

RUANA IRIS FERNANDES CRUZ

**USO DE ÁGUAS SALOBRAS NA PRODUÇÃO DE AMENDOIM IRRIGADO POR  
PULSOS**

RECIFE-PE  
FEVEREIRO DE 2020

RUANA IRIS FERNANDES CRUZ

**USO DE ÁGUAS SALOBRAS NA PRODUÇÃO DE AMENDOIM IRRIGADO POR  
PULSOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Gerônimo Ferreira da Silva.

Coorientador: Prof. Rodrigo Gomes Pereira

Coorientador: Prof. Manassés Mesquita da Silva

RECIFE-PE

FEVEREIRO DE 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C957u Cruz, Ruana Iris Fernandes  
USO DE ÁGUAS SALOBRAS NA PRODUÇÃO DE AMENDOIM IRRIGADO POR PULSOS / Ruana Iris  
Fernandes Cruz. - 2020.  
100 f. : il.

Orientador: Geronimo Ferreira da Silva.  
Coorientador: Rodrigo Gomes Pereira.  
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Agrícola, Recife, 2020.

1. Arachis hypogaea L. 2. Salinidade. 3. Irrigação por pulsos. 4. Nutrição mineral. I. Silva, Geronimo Ferreira da,  
orient. II. Pereira, Rodrigo Gomes, coorient. III. Título

CDD 630

---

**USO DE ÁGUAS SALOBRAS NA PRODUÇÃO DE AMENDOIM IRRIGADO POR  
PULSOS**

**RUANA IRIS FERNANDES CRUZ**

Dissertação defendida e aprovada em 28 de fevereiro de 2020 pela Banca Examinadora:

Orientador:

---

Prof. Dr. Gerônimo Ferreira da Silva – UFRPE

Examinadores:

---

Profa. Dra. Lucia Helena Garófalo Chaves – UFCG

---

Prof. Dr. José Amilton Santos Júnior – UFRPE

---

Dr. Breno Leonan de Carvalho Lima – UFRPE

Dedico a todos que por ventura fizeram parte desta longa estrada, aos apoiadores, aos críticos, aos professores, de letrado e de vida, à minha família, principalmente aos meus maiores amores, dedico às chuvas, às madrugadas sem dormir, aos espinhos nas roupas e nos dedos, ao sol “pelando” e a todos que tiram o sustento da agricultura. É para vocês e por vocês que trabalho. Dedico à vida, que é o meio e a razão de tudo.

**Dedico**

*“A palavra, bem maior do mundo, nos guia em prol de tantas coisas e é de fato, o maior presente que a humanidade se permitiu ter. Sem elas seríamos somente o presente, tão breve quanto a vida dos que puderam prestigiar. As palavras são, na verdade, unânimes no papel que têm que desempenhar. Elas não precisam de motivos para que possamos conduzi-la, nem de certezas, ou de domínio, só da vontade de dela se utilizar.*

*Percebem então? Não existe nada mais cosmopolita do que as palavras, presente em todo mundo, em todos os povos, capaz de promover guerras e paz, é quase que onipotente sem, contudo, se gabar de assim o ser. A palavra escrita por outro lado, não é tão inclusiva, mas tal qual, atemporal. Ela é concebida para durar, para espalhar pelo mundo nosso registro, quando neste mundo não mais estivermos.*

*É com essa arma tanto pacifista como mortal que registro aqui meus pensamentos, por todas essas páginas. E assim, com uma dose de orgulho e outra de receio, posso dizer que hoje eu ponho mais uma digital no mundo, se assim o fiz por merecer.”*

*“Todo aquele que ensina é portador de luz para os que não sabem”*

*(Padre Cícero)*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por todo o apoio e compreensão, por serem minha bússola moral e meu porto seguro, para vocês todo amor do mundo!

Agradeço a Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Departamento de Engenharia Agrícola;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela oportunidade;

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pela bolsa concedida;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, cujo apoio possibilitou a realização deste trabalho.

A EMBRAPA Algodão pela concessão de sementes para realização deste trabalho;

Ao meu orientador Gerônimo Ferreira da Silva por toda ajuda, orientação e comprometimento;

Aos Professores Rodrigo Gomes Pereira e Manassés Mesquita da Silva pelos ensinamentos e pela coorientação do trabalho;

Agradeço a todos os professores e colegas, por todas os ensinamentos, oportunidades, críticas, os quais eu vou guardar por toda vida;

A todos os funcionários da UFRPE, pela simpatia e zelo;

A minha equipe de trabalho, por todo o empenho, parceria e motivação em todos os momentos dessa pesquisa;

“Aos búfalos da zootecnia por fazerem o favor de não comerem as plantas de amendoim”.

Agradeço a todos que por ventura e desmemoria eu não lembrei de citar individualmente, mas que sei que não ficarão magoados por isso, pois torcem pelo meu sucesso, e que direta ou indiretamente fizeram parte desta conquista.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>5</b>
2.1. Geral.....	5
2.2. Específicos .....	5
<b>3. HIPÓTESES .....</b>	<b>6</b>
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
4.1. Aspectos econômicos da cultura do amendoim .....	6
4.2. Aspectos botânicos e fenológicos da cultura .....	9
4.3. Nutrição da cultura do amendoim.....	12
4.4. Cultivar BR 1 .....	16
4.5. Adequação de águas salobras para cultivos agrícolas.....	16
4.6. Estresse salino em plantas.....	18
4.7. Efeito da salinidade sobre a cultura do amendoim .....	19
4.8. Irrigação por gotejamento pulsado ou intermitente .....	20
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>30</b>
<b>PRODUÇÃO DE AMENDOIM IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRAS VIA GOTEJAMENTO PULSADO E CONTÍNUO.....</b>	<b>31</b>
1. INTRODUÇÃO .....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
4. CONCLUSÕES .....	55
REFERÊNCIAS.....	55



<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>59</b>
<b>ACÚMULO DE NUTRIENTES PELO AMENDOIM IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRAS VIA GOTEJAMENTO PULSADO E CONTÍNUO .....</b>	<b>60</b>
1. INTRODUÇÃO .....	62
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	63
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	73
4. CONCLUSÕES .....	86
REFERÊNCIAS.....	86
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>92</b>

## RESUMO GERAL

A utilização de irrigação por pulsos com águas salobras pode proporcionar maiores rendimentos para a cultura do amendoim em comparação a irrigação contínua com águas salobras, promovendo maior acúmulo de nutrientes e maior produção da cultura. Trabalhos que relacionem esta técnica com a salinidade são escassos principalmente no tocante a nutrição mineral. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do uso de águas salobras e da irrigação por gotejamento pulsado e contínuo na produção e acúmulo de nutrientes e dos elementos sódio e cloreto na cultura do amendoim. A pesquisa foi realizada no período compreendido entre os meses de setembro e novembro de 2019 na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Sede, Recife-PE, Brasil em lisímetros em campo aberto. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial de 6 x 2, sendo o primeiro fator composto por seis condutividades elétricas da água de irrigação (0,2; 1,6; 2,8; 4,0; 5,2 e 6,4 dS m<sup>-1</sup>) e o segundo fator por duas formas de aplicação da irrigação (com pulsos e contínua), com quatro repetições. A colheita foi realizada aos 63 dias após a semeadura (DAS). Com exceção da percentagem de vagens chochas e percentagem de grãos perfeitos a salinidade influenciou negativamente todas as variáveis de produção estudadas (massa fresca e seca da parte aérea, de 10 grãos, das vagens, dos grãos, da produção, além do número de vagens e o número de grãos). As menores percentagens de vagens chochas foram obtidas com a irrigação pulsada. A produção de frutos e de grãos de amendoim foram as variáveis mais afetadas pela salinidade. Já com relação aos nutrientes, a salinidade da água proporcionou decréscimos nos acúmulos de todos os nutrientes estudados (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu e Zn) e aumentos nos acúmulos dos elementos cloreto e sódio. A irrigação por pulsos proporcionou maior produção e maior acúmulo de nutrientes na cultura do amendoim em relação a irrigação contínua. A ordem decrescente no acúmulo dos nutrientes pela cultura do amendoim irrigado por pulsos foi: K > N > Ca > Mg > P > S > Mn > Fe > Zn > Cu e para o manejo contínuo foi: K > N > Ca > Mg > P > Mn > S > Fe > Zn > Cu.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea* L. Salinidade. Irrigação por pulsos. Nutrição mineral.

## ABSTRACT

The use of pulse irrigation with brackish water can provide higher yields for the peanut crop compared to continuous irrigation with brackish water, promoting greater accumulation of nutrients and greater crop production. Studies that relate this technique to salinity are scarce, especially with regard to mineral nutrition. The objective of this study was to evaluate the effect of the use of brackish water and pulsed and continuous drip irrigation on the production and accumulation of nutrients in the peanut culture. The research was carried out between September and November 2019 in the experimental area of the Agricultural Engineering Department of the Federal Rural University of Pernambuco, Recife-PE, Brazil, in open field lysimeters. The experimental design used was completely randomized blocks, in a 6 x 2 factorial scheme, the first being composed of six electrical conductivities of irrigation water (0.2; 1.6; 2.8; 4.0; 5, 2 and 6.4 dS m<sup>-1</sup>) and the second factor for two forms of irrigation application (with pulses and continuous), with four repetitions. The harvest was carried out at 63 days after sowing (DAS). With the exception of the percentage of hatched pods and percentage of perfect grains, salinity negatively influenced all the production variables studied (fresh and dry mass of the aerial part, 10 grains, pods, grains, production, in addition to the number of pods and the number of grains). The lowest percentages of hatching pods were obtained with pulsed irrigation. Fruit and peanut grain production were the variables most affected by salinity. With regard to nutrients, the salinity of the water provided decreases in the accumulations of all studied nutrients (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu and Zn) and increases in the accumulations of the elements chloride and sodium. Pulse irrigation provided greater production and greater accumulation of nutrients in the peanut crop compared to continuous irrigation. The decreasing order in the accumulation of nutrients by the pulse irrigated peanut culture was: K > N > Ca > Mg > P > S > Mn > Fe > Zn > Cu, and for continuous management it was: K > N > Ca > Mg > P > Mn > S > Fe > Zn > Cu.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L. Salinity. Pulse irrigation. Mineral nutrition.

## **CAPÍTULO I**

---

**INTRODUÇÃO GERAL / OBJETIVOS / HIPÓTESES / REVISÃO DE LITERATURA**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma leguminosa que possui alto teor nutricional e ampla aptidão sendo utilizado de forma *in natura* e processada, na produção de óleo e de biodiesel, podendo ainda ser utilizado para a geração de energia e alimentação humana, principalmente em regiões que apresentam taxas expressivas de população desnutrida (RODRIGUES et al., 2016).

O Brasil é o segundo maior produtor de amendoim da América do Sul e possui a quinta maior produtividade do mundo (2,96 ton ha<sup>-1</sup>), com produção na safra 2018/2019 de 434,6 mil toneladas (USDA, 2020). Tem sua produção concentrada na região sudeste, no qual o estado de São Paulo é o maior produtor, detentor de 92% da produção nacional (CONAB, 2020).

O Nordeste, apesar de possuir demanda de 50 mil toneladas de vagens por ano, produziu apenas 2,0 mil toneladas de grãos na safra 2018/2019, o que evidencia a alta demanda e receptividade da cultura neste mercado (MELO FILHO; SANTOS, 2010; CONAB, 2020). A pequena produção ocasionada pela baixa produtividade pode ser atribuída ao cultivo ser realizado em sistema de sequeiro, que em regiões semiáridas onde a distribuição de chuvas ocorre de forma irregular, pode ocasionar perdas consideráveis na produção além de limitar o tempo de cultivo, colocando em risco a viabilidade técnica e econômica de produção da cultura (SIZENANDO et al., 2016).

Uma alternativa para a produção não sazonal da cultura é a utilização de irrigação, no entanto, em regiões onde se tem naturalmente uma escassez de água se faz necessário o emprego de outras medidas para contornar essa problemática, dentre elas o uso de métodos mais eficientes de irrigação, como a irrigação por gotejamento e técnicas que possam viabilizar e/ou potencializar a utilização de irrigação nos cultivos em regiões que sofrem com escassez de água (BORGES; SILVA, 2011).

Outro fator agravante para essas regiões é que a pouca disponibilidade de água na superfície ocasiona a utilização de águas subterrâneas, que frequentemente apresentam altas concentrações de sais (PAULUS et al., 2012). Sabe-se que a salinidade desencadeia uma série de efeitos deletérios nas plantas, principalmente nas glicófitas como o amendoim, ocasionando decréscimos no seu crescimento e produção (CORREIA et al., 2009; GRACIANO et al., 2011; SOUSA et al., 2012; SOUSA et al., 2014; SÁ et al., 2020) e para as culturas de forma geral a salinidade ocasiona desbalanço nutricional, inibição de absorção de nutrientes e toxidez (SCHOSSLER et al., 2012).

No entanto, apesar da relevância de se conhecer o comportamento das culturas em ambientes salinos e da importância econômica do amendoim, ainda são raros trabalhos que forneçam uma análise completa sobre a produção desta cultura, principalmente se tratando de cultivos realizados em condições adversas, a respeito da utilização de águas salobras na irrigação (CORREIA et al., 2012).

Neste contexto, de escassez de água e altas concentrações de sais nas águas subterrâneas, a irrigação por gotejamento pulsada é uma opção para a viabilização da produção agrícola não sazonal, já que apresenta inúmeras vantagens como redução de gasto de energia, maior eficiência de aplicação e, conseqüentemente, maior economia de água, contribuindo para a mitigação do estresse hídrico e maior rendimento da produção (EID; BAKRY; TAHA, 2013; ELNESR et al., 2015; ALMEIDA; LIMA; PEREIRA, 2015; MADANE et al., 2018; ZAMORA et al., 2019).

Com relação a salinidade essa técnica tem apresentado resultados promissores, proporcionando ganhos de produção em relação ao manejo contínuo (ALMEIDA et al., 2018) e maior acúmulo de nutrientes (ASSOULINE et al., 2006). Porém, estudos sobre o efeito da utilização de irrigação por pulsos com águas salobras na produção e nutrição ainda são escassos, e em relação a cultura do amendoim inexistentes.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Avaliar o efeito do uso de águas salobras e da irrigação por gotejamento pulsado e contínuo sobre a produção e o acúmulo de nutrientes, sódio e cloreto na cultura do amendoim.

### **2.2. Específicos**

- (a) Avaliar a massa fresca e seca da parte aérea, vagens e grãos da cultura;
- (b) Avaliar a produção da cultura;
- (c) Analisar os percentuais de vagens chochas e de sementes imperfeitas para manejo pulsado e contínuo de irrigação;

(d) Avaliar o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco e dos elementos sódio e cloreto na cultura.

### **3. HIPÓTESES**

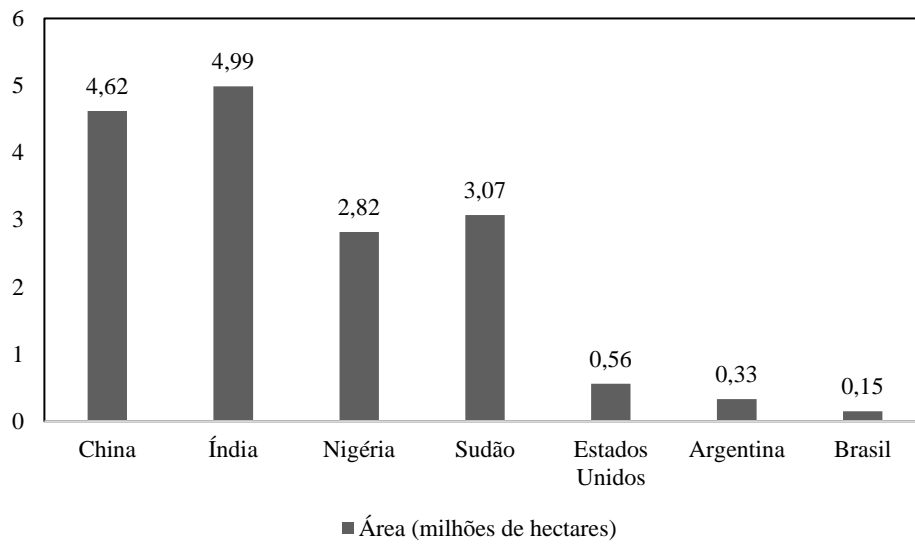
- (a) A maior produção da cultura do amendoim irrigado com água salobra é obtida com o uso da irrigação por gotejamento pulsada em comparação ao uso de irrigação contínua com água salobra;
- (b) A irrigação por gotejamento pulsada com uso de água salobra em relação a irrigação contínua proporciona um maior acúmulo e uma nutrição mineral mais equilibrada na cultura do amendoim.

### **4. REVISÃO DE LITERATURA**

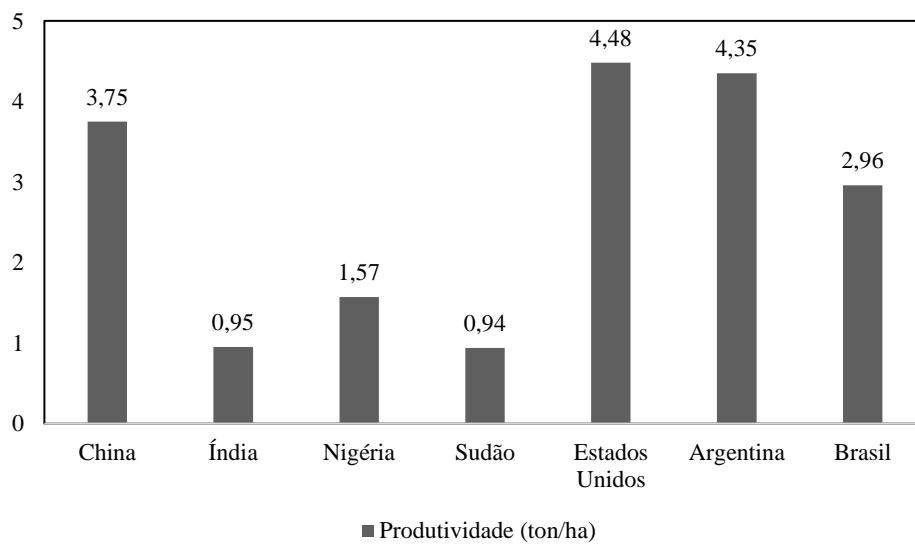
#### **4.1. Aspectos econômicos da cultura do amendoim**

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.), espécie originária da América do Sul, é uma das quatro oleaginosas mais cultivadas no mundo, junto da soja, canola e algodão (ARRUDA et al., 2015). Possui alto teor de óleo, proteínas, fibras e vitaminas e por isso é uma espécie promissora tanto para produção de biodiesel como para alimentação humana de forma in natura ou processada, o que a classifica como um alimento funcional e importante fonte de nutrientes, principalmente para populações que estão mais propensas à desnutrição e insegurança alimentar; dentre estas encontra-se a Índia, segunda maior produtora de amendoim do mundo e detentora da maior população desnutrida (ARYA; SALVE; CHAUHAN, 2015; USDA, 2020).

O continente asiático possui mais da metade da produção mundial de amendoim, sendo a China a maior produtora mundial, responsável por 17,33 dos 46,75 milhões de toneladas produzidas na safra 2018/2019, com produtividade de 3,75 ton ha<sup>-1</sup>, (Figuras 1 e 2). A Índia é a segunda maior produtora, e apesar de ter mundialmente a maior área plantada de amendoim com 4,99 milhões de hectares, (Figura 3), possui produtividade de apenas 0,95 ton ha<sup>-1</sup>, e produção de 4,72 milhões de toneladas. Já a terceira maior produtora mundial, a Nigéria, obteve produtividade de 1,57 ton ha<sup>-1</sup> e produção de 4,42 milhões de toneladas na safra 2018/2019 (USDA, 2020).

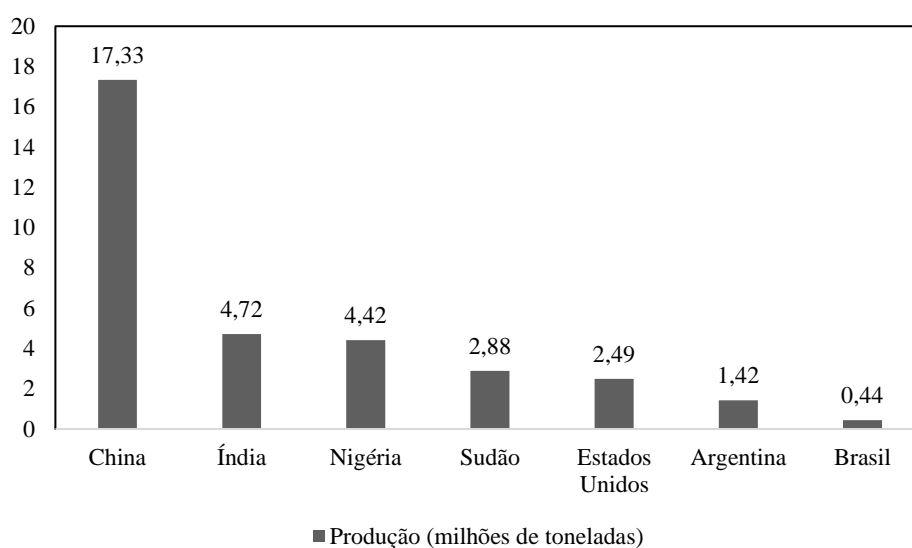


**Figura 1.** Área plantada de amendoim na safra 2018/2019, adaptado de USDA (2020)



**Figura 2.** Produtividade de amendoim na safra 2018/2019, adaptado de USDA (2020)





**Figura 3.** Produção de amendoim na safra 2018/2019, adaptado de USDA (2020)

O Sudão é o quarto maior produtor mundial com 2,88 milhões de toneladas, área plantada de 3,07 milhões de hectares e produtividade de 0,94 ton ha<sup>-1</sup>, semelhante a produtividade na Índia. Os Estados Unidos, quinto maior produtor mundial, apresenta produção de 2,49 milhões de toneladas, área plantada de apenas 0,56 milhões de hectares, cerca de 8,91 vezes inferior à Índia, porém tem mundialmente a maior produtividade, 4,48 ton ha<sup>-1</sup>. Na América do Sul a Argentina é a maior produtora de amendoim, oitava maior produtora mundial, e detentora da segunda maior produtividade mundial, com 4,35 ton ha<sup>-1</sup> e produção total de 1,42 milhões de toneladas na safra 2018/2019 (USDA, 2020).

No Brasil a produção na safra de 2018/2019 foi de 434,6 mil toneladas (Figura 3), com área plantada de 146,8 mil hectares (Figura 1) e produtividade média de 2,96 ton ha<sup>-1</sup> (quinta maior mundialmente), (Figura 2). A predominância da produção brasileira está na região sudeste, com cerca de 93%, destacando-se o estado de São Paulo, com mais de 92% da área plantada no Brasil, mais de 93% da produção nacional, 406,5 mil ton, e produtividade de 3,73 ton ha<sup>-1</sup> (USDA, 2020; CONAB, 2020).

A alta concentração da produção nacional de amendoim no estado de São Paulo pode ser atribuída ao cultivo realizado em áreas de renovação de canaviais, já que a oleaginosa permite uma rotação de cultura e contribui para recuperação do solo por meio da fixação biológica de nitrogênio e potássio através dos nódulos das suas raízes (ALMEIDA et al., 2015).

