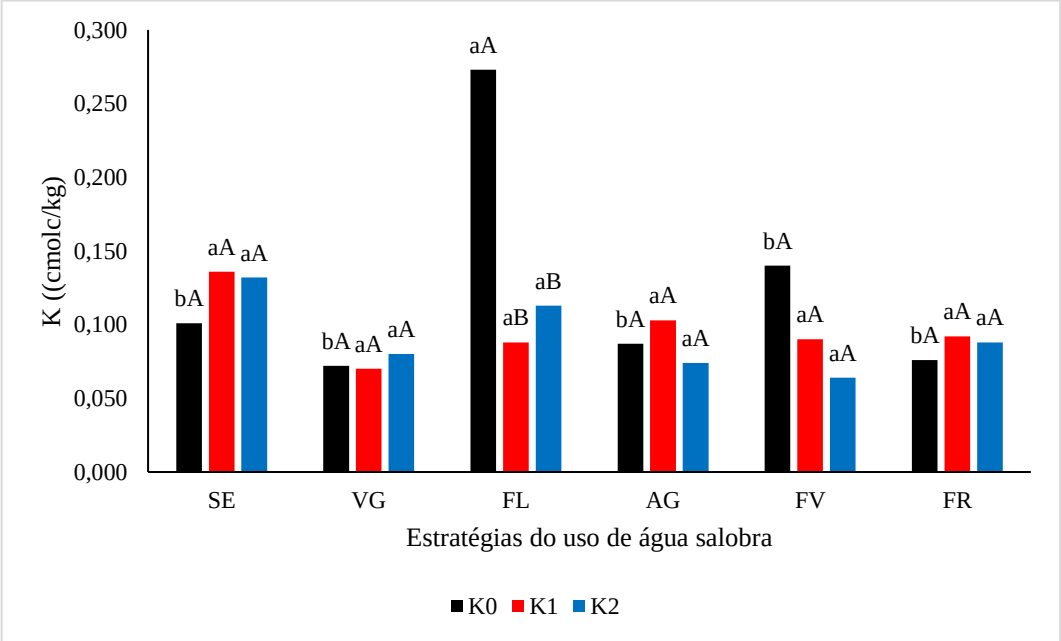
Para os teores de fósforo no solo em função das doses de potássio (Figura 15), verifica-se que apenas em VG não houve efeito significativo. Já para FL, K0 foi superior estatisticamente a K1 e K2, na AG K0 e K2 foram superiores a K1 e na FV, FR e SE as doses de K0 e K1, foram superiores estatisticamente a dose K2. A dinâmica do potássio no solo variou

com os tratamentos aplicados, ou seja, o Na^+ conseguiu exercer efeito antagônico, porém com doses de 50% da recomendada. Esse resultado corrobora com o de Freire (2021), ao utilizar biofertilizante bovino como fonte de adubação em solo irrigado com água salobra.

Divergindo dos resultados desse trabalho, Garcia et al. (2008) observaram redução na disponibilidade de fósforo em Latossolo ao utilizarem água salina na irrigação. Holanda Filho et al. (2011) observaram que em solo irrigado com água salina de 3,0 dS m^{-1}, a concentração de P foi reduzida devido ao efeito salino.

Na figura 16, a estratégia FL (fase de florescimento) foi superior as estratégias VG, AG, FV, FR e SE, que reduziram os teores de potássio do solo em comparação ao valor inicial de 0,11 $cmol_c$ kg^{-1}. A redução nos teores de K com uso de água de qualidade inferior, provavelmente se deve ao resultado da lixiviação desse elemento e às pequenas concentrações de potássio na água utilizada no experimento e ao seu deslocamento do complexo de troca dos solos, causado pelo Ca^{2+} e Mg^{2+}, que se encontram em teores mais elevados na água (NUNES et al., 2008).

Figura 16 - Teores de potássio em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio.



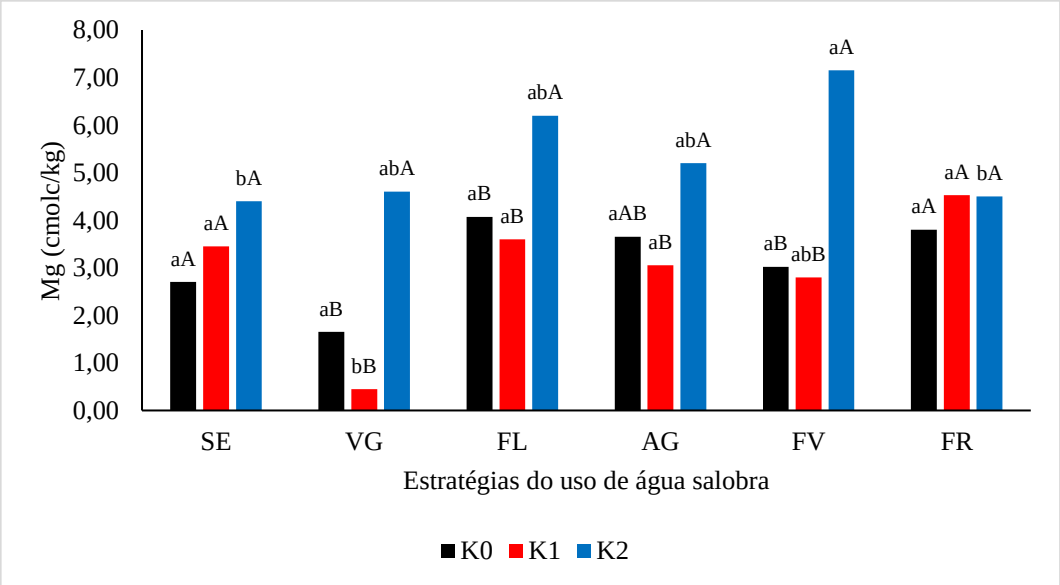
Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Para a doses de potássio, apenas no FL houve diferença estatística, sendo a K0 superior estatisticamente a K1 e K2. Provavelmente o potássio estava retido aos minerais, ou seja, liberado de forma mais lenta. Esse resultado evidencia que as plantas submetidas a elevadas concentrações de potássio no solo, absorvem quantidades acima da sua demanda metabólica, acumulando o potássio nos cloroplastos, nos vacúolos ou nas mitocôndrias, configurando como "consumo de luxo" (ROSOLEM et al., 2012). Em consonância com este estudo, Gonçalves et al. (2011) verificaram aumento no teor de potássio com o aumento da salinidade da água, podendo estar relacionado com o seu deslocamento do complexo de troca, causado pelo Ca^{2+} e pelo Na^{+} constituintes da água de irrigação.