Para o Nordeste do país a produção na safra 2018/2019 foi de 2,0 mil toneladas de grãos, menos de 1% da produção nacional, e sua área plantada é 2,3 mil hectares e produtividade de

0,892 ton ha<sup>-1</sup>. A Bahia é responsável por 70% da produção nordestina, 1,4 mil toneladas, seguida pelo Ceará com 0,4 mil toneladas e Paraíba com 0,2 mil toneladas (CONAB, 2020).

Essa baixa produção em relação a demanda de 50 mil toneladas de vagens por ano da região torna o cultivo de amendoim uma alternativa viável para o Nordeste brasileiro, possuindo um mercado receptivo na região e características que facilitam sua produção, como ciclo curto e facilidade de manejo, podendo se tornar uma importante fonte de renda para pequenos agricultores da região (MELO FILHO; SANTOS, 2010).

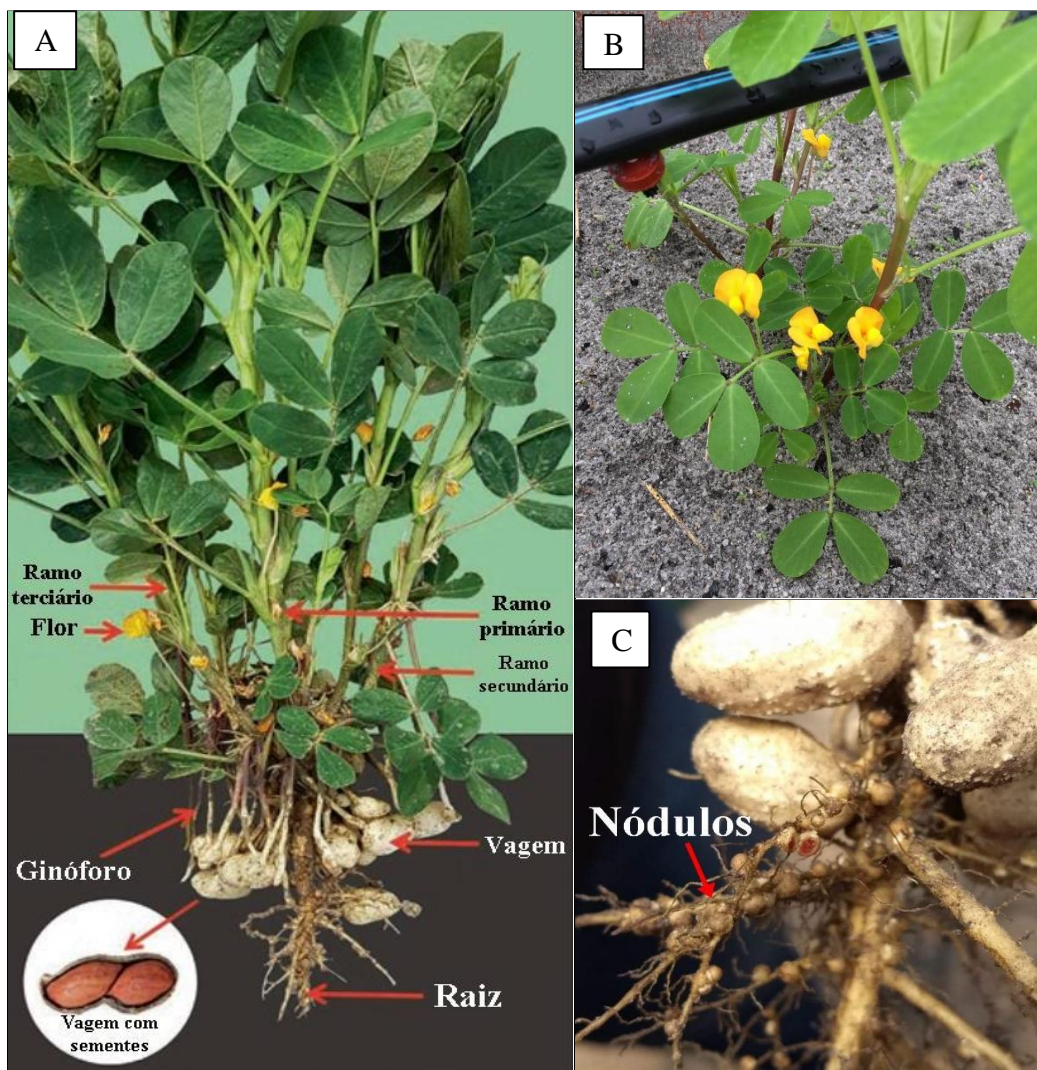
De fato, a produção de amendoim no Nordeste de modo geral é realizada por pequenos agricultores que adotam cultivo agroecológico com variedades precoces, de porte ereto e em sistema de sequeiro, o que em regiões como essa, que possuem distribuição irregular de chuvas, põem em risco a produção e, conseqüentemente, a viabilidade técnica e econômica de da atividade (SIZENANDO et al., 2016).

#### **4.2. Aspectos botânicos e fenológicos da cultura**

O amendoim é uma dicotiledônia, herbácea, de ciclo anual. É classificada como hypogaea devido a sua característica de produção de flores na parte aérea e frutos sob a superfície do solo. Pode ser dividida em duas subespécies, a *hypogaea*, e a *fastigiata*, a primeira composta pelas variedades botânicas hypogaea e hirsuta, e a segunda composta pelas variedades botânicas fastigiata, vulgaris, equatoriana e peruviana (GANTAIT et al., 2019).

Agronomicamente, o amendoim pode ser classificado em três grupos: Spanish; Valência, que possui como características porte ereto, ciclo curto, sementes de tamanho mediano e coloração vermelha e Virgínia, com plantas com ciclo longo, ramificadas e sementes grandes de coloração bege. Sendo que no Brasil os dois últimos grupos são comercialmente cultivados (HEID et al., 2016).

O caule geralmente é pubescente, ou seja, coberto por pelos finos e curtos, angular e sólido nos estádios iniciais (Figura 4). Conforme há o crescimento da planta têm-se as perdas desses pelos e as hastes tornam-se ocas. Pode apresentar coloração roxa, rosa, vermelho escuro, vermelho claro ou verde. A espessura do caule é altamente variável, no entanto, em espécies selvagens foram observados diâmetros de até 8 cm (RAO; MURTY, 1994).



**Figura 4.** Características botânicas do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). (a) Esquema de planta plenamente desenvolvida apresentando ramificações e frutificação, adaptado de Gantait et al. (2019), (b) Planta de amendoim cultivar BR 1 apresentando flores, folhas tetrafolioladas e ramificação padrão, (c) Caracterização da raiz com nódulos da cultivar BR 1 de amendoim

As folhas são trefolioladas (Figuras 4A e 4B), com exceção da *Trifoliolatae* que possui três folíolos. Os folíolos são de formato oblongo a lanceolado, de cor verde escura, na subespécie *hypogaea*, ou verde claras, como na subespécie *fastigiata*, e sustentados por um pecíolo. Com relação ao tamanho, pode variar muito entre as espécies, mas sabe-se que geralmente o par apical apresenta tamanho superior ao par basal, com os folíolos na haste principal ligeiramente maiores dos que os encontrados nos ramos (RAO; MURTY, 1994).

A inflorescência é do tipo espiga e as flores surgem nas axilas das folhas. Cada inflorescência produz de três a cinco flores (Figuras 4A e 4B). A flor é completa, formada por sépalas de coloração verde soldadas nas hastes e é composta por pétalas amarelas, geralmente em número de cinco com uma pétala maior, estandarte, que pode apresentar várias tonalidades

de amarelo além de estrias com colorações diversas, já a quilha é composta por duas pétalas unidas em seus bordos, e as asas duas pétalas menores que possuem coloração mais clara (CAMARA, 2016).

Envolvidas pela quilha encontram-se o androceu e o gineceu das flores, o primeiro é composto por 10 estames e o segundo possui um ovário com dois a cinco óvulos (RAO; MURTY, 1994; CAMARA, 2016).

A cultura apresenta geocarpia e a flor fecundada realiza um alongamento do ginóforo em direção ao solo, penetrando nele em uma profundidade de 5 a 10 cm, no qual aloja o ovário fecundado, iniciando a formação do fruto (Figura 4A). O processo de formação do ginóforo ocorre em torno de 16 a 17 dias após a fecundação (MOSS; RAO, 1995).

Os frutos são vagens indeiscentes de cor amarronzada (Figura 4A), as quais contêm as sementes em seu interior, estas são formadas por dois tegumentos e um embrião, rico em proteínas e óleo (GANTAIT et al., 2019).

Seu sistema radicular pode atingir profundidades superiores a 1,30 m e é composto por uma raiz pivotante onde surge as raízes laterais que se concentram nos primeiros 30 cm do solo. As raízes possuem nódulos em seu sistema radicular (Figura 4C), característica presente nas leguminosas, acarretada pela ocorrência de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, a *Rhizobium*, de tamanho reduzido e presentes de forma massiva nos primeiros 15 cm do solo (MOSS; RAO, 1995; FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012).

A identificação dos estádios fisiológicos das plantas pode ser feita através dos nós vegetativos, que são estruturas na qual a folha se conecta à haste principal ou aos ramos. No amendoim podemos estabelecer dois critérios básicos para a determinação dos estágios fenológicos: a formação sucessiva de nós maduros ao longo da haste e a identificação de um nó maduro. Já ao nível de lavoura, considera-se que há a passagem de estágio fenológico quando 50% das plantas estão no estágio fenológico subsequente (CAMARA, 2016).

Os frutos formam-se com 25 a 30 dias após o florescimento e somente com a ausência de luz. Em primeiro momento ocorre um rápido desenvolvimento da casca em contrapartida há um baixo desenvolvimento do fruto, que posteriormente se desenvolve rapidamente até a sua maturação, no entanto, deve-se destacar que apesar de fisiologicamente madura a colheita deve ser feita quando o fruto tiver morfológicamente maduro devido ao nível menor de umidade que o grão terá nesta fase (CAMARA, 2016).

Para denominação dos estádios fenológicos utiliza-se a letra V para vegetativos e R para reprodutivos. Desta forma, os principais estádios fenológicos da cultura são VE (emergência);

V<sub>1</sub> (primeiro nó maduro); V<sub>2</sub> (segundo nó maduro); V<sub>n</sub> (último nó maduro da haste principal com folha madura); R<sub>1</sub> (início do florescimento); R<sub>2</sub> (início da formação do primeiro ginóforo); R<sub>3</sub> (início da formação da primeira vagem); R<sub>4</sub> (vagem completamente formada); R<sub>5</sub> (formação inicial da semente); R<sub>6</sub> (semente completamente formada); R<sub>7</sub> (início da maturidade fisiológica); R<sub>8</sub> (maturidade de colheita) e R<sub>9</sub> (maturidade avançada de campo). Este último estágio é presente no grupo Virginia, R<sub>9</sub>, que apresentam dormência nas sementes. Vale relatar que a passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo se dá condicionado pelo ambiente, primordialmente temperatura e umidade (CAMARA, 2016).

### 4.3. Nutrição da cultura do amendoim

A composição e o acúmulo de nutrientes em folhas, caules e frutos são dados substanciais para a determinação das exigências nutricionais de plantas e a quantificação de nutrientes que serão fornecidos para a cultura por meio da adubação. Seu fornecimento inadequado gera perdas substanciais para a produção podendo chegar até a inviabilizar sua produção (EMBRAPA, 2014).

Lobo et al. (2012) apontaram que apesar de todos os nutrientes terem papel primordial na nutrição de plantas, nitrogênio, fósforo e potássio são os que, quando omissos, provocam as maiores limitações. Gascho e Davis (1994) também relataram que a produção de grãos de qualidade no amendoim requer uma boa nutrição, composta essencialmente por 16 elementos: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), boro (B), molibdênio (Mo) e cloro (Cl).

Desses, o carbono, o oxigênio e o hidrogênio não necessitam de serem aplicados por fertilização pois normalmente são supridos pelo ar atmosférico, poros do solo etc., e são denominados de elementos não minerais. Já os demais elementos podem ser classificados como macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S), cuja planta necessita em maiores quantidades ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes (Zn, Mn, Fe, Cu, B, Mo e Cl), necessários em menores quantidades ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) (GASCHO; DAVIS, 1994).

A exportação de nutrientes pelas vagens e ramos no amendoim são diferentes, no entanto Gascho e Davis (1994) afirmam que para o nitrogênio em uma produção de 3 toneladas de vagens são extraídos cerca de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio do solo, já para ramos são transportados  $72 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 1), ou seja, a cada ciclo da cultura são retirados cerca de  $192 \text{ kg}$  de nitrogênio

por hectare, no entanto, por fixação biológica sob condições normais são absorvidos 297 kg ha<sup>-1</sup>, o que demonstra que essa cultura fixa mais do que exporta. Outra característica é que durante a fase reprodutiva o nitrogênio é comumente mobilizado das folhas para o desenvolvimento dos frutos (KVIEN; WEAVER; PALLAS, 1986; FREIRE, 1992; BOLONHEZI; GODOY; SANTOS, 2005).

**Tabela 1.** Extração de nutrientes na cultura do amendoim, em kg ha<sup>-1</sup>

Parte da Planta	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg	S
Vagem	3	120	11	18	13	9	7
Ramos	5	72	11	48	64	16	8
<b>Total</b>		192	22	66	77	25	15

Fonte: Gascho e Davis (1994).

Vale ressaltar que a atividade biológica e, conseqüentemente, a fixação biológica depende de aspectos como pH do solo, temperatura, textura, umidade e salinidade do solo (BOLONHEZI; GODOY; SANTOS, 2005).

Dentre os macronutrientes, o cálcio atua no desenvolvimento de grãos principalmente no enchimento e formação de vagens, sendo o nutriente mais importante em termos qualitativos para a produção da cultura (EMBRAPA, 2014; SILVA et al., 2017). O fornecimento adequado de cálcio contribui também para o aprofundamento das raízes, da resistência ao ginóforo e diminui a incidência de doenças (EMBRAPA, 2009).

O cálcio é considerado o elemento essencial mais comumente deficiente para o amendoim, e os efeitos de sua deficiência está diretamente associado ao aumento da incidência de podridão das vagens, vagens chochas e, conseqüentemente, ao baixo rendimento da cultura (GASCHO; DAVIS, 1994).

Já em aspectos quantitativos na produção de amendoim, o fósforo, está associado ao acúmulo, transporte e utilização de energia, sendo o principal fator de produtividade da cultura, com registro de elevação da produtividade da cultura através da adubação fosfatada entre 40% e 50% na região Nordeste (EMBRAPA, 2009). Estima-se que cerca de 70% de fósforo absorvido se acumule nos frutos (FEITOSA et al., 1993).

O potássio atua como um ativador enzimático de compostos orgânicos, e devido ser um nutriente móvel nas plantas pode ser removido das partes mais velhas para as partes mais novas da planta, agindo no transporte de fotoassimilados no floema (FEITOSA et al., 1993; TASSO JUNIOR; MARQUES; NOGUEIRA, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2017).

A resposta de potássio está diretamente associada a absorção de outros cátions, especialmente o cálcio, no desenvolvimento das vagens, sendo que aplicações excessivas de KCl podem inibir a absorção de cátions, como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e de P na planta (SALVADOR; CARVALHO; LUCCHESI, 2011). Em relação ao cálcio e esse elemento, Gascho e Davis (1994) determinaram que uma relação ótima de Ca/K obedeceria a razão de 10:1.

Já para o magnésio pouca resposta é obtida sobre a aplicação deste nutriente em relação a cultura do amendoim, sendo resultados mais comumente encontradas em situações de solo não favorável, como em solos excessivamente arenosos. Tal comportamento pode ser devido ao grande crescimento do sistema radicular das plantas de amendoim, o que permite uma maior exploração do volume de solo (GASCHO; DAVIS, 1994). Já no tocante da resistência às doenças, a deficiência em magnésio causa maior incidência de cercosporiose (EMBRAPA, 2014).

O enxofre, apesar de ser o macronutriente menos absorvido pela cultura é integrante de aminoácidos sulfurados, apresentando-se em maior concentração nos frutos da cultura (DECHEN; NACHTIGALL, 2006; FERRARI NETO; COSTA; CASTRO, 2012).

Com relação aos micronutrientes, pode-se afirmar que o molibdênio está relacionado a nodulação das raízes fazendo parte da composição da enzima nitrato redutase junto com o N, e quando deficiente pode prejudicar a absorção de nitrogênio em solos ácidos. É recomendada a aplicação de 100 g de molibdato de amônio para cada 100 kg de sementes (EMBRAPA, 2014).

A deficiência de boro na cultura ocasiona baixos níveis de fecundação, causando diminuição na quantidade e qualidade dos grãos, sendo o fator mais prejudicial para o rendimento da cultura, afinal, está presente nos fitohormônios e é responsável pelo alongamento do tubo polínico, formação do grão de pólen e germinação (TASSO JUNIOR; MARQUES; NOGUEIRA, 2004; NOGUEIRA; TAVORA, 2005).

Silva et al. (2017) ao analisarem a marcha de absorção de nutrientes e crescimento de plantas de amendoim, cultivar caiapó, em um solo de textura arenosa, constataram que em relação ao nitrogênio a taxa de acumulação foi de  $5,5 \text{ g dia}^{-1}$  até o início da fase reprodutiva da cultura, após isso ocorreu um decréscimo na taxa de captação de N, ficando em torno de  $1 \text{ g dia}^{-1}$  até o final do seu ciclo.

Para o fósforo os autores supracitados observaram taxas maiores de absorção entre 90 a 110 dias após a germinação, equivalente a  $0,16 \text{ g dia}^{-1}$ , e redução para  $0,03 \text{ g dia}^{-1}$  no restante do ciclo. Para o potássio, o pico de absorção foi aos 100 DAE, com  $1,6 \text{ g dia}^{-1}$  sendo reduzido para  $0,2 \text{ g dia}^{-1}$  ao final do ciclo. O cálcio também apresentou seu pico aos 100 dias após a

germinação, com taxas de 1,2 g dia<sup>-1</sup>. Já o magnésio apenas obteve valores próximos a 0,1 g dia<sup>-1</sup> no final do ciclo da cultura. Dentre os micronutrientes o cobre apresentou a maior taxa de absorção, 4,0 mg dia<sup>-1</sup> até o início da fase reprodutiva da cultura, mesma tendência foi encontrada para o manganês, zinco, ferro e boro.

A marcha de absorção dos macronutrientes e micronutrientes influencia na produção de matéria seca. Valores máximos são atingidos no período de início da fase reprodutiva até o enchimento de grãos. Essa característica pode ser atribuída ao fato de que é neste período que ocorrem com maior intensidade as atividades metabólicas da planta, atividade hormonal e crescimento e divisão de células. A extração de micronutrientes da parte aérea em ordem crescente é: cobre, zinco, boro, manganês e ferro, já para macronutrientes, o nitrogênio, seguido de potássio; cálcio; magnésio; fósforo e enxofre (FEITOSA et al., 1993; BOLONHEZI; GODOY; SANTOS, 2005; SILVA et al., 2017).

Os teores de nutrientes obtidos pela análise foliar devem ser realizados como fator complementar a análise de solo. A análise foliar deve ser feita a partir do início do florescimento (Estádio R<sub>1</sub>), recolhendo a quarta folha acima dos ramos cotiledonares, com a relação de 30 plantas por hectare (MALAVOLTA, 2006). Os níveis ideais de macronutrientes e micronutrientes para o amendoim são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Exigências nutricionais para a cultura do amendoim em g kg<sup>-1</sup> para macronutrientes apontadas por Malavolta (2006) e em mg kg<sup>-1</sup> para micronutrientes (SBCS, 2004)

<b>Macronutrientes</b>		<b>Micronutrientes</b>	
----- g kg <sup>-1</sup> -----		----- mg kg <sup>-1</sup> -----	
Nitrogênio	34,00	Cloro	----
Fósforo	2,00	Ferro	50-300
Potássio	9,00	Boro	25-60
Cálcio	0,50	Manganês	20-350
Magnésio	1,00	Zinco	20-60
Enxofre	2,00	Cobre	5-20
		Molibdênio	0,1-5,0

Fonte: Malavolta (2006) e SBCS (2004).



#### 4.4. Cultivar BR 1

A cultivar BR 1, variedade precoce, com ciclo de 90 dias, possui porte ereto, com haste principal medindo 35 cm e geralmente 6 ramos laterais foi lançada em 1994, pertence a subespécie *A. hypogaea fastigiata*, e possui moderada tolerância ao estresse hídrico (NOGUEIRA; SANTOS, 2000; PEREIRA et al., 2012), o que proporciona boa adaptação ao clima da região semiárida, além de tolerância a cercosporioses (GRACIANO et al., 2011; EMBRAPA, 2016).

É recomendada para consumo *in natura* e tem potencial produtivo de 3,5 ton ha<sup>-1</sup> em sistemas irrigados e 1,7 ton ha<sup>-1</sup> em condições de sequeiro, sendo recomendada para plantio em regiões como a Zona da Mata, Agreste, Brejo da Paraíba, Cariri Cearense, Araripe e vales irrigados do Estado de Pernambuco (EMBRAPA, 2016). Sua colheita ocorre quando as sementes atingem 80% de maturidade (EMBRAPA, 2009).

A variedade possui 9 estádios fenológicos, VE (emergência); V<sub>1</sub> (primeiro nó maduro) que corresponde a emissão das primeiras folhas tetrafolioladas; V<sub>2</sub> (segundo nó maduro) relativo a emissão dos ramos secundários; R<sub>1</sub> (início do florescimento); R<sub>2</sub> (início da formação do primeiro ginóforo); R<sub>3</sub> (início da formação da primeira vagem); R<sub>4</sub> (vagem completamente formada); R<sub>5</sub> (formação da semente) e R<sub>7</sub> (início da maturidade fisiológica) (SANTOS et al., 1997).

#### 4.5. Adequação de águas salobras para cultivos agrícolas

A utilização de águas com níveis relativamente elevados de sais para irrigação é um dos fatores que podem ocasionar perdas na produção e até mesmo salinização do solo, e é um agravante principalmente para regiões semiáridas onde frequentemente as águas subterrâneas apresentam altas concentrações de sais (PAULUS et al., 2012). No entanto, deve-se salientar que mesmo em condições de altas concentrações de sais a água pode ser usada para irrigação, contanto que seja corretamente manejada (ALDAKHEEL, 2011).

A composição química e física da água e do solo, a tolerância da cultura à salinidade, bem como o tipo de irrigação a ser utilizada são fatores determinantes para se analisar a adequação da água para irrigação (HOLANDA et al., 2016). De forma geral, as águas utilizadas na irrigação que são provenientes de rios e açudes são de boa qualidade. No Nordeste as águas utilizadas para irrigação provenientes de mananciais possuem CE abaixo de 0,75 dS m<sup>-1</sup> e níveis

de sódio inferiores a 60% (RIBEIRO; RIBEIRO FILHO; JACOMINE, 2016), no entanto, em locais que sofrem com escassez hídrica, como no sertão e agreste de Pernambuco, a água do lençol freático nos vales aluviais representam a principal fonte hídrica para irrigação e consumo humano (FONTES JÚNIOR et al., 2012).

A condutividade elétrica da água (CEa) diz respeito a capacidade da mesma em conduzir eletricidade por um meio, tendo sua condutividade intensificada à medida que a concentração de sais aumenta. Rhoades, Kandiah e Mashali (2000) classificaram a água em função da CEa e da concentração de sais (Tabela 3), onde, quando em níveis abaixo de  $0,7 \text{ dS m}^{-1}$  e concentração de sais inferior a  $500 \text{ mg L}^{-1}$  a água é considerada não salina e para níveis de CEa superiores a  $45 \text{ dS m}^{-1}$  com concentração de sais superior a  $35000 \text{ mg L}^{-1}$  é considerada salmoura.

**Tabela 3.** Classificação de águas em função da condutividade elétrica (CE) em  $\text{dS m}^{-1}$  e concentração de sais em  $\text{mg L}^{-1}$

Classes de Água	CE	Concentração de Sais	Tipos de Água
	( $\text{dS m}^{-1}$ )	----- ( $\text{mg L}^{-1}$ ) -----	
Não salina	< 0,7	< 500	Potável e água de irrigação
Ligeiramente salina	0,7 – 2	500 – 1.500	Água de irrigação
Moderadamente salina	2 – 10	1.500 – 7.000	Água de drenagem primária e subterrânea
Altamente salina	10 – 25	7.000 – 15.000	Água de drenagem secundária e subterrânea
Excessivamente salina	25 – 45	15.000 – 35.000	Água subterrânea altamente salina
Salmoura	> 45	> 35.000	Água do mar

Fonte: Rhoades, Kandiah e Mashali (2000).

Apesar de cerca de 70% do cultivo mundial de amendoim estar localizado em regiões semiáridas a quantificação da redução da produtividade causada pelo estresse hídrico ainda é muito imprevisível, pois depende de fatores como tempo e intensidade da seca (NAWADE et al., 2016; SARKAR et al., 2016).

Estima-se, no entanto, que as perdas de produção pela seca sejam de cerca de 6 milhões de toneladas por ano, já no tocante à salinidade, estimar o seu efeito sobre a produção é ainda mais difícil, devido ao dinamismo com que a salinidade se apresenta, variando espacialmente e

temporalmente, porém, pode-se afirmar que o déficit hídrico conjuntamente com a salinidade podem ser apontados como os mais complexos efeitos abióticos que afetam as plantas, pois causam alterações em uma série de estruturas primordiais, como no ajuste osmótico, capacidade de retenção de água, atividade fotossintética, assim como na integridade e distribuição das membranas (D'ALMEIDA et al., 2005; BENJAMIN; NIELSEN, 2006).

No aspecto nutricional a concentração de sais causa efeitos maléficos para o desenvolvimento da cultura, ocasionando inibição de absorção de outros nutrientes, aumento do potencial osmótico e toxidez (SCHOSSER et al., 2012).

#### **4.6. Estresse salino em plantas**

A compreensão da tolerância das plantas à salinidade é um aspecto importante para a escolha do manejo mais adequado da cultura quando submetida a irrigação com águas de condutividades elétricas elevadas (DIAS et al., 2016). Com relação a tolerância das plantas ao estresse salino, podemos classificar as espécies em duas classes: halófitas, que são tolerantes à salinidade, e glicófitas que são sensíveis à salinidade, na qual a maior parte das plantas estão contidas (AL-SHAREEF; TESTER, 2013).

Apesar da complexidade da resposta das plantas à salinidade, sabe-se que, de forma geral o aumento da concentração de sal no meio em que a planta está inserida dificulta a captação de água e nutrientes reduzindo o potencial hídrico do solo levando ao estresse. O efeito do estresse salino na planta se dá em duas fases: a fase osmótica, que começa a ocorrer quando a planta é exposta ao sal, e a fase iônica, que acontece quando a salinidade no meio persiste por vários dias, o que acarreta em acúmulo de íons nos tecidos das plantas (GHATAK; CHATURVEDI; WECKWERTH, 2019).

Na primeira fase o aumento da concentração de sais na zona rizosférica ocasiona a diminuição do potencial osmótico do solo reduzindo a capacidade das raízes da planta de absorver água, logo, as plantas tendem a fechar seus estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, o que gera a redução da assimilação fotossintética do CO<sub>2</sub> e conseqüentemente menor crescimentos de células e tecidos, além da inibição de processos celulares essenciais para as plantas (MARENCO et al., 2014; DIAS et al., 2016; SILVEIRA et al., 2016).

O efeito do estresse osmótico durante o crescimento do vegetal gera reduções nas brotações e má formação de ramos laterais, afetando o desenvolvimento da planta, a reprodução e produção (MUNNS; TESTER, 2008; GHATAK; CHATURVEDI; WECKWERTH, 2019).

Em ambientes com salinidade muito acentuada a planta pode inclusive perder água presente em seus tecidos para o meio, processo chamado de plasmólise (DIAS et al., 2016).

Já o estresse iônico ocorre quando a planta começa a acumular íons, especialmente  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em altas concentrações, o que pode acarretar em toxidez, além de inibir a fotossíntese nas folhas causando clorose e necrose, e conseqüentemente a morte precoce das folhas (HASEGAWA et al., 2000; GHATAK; CHATURVEDI; WECKWERTH, 2019).

No aspecto nutricional o acúmulo de sódio provoca desbalanço nas relações Na/K e Na/Ca (ZHU, 2003). Tal processo ocorre devido ao íon sódio deslocar o íon potássio das células, diminuindo sua concentração no citosol e interferindo em diversos processos metabólicos do vegetal, afinal o potássio está presente na composição de várias proteínas e é ativador de várias enzimas na planta (CAVALCANTE; CORDEIRO; NASCIMENTO, 2010; WILLADINO; CAMARA, 2010).

Já com relação ao cálcio, sabe-se que o acúmulo de sódio também reduz a disponibilidade, o transporte e a redistribuição deste nutriente. Além disso, o cálcio por ser um importante constituinte das membranas plasmáticas, sua deficiência na planta pode levar a perda da integridade das membranas afetando a absorção de outros íons, como o  $\text{K}^+$ . No que diz respeito ao cloreto, o acúmulo desse elemento provoca a redução de concentração de ânions como  $\text{NO}_3^-$ , a diminuição de fotossíntese e provoca clorose nas plantas (SANTOS et al., 2016; GHATAK; CHATURVEDI; WECKWERTH, 2019).

#### **4.7. Efeito da salinidade sobre a cultura do amendoim**

A alta concentração de sais nos solos provoca inúmeras alterações no metabolismo e nos aspectos fisiológicos das plantas, e influencia diretamente no seu rendimento. Variáveis como produtividade, acúmulo de massa fresca e seca, crescimento e desenvolvimento da planta são afetados por esta condição (CORREIA et al., 2009). O nível de alteração que a salinidade irá causar nas culturas está diretamente relacionado à resistência da cultura à salinidade (PARIHAR et al., 2014).

A salinidade limiar é um parâmetro importante para se verificar a tolerância da cultura, representando o limite do qual a cultura supostamente não sofreria efeito da salinidade do solo (RIBEIRO; RIBEIRO FILHO; JACOMINE, 2016). Para o amendoim, Dias et al. (2016) afirmaram que a salinidade limiar da cultura é em torno de  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ , no entanto Correia et al. (2009) observaram que a partir da salinidade de  $1,095 \text{ dS m}^{-1}$  o número de frutos

decreceu 7,3% por aumento unitário da CEa, indicando que a produtividade foi afetada por concentrações inferiores a 3,2 dS m<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2015) analisando o crescimento da cultura de amendoim variedade BR 1 irrigado com água salina constataram que a altura, o diâmetro de plantas e o número de folhas da cultura foram reduzidos em função do aumento dos níveis de salinidade aplicados, sendo que somente o comprimento de planta, ao ser analisado nos primeiros 10 dias de cultivo não obteve efeito negativo da aplicação de água salina para nenhum dos níveis de salinidade estudados (0,2 até 2,8 dS m<sup>-1</sup>).

Sousa et al. (2014) analisando o desempenho da cultivar de amendoim BRS 1 submetida a irrigação com água salina verificaram que a salinidade causava efeitos negativos na área foliar das plantas, reduzindo de forma linear a área foliar da cultura. Efeitos semelhantes foram obtidos por Graciano et al. (2011) e Sousa et al. (2012), ao analisarem a área foliar em plantas de amendoim irrigadas com água salinas.

Correia et al. (2009) ao avaliarem o crescimento, produção e a eficiência fotoquímica do fotossistema II (FSII) de duas cultivares de amendoim (BR 1 e L-7) submetido a 5 níveis de salinidade (0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup>), e solo de textura franco-argilo-arenoso, comprovaram que houve redução significativa no número de folhas, massa seca da parte aérea, área foliar, número de frutos e peso de 10 sementes para a cultura, quando submetida a esses níveis de salinidade, tendo uma diminuição de 4,1% do número de folhas por aumento unitário da CEa. Maiores perdas foram constatadas no peso de 10 sementes, que apresentou decréscimo de 78,3% em relação a menor salinidade.

#### **4.8. Irrigação por gotejamento pulsado ou intermitente**

Para atender as demandas crescentes por alimentos e água é necessária a criação e aplicação de metodologias que busquem aumentar a eficiência produtiva. Assim, a irrigação surgiu como uma alternativa para produção de culturas em locais onde suas necessidades hídricas não eram satisfeitas naturalmente.

Utilizada em todo mundo, a irrigação por gotejamento promove menor perda de água por evaporação no solo, já que apenas o volume de solo que se encontra próximo a planta é irrigado, o que acarreta em uma aplicação mais eficiente, menor gasto de energia e permite a utilização de fertilizantes de forma fracionada, junto a irrigação e maior controle do volume de água aplicado (COELHO; BORGES, 2009; BORGES; SILVA, 2011).

Mesmo com a maior eficiência que a irrigação por gotejamento possui, em muitos casos ainda são necessárias medidas complementares para contornar a escassez de água. Algumas alternativas adotadas por produtores é a utilização de irrigação deficitária e diminuição da área irrigada. Neste sentido, Phogat et al. (2013), apontam a irrigação deficitária como sendo um fator inevitável para os próximos anos devido à escassez de água para irrigação.

A irrigação por pulsos surge como uma técnica coerente para este quadro, promovendo um melhor aproveitamento da água aplicada, reduzindo as perdas de água, e conseqüentemente o volume de água aplicado, sem comprometer a produtividade da cultura (NASCIMENTO et al., 2013; ZAMORA et al., 2019).

A irrigação por pulsos ou irrigação intermitente é uma técnica que consiste na utilização da lâmina requerida aplicada de forma fracionada (pulsos), composta por “períodos de molhamento” intercalados por períodos onde não está aplicando a lâmina, “períodos sem molhamento”, até que toda a lâmina requerida no período seja suprida (ALMEIDA et al., 2018).

Essa metodologia promove menores perdas por percolação, afinal, diminui a velocidade de infiltração de água no solo e uma maior quantidade de água disponível na superfície do solo, ou seja, a técnica aumenta a largura do bulbo úmido e diminui sua profundidade, acresce a disponibilidade de água para planta, proporciona melhor eficiência e uniformidade de aplicação na irrigação (MONSERRAT et al., 1997; BAKEER et al., 2009; ZAMORA et al., 2019).

Vale salientar a diferença entre este sistema e turno de rega, onde o primeiro trata-se do intervalo de tempo entre duas irrigações, que pode ser em dias, ou até mesmo em intervalos menores que um dia, já a irrigação por pulsos é uma prática que atua como um sistema *on/off*, caracterizado por períodos curtos onde a irrigação encontra-se “ligada” e “desligada” até suprir a lâmina requerida (ALMEIDA; LIMA; PEREIRA, 2015).

A irrigação pulsada pode ser aplicada em todas as técnicas de irrigação, no entanto é mais utilizada no gotejamento e traz vantagens como a diminuição do uso de energia e a redução de entupimento dos emissores, problema este que pode acarretar em um alto custo, tanto para limpeza dos emissores como para sua substituição, tornando a produção mais onerosa. Esta diminuição pode ser atribuída a turbulência criada nas tubulações ao se aplicar os pulsos, o que diminui o acúmulo de partículas. Além disso, a redução de horas contínuas de utilização do sistema permite uma maior vida útil dele (ABDELRAOUF et al., 2013).

Em estudo realizado por Zamora et al. (2019) com coentro em solo arenoso utilizando irrigação por pulsos e contínua para cinco lâminas de fertirrigação (40, 60, 80, 100 e 120% da ETc), constataram que todos os tratamentos com irrigação por pulsos apresentaram maior

produtividade que os com irrigação contínua, destacando uma economia de aproximadamente 40% de água na produção.

No tocante a nutrição, Menezes (2018) trabalhando também com coentro, sobre o mesmo regime, constatou que a fertirrigação pulsada com lâminas inferiores a 100% da ETC proporcionaram maiores teores de P, S, Fe e Mn, promovendo maiores acúmulos destes nutrientes além de N, K, Cu e Zn.

Eid, Bakry e Taha (2013) ao analisarem as implicações da aplicação de pulsos na produção de soja verificaram efeitos positivos na utilização da irrigação por pulsos, com melhores desempenhos nas aplicações com 4 e 8 pulsos. Almeida, Lima e Pereira (2015) ao utilizarem pulsos de irrigação na cultura da alface constataram a economia de 25% de água utilizada sem acarretar perdas na produção.

Com relação a utilização de águas salobras na irrigação acredita-se que ao aplicar uma lâmina de irrigação por meio de pulsos o solo fica úmido por mais tempo, o que atenua a salinidade na zona rizosférica da cultura, diminuindo os efeitos deletérios dos sais e, conseqüentemente permitindo um melhor desenvolvimento das culturas nessa situação quando comparados com irrigação contínua (BATCHELOR; LOVELL; MURATA, 1996; ASSOULINE et al., 2006; ALMEIDA et al., 2018).

## REFERÊNCIAS

- ABDELRAOUF, R. E.; ABOU-HUSSEIN, S. D.; MARZOUK, N. M.; ELBEGAWY, M. K. H. Effect of pulse drip irrigation technology on the economical parameters of potato production under organic agriculture. **Journal of Applied Sciences Research**, v. 9, n. 1, p. 601-611, 2013.
- ALDAKHEEL, Y. Y. Assessing NDVI spatial pattern as related to irrigation and soil salinity management in Al-Hassa Oasis, Saudi Arabia. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, v. 39, n. 2, p. 171-180, 2011.
- ALMEIDA, H. J.; PANCELLI, M. A.; PRADO, R. M.; CAVALCANTE, V. S.; CRUZ, F. J. R. Effect of potassium on nutritional status and productivity of peanuts in succession with sugar cane. **Journal Soil Science and Plant Nutrition**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2015.
- ALMEIDA, W. F.; LIMA, L. A.; PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on american crisphead lettuce yield. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 6, p. 1009-1018, 2015.

- ALMEIDA, W.; PAZ, V. S.; JESUS, A. P. C.; SILVA, J. S.; GONÇALVES, K. S.; OLIVEIRA, A. S. Yield of green beans subjected to continuous and pulse drip irrigation with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 476-481, 2018.
- AL-SHAREEF, N. O.; TESTER, M. Plant Salinity Tolerance. **Els**, v. 6, n. 1, p.1-6, 2019.
- ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 146-154, 2015.
- ARYA, S. S.; SALVE, A. R.; CHAUHAN, S. Peanuts as functional food: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 31-41, 2015.
- ASSOULINE, S.; MOLLER, M.; BEM-HUR, M.; GRAVA, A.; NARKIS, K.; SILBER, A. Soil-Plant System Response to Pulsed Drip Irrigation and Salinity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 5, p. 1556-1568, 2006.
- BAKEER, G. A. A.; EL-EBABI, F. G.; EL-SAIDI, M. T.; ABDELGHANY, A. R. E. Effect of pulse drip irrigation on yield and water use efficiency of potato crop under organic agriculture in sandy soils. **Misr Journal of Agricultural Engineering**, v. 26, n. 2, p. 736-765, 2009.
- BATCHELOR, C. H.; LOVELL, C. J.; MURATA, M. Simple microirrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetable gardens. **Agricultural Water Management**, v. 32, n. 1, p. 37-48, 1996.
- BENJAMIN, J. G.; NIELSEN, D. C. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. **Field Crops Research**, v. 97, n. 2-3, p. 248-253, 2006.
- BOLONHEZI, D.; GODOY, J. I.; SANTOS, R. C. Manejo cultural do amendoim. In: SANTOS, R. C. (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. 1ª ed. Campina grande: Embrapa Algodão, 2005. 451 p.
- BORGES, A. L.; SILVA, D. J. Fertilizantes para fertirrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Cap. 7. p. 253-264.
- CAMARA, G. M. S. **Estudo da planta de amendoim**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/ USP, Piracicaba. 2016. 20 p.



- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, suplemento 1, p. 1281- 1290, 2010.
- COELHO, E. F; BORGES, A. L. Aspectos básicos da fertirrigação. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 2. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 9-19.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 7. ed. Brasília: CONAB, 2020. 104 p.
- CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 514-521, 2009.
- CORREIA, M. A. R.; PRADO, R. M.; ALMEIDA, T. B. F.; PUGA, A. P.; BARBOSA, J. C. Avaliação da desordem nutricional de plantas de amendoim cultivadas em solução nutritiva suprimidas de macronutrientes. **Scientia Agraria**, v. 13, n. 1, p. 21-28, 2012.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 615- 621, 2005.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.
- 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. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. INCTSal, 2016. 2ª ed. Cap. 11, p. 151-162.
- EID, A. R.; BAKRY, B. A.; TAHA, M. H. Effect of pulse drip irrigation and mulching systems on yield, quality traits and irrigation water use efficiency of soybean under sandy soil conditions. **Agricultural Sciences**, v. 4, n. 1, p. 249-261, 2013.
- ELNESR, M. N.; ALAZBA, A. A.; EL-ABEDEIN, A. I. Z.; EL-ADI, M. M. Evaluating the Effect of Three Water Management Techniques on Tomato Crop. **Plos One**, v. 10, n. 6, p. 1-17, 2015.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Amendoim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2009. 240 p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Folder Amendoim BR 1**. 6. ed. Campina Grande: Embrapa, 2016. 2 p.

- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Amendoim**. 2<sup>a</sup> ed. Brasília: Embrapa, 2014.
- FEITOSA, C. T.; NOGUEIRA, S. S. S.; GERIN, M. A. N.; RODRIGUES FILHO, F. S. O. Avaliação do crescimento e da utilização de nutrientes pelo amendoim. **Scientia Agrícola**, v. 50, n. 3, p. 427-437, 1993.
- FERRARI NETO, J.; COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Revista Scientia Agraria Paranaensis Unioeste**, v. 11, n. 4, p. 1-13, 2012.
- FONTES JÚNIOR, R. V. P.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SANTOS, T. E. M. Estabilidade temporal da potenciometria e da salinidade em vale aluvial no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 11, p.1188-1197, 2012.
- FREIRE, J. R. J. Fixação biológica de nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas. In: CARDOSO, E. J. B. N. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, 1992. v. 1, Cap. 9, p. 121-155.
- GANTAIT, S.; PANIGRAHI, J.; PATEL, I. C.; LABROOY, C.; RATHNAKUMAR, A. L.; YASIN, J. K. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Breeding. In: AL-KHAYRI, J. M.; JAIN, S. M.; JOHNSON, D. V. **Advances in Plant Breeding Strategies: Nut and Beverage Crops**. 4. ed. Cham: Springer, 2019. Cap. 8. p. 253-299.
- GASCHO, G. J.; DAVIS, J. G. Mineral nutrition. In: SMARTT, J. **The groundnut crop**. Londres: Chapman & Hall, 1994. Cap. 7. p. 214-252.
- GHATAK, A.; CHATURVEDI, P.; WECKWERTH, W. Metabolomics in Plant Stress Physiology. **Plant Genetics and Molecular Biology**, v. 50, n. 1, p.187-236, 2018.
- GRACIANO, E. S. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, D. R. M.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 794-800, 2011.
- HASEGAWA, P.M.; BRESSA, R.A.; ZHU, J.K.; BOHNERT, H.J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, 2000.
- HEID, D. M.; ZÁRATE, N. A. H.; OHLAND, R. A. A.; TORALES, E. P.; MORENO, L. B.; VIEIRA, M. C. Produtividade agrônômica de genótipos de amendoim Virginia cultivados com diferentes espaçamentos entre fileiras no canteiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 105-113, 2016.

- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 4. p. 35-50.
- KVIEN, C. S.; WEAVER, R. W.; PALLAS, J. E. Mobilization of Nitrogen-15 from Vegetative to Reproductive Tissue of Peanut. **Agronomy Journal**, v. 78, n. 6, p. 954-958, 1986.
- LOBO, D. M.; SILVA, P. C. C.; COUTO, J. L.; SILVA, M. A. M.; SANTOS, A. R. Características de deficiência nutricional do amendoineiro submetido à omissão de N, P, K. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, p. 69-76, 2012.
- MADANE, D. A.; MANE, M. S.; KADAM, U. S.; THOKAL, R. T.; PATIL, S. T.; NANDGUDE, S. B.; DHEKALE, J. S. Effect of pulse irrigation (drip) influencing different irrigation levels on growth and yield parameters of white onion (*Allium cepa* L.). **Advanced Agricultural Research & Technology Journal**, v. 2, n. 2, p. 228-234, 2018.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.
- MARENCO, R. A.; ANTEZANA-VERA, S. A.; GOUVÊA, P. R. S.; CAMARGO, M. A. B.; OLIVEIRA, M. F.; SANTOS, J. K. S. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 786- 789, 2014.
- MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. A cultura do amendoim no Nordeste: situação atual e perspectivas. **Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 7, n. 1, p. 192-208, 2010.
- MENEZES, S. M. **Estado nutricional e acúmulo de nutrientes em coentro fertirrigado por gotejamento contínuo e pulsado**. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.
- MONSERRAT, J.; CASALÍ, J.; TILLÓ, J.; COTS, L.; BARRAGÁN, J. Aplicabilidad del riego a pulsos en tablares. **Revista Ingeniería del Agua**, v. 4, n. 2, p. 29-36, 1997.
- MOSS, J. P.; RAO, V. R. The peanut-reproductive development to plant maturity. In: PATTEE, H. E.; STALKER, H. T. **Advances in Peanut Science**. Florida: American Peanut Research and Education Society, 1995. p. 1-13.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

- NASCIMENTO, T.; AZEVEDO, C. A. V.; NETO, J. D.; LIMA, V. L. A.; WANDERLEY, J. A. C. Velocidade da frente de umidade em Neossolo Quartzarênico sob irrigação intermitente por gotejamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 41-48, 2013.
- NAWADE, B.; BOSAMIA, T.; THANKAPPAN, R.; RATHNAKUMAR, L.; KUMAR, A.; DOBARIA, J. R.; KUNDU, R.; MISHRA, G. Insights into the Indian Peanut Genotypes for ahFAD2 Gene Polymorphism Regulating Its Oleic and Linoleic Acid Fluxes. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 1271, p. 1-17, 2016.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Alterações fisiológicas no amendoim submetido ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 41-45, 2000.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; TÁVORA, F. J. A. F. Ecofisiologia do amendoim. In: SANTOS, R. C. dos (Ed.). **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. Cap. 3. p. 71-122.
- PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 6, p. 4056-4075, 2014.
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.
- PEREIRA, J. W. L.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 4, p. 766-773, 2012.
- PHOGAT, V.; SKEWES, M. A., MAHADEVAN, M.; COX, J. W. Evaluation of soil plant system response to pulsed drip irrigation of an almond tree under sustained stress conditions. **Agricultural Water Management**, v. 118, n. 1, p. 1–11, 2013.
- RAO, V. R.; MURTY, U. R. Botany - morphology and anatomy. In: SMARTT, J. **The Groundnut Crop**. Southampton: British Library, 1994. Cap. 3. p. 43-95.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p.
- RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016. 2ª ed. Cap. 2. p. 9-16.