Observa-se na figura 17, que as VG, FL, AG e a FV foram estatisticamente superiores a FR e SE. Esse resultado possivelmente pode estar relacionado a presença do cloreto de magnésio na água de irrigação. Dias et al. (2015) detectaram que o uso de água salobra interfere nos processos de troca catiônica durante o contato solo-água, elevando os teores de magnésio no solo à medida que o teor salino da água aumenta.

Para as doses de potássio, a K2 apresentou maiores valores médios na VG, FL, AG e FV, enquanto para FR e SE não diferiu estatisticamente entre si. Esse resultado pode ser devido ao tempo prolongado de exposição aos sais. Segundo Almeida Neto (2007), maiores proporções de sódio na água de irrigação, desloca o magnésio e o cálcio adsorvidos ocasionando a dispersão dos coloides do solo, tornando o solo de baixa permeabilidade à água.

Figura 17 - Teores de magnésio em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

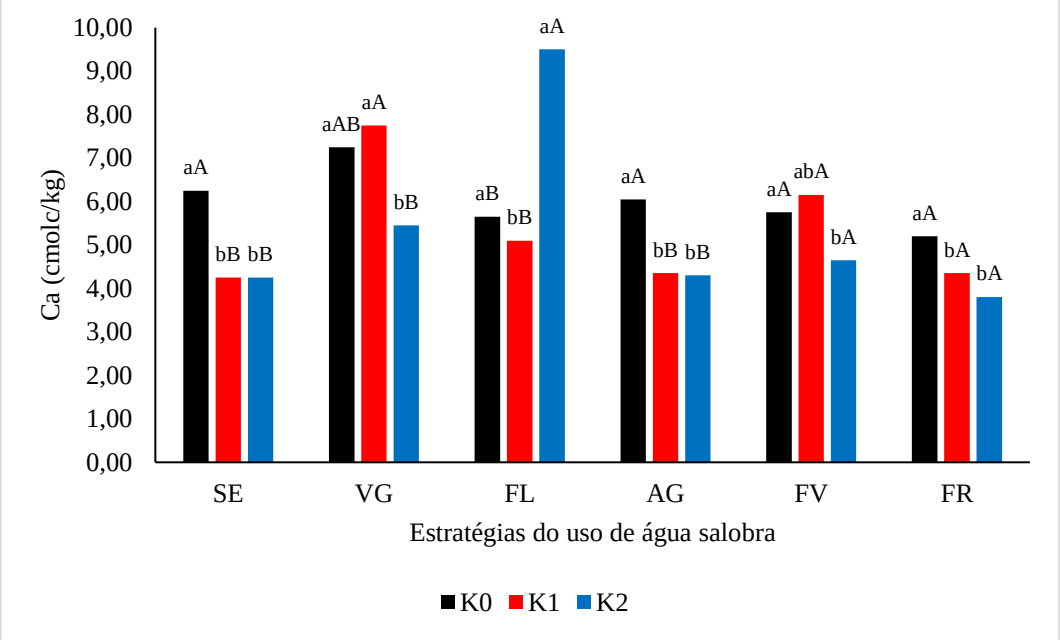
Outro possível efeito provocado com esse resultado pode devido ao potássio ser um nutriente continuamente absorvido pelas plantas, além de ser o segundo elemento mais requerido pelo amendoim, sendo capaz de ter ocorrido um consumo de luxo, reduzindo absorção de Mg, ocasionando maiores concentrações desse nutriente no solo (TASSO JÚNIOR et al., 2004; PRADO, 2020).

Contrariando os resultados desse estudo, Anjos et al. (2015) estudando doses de KCl na fertilidade do solo, observaram redução no teor de Mg com as elevadas concentrações de K^+. Já Rodrigues et al. (2018) verificaram que não houve influência no teor de magnésio com o aumento da salinidade da água de até 5,0 dS m^{-1}.

De acordo com dados da figura 18, na FL foi superior estatisticamente às demais estratégias utilizadas. Por outro lado, não houve diferença estatística entre as três doses de potássio nas estratégias FR e FV. O aumento dos teores de cálcio com uso prolongado da irrigação com água salobra na estratégia 1, ou seja, que iniciou-se a aplicação dessa água ainda fase vegetativa, pode estar relacionado às maiores concentrações de Na^+ em comparação ao Ca^{2+}, ocasionado o deslocamento deste cátion do complexo de troca para o meio, aumentando a sua concentração no solo e as características da água salina utilizada na irrigação, pois possui íons de Ca^{2+} na sua composição (GARCIA et al., 2008).

Já no FL a dose K2 foi estatisticamente superior a K0 e K1. O maior teor de cálcio no solo (9,50 $cmol_c$ kg^{-1}) foi encontrado na FL com a dose de 100% de potássio, quando comparado ao seu valor inicial de 5 $cmol_c$ kg^{-1}. Essa alta concentração de Ca^{2+} no solo pode ter sido inibida pela absorção da planta devido ao elevado teor de potássio através do antagonismo que existe entre esses íons, consequentemente, a cultura do amendoim pode ter sofrido com a deficiência de Ca^{2+}. O cálcio é um nutriente de grande importância nas plantas para manter a estabilidade da membrana, a absorção seletiva de íons, atua na osmorregulação, além de ser importante para formação de grãos densos na cultura do amendoim (TASSO JÚNIOR et al., 2004; PRADO, 2020).

Figura 18 - Teores de cálcio em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

No entanto, nas estratégias AG e SE nos solos submetidos a dose K0, o teor de cálcio foi superior estatisticamente aos obtidos com K1 e K2. O potássio apesar de conter menor força de atração do íon pela fração coloidal do solo, devido ser um cátion monovalente, com o aumento da sua concentração no solo ocasiona o deslocamento de cátions bivalentes (Ca^{2+}), colaborando assim, para a retenção de K^{+} no complexo de troca (ANJOS et al., 2015).

Corroborando com esses resultados, Gonçalves et al. (2011), ao estudarem alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas, obtiveram aumento nos teores de Ca^{2+}. Por ouro lado, Rodrigues et al. (2018) verificaram redução nos teores de Ca^{2+} utilizando água com níveis crescentes de CE de até 5,0 dS m^{-1} em área cultivada com milho.