- RODRIGUES, L. G. S. M.; RODRIGUES, F. M.; OLIVEIRA, E. M.; VIERA, V. B.; ARÉVALO, A. M.; VIROLI, S. L. M. Amendoim (*Arachis sp.*) como fonte na matriz energética brasileira. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 3, n. 3, p. 178-190, 2016.
- 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 (*Arachis hypogaea*) genotypes to salt stress in the initial phase. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 1, p.37-43, 2020.
- SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.
- SANTOS, R. C.; MELO FILHO, P. A.; BRITO, S. F. M.; MORAIS, J. S. Fenologia de genótipos de amendoim dos tipos botânicos Valência e Virgínia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 607-612, 1997.
- 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. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016. 2ª ed. Cap. 18, p. 277-293.
- SARKAR, T.; THANKAPPAN, R.; KUMAR, A.; MISHRA, G. P.; DOBARIA, J. R. Stress Inducible Expression of ATDREB1A Transcription Factor in Transgenic Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Conferred Tolerance to Soil-Moisture Deficit Stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 935, p. 1-15, 2016.
- SBCS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e de calagem: Para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10ª ed. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.
- SCHOSSER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIUAILINO, A. C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1563-1578, 2012.
- SILVA, A. C. N.; CARVALHO, C. M.; OLIVEIRA, A. C. M., FEITOSA, H. O.; SILVA, L. L. Crescimento inicial do amendoim BR 1 irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 37-44, 2015.
- 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, 2017.

- SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO E. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. Fortaleza, CE: INCTSal, p. 181-196, 2016.
- SIZENANDO, C. I. T.; RAMOS, J. P. C.; FERNANDES-JUNIOR, P. I.; LIMA, L. M.; FREIRE, R. M. M.; SANTOS, R. C. Agronomic efficiency of Bradyrhizobium in peanut under different environments in Brazilian Northeast. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 37, p. 3482-3487, 2016.
- SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MESQUITA, J. B. R.; VIANA, T. V. A. Características agronômicas do amendoineiro sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes. **Revista Agro@ambiente**, v. 6, n. 2, p. 124-132, 2012.
- SOUSA, G. G.; LIMA, F. A.; GOMES, K. R.; VIANA, T. V. A.; COSTA, F. R. B.; AZEVEDO, B. M.; MARTINS, L. F. Irrigação com Água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 89-94, 2014.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. 888 p.
- TASSO JÚNIOR, L. C.; MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A. **A cultura do amendoim**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: UNESP, 2004. 220 p.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Org.). **World Agricultural Production**. Washington: The U. S. Department Of Agriculture, 2020. 34 p.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.
- ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MENEZES, D.; MENEZES, S. M. Pulse drip irrigation and fertigation water depths in the water relations of coriander. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.
- ZHU, J. K. Regulation of ion homeostasis under salt stress. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 6, n.5, p.441-445, 2003.

## **CAPÍTULO II**

---

### **PRODUÇÃO DE AMENDOIM IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRAS VIA GOTEJAMENTO PULSADO E CONTÍNUO**

## PRODUÇÃO DE AMENDOIM IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRAS VIA GOTEJAMENTO PULSADO E CONTÍNUO

**RESUMO:** A irrigação por pulsos com águas salobras pode proporcionar maiores rendimentos para a cultura do amendoim em comparação a irrigação contínua com águas salobras, contudo, estudos para as condições do Nordeste sobre tais condições são escassos. Logo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do uso de águas salobras e da irrigação por gotejamento pulsado e contínuo sobre a produção do amendoim. A pesquisa foi realizada no período compreendido entre os meses de setembro e novembro de 2019 na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Sede, Recife-PE, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial de 6 x 2, sendo o primeiro fator composto por seis condutividades elétricas da água de irrigação (0,2; 1,6; 2,8; 4,0; 5,2 e 6,4 dS m<sup>-1</sup>) e o segundo fator por duas formas de aplicação da irrigação (com pulsos e contínua), com quatro repetições. Na aplicação pulsada foram definidos 5 pulsos de irrigação com intervalo de 60 minutos de repouso entre cada aplicação. A colheita foi realizada quando a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica para os tratamentos com maior salinidade que foi aos 63 dias após a semeadura (DAS). As variáveis analisadas foram: massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca de 10 grãos (MF10G), massa fresca das vagens (MFV), massa fresca dos grãos (MFG), massa fresca da produção (MFProd), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das vagens (MSV), massa seca dos grãos (MSG), massa seca de 10 grãos (MS10G), massa seca da produção (MSProd), número de vagens (NumV) e o número de grãos (NumG), percentagem de vagens chochas (PerVc) e percentagem de grãos perfeitos (PerGP). A salinidade influenciou negativamente todas as variáveis estudadas, com exceção do PerVc e da PerGP. As menores percentagens de vagens chochas foram obtidas com a irrigação pulsada. A produção de frutos e de grãos de amendoim foram as variáveis mais afetadas pela salinidade. A irrigação por pulsos reduziu os efeitos negativos das concentrações de sais sobre a produção do amendoim comparado a irrigação aplicada de forma contínua.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea* L. Salinidade. Irrigação por pulsos.



## **PRODUCTION OF IRRIGATED PEANUTS WITH BRACKISH WATER BY PULSED AND CONTINUOUS DRIPPING**

**ABSTRACT:** Pulse irrigation with brackish water can provide higher yields for peanut crops compared to continuous irrigation with brackish water, however, studies for the conditions of the Northeast on such conditions are scarce. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of the use of brackish water and irrigation by pulsed and continuous drip on peanut production. The research was carried out between September and November 2019 in the experimental area of the Agricultural Engineering Department of the Federal Rural University of Pernambuco, Recife-PE, Brazil. The experimental design used was completely randomized blocks, in a 6 x 2 factorial scheme, the first being composed of six electrical conductivities of irrigation water (0.2; 1.6; 2.8; 4.0; 5, 2 and 6.4 dS m<sup>-1</sup>) and the second factor for two ways of irrigation application (pulses and continuous) with four repetitions. In the pulsed application, 5 pulses were defined with an interval of 60 minutes of rest between each application. Harvesting was carried out when the crop reached the point of physiological maturation for treatments with greater salinity, which was 63 days after sowing (DAS). The variables analyzed were: fresh mass of the aerial part (MFPA), fresh mass of 10 grains (MF10G), fresh mass of pods (MFV), fresh mass of grains (MFG), fresh mass of production (MFProd), dry mass of aerial part (MSPA), dry mass of pods (MSV), dry mass of grains (MSG), dry mass of 10 grains (MS10G), dry mass of production (MSProd), number of pods (NumV) and the number of grains (NumG), percentage of hatching pods (PerVc) and percentage of perfect grains (PerGP). Salinity negatively influenced all variables studied, with the exception of PerVc and PerGP. The lowest percentages of hatching pods were obtained with pulsed irrigation. Fruit and peanut grain production were the variables most affected by salinity. Pulse irrigation reduced the negative effects of salt concentrations on peanut production compared to irrigation applied continuously.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L. Salinity. Pulse irrigation.

## 1. INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é a quarta oleaginosa mais cultivada no mundo, ficando atrás apenas da soja, canola e algodão (ARRUDA et al., 2015). Por possuir alto teor de óleo, proteínas, fibras e vitaminas, é uma espécie promissora para múltiplos usos, desde a alimentação humana e a animal até para a produção de biodiesel (ARYA; SALVE; CHAUHAN, 2015).

Apesar do Brasil possuir a quinta maior produtividade do mundo (2,96 ton ha<sup>-1</sup>), com produção na safra 2018/2019 de 434,6 mil toneladas (USDA, 2020), tem sua produção concentrada majoritariamente no estado de São Paulo (406,5 mil toneladas), cerca de 93% da produção brasileira e produtividade de 3,73 ton ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2020).

O Nordeste do Brasil mesmo possuindo demanda de 50 mil toneladas de vagens por ano e ser o segundo maior polo consumidor do país, produziu apenas 2,0 mil toneladas na safra de 2018/2019, com produtividade de 0,892 ton ha<sup>-1</sup>, o que evidencia uma alta demanda pela produção do mercado, sendo portanto, uma cultura com potencial para se tornar fonte de renda para agricultores da região (MELO FILHO; SANTOS, 2010; CONAB, 2020).

Tais números podem ser reflexo da própria forma de cultivo na região, geralmente realizada em sistema de sequeiro, que em regiões como o Nordeste que possuem distribuição irregular de chuvas, põem em risco a produção e, conseqüentemente, o sucesso econômico da atividade (SIZENANDO et al., 2016).

A irrigação surge como uma alternativa para produção não sazonal desta cultura em localidades onde as necessidades hídricas da cultura não são satisfeitas naturalmente durante todo o ano, no entanto apesar de existirem métodos de irrigação que promovam menor perda de água como é o caso da irrigação por gotejamento, em regiões onde se tem naturalmente uma escassez hídrica, a exemplo do Nordeste brasileiro, são necessárias medidas complementares para contornar essa problemática (BORGES; SILVA, 2011).

Um outro agravante é que em regiões semiáridas frequentemente utiliza-se águas subterrâneas para irrigação, que comumente possuem altas concentrações de sais (PAULUS et al., 2012; HOLANDA et al., 2016). Logo, técnicas que promovam a utilização racional da água, e possam amenizar os efeitos deletérios da salinidade devem ganhar destaque afim de alavancar a produção nessas regiões.

Dentre essas técnicas a irrigação por pulsos surge como uma alternativa, afinal, reduz as perdas de água e, conseqüentemente, o volume aplicado, promovendo maior aproveitamento de

água utilizada sem comprometer a produtividade da cultura (NASCIMENTO et al., 2013; ALMEIDA; LIMA; PEREIRA, 2015; ZAMORA et al., 2019).

A irrigação por pulsos consiste em uma técnica onde a lâmina é aplicada de forma fracionada (pulsos), composta por períodos curtos de rega, seguidos por um período sem aplicação e novamente outro período de rega, até que a lâmina requerida seja suprida (ALMEIDA et al., 2018).

Com relação a utilização de águas salobras na irrigação, acredita-se que a irrigação por pulsos possa manter o solo úmido por mais tempo, o que pode atenuar a salinidade na zona rizosférica da cultura, diminuindo os efeitos deletérios da salinidade (BATCHELOR; LOVELL; MURATA, 1996; ASSOULINE et al., 2006). Almeida et al. (2018) relataram que a utilização da irrigação por pulsos com águas salobras proporcionou maior rendimento da cultura do feijão em comparação a irrigação contínua com essas mesmas águas.

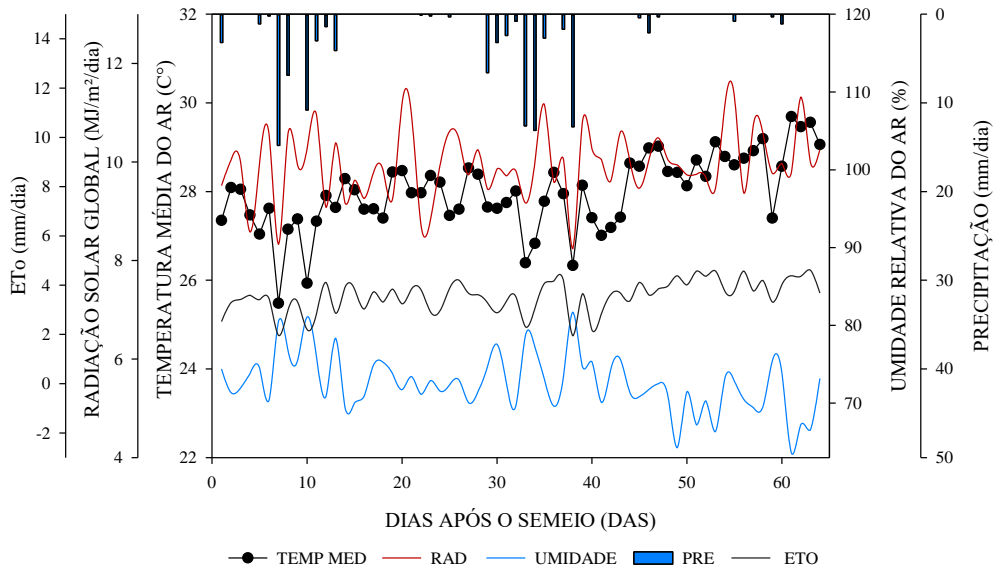
Contudo, sabe-se que a salinidade na cultura do amendoim pode provocar reduções na área foliar, diâmetro do caule, comprimento da planta (GRACIANO et al., 2011; SOUSA et al. 2012; SOUSA et al., 2014) e conseqüentemente, massa seca da parte aérea e produção (CORREIA et al., 2009), provocando perdas substanciais na produção da cultura, podendo tornar o cultivo inviável.

Diante do exposto, enfatiza-se que apesar da irrigação por pulsos se apresentar como uma técnica promissora para utilização em cenários onde se tem escassez de água e/ou utilização de águas salobras para irrigação, pesquisas para as condições do Brasil são ainda incipientes. Logo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do uso de águas salobras e da irrigação por gotejamento pulsado e contínuo sobre a produção do amendoim.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada no período de 12 de setembro a 14 de novembro de 2019 na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Sede, Recife-PE, Brasil, com coordenadas 08° 01' 05'' S e 34° 56' 48'' W, altitude média de 6,5 m. O clima do município é caracterizado como tropical chuvoso, tipo As'' a Ams'' de acordo com a classificação de Köppen, com uma estação chuvosa de abril a julho, temperatura média anual de 27° C e precipitação anual acima de 1700 mm (SILVA et al., 2012), com evapotranspiração média variando de 1.000 mm ano<sup>-1</sup> e 1.600 mm ano<sup>-1</sup> (BARROS,

2011). Durante o período experimental, foram registrados na área experimental a precipitação, a temperatura média, a umidade relativa do ar, a ETo e a radiação global (Figura 1)



**Figura 1.** Registros diários de precipitação, temperatura média, umidade relativa do ar, ETo e radiação global durante o período experimental

A área experimental possui 38 m de comprimento por 10,5 m de largura (Figura 2), onde estão dispostos 60 lisímetros de drenagem com capacidade de 140 L cada, cujo diâmetro externo na borda superior é de 0,50 m e altura externa de 0,70 m, dispostos equidistantes a 1,0 m, nas duas direções, e as caixas assentadas a 0,40 m de altura da superfície.



**Figura 2.** Vista superior da área experimental com distribuição dos lisímetros

Para o preenchimento de cada lisímetro adicionou-se uma camada de brita com granulometria de 25 mm, totalizando um volume de 1,2 m<sup>3</sup> para os 60 lisímetros, com o intuito de facilitar a drenagem por meio da cobertura do dreno. Em seguida, inseriu-se uma manta geotêxtil encobrindo toda a face superior da brita, com a finalidade de reter partículas providas da camada superior, onde está contido o solo, para a camada inferior e o sistema de drenagem.

Para a coleta do drenado instalou-se um adaptador de mangueira de ½” no final do lisímetro conectado ao tubo de polietileno de baixa densidade (PEBD PN 30 DN 16 mm) e a uma garrafa PET de 2 L de volume. Todos os lisímetros foram preenchidos com a mesma massa de solo seco (195 kg) estabelecida por meio da relação de umidade do solo com base em massa (EQUAÇÃO 1):

$$U = \frac{MSU - MSS}{MSS} \quad (1)$$

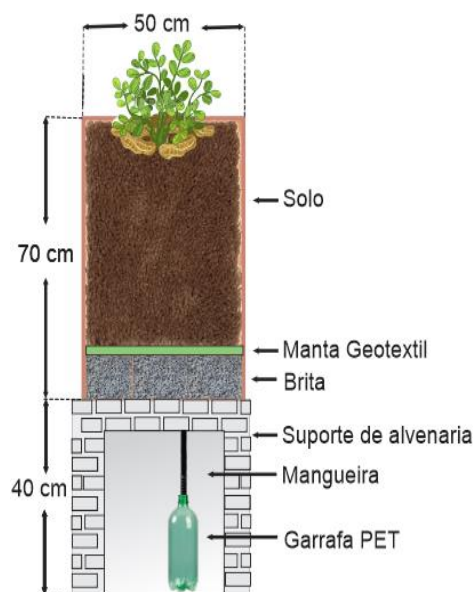
Em que:

U = Umidade a base de massa (g/g);

MSU = Massa Úmida do solo (g);

MSS = Massa Seca do solo (g).

O solo foi distribuído e acomodado a cada 10 cm. Desta forma, cada parcela experimental apresentou a estrutura esquematizada na Figura 3.



**Figura 3.** Esquematização de cada parcela experimental

O solo utilizado no preenchimento dos lisímetros do experimento é classificado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013) como o Espodossolo de textura arenosa, o qual foi coletado no município de Goiana-PE, localizado a 7° 33' 38'' de latitude Sul e 35° 00' 09'' de longitude Oeste, e altitude de 13 m.

Antes da implantação do experimento foram realizadas análises química e física do solo, além da análise química da água de abastecimento utilizada no experimento (Tabela 1). Devido ao pH do solo estar na faixa adequada para a cultura e o solo ter apresentado ausência de alumínio trocável, não houve a necessidade de calagem.

**Tabela 1.** Características físicas e químicas do solo utilizado para o preenchimento dos lisímetros e caracterização química da água de abastecimento utilizada no experimento

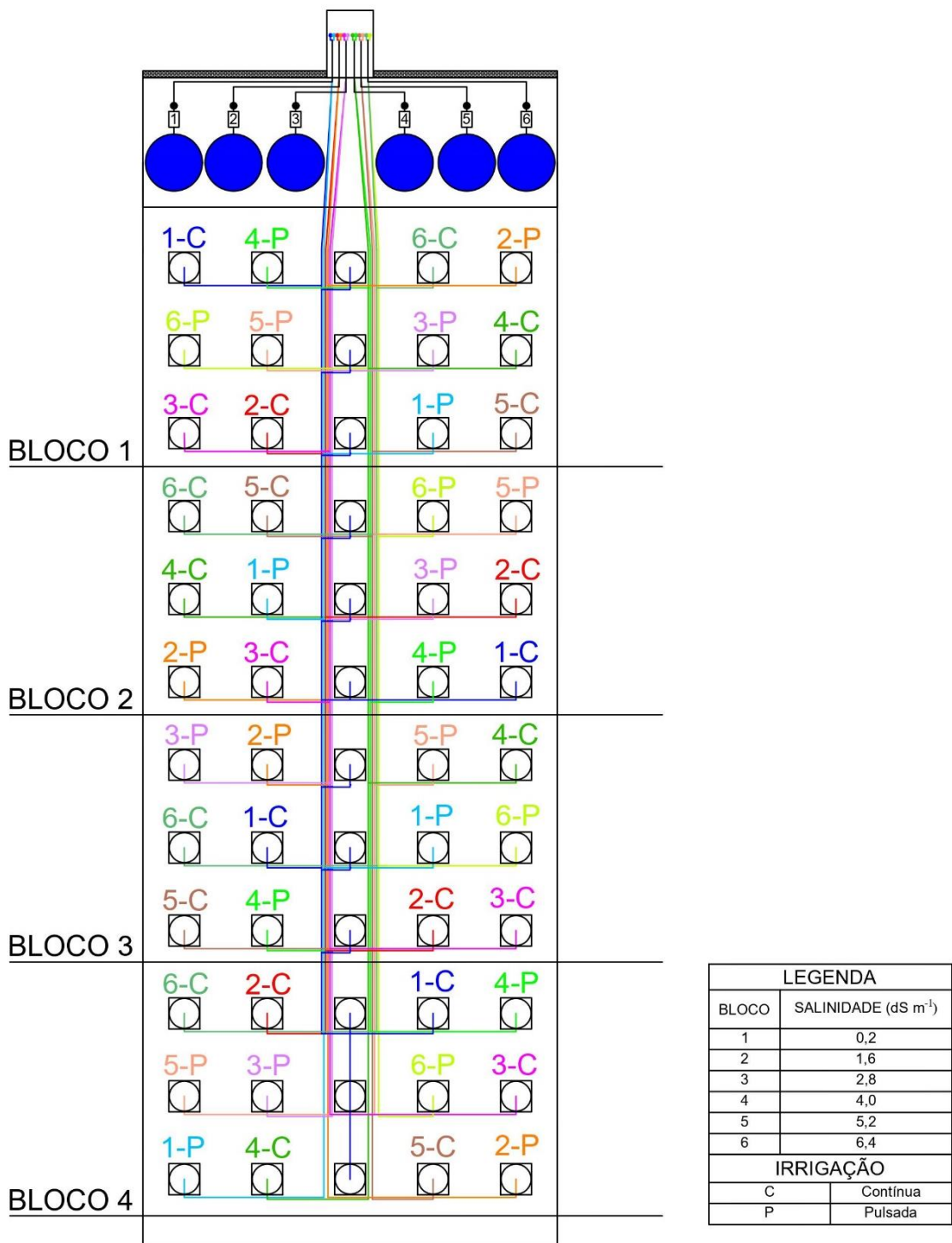
Caracterização química																
pH	P	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	SB	CTC	t	Cu	Fe	Mn	Zn	V	M.O
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----						-----mg dm <sup>-3</sup> -----				%	g kg <sup>-1</sup>			
6,5	5,03	1,75	0,55	0,08	0,07	0,00	0,69	2,45	3,14	2,45	0,1	4,0	4,1	1,3	78,03	5,53
Caracterização física																
Areia	Silte	Argila	Classificação Textural				Ds	Dp	Porosidade total							
-----g kg <sup>-1</sup> -----			-				-----g cm <sup>-3</sup> -----		----- % -----							
952	22	26	Areia				1,50	2,65	43,60							
Caracterização química da água de abastecimento																
pH	CE	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	Amônia	Nitrato	Alcalinidade	Cloretos							
-	dS m <sup>-1</sup>	-----mg L <sup>-1</sup> -----														
6,30	0,2	2,50	0,90	0,60	5,40	0,00	0,02	11,70	15,40							

P: Fósforo; Ca<sup>2+</sup> = Cálcio; Mg<sup>2+</sup> = Magnésio; Na<sup>+</sup> = Sódio; K<sup>+</sup> = Potássio; Al<sup>3+</sup> = Alumínio; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> = Acidez Potencial, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês, Zn = Zinco; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; t = Capacidade de Troca de Cátions Efetiva; V: Saturação por bases; M.O: Matéria Orgânica; Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade da partícula; CE: Condutividade elétrica.

A adubação mineral com N, P, K na fundação foi feita de forma convencional conforme recomendação de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999) com aplicação de 15 kg ha<sup>-1</sup> de N utilizando-se o sulfato de amônio como fonte, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando como fonte o superfosfato simples e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O utilizando-se o cloreto de potássio como fonte do nutriente. Aos 15 dias após a emergência das plantas (DAE) foi realizada a adubação de cobertura com 15 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Vale ressaltar que apesar do amendoim

realizar fixação biológica optou-se por realizar a adubação de nitrogênio afim de se assegurar o suprimento adequado do nutriente para fins de pesquisa. Os micronutrientes foram fornecidos via adubação foliar por meio do fertilizante foliar Amino Agross, aos 20 DAS (dias após semeadura), conforme recomendação indicada pelo produto para a cultura do amendoim.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial de  $6 \times 2$ , sendo o primeiro fator composto por seis condutividades elétricas da água de irrigação (0,2; 1,6; 2,8; 4,0; 5,2 e 6,4  $\text{dS m}^{-1}$ ) e o segundo fator por duas formas de aplicação da irrigação (com pulsos e contínua) com quatro repetições, totalizando 48 parcelas experimentais (Figura 4). Os níveis de condutividades elétricas das águas utilizadas na irrigação foram obtidos por meio da adição de cloreto de sódio (NaCl) à água de abastecimento local da UFRPE ( $\text{CEa} = 0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ). Para o tratamento controle ( $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) foi utilizada apenas a água de abastecimento local sem a adição de sais.



**Figura 4.** Croqui da área experimental com a disposição dos tratamentos nos blocos

As águas salobras correspondentes a cada tratamento foram armazenadas em caixas d'água individuais. Para o monitoramento da condutividade elétrica das respectivas águas utilizou-se um condutímetro portátil.



O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento com emissores autocompensantes, composto por seis conjuntos de reservatório com capacidade de 500 L, filtro de disco e eletrobomba centrífuga de eixo horizontal de 0,5 CV (Figura 5A), que realizou a coleta e impulsionou a solução salobra até o abrigo onde estavam localizadas as válvulas do tipo solenoide, que foram comandadas automaticamente por painel de controle composto por controlador eletrônico do tipo Arduino, módulo de relé com 16 canais, fonte chaveada do tipo colmeia de 10a e Real Time Clock RTC DS3231 (Figura 5B e Figura 5C).



**Figura 5.** (A) Seis conjuntos de reservatório com capacidade de 500 L, filtro de disco e eletrobomba responsáveis pela distribuição das soluções salobras; (B) Controlador de válvulas solenoides composto por arduino com detalhe da distribuição dos conjunto de relés; (C) Painel de controle responsável por comandar a abertura e fechamento das válvulas solenoides; (D) Válvula antivácuo rosca ½”

A distribuição de água no sistema foi realizada por meio de tubos de polietileno de baixa densidade PEBD PN 30 DN 16 mm, onde cada linha central continha 4 ramificações que atenderam cada uma sua respectiva parcela experimental.

Cada tratamento possuía uma válvula antivácuo rosca ½” em uma das suas 4 repetições, distribuídas na aérea experimental através de sorteio (Figura 5D). Os gotejadores autocompensantes com vazão nominal de 2 L h<sup>-1</sup> foram dispostos em par por lisímetro a uma distância de 0,20 m entre si, totalizando uma vazão de 4 L h<sup>-1</sup> em cada lisímetro. A pressão de serviço foi regulada em 10 m.c.a por meio de manômetro de pressão.

A lâmina de irrigação aplicada às plantas a cada dois dias foi determinada para cada tratamento, sendo reposta conforme a necessidade das mesmas. Para tanto determinou-se a umidade do solo nos dias que se realizou a irrigação, em seguida foi estabelecida a lâmina de irrigação a ser aplicada com base no volume de água necessário para manter o solo na capacidade de campo. Os limites de armazenamento de umidade do solo foram obtidos através da câmara de pressão de Richards, e os valores obtidos foram de 0,033 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e 0,022 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para capacidade de campo e ponto de murcha permanente, respectivamente.

A quantificação da lâmina requerida foi realizada por meio da relação entre a quantidade de água a ser aplicada para deixar o solo na capacidade de campo, a densidade do solo e a profundidade do sistema radicular, conforme Equação 2.

$$L_R = \frac{\theta_{CC} - \theta_{ATUAL}}{10} \times D_s \times Z \quad (2)$$

Onde:

$L_R$  = Lâmina Requerida (mm);

$\theta_{CC}$  = Umidade na capacidade de campo (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$\theta_{ATUAL}$  = Umidade atual do solo (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$D_s$  = Densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>);

$Z$  = Profundidade do sistema radicular (cm).

A eficiência do sistema foi estabelecida em 90% e o tempo de aplicação foi definido conforme a necessidade de cada tratamento, sendo que para os tratamentos com pulsos foi fracionado esse tempo em 5 partes iguais (5 pulsos) com intervalo de 1 h entre as aplicações (entre os pulsos). Após a semeadura todas as parcelas foram irrigadas com água de abastecimento local (0,2 dS m<sup>-1</sup>), tendo a aplicação das soluções salobras (início dos

tratamentos) sido realizada a partir dos 12 dias após a emergência (DAE), quando as plantas estavam plenamente estabelecidas.

A cultura avaliada foi o amendoim (*Arachis hypogae* L.), cultivar BR 1. Foram semeadas seis sementes por lisímetro, na profundidade de 5 cm, afim de se garantir a germinação. A semeadura foi realizada de forma linear, ao centro dos lisímetros para que se tivesse uma distribuição uniforme de exposição aos gotejadores (Figura 6). Após a germinação e o pleno estabelecimento das plântulas foi feito o desbaste aos 10 DAE (dias após emergência) mantendo-se uma planta por lisímetro.



**Figura 6.** Semeadura do amendoim BR 1 de forma linear entre os gotejadores

Após o plantio foram realizados o monitoramento fitossanitário e tratos culturais seguindo os procedimentos adotados pelos produtores da região, afim de minimizar os efeitos externos como ação de patógenos e plantas daninhas, com o objetivo de garantir a produção. A colheita foi realizada quando a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica para os tratamentos com maior salinidade, que foi aos 63 dias após a semeadura (DAS).

A quantificação da massa fresca da parte aérea (MFPA) foi obtida pela soma de massa de folhas e caule (Figura 7A), também foram mensuradas a massa fresca de 10 grãos (MF10G), a massa fresca das vagens sem os grãos (MFV) (Figura 7B) e a massa fresca dos grãos (MFG), esses dois últimos dados, MFV e MFG, foram então somados afim de se obter a massa fresca da produção (MFProd).



**Figura 7.** (A) Frutos de amendoim BR 1 e parte aérea da planta composta por folhas, caules e ramos; (B) Pesagem em balança de precisão das vagens de amendoim BR 1

As amostras foram acondicionadas em sacos de papel kraft previamente identificados em seguida levadas para a estufa com ventilação forçada de ar, com temperatura de 65 °C até a obtenção de peso constante. Em seguida, a massa seca dos materiais foram aferidas em balança analítica afim de se obter os valores de massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das vagens (MSV), massa seca dos grãos (MSG) e a massa seca de 10 grãos (MS10G).

Também foram mensurados o número de vagens (NumV) e o número de grãos (NumG), além disto, foi calculada a percentagem de vagens chochas (PerVc) que correspondeu ao número de vagens chochas em cada parcela experimental em relação ao número total de vagens, para cada tratamento. Já a percentagem de grãos perfeitos (PerGP) foi mensurada pela quantidade de grãos perfeitos em relação ao número total de grãos em cada planta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando constatado efeito significativo, à análise de regressão (níveis de salinidade) e à comparação de médias (pulsos) pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados foi baseada em quatro critérios: efeito não significativo do desvio de regressão, significância dos parâmetros da equação de ajuste ( $P < 0,05$ ), maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e explicação biológica de cada variável em função dos tratamentos avaliados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

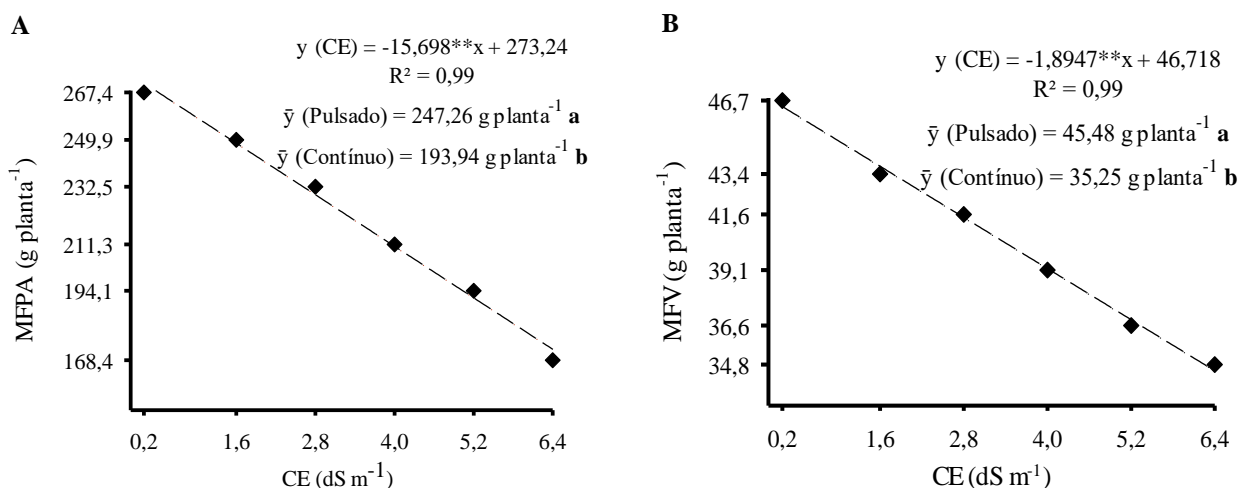
De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 2, verifica-se que houve efeito significativo de forma isolada dos tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) e dos níveis de salinidade para as variáveis massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca das vagens (MFV), massa fresca dos grãos (MFG), massa fresca da produção (MFProd), massa fresca de 10 grãos (MF10G), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das vagens (MSV), massa seca dos grãos (MSG), massa seca da produção (MSProd), massa seca de 10 grãos (MS10G), número de vagens (NumV) e número de grãos (NumG). Para a variável percentagem de vagens chochas (PerVC) houve efeito significativo apenas para o fator tipo de manejo. Para a percentagem de grãos perfeitos (PerGP) não houve efeito significativo dos fatores.

**Tabela 2.** Análise de variância para massa fresca e seca da parte aérea, vagens, grãos, produção (Vagens e grãos), de 10 grãos, e número de grãos, vagens, percentagens de vagens chochas e grãos perfeitos. Recife, 2020

FV	GL	Quadrado Médio				
		Massa Fresca				
		MFPA	MFV	MFG	MFProd	MF10G
Manejo (M)	1	34122**	1257**	405,83**	3091,55**	8,76**
Salinidade (S)	5	10712**	155,23**	378,62**	1017,92**	4,57**
M x S	5	68,15 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	3,63 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Blocos	3	944,71 <sup>ns</sup>	46,01 <sup>ns</sup>	5,18 <sup>ns</sup>	52,72 <sup>ns</sup>	1,81**
Resíduo	33	378,96	19,38	5,75	28,49	0,31
CV	%	8,82	10,91	9,28	8,06	14,50
FV	GL	Massa seca				
		MSPA	MSV	MSG	MSProd	MS10G
Manejo (M)	1	1153,07**	96,31**	176,03**	532,75**	2,62**
Salinidade (S)	5	1094,47**	19,17**	87,25**	187,52**	1,86**
M x S	5	6,09 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Blocos	3	53,68*	1,33 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	4,62 <sup>ns</sup>	0,265 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	13,59	0,56	1,33	1,92	0,13
CV	%	6,34	7,41	9,33	6,17	21,34
FV	GL	Produção				
		NumV	NumG	PerVC	PerGP	
Manejo (M)	1	5940,75**	1250,52**	856,83**	10,64 <sup>ns</sup>	
Salinidade (S)	5	1325**	335,47**	11,151 <sup>ns</sup>	42,04 <sup>ns</sup>	
M x S	5	2,45 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	23,38 <sup>ns</sup>	24,26 <sup>ns</sup>	
Blocos	3	418,28**	271,68**	1225,65 <sup>ns</sup>	57,37 <sup>ns</sup>	
Resíduo	33	19,40	3,43	15,34	40,28	
CV	%	5,89	4,93	29,20	6,58	

<sup>ns</sup>: não significativo; \* \* e \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Por meio da Figura 8 é possível observar o efeito isolado entre os fatores tipos de manejo de irrigação e níveis de salinidades sobre a massa fresca da parte aérea (MFPA) (Figura 8A) e a massa fresca das vagens (MFV) (Figura 8B). A variável MFPA reduziu 15,7 g planta<sup>-1</sup> para cada aumento unitário dos níveis de salinidade, obtendo-se o maior valor estimado de 270,1 g planta<sup>-1</sup> na salinidade correspondente a 0,2 dS m<sup>-1</sup>, e uma redução de 36,02 % quando comparado com a salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup>, que obteve valor estimado de 172,8 g planta<sup>-1</sup>.



**Figura 8.** MFPA (massa fresca da parte aérea) (A) e MFV (massa fresca das vagens) (B) do amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação. Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

A redução dessa variável ocorreu, provavelmente, devido aos efeitos deletérios da salinidade sobre as plantas, o que dificultou a absorção de água e de nutrientes. De acordo com Holanda et al. (2016) e Sá et al. (2020), sob condições de salinidade, a absorção excessiva de íons como cloreto e sódio causa toxidez nas plantas e proporciona alterações fisiológicas, nutricionais e hormonais, afetando a síntese e o acúmulo de fotoassimilados e, conseqüentemente, o crescimento e a produção da massa fresca da planta.

Silva et al. (2015) ao analisarem o crescimento da cultura do amendoim variedade BR 1 irrigado com água salina constataram reduções de altura de planta, de diâmetro do caule e de número de folhas em função do aumento da salinidade da água. Sá et al. (2020) ao analisarem o crescimento de seis genótipos (Tatuí, L7151, Caiapó, IAC8112, IAC881 e Havana) de amendoim em dois níveis de salinidade (0,5 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>), constataram que ocorreu reduções em função da salinidade para todos as variáveis analisadas. Mesmo comportamento foi obtido

por Sousa et al. (2014) para a cultivar BRS 1, Graciano et al. (2011) para BR 1, e Sousa et al. (2012) para a cultivar PI165 317.

Em relação aos tipos de manejo de irrigação, constatou-se que a irrigação por pulsos mitigou os efeitos da salinidade e proporcionou incremento de 27,5% na MSPA em relação a irrigação contínua (Figura 8A). Este incremento pode ser atribuído ao fato de que a irrigação por pulsos mantém o solo úmido por mais tempo e aplica um menor volume de água ao se iniciar a rega, o que ocasiona, conseqüentemente, um menor acúmulo de sais no solo, atrasando os efeitos deletérios da salinidade e permitindo um melhor desenvolvimento das plantas (ALMEIDA et al., 2018).

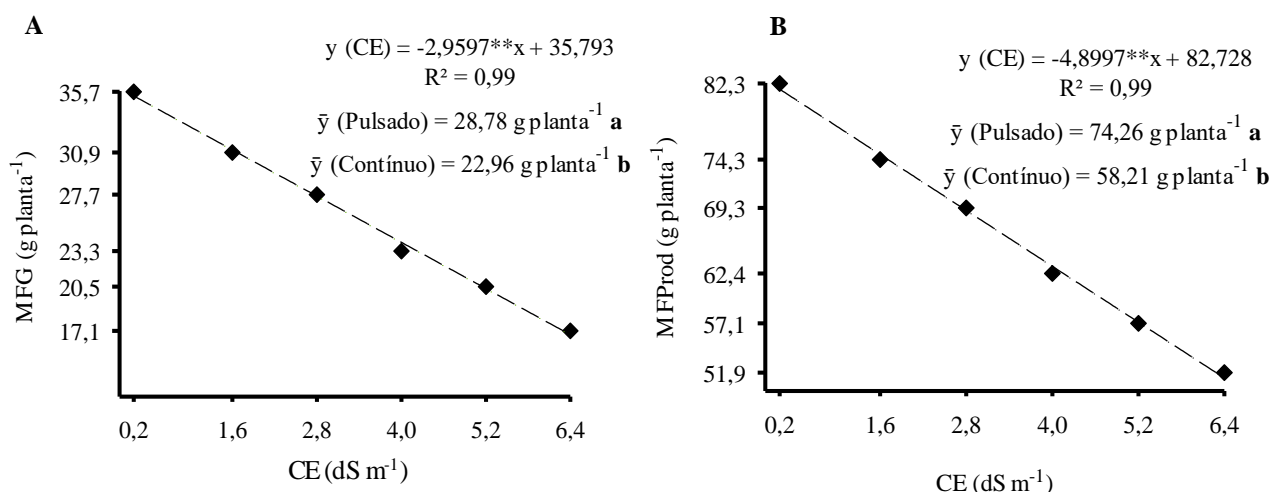
Abuarab, El-mogy e Lotfy (2011) ao estudarem o efeito da irrigação por pulsos na produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L) em solo de textura média na região mediterrânea do Egito, obtiveram maiores valores para altura de planta e número de folhas utilizando irrigação com quatro pulsos em relação ao manejo contínuo, com acréscimos de 55% para altura de planta e 93% para número de folhas no primeiro ano de experimento. Já no segundo ano de experimento os autores obtiveram 41% e 81% de acréscimo para altura de plantas e número de folhas, respectivamente.

Madane et al. (2018) ao estudarem o efeito de diferentes lâminas de irrigação aplicadas por pulsos constataram efeito positivo dos pulsos sobre o crescimento da cultura da cebola (*Allium cepa* L.).

Por meio da Figura 8B é possível observar que a MFV reduziu linearmente em função do aumento dos níveis de salinidade. Houve uma redução de 1,9 g planta<sup>-1</sup> para cada aumento unitário da salinidade, com o maior valor de 46,3 g planta<sup>-1</sup> de MFV estimado na salinidade, correspondente a 0,2 dS m<sup>-1</sup>, e uma redução de 25,3% quando comparado com valor obtido na salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup> (34,6 g planta<sup>-1</sup>).

A análise dos tipos de manejo de irrigação constatou que a irrigação por pulsos proporcionou incremento de 29,0% sobre a variável MFV (Figura 8B) em relação ao tipo de manejo de irrigação contínuo. Melhor desempenho do manejo de irrigação pulsado em relação a irrigação contínua também foi constatado por Abuarab, El-mogy e Lotfy (2011) e Eid, Barkry e Taha (2013) em suas pesquisas.

O efeito dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade de forma isolada sobre as variáveis MFG e MFProd pode ser verificado por meio das Figuras 9A e 9B, respectivamente.



**Figura 9.** MFG (massa fresca dos grãos) (A) e MFProd (massa fresca da produção) (B) do amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação, Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

Para os valores médios da MFG ajustou-se o modelo linear decrescente (Figura 9A), onde para cada aumento unitário da salinidade houve uma redução de  $2,99 \text{ g planta}^{-1}$ . A redução total entre os níveis salinos de  $0,2$  e  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$  para essa variável foi de  $52,1\%$ , evidenciando o comprometimento da formação e do desenvolvimento dos grãos de amendoim com o aumento da salinidade da água de irrigação. Perdas na produção em função do aumento da salinidade foram também constatadas por Correia et al. (2009) na cultura do amendoim BR 1 e por Tagliaferre et al. (2018) ao estudarem os efeitos da salinidade sobre a produção de feijão-caupi.

Quanto ao efeito do tipo de manejo, a irrigação pulsada proporcionou um incremento de  $25,3\%$  sobre a MFG, quando comparado com a irrigação contínua. Segundo Almeida et al. (2018) a melhor performance ocasionada pela irrigação por pulsos pode ser atribuída ao menor volume de sais aplicado no desenvolvimento inicial da planta o que permite melhor desempenho.

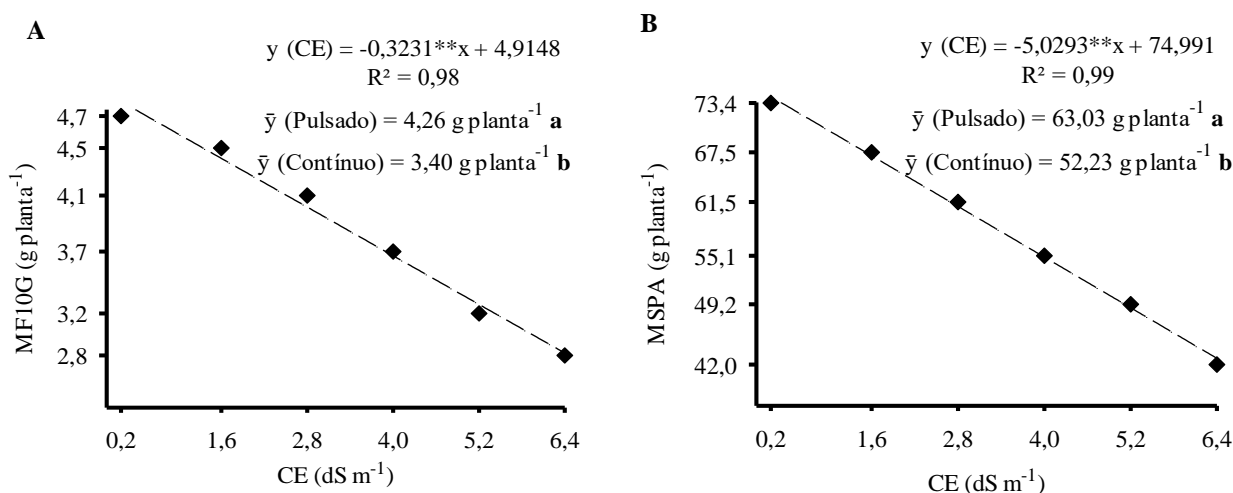
A variável MFProd (Figura 9B) reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, onde para cada aumento unitário dos níveis salinos constatou-se uma redução de  $4,9 \text{ g planta}^{-1}$ , obtendo-se o valor estimado de  $81,7 \text{ g planta}^{-1}$  no menor nível de salinidade estudado ( $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) e uma redução de  $37,1\%$  quando compara-se com a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ . Este comportamento está associado a necessidade da planta de despende maior quantidade de energia para absorção de água e ajustes bioquímicos necessários para sua sobrevivência, gastando parte da energia que poderia ser utilizada para crescimento e produção, tal como enfatizado por Rhoades, Kandiah e Mashali (2000).



Almeida et al. (2018) ao estudarem o efeito da utilização de irrigação por pulsos com águas salobras na cultura do feijão-vagem constataram uma redução de 181,11 e 147,89 g planta<sup>-1</sup> respectivamente para manejo pulsado e contínuo, em função do aumento de salinidade.

O manejo de irrigação por pulsos reduziu os efeitos da salinidade sobre a variável MFProd (Figura 9B). A aplicação pulsada acrescentou em média 16,05 g planta<sup>-1</sup> em relação ao manejo contínuo, um aumento de 27,57% na MFProd. Abuarab, El-mogy e Lotfy (2011) também constataram em sua pesquisa aumento de massa fresca de vagens do feijão (*Phaseolus vulgaris* L) verde para o manejo com pulsos em relação ao contínuo, com ganhos médios de 180% em relação a irrigação contínua para essa variável.

Por meio das Figuras 10A e 10B constata-se o efeito de forma isolada dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade para as variáveis massa fresca de 10 grãos (MF10G) e massa seca da parte aérea (MSPA), respectivamente.