Segundo o resumo da análise de variância (Tabela 4), houve interação entre as estratégias de irrigação com água salobra (EIAS) e as doses de potássio (DK) para o sódio (Na), matéria orgânica (MO). acidez potencial (H + Al), potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (CE) com ($p \leq 0,05$).

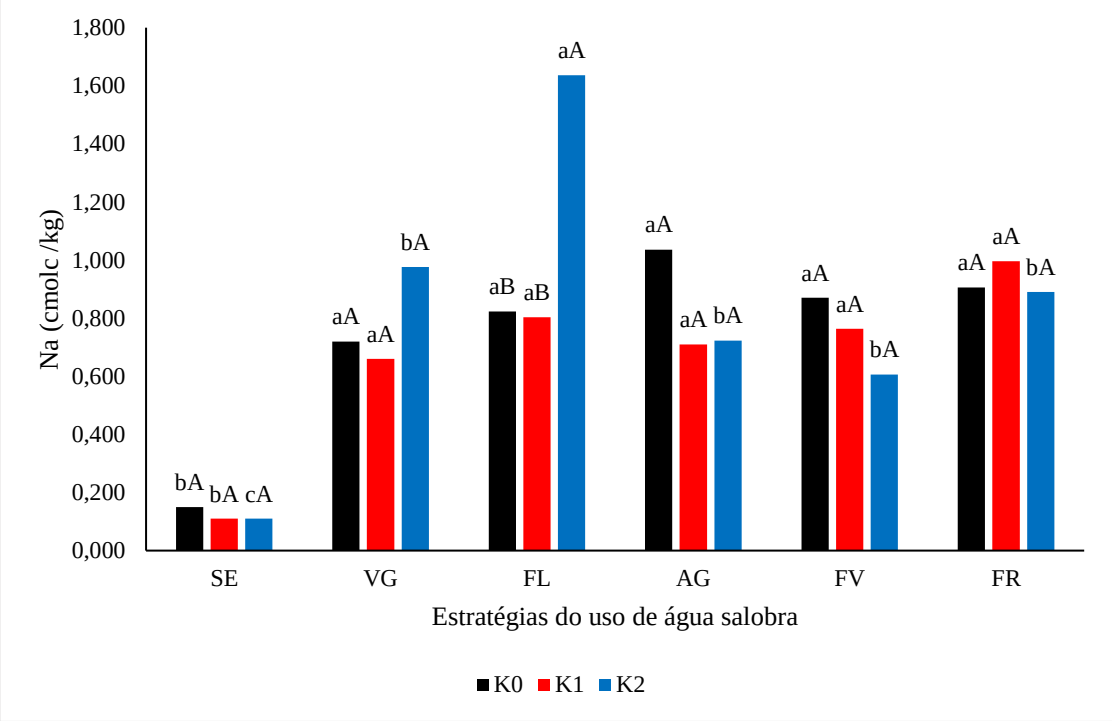
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as variáveis teor de sódio (Na), matéria orgânica (MO), acidez potencial (H + Al), potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE) dos atributos do solo sob estratégias de irrigação com água salobra e doses de potássio.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		Na	MO	H + Al	pH	CE
EIAS (1)	5	0,98327**	3,16495^{ns}	0,06685**	0,05183**	22,42698**
DK (2)	2	0,10128^{ns}	37,65996**	0,01144^{ns}	0,04964*	2,35663*
1 x 2	10	0,16568**	6,57144**	0,10744**	0,03733**	2,44760**
Tratamentos	17	0,39857**	9,22701**	0,08420**	0,04304**	8,31319**
Resíduo	36	0,03569	2,25087	0,01157	0,01025	0,53899
CV (%)	-	25,2	17,81	22,17	1,52	17,23

FV = fontes de variação; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<01); * significativo ao nível de 5% de probabilidade (01=<p<05); ns = não significativo (p>=05); EIAS= estratégias de irrigação com água salobra; DK= doses de potássio

Para as estratégias estudadas, a FL difere estatisticamente das demais quanto ao teor de sódio (Figura 19). Já entre as doses de potássio, apenas na FL houve diferença significativa, sendo a K2 superior a K0 e K1, obtendo os maiores teores de Na no solo (0,97 e 1,63, respectivamente), reduzindo as concentrações de K, revelando uma relação antagônica. Resultados semelhantes foram constatadas por Carneiro (2016), em que houve incremento de 30,01% no teor de Na do solo em comparação com à dose mínima aplicada de KCl. Rodrigues et al. (2018) também evidenciaram aumento na concentração de sódio no solo irrigando com água salobra a cultura do milho.

Figura 19 - Teores de sódio em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.



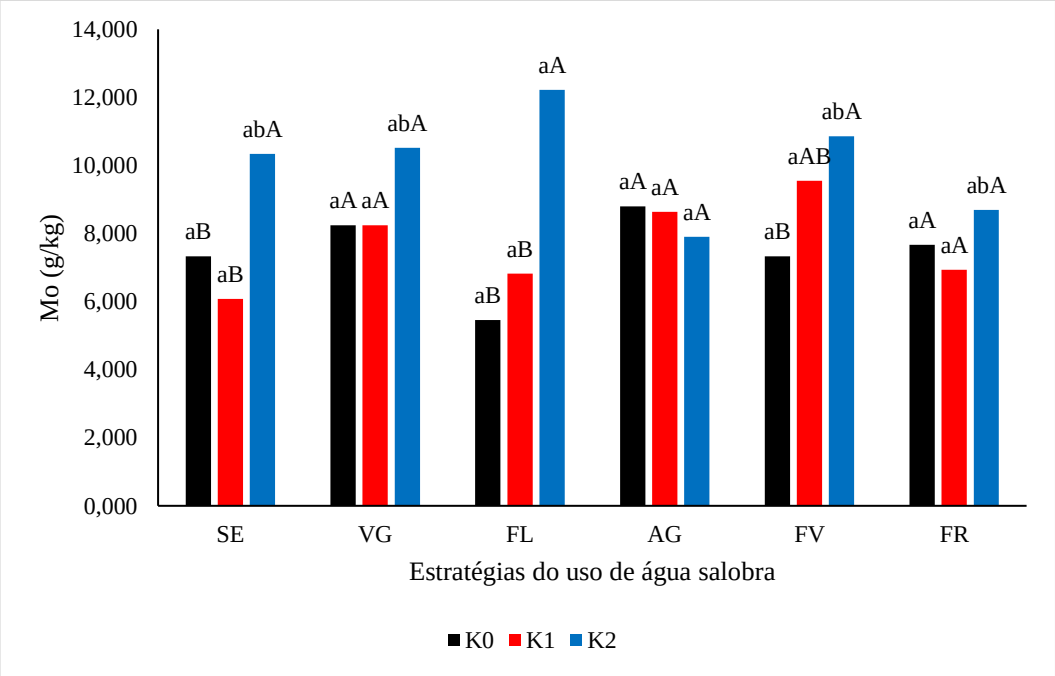
Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Para o atributo matéria orgânica do solo, observa-se que as estratégias VG, FL, FV, FR e SE proporcionaram maiores valores, sendo estatisticamente superiores a AG com a dose K2 (Figura 20). Possivelmente esse resultado está relacionado ao uso da água salobra, podendo ter ocasionado uma maior oxidação da MO, reduzindo o seu teor edáfico na solução do solo (SOUZA, 2016). Nas VG e FL, observa-se quando associadas a dosagem de 100% de potássio, houve uma melhoria no teor de matéria orgânica do solo, esse acréscimo pode estar relacionado com atuação do potássio, que melhora o crescimento e o desenvolvimento das plantas, aumentando a produção de biomassa, que depositam quantidades maiores de resíduos orgânicos no solo, proporcionando maior teor de MO (SILVA et al., 2018; CARMO et al., 2019).