**Figura 10.** MF10G (massa fresca de 10 grãos) (A) e MSPA (massa seca da parte aérea) (B) do amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação, Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

A MF10G reduziu 0,32 g planta<sup>-1</sup> para cada unidade aumentada nos níveis de salinidade (Figura 10A). Foram obtidos 4,9 g planta<sup>-1</sup> na salinidade correspondente a 0,2 dS m<sup>-1</sup>, ao comparar com a salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup> a redução foi de 41,9%, constatando-se os efeitos deletérios do excesso de sais na água de irrigação para a produção de grãos do amendoim. Com relação aos tipos de manejo de irrigação para a variável MF10G (Figura 10A), a irrigação

pulsada proporcionou incremento de 25,3% em relação a irrigação contínua, mitigando os efeitos negativos dos níveis de salinidade sobre essa variável.

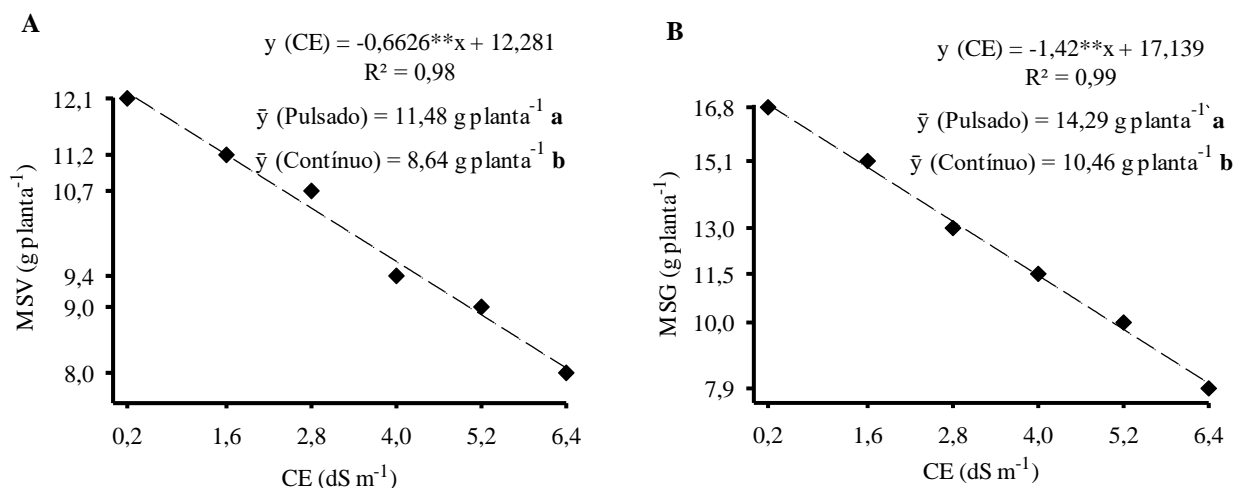
Segundo Correia et al. (2009) esses resultados são consequência da redução de superfície fotossintetizante causada pela menor absorção de água e nutrientes em plantas com cultivo sob irrigação salina, logo, interferindo em aspectos como número e peso dos frutos.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA), houve uma redução de 5 g planta<sup>-1</sup> com o aumento unitário dos níveis de salinidade. O maior valor estimado para essa variável foi de 74 g planta<sup>-1</sup> no menor nível salino estudado (0,2 dS m<sup>-1</sup>), e o menor valor obtido foi de 42,8 g planta<sup>-1</sup> na salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup>, o que representa uma redução de 42,2%. Em relação ao manejo de irrigação, houve incremento de 20,7% da irrigação por pulsos em relação a irrigação contínua.

Correia et al. (2009) ao avaliarem a produção de massa seca da parte aérea do amendoim BR 1 nas salinidades de 0,4; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> constataram decréscimo linear de 6,61 g planta<sup>-1</sup> por incremento unitário de CEa. Sousa et al. (2012) também observaram redução da MSPA em função do aumento da salinidade para a cultura do amendoim.

Em relação ao comportamento da massa seca da planta em função do manejo de irrigação, Eid, Barkry e Taha (2013) constataram, para cultura da soja, efeitos significativos para os tratamentos com 4 e 8 pulsos em relação ao tratamento com aplicação de forma contínua, com ganhos de 8,45% e 7,06%, respectivamente.

O efeito isolado dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade sobre a massa seca das vagens (MSV) e a massa seca dos grãos (MSG) pode ser verificado por meio das Figuras 11A e 11B, respectivamente.



**Figura 11.** MSV (massa seca das vagens) (A) e MSG (massa seca dos grãos) (B) do amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação, Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

A MSV reduziu linearmente com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 11A), onde para cada aumento unitário da salinidade houve uma redução de  $0,66 \text{ g planta}^{-1}$ . O maior valor estimado para essa variável foi de  $12,1 \text{ g planta}^{-1}$  na salinidade correspondente a  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ , e uma redução percentual de 33,5% em relação ao maior nível salino estudado ( $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ ). Analisando os tipos de manejo constatou-se incremento de 32,9% no peso da MSV ao utilizar a irrigação por pulsos.

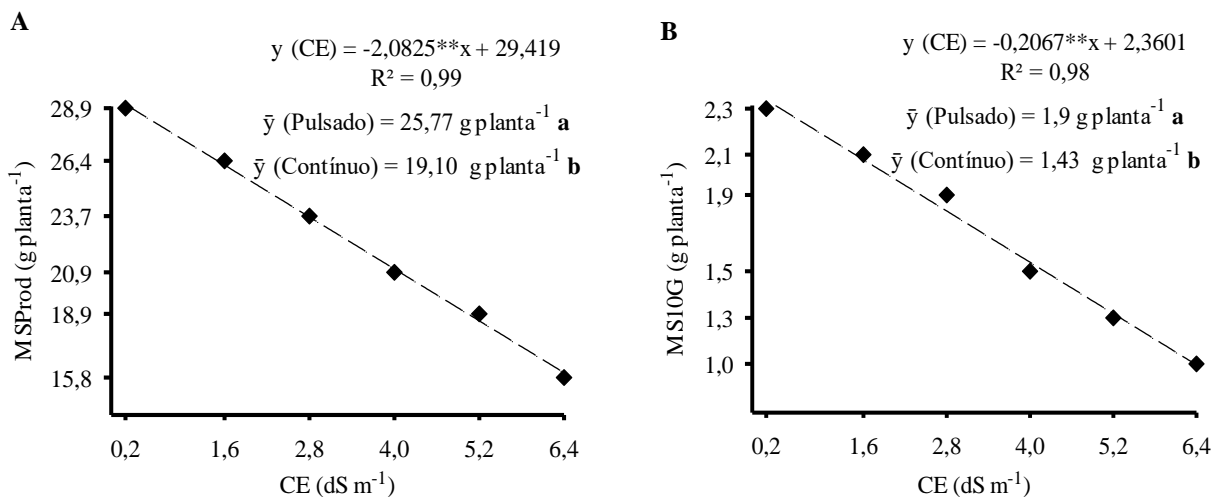
O comportamento da MSV se assemelha àquele obtido pela produção de massa fresca da vagem (MFV), o que evidencia que a massa seca também sofreu alterações provenientes do estresse causado pela salinidade. Vale ressaltar que o peso das vagens influencia diretamente no peso final do fruto e conseqüentemente da produção.

Com relação a massa seca dos grãos (MSG), ajustou-se o modelo linear decrescente (Figura 11B). Houve decréscimo de  $1,42 \text{ g planta}^{-1}$  para cada unidade acrescida nos níveis de salinidade. O maior peso para a MSG foi estimado na salinidade de  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ , correspondente a  $16,9 \text{ g planta}^{-1}$ , e a redução entre o maior e o menor nível de salinidade avaliados foi de 52,4%. Diante desses resultados é possível verificar as perdas severas ocasionadas pelo excesso de sais na água de irrigação e, conseqüentemente, os efeitos negativos ocasionados sobre o peso dos grãos, o qual chegou a ser reduzido pela metade quando submetido a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ .

Já para os tipos de manejo de irrigação, constatou-se incremento de 36,7% no peso da MSG ao utilizar a irrigação por pulsos em relação a utilização da irrigação contínua. O efeito positivo da aplicação da irrigação por pulsos na produção de grãos também foi constatado por

Eid, Barkry e Taha (2013) para a cultura da soja, obtendo acréscimos 22,79% e 18,38% respectivamente para os tratamentos com 4 e 8 pulsos.

O efeito isolado dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade sobre as variáveis massa seca da produção (MSProd) e massa seca de 10 grãos (MS10G) pode ser observado nas Figuras 12A e 12B, respectivamente.



**Figura 12.** MSProd (massa seca da produção) (A) e MS10G (massa seca de 10 grãos) (B) do amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação, Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

A MSProd apresentou redução linear com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 12A), onde para cada valor unitário acrescido nos níveis de salinidade houve uma redução de 2,1 g planta<sup>-1</sup>, obtendo-se o valor de 29 g planta<sup>-1</sup> para esta variável estimado na salinidade de 0,2 dS m<sup>-1</sup> e uma redução de 44,5% quando comparado com o valor estimado na salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup> (16,1 g planta<sup>-1</sup>).

Perdas na produção também foram encontradas por Santos et al. (2012) ao estudarem a cultura do amendoim cultivar BR 1 submetido a irrigação com águas salinas e diferentes frações de lixiviação. Os autores obtiveram efeito decrescente para massa seca dos frutos, com taxas de redução de 0,59 g por incremento unitário de salinidade. Vale ressaltar que a maior perda na produção em relação a salinidade no fruto observada foi nos grãos, com perdas de 52,4% para maior salinidade (6,4 dS m<sup>-1</sup>) em relação ao tratamento controle (0,2 dS m<sup>-1</sup>).

A análise dos tipos de manejo de irrigação sobre a MSProd (Figura 12A), indicou que a irrigação pulsada proporcionou incremento de 34,9% em relação a irrigação contínua, um aumento de 6,67 g no peso médio desta variável. Assim como constatado para as variáveis

anteriores a irrigação por pulsos mitigou os efeitos deletérios da salinidade na água de irrigação indicando a eficiência do uso deste manejo para produção de amendoim sob condições de salinidade da água de irrigação.

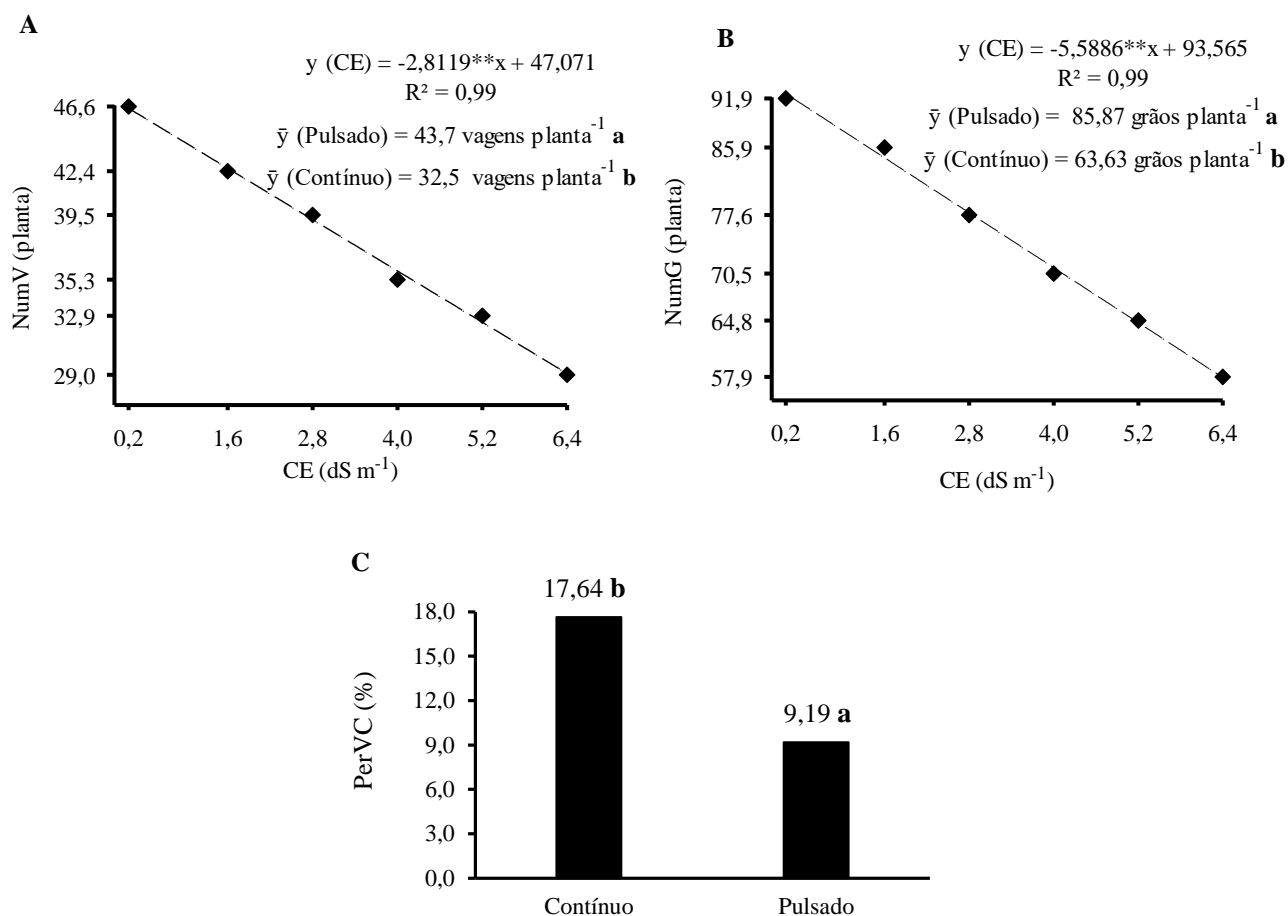
Para a cultura do feijão cultivado em região mediterrânea do Egito submetido a diferentes manejos de irrigação, Abuarab, El-mogy e Lotfy (2011), constataram aumento de 156% e 167% na massa seca da produção entre os tratamentos pulsados e contínuos para primeiro e segundo ano de cultivo.

Para a MS10G (Figura 12B) obteve-se uma redução de  $0,21 \text{ g planta}^{-1}$  com o aumento unitário dos níveis de salinidade, onde no nível salino correspondente a  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$  estimou-se o peso de  $2,3 \text{ g planta}^{-1}$  para esta variável que apresentou uma redução de 54,9% em relação ao valor obtido na salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$  ( $1 \text{ g planta}^{-1}$ ).

Esses percentuais se assemelham aos encontrados para massa de grãos por planta o que comprova perdas de maiores magnitudes na produção da cultura em detrimento do aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Correia et al. (2009) obtiveram mesmo efeito negativo da salinidade no peso de 10 grãos, porém com uma taxa de redução de 78,3% para o maior nível de salinidade.

Quanto ao efeito dos tipos de manejo (Figura 12B), a irrigação pulsada proporcionou um incremento percentual de 32,9% em relação a irrigação contínua para a MS10G seguindo a mesma tendência das demais variáveis de crescimento avaliadas, indicando que a irrigação por pulsos ajudou a mitigar os efeitos da salinidade sobre a cultura do amendoim.

Por meio das Figuras 13A e 13B constata-se o efeito isolado dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade sobre o número de vagens (NumV) (Figura 13A) e o número de grãos (NumG) (Figura 13B) do amendoim. Já a variável Percentagem de vagens chochas (PerVC) sob efeito apenas dos tipos de manejo de irrigação pode ser observada na Figura 13C.



**Figura 13.** NumV (número de vagens) (A), NumG (número de grãos) (B) e PerVC (Porcentagem de Vagens Chochas) (C) do amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação, Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

O NumV reduziu linearmente com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 13A). Para cada aumento unitário da salinidade a redução dessa variável foi de aproximadamente 2,8 vagens planta<sup>-1</sup>. O maior NumV foi constatado no menor nível salino (0,2 dS m<sup>-1</sup>) correspondente a 46,5 vagens planta<sup>-1</sup>, representando uma redução de 37,4% quando comparado ao valor obtido no maior nível de salinidade (6,4 dS m<sup>-1</sup>) que foi de aproximadamente 29,1 vagens planta<sup>-1</sup>. O tipo de manejo de irrigação por pulsos proporcionou incremento de 34,5% em relação a irrigação contínua para esta variável (Figura 13A).

De acordo com EMBRAPA (2009) a cultivar BR 1 produz número médio de 27 vagens por planta, evidenciando que mesmo na maior salinidade (6,4 dS m<sup>-1</sup>) a planta apresentou valores superiores à média, 29,1 vagens planta<sup>-1</sup>, no entanto ao comparar o peso de vagens e grãos, a EMBRAPA indica valores de 148 gramas para o peso de 100 vagens, ou seja,

um peso médio de 1,48 g por vagem, já para grãos a instituição aponta como valores adequados 48 g para peso de 100 grãos, ou seja, 0,48 g por grão. Neste experimento foram obtidos valores médios de 0,26 g vagem<sup>-1</sup> e 0,23 g grão<sup>-1</sup> para a menor salinidade (0,2 dS m<sup>-1</sup>), e para salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup> foram obtidos valores de 0,56 g vagem<sup>-1</sup> e 0,1 g grão<sup>-1</sup>, o que demonstra que apesar de se ter maior número de vagens os grãos apresentaram menor massa. Correia et al. (2009) constataram uma redução de 36,0% do número de vagens na maior salinidade de 6,0 dS m<sup>-1</sup>.

Em relação a variável NumG (Figura 13B), houve redução linear de 5,6 grãos planta<sup>-1</sup> para cada unidade acrescida nos níveis de salinidade. O maior valor estimado para esta variável foi de 92,4 grãos planta<sup>-1</sup> na salinidade correspondente a 0,2 dS m<sup>-1</sup>, com uma redução de 37,4% quando comparado ao valor estimado (57,8 grãos planta<sup>-1</sup>) na salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup>. Em relação ao efeito dos tipos de manejos sobre a variável NumG (Figura 13B), constata-se que a irrigação por pulsos mitigou os efeitos deletérios da salinidade, proporcionando incremento de 34,9% em relação a irrigação contínua.

A maior concentração de sais na zona rizosfera ocasiona desequilíbrio iônico, hídrico e osmótico, afetando negativamente o crescimento, nodulação e qualidade das sementes e, conseqüentemente, redução do rendimento das culturas (HASANUZZAMAN et al., 2016). De fato, a salinidade proporcionou efeitos negativos em todas as variáveis analisadas neste estudo à exceção das variáveis de percentagem de vagens chochas e percentagem de vagens perfeitas, as quais não foram influenciadas pelo efeito da salinidade.

A variável PerVC em função dos tipos de manejos (Figura 13C) demonstrou que a irrigação contínua pode proporcionar maior susceptibilidade das plantas a má formação das vagens, já que proporcionou incremento de 91,9% no PerVC em relação a aplicação de irrigação por pulsos. A EMBRAPA (2009) aponta que para cultivar BR 1 o valor médio para percentagem de vagens chochas é de 12%. Neste estudo foi constatado valor inferior ao indicado pela EMBRAPA para o tratamento pulsado, 9,19%, já para o tratamento contínuo o percentual de vagens chochas foi de 17,64%, superior em 5,64% ao indicado pelo orgão.

O melhor desempenho do manejo pulsado em relação ao manejo contínuo pode ser notado para todas as variáveis deste estudo com exceção de percentual de sementes imperfeitas o que indica que o manejo por pulsos beneficia a produção de amendoim promovendo ganhos substanciais para o cultivo.

#### 4. CONCLUSÕES

A salinidade influenciou negativamente todas as variáveis estudadas, com exceção da percentagem de vagens chochas e da percentagem de sementes imperfeitas.

As menores percentagens de vagens chochas foram obtidas com a irrigação pulsada.

A produção de frutos e de grãos de amendoim foram as variáveis mais afetadas pela salinidade da água de irrigação.

A irrigação por pulsos reduziu os efeitos negativos das concentrações de sais sobre a produção do amendoim comparado a irrigação aplicada de forma contínua.

#### REFERÊNCIAS

- ABUARAB, M. E.; EL-MOGY, M.; LOTFY, A. Response of green bean to pulse subsurface trickle irrigation. **Misr Society of Agricultural Engineering**, v. 28, n. 4, p. 1-17, 2011.
- ALMEIDA, W. F.; LIMA, L. A.; PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on american crisphead lettuce yield. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 6, p. 1009-1018, 2015.
- ALMEIDA, W.; PAZ, V. S.; JESUS, A. P. C.; SILVA, J. S.; GONÇALVES, K. S.; OLIVEIRA, A. S. Yield of green beans subjected to continuous and pulse drip irrigation with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 476-481, 2018.
- ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 146-154, 2015.
- ARYA, S. S.; SALVE, A. R.; CHAUHAN, S. Peanuts as functional food: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 31-41, 2015.
- ASSOULINE, S.; MOLLER, M.; BEM-HUR, M.; GRAVA, A.; NARKIS, K.; SILBER, A. Soil-plant system response to pulsed drip irrigation and salinity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 5, p. 1556-1568, 2006.
- BARROS, A. H. C. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica: Árvore do conhecimento - Território Mata Sul Pernambucana – Clima**. 2011. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h6815n4.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h6815n4.html)>. Acesso em: 10 out. 2019.



- BATCHELOR, C. H.; LOVELL, C. J.; MURATA, M. Simple microirrigation techniques for improving irrigation efficiency on vegetable gardens. **Agricultural Water Management**, v. 32, n. 1, p. 37-48, 1996.
- BORGES, A. L.; SILVA, D. J. Fertilizantes para fertirrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Cap. 7. p. 253-264.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 7. ed. Brasília: CONAB, 2020. 104 p.
- CORREIA, K. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SANTOS, T. S. Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 514-521, 2009.
- EID, A. R.; BAKRY, B. A.; TAHA, M. H. Effect of pulse drip irrigation and mulching systems on yield, quality traits and irrigation water use efficiency of soybean under sandy soil conditions. **Agricultural Sciences**, v. 4, n. 1, p. 249-261, 2013.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Amendoim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2009. 240 p.
- GRACIANO, E. S. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LIMA, D. R. M.; PACHECO, C. M.; SANTOS, R. C. Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR 1 sob condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 794-800, 2011.
- HASANUZZAMAN, M.; NAHAR, K.; RAHMAN, A.; MAHMUD, J. A.; HOSSAIN, M. S.; FUJITA, M. Soybean production and environmental stresses. **Environmental Stresses in Soybean Production**, p. 61-102, 2016.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; SÁ, F. V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap. 4. p. 35-50.
- MADANE, D. A.; MANE, M. S.; KADAM, U. S.; THOKAL, R. T.; PATIL, S. T.; NANDGUDE, S. B.; DHEKALE, J. S. Effect of pulse irrigation (drip) influencing different irrigation levels on growth and yield parameters of white onion (*Allium cepa* L.). **Advanced Agricultural Research & Technology Journal**, v. 2, n. 2, p. 228-234, 2018.

- MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. A cultura do amendoim no Nordeste: situação atual e perspectivas. **Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 7, n. 1, p. 192-208, 2010.
- NASCIMENTO, T.; AZEVEDO, C. A. V.; NETO, J. D.; LIMA, V. L. A.; WANDERLEY, J. A. C. Velocidade da frente de umidade em Neossolo Quartzarênico sob irrigação intermitente por gotejamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 41-48, 2013.
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 280 p.
- 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 (*Arachis hypogea*) genotypes to salt stress in the initial phase. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 1, p.37-43, 2020.
- SANTOS, D. B.; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G.; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Idesia**, v. 30, n. 2, p. 69-74, 2012.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SILVA, A. C. N.; CARVALHO, C. M.; OLIVEIRA, A. C. M., FEITOSA, H. O.; SILVA, L. L. Crescimento inicial do amendoimzeiro BR 1 irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 37-44, 2015.
- SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; MOURA, G. B. A.; LOPES, P. M. O. Avaliação do desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração potencial para região norte de Recife-PE. **Engenharia na Agricultura**, v. 20, n. 2, p. 163-174, 2012.

- SIZENANDO, C. I. T.; RAMOS, J. P. C.; FERNANDES-JUNIOR, P. I.; LIMA, L. M.; FREIRE, R. M. M.; SANTOS, R. C. Agronomic efficiency of Bradyrhizobium in peanut under different environments in Brazilian Northeast. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 37, p. 3482-3487, 2016.
- SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MESQUITA, J. B. R.; VIANA, T. V. A. Características agronômicas do amendoineiro sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes. **Revista Agro@mbiente**, v. 6, n. 2, p. 124-132, 2012.
- SOUSA, G. G.; LIMA, F. A.; GOMES, K. R.; VIANA, T. V. A.; COSTA, F. R. B.; AZEVEDO, B. M.; MARTINS, L. F. Irrigação com Água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 89-94, 2014.
- TAGLIAFERRE, C.; GUIMARÃES, D. U. G.; GONÇALVES, L. J.; AMORIM, C. H. F.; MATSUMOTO, S. N.; D'AREDE, L. O. Produtividade e tolerância do feijão caupi ao estresse salino. **Irriga**, v. 23, n. 1, p. 168-179, 2018.
- TAVARES, M. H. F.; CARDOSO, D. L.; GENTELINI, D. P.; FILHO, A. G.; KONOPATSKI, E. A. Uso do forno de microondas na determinação da umidade em diferentes tipos de solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 529-538, 2008.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Org.). **World Agricultural Production**. Washington: The U. S. Department Of Agriculture, 2020. 34 p.
- ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MENEZES, D.; MENEZES, S. M. de. Pulse drip irrigation and fertigation water depths in the water relations of coriander. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.

### **CAPÍTULO III**

---

## **ACÚMULO DE NUTRIENTES PELO AMENDOIM IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRAS VIA GOTEJAMENTO PULSADO E CONTÍNUO**

## ACÚMULO DE NUTRIENTES PELO AMENDOIM IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRAS VIA GOTEJAMENTO PULSADO E CONTÍNUO

**RESUMO:** A salinidade desencadeia uma série de malefícios na nutrição mineral das plantas, ocasionando problemas no desenvolvimento e, conseqüentemente, perda na produção. Trabalhos relacionados com a nutrição mineral de amendoim cultivado sob condições de salinidade são escassos, principalmente quando se trata da utilização de irrigação pulsada. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do uso de águas salobras e da irrigação por gotejamento pulsado e contínuo sobre o acúmulo de nutrientes na cultura do amendoim. A pesquisa foi realizada no período compreendido entre os meses de setembro e novembro de 2019 na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Sede, Recife-PE, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial de 6 x 2, sendo o primeiro fator composto por seis condutividades elétricas da água de irrigação (0,2; 1,6; 2,8; 4,0; 5,2 e 6,4 dS m<sup>-1</sup>) e o segundo fator por duas formas de aplicação da irrigação (com pulsos e contínua), com quatro repetições. Na aplicação pulsada foram definidos 5 pulsos de irrigação com intervalo de 60 minutos de repouso entre cada aplicação. Aos 63 dias após a semeadura (DAS) coletou-se a parte aérea e os frutos por tratamento que, após secos e moídos foram submetidos a digestão via úmida e, posteriormente quantificados os acúmulos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco, sódio e cloreto. A salinidade da água proporcionou decréscimos nos acúmulos de todos os nutrientes avaliados e aumentos nos acúmulos dos elementos sódio e cloreto. A irrigação por pulsos mitigou os efeitos deletérios da salinidade possibilitando um maior acúmulo de nutrientes pela cultura em relação a irrigação contínua. A ordem decrescente no acúmulo dos nutrientes pela cultura do amendoim irrigado por pulsos foi: K > N > Ca > Mg > P > S > Mn > Fe > Zn > Cu. Já para o manejo contínuo a ordem de acúmulo foi: K > N > Ca > Mg > P > Mn > S > Fe > Zn > Cu.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea* L. Salinidade. Irrigação por pulsos. Nutrição mineral.

## ACCUMULATION OF NUTRIENTS BY PEANUT IRRIGATED WITH BRACKISH WATERS BY PULSED AND CONTINUOUS DRIPPING

**ABSTRACT:** Salinity initiates a series of harmful effects on plant nutrition, causing problems in development and, consequently, loss in production. Studies on peanut nutrition in saline environments are scarce, especially when it comes to the use of pulsed irrigation. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of the use of brackish water and irrigation by pulsed and continuous drip on the accumulation of nutrients in the peanut culture. The research was carried out between September and November 2019 in the experimental area of the Agricultural Engineering Department of the Federal Rural University of Pernambuco, Campus Sede, Recife-PE, Brazil. The experimental design used was completely randomized blocks, in a 6 x 2 factorial scheme, the first being composed of six electrical conductivities of irrigation water (0.2; 1.6; 2.8; 4.0; 5.2 and 6.4 dS m<sup>-1</sup>) and the second factor for two forms of irrigation application (with pulses and continuous), with four repetitions. In the pulsed application, 5 pulses were defined with an interval of 60 minutes of rest between each application. At 63 days after sowing (DAS), the aerial part and fruits were collected by treatment which, after being dried and ground, were subjected to wet digestion and, later, the accumulations of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, iron, manganese, copper, zinc, sodium and chloride were quantified. The salinity of the water provided decreases in the accumulations of all evaluated nutrients and increases in the accumulations of the elements chloride and sodium. Pulse irrigation mitigated the deleterious effects of salinity, allowing a greater accumulation of nutrients by the crop in relation to continuous irrigation. The decreasing order in the accumulation of nutrients by the pulse irrigated peanut culture was: K > N > Ca > Mg > P > S > Mn > Fe > Zn > Cu, and for continuous management the order in the accumulation it was: K > N > Ca > Mg > P > Mn > S > Fe > Zn > Cu.

**Keywords:** *Arachis hypogaea* L. Salinity. Pulse irrigation. Mineral nutrition.

## 1. INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.), quarta oleaginosa mais produzida no mundo, possui alto teor nutricional e aptidão para a produção de óleo e biodiesel, podendo ser utilizada para geração de energia e alimentação humana, principalmente em regiões que apresentam taxas expressivas de população desnutrida (ARYA; SALVE; CHAUHAN, 2015).

Apesar do Nordeste brasileiro apresentar uma demanda de 50 mil toneladas de vagens por ano, na safra de 2018/2019 essa região produziu apenas 2,0 mil toneladas de grãos, o que evidencia a alta demanda e receptividade da cultura neste mercado (MELO FILHO; SANTOS, 2010; CONAB, 2020). Sizenando et al. (2016) apontam como percalços para a produção o cultivo majoritariamente realizado em sistema de sequeiro, o que em regiões semiáridas, onde a distribuição de chuvas ocorre de maneira irregular, limita o período de cultivo e coloca em risco a viabilidade técnica e econômica de produção da cultura. Por outro lado, o uso da irrigação nestas regiões também enfrenta dificuldades, como a pouca disponibilidade de água na superfície o que acarreta na utilização de águas subterrâneas para irrigação as quais na maioria dos casos apresentam alta concentração de sais (PAULUS et al., 2012).

A salinidade desencadeia efeitos maléficos no desenvolvimento da planta, e em relação a nutrição podem ocasionar desequilíbrio nutricional, redução do potencial osmótico, inibição de absorção de alguns nutrientes e toxidez (SCHOSSLER et al., 2012). Coelho et al. (2017) afirmam que as reduções na absorção de nutrientes estão relacionadas a competição exercida por íons, principalmente sódio e cloreto, pelos sítios ativos de absorção nas raízes. No entanto, as relações entre elementos na nutrição de plantas são complexas, e os efeitos que a salinidade exerce sobre uma cultura está diretamente relacionado à resistência desta cultura à salinidade (PARIHAR et al., 2014).

Mesmo diante da importância econômica da cultura do amendoim e da sua alta demanda para a região Nordeste, Correia et al. (2012) apontam que trabalhos que ofereçam uma análise completa sobre a nutrição desta cultura especialmente em situações de cultivos adversos, como é o caso de cultivo em ambientes salinos, são incipientes.

Diante disto, ressalta-se que um fator importante para alavancar a produção da cultura do amendoim em regiões com condições adversas de disponibilidade de água e com problemas relacionados a salinidade da água utilizada na irrigação é a utilização de técnicas que se adaptem a essas condições de adversidades. Assim, a irrigação por gotejamento pulsada surge como uma alternativa para viabilizar a produção, afinal além de proporcionar maior economia de água ao

diminuir a perda por evaporação e, conseqüentemente, redução de gasto de energia, no contexto da salinidade, um menor volume de água aplicado inicialmente promove menor acúmulo de sais e retarda os malefícios provocados pela salinidade e, desta forma permitindo um melhor desenvolvimento das plantas (ALMEIDA et al., 2018).

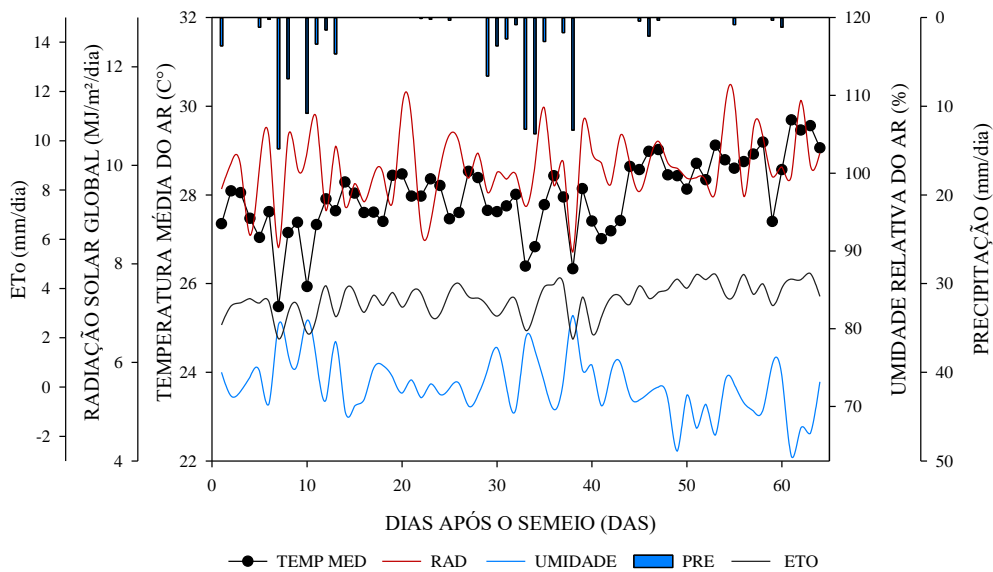
De fato, algumas pesquisas comprovaram que a irrigação por pulsos contribuiu para mitigar o estresse hídrico (ALMEIDA; LIMA; PEREIRA, 2015; MADANE et al., 2018; ZAMORA et al., 2019) e promover maior rendimento das culturas (ABUARAB; EL-MOGY; LOTFY, 2011; EID; BAKRY; TAHA, 2013; ELNESR et al., 2015). No tocante a salinidade e irrigação por pulsos também já foram observados resultados promissores (ASSOULINE et al., 2006; ALMEIDA et al., 2018), no entanto, estudos que correlacionem o uso de irrigação com águas salobras aplicadas por pulsos sobre o acúmulo de nutrientes pela cultura do amendoim são escassos e, a depender do nutriente, inexistentes.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do uso de águas salobras e da irrigação por gotejamento pulsado e contínuo sobre o acúmulo de nutrientes na cultura do amendoim.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada no período de 12 de setembro a 14 de novembro de 2019 na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Sede, Recife-PE, Brasil, com coordenadas 08° 01' 05'' S e 34° 56' 48'' W, altitude média de 6,5 m. O clima do município é caracterizado como tropical chuvoso, tipo As'' a Ams'' de acordo com a classificação de Köppen, com uma estação chuvosa de abril a julho, temperatura média anual de 27° C e precipitação anual acima de 1700 mm (SILVA et al., 2012), com evapotranspiração média variando de 1.000 mm ano<sup>-1</sup> e 1.600 mm ano<sup>-1</sup> (BARROS, 2011). Durante o período experimental foram registrados na área experimental a precipitação, a temperatura média, a umidade relativa do ar, a ETo e a radiação global (Figura 1).





**Figura 2.** Registros diários de precipitação, temperatura média, umidade relativa do ar, ETo e radiação global durante o período experimental

A área experimental possui 38 m de comprimento por 10,5 m de largura (Figura 2), onde estão dispostos 60 lisímetros de drenagem com capacidade de 140 L cada, cujo diâmetro externo na borda superior é de 0,50 m e altura externa de 0,70 m, dispostos equidistantes a 1,0 m, nas duas direções, e as caixas assentadas a 0,40 m de altura da superfície.



**Figura 2.** Vista superior da área experimental com distribuição dos lisímetros

Para o preenchimento de cada lisímetro adicionou-se uma camada de brita com granulometria de 25 mm, totalizando um volume de 1,2 m<sup>3</sup> para os 60 lisímetros, com o intuito

de facilitar a drenagem por meio da cobertura do dreno. Em seguida, inseriu-se uma manta geotêxtil encobrendo toda a face superior da brita, com a finalidade de reter partículas provindas da camada superior, onde está contido o solo, para a camada inferior e o sistema de drenagem.

Para a coleta do drenado instalou-se um adaptador de mangueira de ½” no final do lisímetro conectado ao tubo de polietileno de baixa densidade (PEBD PN 30 DN 16 mm) e a uma garrafa PET de 2 L de volume. Todos os lisímetros foram preenchidos com a mesma massa de solo seco (195 kg) estabelecida por meio da relação de umidade do solo com base em massa (EQUAÇÃO 1):

$$U = \frac{MSU - MSS}{MSS} \quad (1)$$

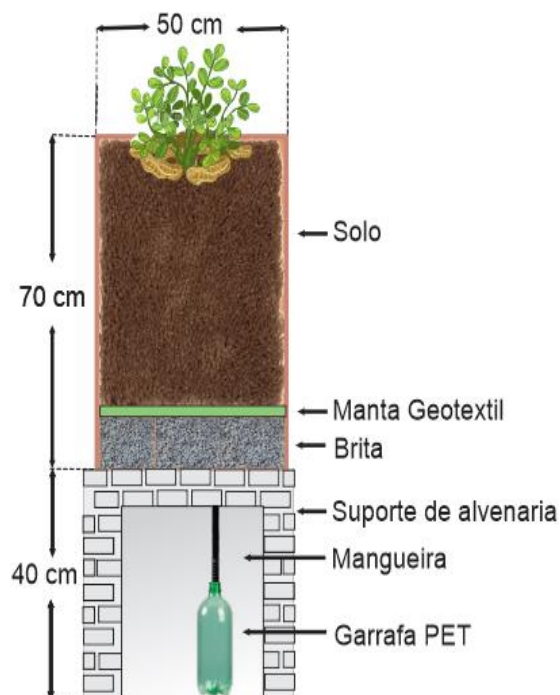
Em que:

U = Umidade a base de massa (g/g);

MSU = Massa Úmida do solo (g);

MSS = Massa Seca do solo (g).

O solo foi distribuído e acomodado a cada 10 cm. Desta forma, cada parcela experimental apresentou a estrutura esquematizada na Figura 3.



**Figura 3.** Esquematização de cada parcela experimental

O solo utilizado no preenchimento dos lisímetros do experimento é classificado pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013) como o Espodossolo de textura arenosa, o qual foi coletado no município de Goiana-PE, localizado a 7° 33' 38'' de latitude Sul e 35° 00' 09'' de longitude Oeste, e altitude de 13 m.

Antes da implantação do experimento foram realizadas análises química e física do solo, e análise química da água de abastecimento utilizada no experimento (Tabela 1). Devido ao pH estar na faixa adequada para a cultura e o mesmo ter apresentado ausência de alumínio trocável, não houve a necessidade de calagem.

**Tabela 1.** Características físicas e químicas do solo utilizado para o preenchimento dos lisímetros e caracterização química da água de abastecimento utilizada no experimento

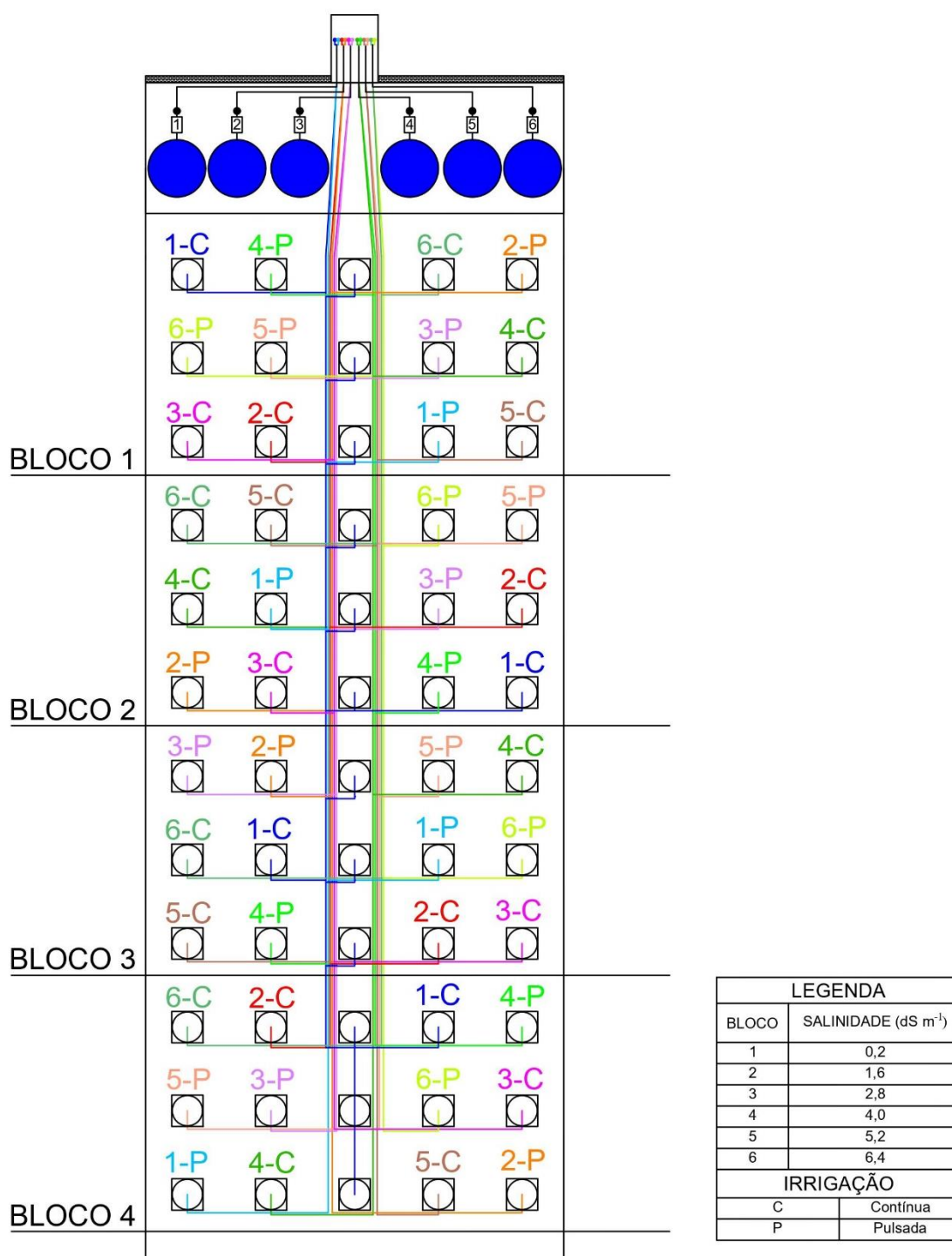
Caracterização química																
pH	P	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	SB	CTC	t	Cu	Fe	Mn	Zn	V	M.O
H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----					-----mg dm <sup>-3</sup> -----					%	g kg <sup>-1</sup>			
6,5	5,03	1,75	0,55	0,08	0,07	0,00	0,69	2,45	3,14	2,45	0,1	4,0	4,1	1,3	78,03	5,53
Caracterização física																
Areia	Silte	Argila	Classificação Textural				Ds	Dp	Porosidade total							
-----g kg <sup>-1</sup> -----			-				-----g cm <sup>-3</sup> -----		----- % -----							
952	22	26	Areia				1,50	2,65	43,60							
Caracterização química da água de abastecimento																
pH	CE	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	Amônia	Nitrato	Alcalinidade	Cloretos							
-	dS m <sup>-1</sup>	-----mg L <sup>-1</sup> -----														
6,30	0,2	2,50	0,90	0,60	5,40	0,00	0,02	11,70	15,40							

P: Fósforo; Ca<sup>2+</sup> = Cálcio; Mg<sup>2+</sup> = Magnésio; Na<sup>+</sup> = Sódio; K<sup>+</sup> = Potássio; Al<sup>3+</sup> = Alumínio; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> = Hidrogênio + Alumínio, Cu = Cobre, Fe = Ferro, Mn = Manganês, Zn = Zinco; SB: Soma de Bases; CTC: Capacidade de Troca de Cátions; t = Capacidade de Troca de Cátions Efetiva; V: Saturação por bases; M.O: Matéria Orgânica; Ds: Densidade do solo; Dp: Densidade da partículas; CE: Condutividade elétrica.

A adubação mineral com N, P, K na fundação foi feita de forma convencional conforme recomendação de Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999) com aplicação de 15 kg ha<sup>-1</sup> de N utilizando-se o sulfato de amônio como fonte, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizando como fonte o superfosfato simples e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O utilizando-se o cloreto de potássio como fonte do nutriente. Aos 15 dias após a emergência das plantas (DAE) foi realizada a adubação de cobertura com 15 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Vale ressaltar que apesar do amendoim

realizar fixação biológica optou-se por realizar a adubação de nitrogênio afim de se assegurar o suprimento adequado do nutriente para fins de pesquisa. Os micronutrientes foram fornecidos via adubação foliar por meio do fertilizante foliar Amino Agross, aos 20 DAS (dias após semeadura), conforme recomendação indicada pelo produto para a cultura do amendoim.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial de 6 x 2, sendo o primeiro fator composto por seis condutividades elétricas da água de irrigação (0,2; 1,6; 2,8; 4,0; 5,2 e 6,4 dS m<sup>-1</sup>) e o segundo fator por duas formas de aplicação da irrigação (com pulsos e contínua), com quatro repetições, totalizando 48 parcelas experimentais (Figura 4). Os níveis de condutividades elétricas das águas utilizadas na irrigação foram obtidos por meio da adição de cloreto de sódio (NaCl) à água de abastecimento local da UFRPE (CEa = 0,2 dS m<sup>-1</sup>). Para o tratamento controle (0,2 dS m<sup>-1</sup>) foi utilizada apenas a água de abastecimento local sem a adição de sais.