Quanto as doses de potássio, nas estratégias VG, AG e FR não houve diferença estatística entre as doses avaliada, enquanto na FL e SE a dose K2 foi superior estatisticamente as doses K0 e K1, enquanto na FV, a dose K0 foi inferior. Esse fato pode estar atrelado ao alto teor salino do KCl (adubo usado no experimento como fonte de potássio), intensificando a salinização do meio. Em condições salobras, ou seja, com excesso de sódio, ocorre a redução

ou paralisação da atividade microbiana, diminuindo a taxa de mineralização da matéria orgânica, aumentando a sua concentração no solo (SANTOS, 2005; GARCIA et al., 2008).

Figura 20 - Teor de matéria orgânica em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.

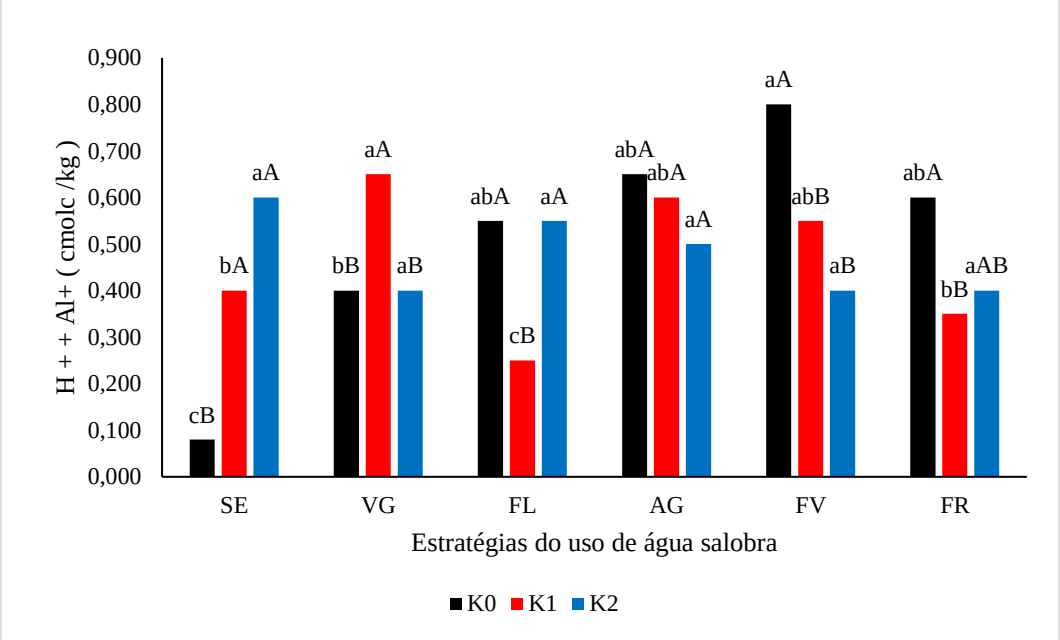


Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Resultado semelhante foi obtido por Holanda Filho et al. (2011) ao analisarem o uso da água salobra nos atributos químicos do solo. Esses mesmos autores verificaram redução no teor de matéria orgânica na profundidade de vinte centímetros. Freire (2021) também registrou redução da MO do solo com o aumento dos sais na água de irrigação.

Segundo os dados apresentados na Figura 21, houve uma diminuição nos teores de $H+Al^{3+}$ comparado com o valor inicial em todas as estratégias estudadas. A adição da adubação potássica ao solo pode ter favorecido o decréscimo da acidez potencial nas referidas estratégias, tendo em vista que maiores teores de K^{+} podem substituir o Al^{3+}, elevando o pH e, consequentemente, reduzindo a acidez potencial (SOUZA, 2016).

Figura 21 - Acidez potencial em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio.

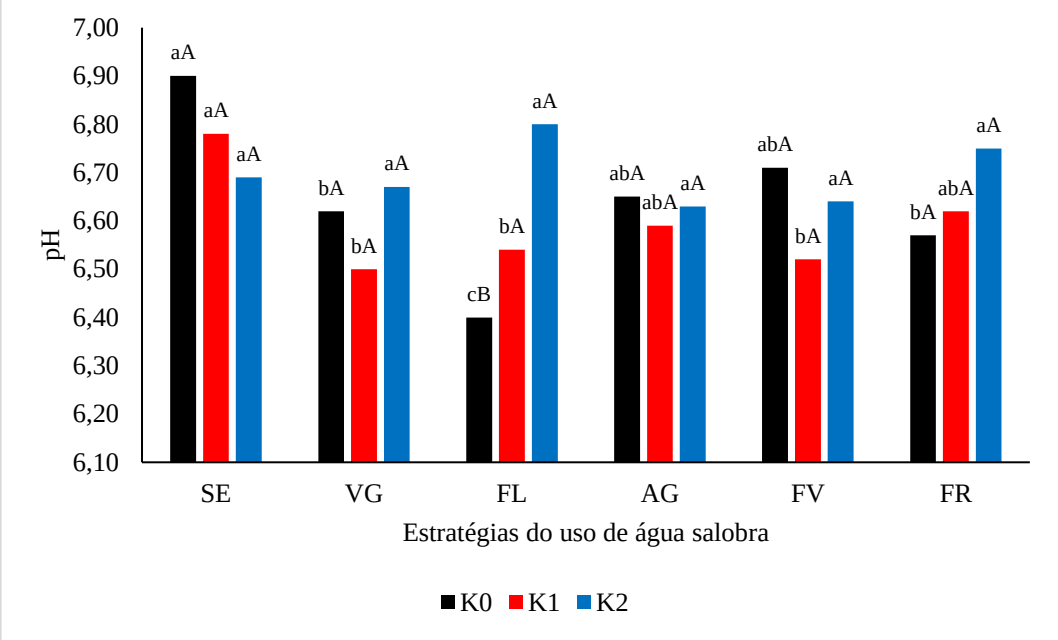


Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

No solo irrigado com água salobra na fase vegetativa, obteve maior teor de $H+Al^{3+}$ quando associado a K1, já no FL nas doses K0 e K2, na FV e FR associado a K0 e na SE na combinação com as doses K1 e K2. Esse resultado pode ser atribuído ao efeito antagônico do Na presente na água de irrigação com o Ca, proporcionado uma rápida acidez, ocasionando o aumento da concentração de H^+ na solução do solo (SANTOS, 2005). Dias et al. (2015) também constataram redução da acidez potencial quando os tratamentos foram submetidos a irrigação com água salobra. Já Garcia et al. (2008) não observaram acréscimo nos teores de $H+Al^{3+}$ em Neossolo e Latossolo irrigados com água salobra de até 10 dS m^{-1}.

Analisando a figura 22, observa-se que não houve diferença estatística nas estratégias SE, VG, FL, AG, FV e FR. Esse resultado pode estar associado ao uso de água salobra na irrigação, pois a quantidade de Na^+ e Cl^- é superior à de HCO_3^- e CO_3^{2-} prevalecendo a neutralização do NaCl, com isso a hidrolise do Na^+, podendo ter ocasionado a elação do pH, e não ter ocorrido o aumento no teor de Na_2CO_3 na presença de H_2O, verificando a ocorrência de reações alcalinas que, consequentemente, podem resultar em pH até 10 (PORTO FILHO et al., 2011).

Figura 22 - Potencial hidrogeniônico em solo cultivado com amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e de doses de potássio.

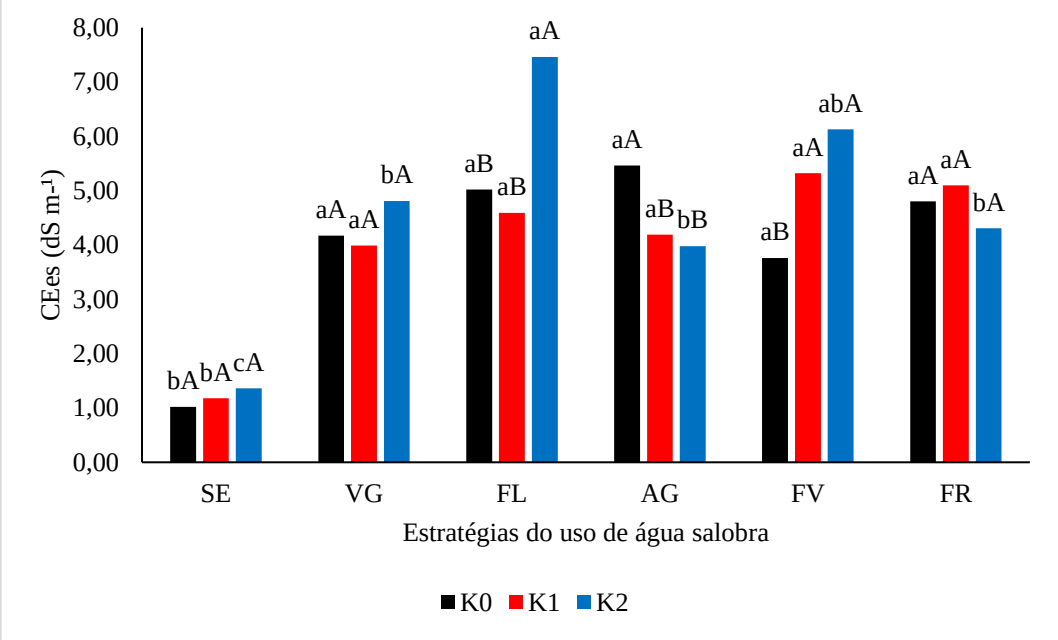


Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Para as doses potássio, apenas na fase FL houve diferença estatística, sendo as doses K1 e K2 superiores a K0. Isso pode ser reflexo da utilização de água salobra que aumenta o conteúdo iônico da água diminuindo o pH da solução do solo, certamente em função do incremento de cloreto de cálcio, que possibilita a troca de ânions como bicarbonato e carbonatos e ocasiona o aumento do teor de H^+ na referida solução (DIAS et al., 2015). Corroborando com o resultado deste estudo, Pereira Filho et al. (2017) obtiveram reduções do pH com o aumento da salinidade da água de irrigação. Por outro lado, Rodrigues et al. (2018), trabalhando em condições de campo, verificaram que o estresse salino não afetou o pH do solo com níveis crescentes de salinidade da água de irrigação.

A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo sofreu aumentos significativos nas estratégias VG, FL, AG, FV e FR, que foram submetidos a irrigação com água salobra (Figura 23). Esse aumento da condutividade é reflexo da deposição de sais proveniente do uso contínuo de água salina na irrigação (SOUZA et al., 2019). O acúmulo excessivo de sais no solo causa alterações na estrutura do solo, além de provocar redução dos fatores morfológicos da planta e o desenvolvimento das raízes das plantas, limitando a sua produtividade e o seu desenvolvimento vegetativo (PEDROTTI et al., 2015).

Figura 23 - Condutividade elétrica em solo com cultivado de amendoim em função de diferentes estratégias do uso de água salobra e doses de potássio.



Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas comparam os valores médios das doses de potássio em cada estratégia e letras minúsculas comparam a média das diferentes estratégias de uso da água salobra na mesma dose de potássio, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). SE= sem estresse salino; VG= fase vegetativa; FL=fase de florescimento; AG= aparecimento dos ginóforos; FV= formação de vagens e FR=frutificação; K0 = 0% de potássio; K1 = 50% de potássio; K2 = 100% de potássio.

Observa-se que na estratégia FL (início da irrigação com água salobra na fase de florescimento) sob a dosagem de 100% de K_2O, obteve-se maior valor de CEa de 7,46 dS m^{-1}, evidenciando o efeito salino do fertilizante usado no experimento, tendo em vista que o KCl possui elevado potencial de salinização para os solos (CARNEIRO, 2016).

Resultados semelhantes ao do presente trabalho, foram obtidos por Anjos et al. (2015). Esses mesmos autores verificaram aumento da condutividade elétrica em função do aumento da quantidade de KCl. Já Rodrigues et al. (2018) obtiveram aumento significativo da CEas com a aplicação de água salobra na irrigação em níveis crescentes de até 5,0 dS m^{-1}.

7 CONCLUSÕES

A irrigação com águas salobras (4,0 dS/m) a partir da formação da vagem (47DAS) não afeta a produtividade do amendoim, independente da dose de potássio.

A adubação potássica com 50 e 100% da dose recomendada (K1 e K2) e o tratamento controle atenuaram o estresse salino nas estratégias 1, 2 e 5 para o comprimento e o diâmetro de vagem, na estratégia 4 para o número de vagens e na estratégia 2 para o número de vagens comerciais, massa de vagem e produtividade.

A dose K0 (tratamento controle) associada a inicialização do uso de sais nas fases de aparecimento do ginóforo, de formação de vagem, do estágio final da floração e sem estresse salino proporcionaram maior desempenho em número de vagens comerciais, massa de vagem e produtividade.

O uso da dose K2 (100% da recomendada) foi mais eficiente quando se iniciou a irrigação com água salobra na fase de aparecimento do ginóforo para o diâmetro de vagem, enquanto para o comprimento de vagem, foi com início nas fases de florescimento, de formação de vagem, no estágio final de floração e sem estresse salino.

A irrigação com água salobra e a dose de 50% da recomendada de potássio evidenciaram maiores diâmetro do caule na fase vegetativa, da massa de vagem na fase sem estresse salino, no número de vagens comerciais e não comerciais nas fases de formação de vagem, no estágio final de floração e sem estresse salino e produtividade na fase sem estresse salino.

As estratégias de irrigação com água salobra a partir das fases de florescimento, do aparecimento dos ginóforos, da formação de vagens e associadas a dose K0 elevaram os teores de $H{=}AL^{3+}$, enquanto as estratégias com água salobra a partir das fases vegetativa, de florescimento, de formação de vagens e sem estresse salino em conjunto com K2 proporcionam aumento nos teores de matéria orgânica do solo.

A estratégia de irrigação com água salobra a partir da fase vegetativa mais o uso da dose K2 aumenta a CEes, o pH e os teores de Na do solo.

8 REFERÊNCIAS

ABD EL-MAGEED, T. A. et al. Physio-biochemical and agronomic changes of two sugar beet cultivars grown in saline soil as influenced by potasssium fertilizer. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition,** 22: 3636-3654, 2022.

AHANGER, M. A. et al. Plant growth under water/salt stress: ROS production; antioxidants and significance of added potassium under such conditions. Physiology and Molecular Biology of Plants, 23: 731-744, 2017.

ALMEIDA NETO, O. B. **Dispersão da argila e condutividade hidráulica em solos com diferentes mineralogias, lixiviados com soluções salino-sódicas.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2007.

ANGHINONI, I.; BAYER, C. Manejo da fertilidade do solo. In: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O., EDS. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre, Gênesis, p. 252 – 264, 2004.

ANJOS, D. C.; HERNANDEZ, F. F. F.; COSTA, J. M. C.; CABALLERO, S. S. U.; MOREIRA, V. O. G. Fertilidade do solo, crescimento e qualidade de frutos do mamoeiro Tainung sob fertirrigação com potássio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 774-785, 2015.

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 e Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, abril – junho, 2016.

ARAÚJO, W.G.; SOBREIRA, G.F. Farelo de amendoim na alimentação de não ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 546-557, 2008.

AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p.

BARBOSA, C. A. Manual de produção de amendoim. Ed. Agrojuris, Viçosa, Brasil, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação, atualizada e ampliada. Viçosa, MG, editora UFV, v. 625, 2009.

BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; SOUSA, A. S.; GOMES, E. M.; SILVA, E. M.; SOUSA, L. P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias,** v. 41, p. 971-980, 2018.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos. 3.ed. Porto alegre: Bookman, 2012. 704p.

CAMPOS, D. V. B.; FREIRE, L. R.; ZONTA, E.; EIRA, P. A.; DUQUE, F. F.; DE-POLLI, H.; SOUTO, S. M.; SANTOS, G. A.; ANJOS, L. H. C. Adubos e corretivos. In: Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro, Embrapa, Brasília, p. 434, 2013.

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

CARMO, C. O.; SILVA, F.; SILVA, R. M.; SOARES, A. C. F. Utilizacão de compostos orgânicos inoculados com Actinobacteria na adubação de manjericão (*Ocimum basillicum* L.). **Magistra,** Cruz das Almas, v. 30, p. 18-27, 2019.

CARNEIRO, M. A. **Salinidade do solo, profundidade e qualidade de frutos de mangueira fertirrigada com fontes e doses de potássio**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro-BA, 2016.

CATUCHI, T. A. et al. Resposta fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, 47: 519-527, 2012.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; PAVINATO, A. MANEJO DA ADUBAÇÃO. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). Fertilidade do solo. SBCS, Viçosa, p. 851 – 871, 2007.

CONAB. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2022/23. Sétimo levantamento, v. 10, n. 7, abril 2023. Acesso: 12 de abril de 2023. Disponível em: file:///D:/Downloads/site_Boletim_de_Safras-7o-levantamento-compactado.pdf.

CORREIA, K. G. FERNANDES, P. D. GHEYI, H. R. GURGEL, M. T. RODRIGUES, L. N. Crescimento do amendoinzeiro irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 9, p. 81-85, 2005.

DANTAS, E. P.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, Z. L.; ASSIS, L. E.; SOUSA, F. F. Produção e qualidade do meloeiro sob osmocondicionamento da semente e níveis de salinidade da água. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 13, n. 1, p 08- 15, 2018.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 429 – 439, 2019.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Org). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTsal, 2016. p. 151-161.

DIAS, T. J.; FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, E. S.; DANTAS, L. A.; DANTAS, M. M. M. Atributos químicos do solo irrigado com água salinas e o uso de mitigadores do estresse salino no maracujazeiro amarelo. Divulgação cientifica e tecnológica do IFPB. **Revista Principia**, n. 27, 2015.

DUARTE, A. Amendoim–a noz subterrânea. Cultivo em aljezur. Al-rihana: **Revista Cultural do Município de Aljezur**, Aljezur, v. 4, p. 23-41, 2008.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F.C. Potássio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594, 2007.

FERNANDES, V.L.B. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. Fortaleza: UFC. P.248, 1993.

FERRARI NETO, J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agrarian Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 1- 13, 2012.

FREIRE, M. H. C. **Atributos químicos do solo e desempenho agronômico da cultura do milho sob diferentes combinações de adubação orgânica e salinidade da água.** Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Ceara, Fortaleza-CE, 2021.

FREITAS, A. G. S.; SOUSA, G. G.; SALES, J. R. S.; SILVA JUNIOR, F. B.; BARBOSA, A. S.; GUILHERME, J. M. S. Morfofisiologia da cultura do amendoim cultivado sob estresse salino e nutricional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 15, p. 48-57, 2021.

FREITAS, F. O. PEÑALOZA, A. P. S. VALLS, J. F. M. O amendoim contador de história. Brasília, DF: Embrapa, p.12, 2003.

GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica,** v. 39, n. 01, p. 7-18, 2008.

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

GONÇALVES, I. V. C.; FREIRE, M. B. F. S.; SANTOS, M. A.; SANTOS, E. R.; FREIRE, F. J. Alterações químicas de um Neossolo Flúvico irrigado com águas salinas. **Revista Ciências Agronômica,** v. 42, n. 3, p. 589-596, 2011.

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

GUILHERME, J. M. S.; SOUSA, G. G.; SANTOS, S. O.; GOMES, K. R.; VIANA, T. V. A. Água salina e adubação fosfatada na cultura do amendoim. **Irriga, Botucatu,** v. 1, n. 4, p. 704 – 713, 2021.

HASANUZZAMAN, M.; BHUYAN, M. H. M. B.; NAHAR. K.; HOSSAIN, M. S.; MAHMUD, J. A.; HOSSEN, M. S.; MASUD, A. A. C.; MOUMITA.; FUJITA, M. Potassium: A Vital Regulator od Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses. **Agronomy**, v. 31, p. 1-29, 2018.

HOLANDA FILHO, R. S. F.; SANTOS, D. B.; AZEVEDO, C. A. V.; COELHO, E. F.; LIMA, V. L. A. Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 15, n. 1, p. 60-66, 2011.

KINPARA, D. I. A importância estratégica do potássio para o brasil. Planaltina: Embrapa. 1. ed. Distrito Federal, 2003.

KOPPEN, W. P. Die klimate der erde: grundriss der klimakunde. **Berlin: walter de gruyter & so**, p.369, 1923.

LESSA, C. I. N.; SOUSA, G. G.; SOUSA, H. C.; SILVA JUNIOR, F. B.; SOUSA, J. T. M.; LACERDA, C. F. 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.

LIMA, A. F. S.; SANTOS, M. F.; OLIVEIRA, M. L.; SOUSA, G. G.; MENDES FILHO, P. F.; LUZ, L. N. Physiological responses of inoculated and uninoculated peanuts under saline stress. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 16, n. 1, 2021.

LIMA, G. S.; DIAS, A. S.; SOUZA, L. P.; SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Effects of saline water and potassium fertilization on photosynthetic pigments, growth and production of west indian cherry. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 13, n. 3, e 2164, 2018.

LIMA, G. S.; FERNANDES, C. G. J.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Gas Exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 184-194, 2020.

LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L, A. A.; SOUSA, P. F. N.; FERNANDES, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** 26: 180-189, 2022.

LOBO, D. M.; SILVA. P. C. C.; COUTO, J. L.; SILVA, M. A.; SANTOS, A. R. Características de deficiência nutricional do amendoinzeiro submetido à omissão de N, P, K. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 69 – 76, 2012.

MALAVOLTA, E. MORAES, M. F. Nutrição de plantas, fertilidade do solo, adubação e a economia brasileira. In: Fertilizantes: Agroindústria e Sustentabilidade. CETEM, em edição, 2008.

MARSCHNER, P. Nutrição mineral de plantas superiores. 3 ed. San Diego: USA, Elsevier, p. 651, 2012.

MARTINS, P. F. R. B. Cultivares de amendoim sob deficiência hídrica. Dissertação (doutorado em produção vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2020.

MIRANDA, J. H.; BÉRGAMO, L. R.; REIS, J. B. R. S.; CRUCIANI, D. E.; DUARTE, S. N. Distribuição da concentração de potássio no solo em lisímetro cultivados com amendoim. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 253-262, 2010.

MODESTO, F. J. N.; SANTOS, M. A. C.M.; SOARES, T. M.; SANTOS, E. P. M. Crescimento, produção e consumo hídrico do quiabeiro submetido à salinidade em condições hidropônicas. **Irriga**, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 86-97, 2019.

NASCIMENTO, M; MONTE, M. B. M.; LOUREIRO, F. E. L. Agrominerais – potássio. In. LUZ, A. B. DE.; LINS, A. F. **Rochas e minerais industriais**. 2. Ed. Rio de janeiro: CETEM/MCT. p. 176-209, 2008.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; SOUSA, C. H. C.; SILVA, F. L. B.; GHEYI, H. R.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L. Growth and yield of cowpea/sunflower crop rotation under different irrigation management strategies with saline water. **Ciência Rural,** v. 45, n. 5, p. 814-820, 2015.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS. 1. ed. Minas Gerais, 2007.

NUNES, J. C. Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e o biofertilizante. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2016.

NUNES, W. A. G. A.; KER, J. C.; NEVES, J. C. L.; RUIZ, H. A.; BEIRIGO, R. M.; BONCOMPANI, A. L. P. Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do rio Gorutuba. **Revista Brasileira em Ciências do Solo,** v. 32, 227-236, 2008.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R.C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T.; RÉGIS, L. R.L. Produção de feijão-caupí em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n.11, p. 1807-1929, 2015.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A. T.; SANTOS, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônico em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental,** v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PEREIRA FILHO, J. V.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, T. C.; PEREIRA, C. C. M. S.; CHAGAS, K. L. Alteração química do solo cultivado com feijão caupi sob salinidade e dois regimes hídricos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada,** v. 11, n. 8, p. 2206 - 2216, 2017.

PINHEIRO, F. W. A. et al. Quantum yield, chlorophyll, and cell damage in yellow passion fruit under irrigation strategies with brackish water and potassium. **Brazilian Journal de Biology,** 82, 2022.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolução da salinidade e pH de solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1130-1137, 2011.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 2. Ed. São Paulo: Editora Unesp, 2020.

QUEIROGA, V. P.; ALMEIDA, F. A. C.; GIRÃO, E. G.; FIGUEIREDO NETO, A.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Amendoim orgânico tecnologia de produção para o nordeste brasileiro. Embrapa, 1º ed. p. 369, 2018.

RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para a produção agrícola. Estudos FAO 48, Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

RODRIGUES, V. S.; SOUSA, G. G.; SARAIVA, S. E. L.; CARDOSO, E. R. C.; PEREIRA FILHO, J. V.; VIANA, T. V. A. Atributos químicos do solo em área cultivada com milho sob irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3129-3138, 2018.

ROSOLEM, C. A.; VICENTINI, J. P. T. M. M.; STEINER, F. Suprimento de potássio em função da adubação potássica residual em um latossolo vermelho do cerrado. **Revista Brasileira em Ciências do Solo,** v. 36, 1507-1515, 2012.

SÁ, F. V. S.; SANTOS, M. G.; BARROS JÚNIOR, A. P.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; SOUZA, A. R. E.; RIBEIRO, R. M. P. Tolerance of peanut (A*rachis hypogea*) genotypes to salt stress in the initial phase**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 1, p. 37-43, 2020.

SANTOS, A. A. C.; OLIVEIRA, A. J.; OLIVEIRA, T. C.; CRUZ, A. K. N.; ALMICI, M. S. A cultura do *Arachis hupogae* L.: Uma revisão. **Research, Society and Development,** v. 10, n. 2, 2021.

SANTOS, D. B. Efeitos da salinidade sobre características químicas do solo, aspectos nutricionais, fisiológicos e de produção no feijoeiro irrigado. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2005.

SANTOS, M. R.; BRITO, C. F. B. Irrigation with saline water, conscious agricultural option. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 7, n. 1, p. 33 - 41, 2016.

SANTOS, R. V.; CAVALCANTE, L. F.; VITAL, A. F. M.; LACERDA, C. F.; SOUZA, E. R.; LIMA, G. S. Interação salinidade-fertilidade do solo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (Ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados.** 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 18, p. 277-293.

SHABALA, S; CUIN, T. A. Potassium transport and plant salt tolerance. **Physiology Planetarium**, 133(4), 651-669, 2007.

SHI, X. L.; ZHOU, D. Y.; GUO, P.; ZHANG, H.; DONG, J. L.; REN, J. Y.; JIANG, C. J.; ZHONG, C.; ZHAO, X. H.; YU, H. Q. External potassium mediates the response and tolerance to salt stress in peanut at the flowering and needling stages. 2020.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, R. C. Potassium fertilization in the cultivation of colored cotton irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 21, n. 9, p. 628-633, 2017a.

SILVA, E. B.; FERREIRA, E. A.; PEREIRA, G. A. M.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, A. J. M. Peanut plant nutrient absorption and growth. **Revista Caatinga,** v. 30, n. 3, p. 653-661, 2017b.

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

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

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

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, K. A.; PAIVA, I. A.; SILVA, P. A. .; SANTANA, M. J.; LEITE, . S. Parcelamento de potássio sobre duas cultivares de alface americana. **Revista SODEBRAS**, v. 13, n. 153, 2018.

SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; OLIVEIRA, J. P. M. Production and post-harvest quality of mini-watermelon crop under irrigation management strategies and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 26, n. 1, p. 51 – 58, 2022b.

SOARES, L. A. A.; MEDEIROS, T. L. F.; COLMAN, V. C. G.; PALMEIRA, I. V. S.; SILVA, I. J.; MOREIRA, R. C. L. Estratégias de irrigação com déficit hídrico nos estádios fenológicos do feijão-caupi sob adubação potássica. **Irriga,** Botucatu, v. 26, n. 1, p. 111-122, 2021.

SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M.; OLIVEIRA, J. R. R.; MESQUITA, T. O.; VIANA, T. V. A.; Ó, L. M. G. Adubação potássica aplicada por fertirrigação e pelo método convencional na cultura do amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1055-1060, 2013.

SOUSA, H. C.; SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; PEREIRA, A. P. A.; LESSA, C. I. N.; SOUZA, M. V. P.; GUILHERME, J. M. S.; GOES, G. F.; ALVES, F. G. S.; GOMES, S. P.; SILVA, F. D. B. Bacillus aryabhattai Mitigates the Effects of Salt and Water Stress on the Agronomic Performance of Maize under an Agroecological System. **Agriculture,** 13: 1150, 2023.

SOUZA, J. T. A. Propriedades do solo, crescimento, composição mineral e produção do maracujazeiro amarelo em função da água salina, potássio e biofertilizante bovino. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, 2016.

SOUZA, M. V. P.; SOUSA, G. G.; SALES, J. R. S.; FREIRE, M. H. C.; SILVA, G. L.; VIANA, T. V. A. Saline water and biofertilizer from bovine and goat manure in the Lima bean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias,** v. 14, n. 3, 2019.

TAGLIEBER, A.; TININI, R. C. R.; COUTINHO, P. W. R.; SOUTO, M. S.; PEREIRA, C.; JANUÁRIO, F.; NETTO, L. A.; FRAGA, D. A. C.; PIVA. C. G. Aplicação de diferentes doses de cloreto de potássio na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development,** v. 8, n. 4, p. 26041-26059, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. [S. L.]: Artmed Editora, 2017.

TASSO JUNIOR, L.C.; MARQUES, M.O.; NOGUEIRA, G. A. A cultura do amendoim. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 220p.