**Figura 4.** Croqui da área experimental com a disposição dos tratamentos nos blocos

As águas salobras correspondentes a cada tratamento foram armazenadas em caixas d'água individuais. Para o monitoramento da condutividade elétrica das respectivas águas utilizou-se um condutímetro portátil.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento com emissores autocompensantes, composto por seis conjuntos de reservatório com capacidade de 500 L, filtro de disco e

eletrobomba centrífuga de eixo horizontal de 0,5 CV (Figura 5A), que realizou a coleta e impulsionou a solução salobra até o abrigo onde estavam localizadas as válvulas do tipo solenoide, que foram comandadas automaticamente por painel de controle composto por controlador eletrônico do tipo Arduino, módulo de relé com 16 canais, fonte chaveada do tipo colmeia de 10a e Real Time Clock RTC DS3231 (Figura 5B e Figura 5C).



**Figura 5.** (A) Seis conjuntos de reservatório com capacidade de 500 L, filtro de disco e eletrobomba responsáveis pela distribuição das soluções salobras; (B) Controlador de válvulas solenoides composto por arduino com detalhe da distribuição dos conjunto de relés; (C) Painel de controle responsável por comandar a abertura e fechamento das válvulas solenoides; (D) Válvula antivácuo rosca 1/2”

A distribuição de água no sistema foi realizada por meio de tubos de polietileno de baixa densidade PEBD PN 30 DN 16 mm, onde cada linha central continha 4 ramificações que atenderam cada uma sua respectiva parcela experimental.

Cada tratamento possuía uma válvula antivácuo rosca ½” em uma das suas 4 repetições, distribuídas na aérea experimental através de sorteio (Figura 5D). Os gotejadores autocompensantes com vazão nominal de 2 L h<sup>-1</sup> foram dispostos em par por lisímetro a uma distância de 0,20 m entre si, totalizando uma vazão de 4 L h<sup>-1</sup> em cada lisímetro. A pressão de serviço foi regulada em 10 m.c.a por meio de manômetro de pressão.

A lâmina de irrigação aplicada às plantas a cada dois dias foi determinada para cada tratamento, sendo reposta conforme a necessidade das mesmas. Para tanto determinou-se a umidade do solo nos dias que se realizaria a irrigação, em seguida foi estabelecida a lâmina de irrigação a ser aplicada com base no volume de água necessário para manter o solo na capacidade de campo. Os limites de armazenamento de umidade do solo foram obtidos através da câmara de pressão de Richards, e os valores obtidos foram de 0,033 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e 0,022 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para capacidade de campo e ponto de murcha permanente, respectivamente.

A quantificação da lâmina requerida foi realizada por meio da relação entre a quantidade de água a ser aplicada para deixar o solo na capacidade de campo, a densidade do solo e a profundidade do sistema radicular, conforme Equação 2.

$$L_R = \frac{\theta_{CC} - \theta_{ATUAL}}{10} \times D_s \times Z \quad (2)$$

Onde:

$L_R$  = Lâmina Requerida (mm);

$\theta_{CC}$  = Umidade na capacidade de campo (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$\theta_{ATUAL}$  = Umidade atual do solo (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$D_s$  = Densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>);

$Z$  = Profundidade do sistema radicular (cm).

A eficiência do sistema foi estabelecida em 90% e o tempo de aplicação foi definido conforme a necessidade de cada tratamento, sendo que para os tratamentos com pulsos foi fracionado esse tempo em 5 partes iguais (5 pulsos) com intervalo de 1 h entre as aplicações (entre os pulsos). Após a semeadura todas as parcelas foram irrigadas com água de abastecimento local (0,2 dS m<sup>-1</sup>), tendo a aplicação das soluções salobras (início dos tratamentos) sido realizado a partir dos 12 dias após a emergência (DAE), quando as plantas estavam plenamente estabelecidas.

A cultura avaliada foi o amendoim (*Arachis hypogae* L.), cultivar BR 1. Foram semeadas seis sementes por lisímetro, na profundidade de 5 cm, afim de se garantir a germinação. A semeadura foi realizada de forma linear, ao centro dos lisímetros, para que se tivesse uma distribuição uniforme de exposição aos gotejadores (Figura 6). Após a germinação e o pleno estabelecimento das plântulas foi feito o desbaste aos 10 DAE (dias após emergência) mantendo-se uma planta por lisímetro.



**Figura 6.** Semeadura do amendoim BR 1 de forma linear entre os gotejadores

Após o plantio foram realizados o monitoramento fitossanitário e tratos culturais seguindo os procedimentos adotados pelos produtores da região, afim de minimizar os efeitos externos como ação de patógenos e plantas daninhas, com o objetivo de garantir a produção. A colheita foi realizada quando a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica para os tratamentos com maior salinidade, que foi aos 63 dias após a semeadura (DAS).

Por ocasião da colheita, ao final do ciclo da cultura, foram coletadas e separadas as partes aéreas e os frutos em cada um dos tratamentos avaliados visando-se a determinação do acúmulo dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), e dos elementos sódio (Na) e cloreto (Cl<sup>-</sup>).

Para tal, todo o material vegetal, parte aérea e frutos, foram colocados em estufa a 65° C até a obtenção de peso constante. Após a secagem, os materiais foram processados em moinho tipo Willey (Figura 7), com peneira de 2 mm e armazenados para posterior quantificação das concentrações dos nutrientes acima mencionados e dos elementos Na e Cl.





**Figura 7.** Processamento de material vegetal em moinho tipo Willey

Para a extração de N foi empregada a digestão aberta usando como fonte de calor o bloco digestor e mistura de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e mistura digestora para digerir a matéria seca. Para os nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn e Zn e o elemento Na, a digestão foi realizada em sistema fechado usando forno micro-ondas como fonte de calor e ácido nítrico ( $HNO_3$ ) concentrado para digerir a matéria seca, conforme Silva (2009). Já a digestão do cloreto foi realizada pelo método de extração com água quente (BEZERRA NETO; BARRETO, 2011).

A quantificação de N total foi realizada pelo método de arraste de vapor Kjeldahl; potássio e sódio pelo método de fotometria de chama; fósforo pelo método colorimétrico molibdo-vanadato; enxofre pelo método turbidimétrico do sulfato de bário; cloreto pelo método de Mohr e, cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (BEZERRA NETO; BARRETO, 2011).

O acúmulo de nutrientes e dos elementos Na e Cl foi obtido multiplicando-se o teor dos nutrientes da parte aérea e frutos obtidos pela quantidade de massa de matéria seca acumulada nas partes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando constatado efeito significativo, à análise de regressão (níveis de salinidade) e à comparação de médias (pulsos) pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados foi baseada em quatro critérios: efeito não significativo do desvio de regressão, significância dos parâmetros da equação de ajuste ( $P < 0,05$ ), maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e explicação biológica de cada variável em função dos tratamentos avaliados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se por meio da análise de variância (Tabela 2) que houve efeito significativo da interação entre os tipos de manejo de irrigação (irrigação pulsada e irrigação contínua) e os níveis de salinidade sobre o acúmulo dos macronutrientes fósforo (P), cálcio (Ca) e o íon sódio (Na). Houve influência desses fatores de forma isolada sobre o acúmulo dos macronutrientes: nitrogênio (N), potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S); e dos micronutrientes: ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e cloro (Cl). Já o acúmulo do micronutriente cobre (Cu) foi influenciado apenas pelo fator tipo de manejo de irrigação.

**Tabela 2.** Análise de variância para o acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), de micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn e Cl) e do íon Na na cultura do amendoim BR 1, em função do manejo de irrigação e dos níveis de salinidade, Recife, 2020

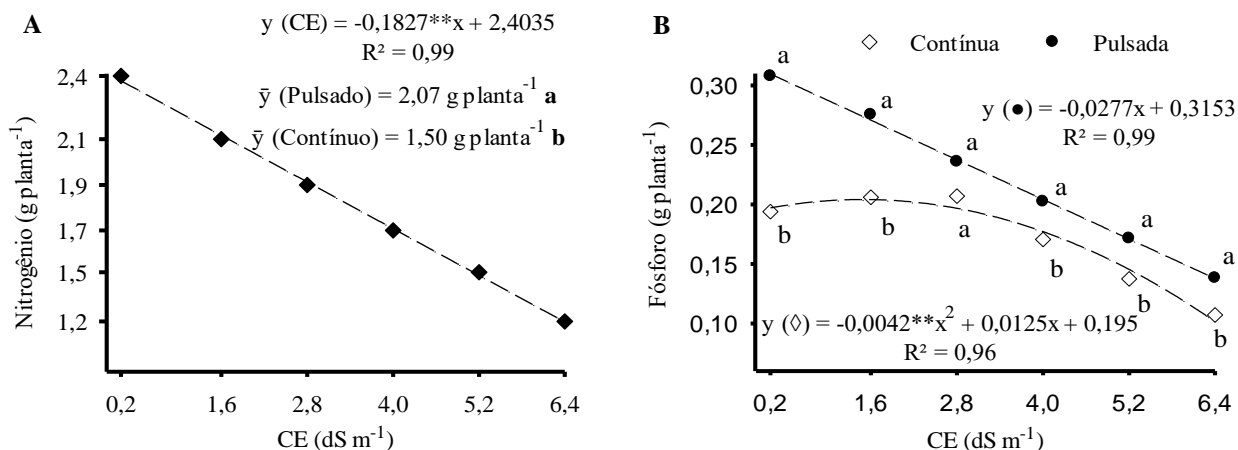
FV	GL	Quadrado Médio					
		Macronutrientes					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Manejo (M)	1	3,888**	0,032**	6,429**	0,032**	0,070**	0,010**
Salinidade (S)	5	1,414**	0,020**	1,079**	0,020**	0,016**	0,004**
M x S	5	0,010 <sup>ns</sup>	0,002**	0,009 <sup>ns</sup>	0,002**	0,000 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>
Blocos	3	0,027 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,310**	19,783*	0,003 <sup>ns</sup>	0,001
Resíduo	33	0,022	0,000	0,060	0,000	0,001	0,000
CV	%	8,26	10,27	12,21	0,75	11,10	10,34

FV	GL	Micronutrientes					Elemento
		Fe	Mn	Cu	Zn	Cl	Na
		Manejo (M)	1	9429**	100105**	6,674**	1596**
Salinidade (S)	5	3279**	56303**	0,679 <sup>ns</sup>	1791**	4,13 x 10 <sup>5**</sup>	3,218**
M x S	5	100,79 <sup>ns</sup>	611 <sup>ns</sup>	0,036 <sup>ns</sup>	57,081 <sup>ns</sup>	2,82 x 10 <sup>4<sup>ns</sup></sup>	0,447**
Blocos	3	633,43 <sup>ns</sup>	7260 <sup>ns</sup>	0,722 <sup>ns</sup>	1117**	5,23 x 10 <sup>5*</sup>	0,166 <sup>ns</sup>
Resíduo	33	731,33	5676	0,371	273,790	21899	0,098
CV	%	23,51	22,33	24,93	19,29	14,55	20,76

<sup>ns</sup>: não significativo; \*\* e \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O efeito isolado dos fatores tipos de manejo de irrigação e níveis de salinidade da água de irrigação sobre o acúmulo de nitrogênio, e a interação entre esses fatores sobre o acúmulo de fósforo pode ser verificado por meio das Figuras 8A e 8B, respectivamente.



**Figura 8.** Acúmulo de nitrogênio (A) sob efeito isolado dos fatores níveis de salinidade e tipos de manejo de irrigação; e desdobramento da interação entre esses fatores sobre o acúmulo de fósforo (B) na planta de amendoim BR 1, Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

Constatou-se que o acúmulo de nitrogênio sob efeito dos níveis crescentes de salinidade (Figura 8A), reduziu  $0,18 \text{ g planta}^{-1}$  a cada aumento unitário da condutividade elétrica (CE) na água de irrigação. O acúmulo máximo desse nutriente foi de  $2,37 \text{ g planta}^{-1}$  na salinidade de  $0,2 \text{ dSm}^{-1}$ , com relação a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$  obteve-se uma redução de 47,9% ( $1,23 \text{ g planta}^{-1}$ ) demonstrando a sensibilidade da absorção desse nutriente devido a salinidade.

Nandi et al. (2020) ao avaliarem o efeito da adubação com zinco e boro na cultura do amendoim variedade Tag 24, obtiveram para o tratamento controle, apenas com adubação convencional, acúmulo de  $0,81 \text{ g planta}^{-1}$  de nitrogênio, valor inferior ao obtido nesta pesquisa para a menor salinidade ( $0,2 \text{ dSm}^{-1}$ ) porém, superior ao obtido na maior salinidade.

Já Correia et al. (2012) avaliando a nutrição do amendoim com soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes, obtiveram para a condição de solução completa um acúmulo de  $0,28 \text{ g planta}^{-1}$  de nitrogênio. Crusciol e Soratto (2007) cultivando amendoim em sistema de plantio direto sobre palhada de milho, averiguaram que para o tratamento sem manejo mecânico o acúmulo de nitrogênio foi de  $0,45 \text{ g planta}^{-1}$ .

De forma geral, a salinidade ocasiona a redução na absorção de nutrientes pelas plantas, causando distúrbios nutricionais (ASHRAF et al., 2017). A deficiência de nitrogênio é agravante já que este nutriente é componente vital para muitos compostos da planta, como

aminoácidos, amidas, proteínas e compostos envolvidos no processo de tolerância a salinidade, sendo, portanto, um dos nutrientes que mais influencia o crescimento da planta e, conseqüentemente, seu desenvolvimento e produção (RAIS et al., 2013; ARGHAVANI et al., 2017; ASHRAF et al., 2018).

Abdelgadir, Oka e Fujiyama (2005) atribuem a redução do acúmulo de nitrogênio em ambiente salino ao aumento da concentração do cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) que é um ânion dominante e compete diretamente com a absorção de  $\text{NO}_3^-$ , fato este que foi constatado neste trabalho, uma vez que a medida que se aumentou os níveis de salinidade da água houve incremento no acúmulo de cloreto pelas plantas (Figura 13A). Dluzniewska et al. (2007) também apontam os efeitos antagônicos do  $\text{Na}^+$  sobre a captação de  $\text{NH}_4^+$  em condições salinas, o que também foi constatado no presente trabalho onde o aumento dos níveis de salinidade da água elevou linearmente o acúmulo de  $\text{Na}^+$  pelas plantas (Figura 13B).

Em relação ao efeito do tipo de manejo (Figura 8A), a irrigação pulsada proporcionou incremento de 38% sobre o acúmulo de nitrogênio. O maior acúmulo reflete diretamente no crescimento e desenvolvimento das culturas, proporcionando maiores ganhos de produção (EID; BARKRY; TAHA, 2013; MADANE et al., 2018; ZAMORA et al., 2019).

Bakeer et al. (2009) avaliando o efeito da irrigação na produção e eficiência do uso da água na cultura da batata em solos arenosos observaram que a utilização de pulsos promoveu o movimento da água no sentido horizontal, tornando o bulbo úmido mais largo em relação a aplicação contínua e, conseqüentemente, um maior volume de solo úmido na região da rizosfera, o que pode ter favorecido para uma maior absorção de água em relação ao manejo contínuo.

Almeida et al. (2018) atribuem o melhor desempenho da irrigação por pulsos em relação a contínua ao menor volume de água salobra e, conseqüentemente, de sais aplicados inicialmente nas plantas, o que promove um atraso nos efeitos deletérios da salinidade e permite melhor desempenho das plantas. Por outro lado, Assouline et al. (2006) afirmam que apesar da irrigação por pulsos apresentar várias vantagens para produção agrícola, também promove um maior acúmulo de sais na zona radicular da planta, o que em culturas moderadamente sensíveis a salinidade, como é o caso do amendoim, pode provocar perdas no rendimento.

De acordo com a análise de desdobramento houve diferença significativa dos níveis de salinidade dentro dos tipos de manejo de irrigação (pulsada e contínua) sobre o acúmulo de fósforo (Figura 8B). Para a irrigação pulsada, o acúmulo de fósforo reduziu linearmente o equivalente a  $0,028 \text{ g planta}^{-1}$  para cada aumento unitário dos níveis de salinidade, com o maior

valor acumulado de fósforo estimado em  $0,31 \text{ g planta}^{-1}$  na salinidade de  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ , e uma redução de 55,5% em relação ao maior nível salino ( $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ ).

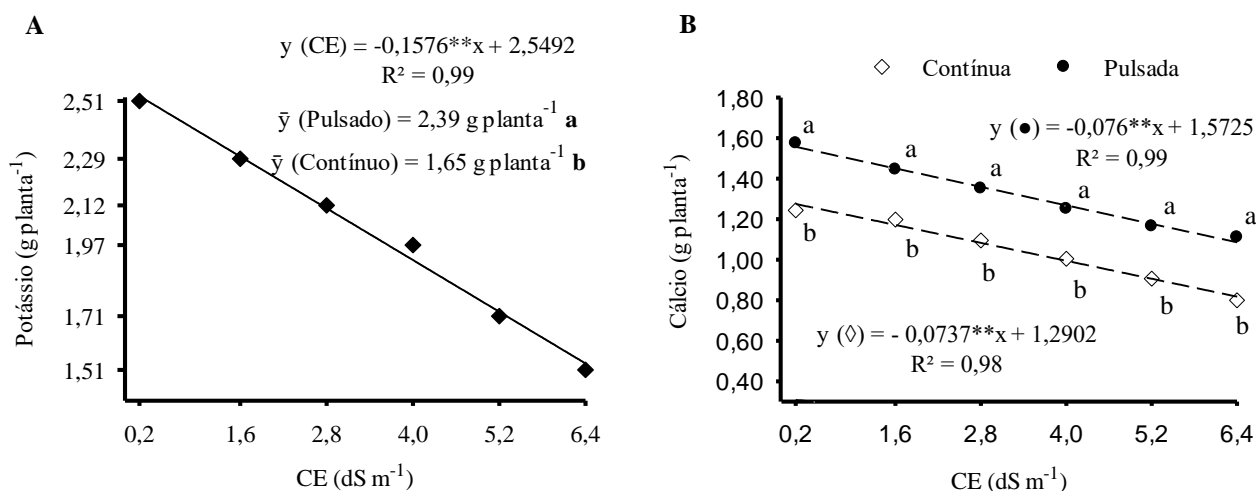
Em regra, culturas moderadamente sensíveis apresentam redução no acúmulo de fósforo com o aumento da salinidade, sendo o fato atribuído a precipitação ou antagonismo com outros ânions como o  $\text{Cl}^-$  (GRATTAN; GRIEVE, 1992; SOARES et al., 2016). No entanto, alguns autores afirmam que condições salinas podem, em determinadas situações, ocasionar acréscimo na concentração de fósforo devido ao aumento da sua necessidade (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012; NISTE et al., 2014).

De fato, ao analisar a concentração de fósforo em relação ao tipo de manejo de irrigação contínua, as médias de acúmulo de fósforo (Figura 8B) ajustaram-se ao modelo quadrático, em que o maior valor estimado para essa variável foi de  $0,20 \text{ g planta}^{-1}$  no nível salino correspondente,  $1,49 \text{ dS m}^{-1}$ , obtendo-se uma redução de 48,5% em relação a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ .

Já em relação ao desdobramento para os tipos de manejo de irrigação dentro dos níveis de salinidade (Figura 8B) pode-se constatar que houve incrementos percentuais para a irrigação pulsada de 35,5; 25,9; 10; 11,8 e 28,6% nas salinidades de 0,2; 1,6; 4,0; 5,2 e  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$  respectivamente, em relação a irrigação contínua.

Para acúmulo de fósforo na cultura do amendoim, Nandi et al. (2020), Crusciol e Soratto (2007) e Correia et al. (2012) obtiveram em suas pesquisas valores de 0,09, 0,04 e  $0,07 \text{ g planta}^{-1}$ , respectivamente, para este nutriente, já neste experimento para a maior salinidade ( $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ ) em ambos os manejos de irrigação, contínuo e pulsado, constatou-se valores inferiores aos obtidos pelos autores, o que pode indicar que a salinidade proporcionou redução na absorção deste nutriente.

O efeito isolado dos tipos de manejo de irrigação, dos níveis de salinidade e a interação entre eles sobre o acúmulo de potássio e cálcio na cultura do amendoim, pode ser observado nas Figuras 9A e 9B, respectivamente.



**Figura 9.** Acúmulo de potássio (A) sob efeito isolado dos fatores tipos de manejo de irrigação e níveis de salinidade, e interação entre esses fatores no acúmulo de cálcio (B) na planta de amendoim BR 1. Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

O aumento dos níveis de salinidade reduziu linearmente o acúmulo de potássio (Figura 9A). Para cada unidade acrescida na CE da água de irrigação houve uma redução de  $0,16 \text{ g planta}^{-1}$ , com o maior valor estimado de  $2,52 \text{ g planta}^{-1}$  na salinidade de  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ , proporcionando uma redução de 38,9% quando se compara ao valor estimado para a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$  ( $1,54 \text{ g planta}^{-1}$ ).

A redução do acúmulo de potássio no amendoim com o aumento da salinidade está relacionada as relações antagônicas entre  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , afinal em meios salinos com o aumento da salinidade a concentração de íons de sódio (Na) também aumenta (TUTEJA et al., 2012). Chen et al. (2010) e Ashraf et al. (2015) também observaram uma redução na concentração de potássio em função do aumento da salinidade.

Por outro lado, mesmo na maior salinidade ( $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ ) e, conseqüentemente, menor acúmulo de potássio ( $1,54 \text{ g planta}^{-1}$ ), os dados obtidos na presente pesquisa foram superiores aos encontrados por Nandi et al. (2020), Crusciol e Soratto (2007) e Correia et al. (2012) que foram de 0,44; 0,17 e  $0,42 \text{ g planta}^{-1}$ , respectivamente.

Em relação ao efeito dos tipos de manejo sobre o acúmulo de potássio (Figura 9A), constata-se que a irrigação por pulsos mitigou os efeitos da salinidade, proporcionando maior acúmulo desse nutriente em uma relação de 44,8% a mais quando compara-se a irrigação contínuo. Ashrar et al. (2017) afirmam que o acréscimo da concentração de  $\text{K}^+$  aumenta a relação  $\text{K}^+ : \text{Na}^+$  e também o acúmulo de  $\text{Ca}^+$ , fatores que desempenham papel importante na

resistência das plantas à salinidade. Deste modo, ao analisarmos o acúmulo de cálcio na planta verifica-se que há um maior acúmulo para as plantas submetidas ao regime pulsado (Figura 9B).

Com relação a salinidade, observa-se que o acúmulo de cálcio reduziu linearmente com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 9B) em ambos os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo). Para a irrigação pulsada a redução foi de 0,08 g planta<sup>-1</sup> para cada aumento unitário da salinidade, com maior valor estimado de 1,56 g planta<sup>-1</sup> na menor salinidade estudada (0,2 dS m<sup>-1</sup>) e uma redução percentual de 30,4% em relação ao maior nível salino (6,4 dS m<sup>-1</sup>). Com a aplicação da irrigação de forma contínua obteve-se uma redução de 0,07 g planta<sup>-1</sup> por cada aumento unitário da CE no acúmulo de cálcio, e o máximo acúmulo estimado foi de 1,28 g planta<sup>-1</sup> também no menor nível de salinidade, redução de 36,05% em relação a salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup>. Crusciol e Soratto (2007) observaram para o cálcio acúmulo de 0,15 g planta<sup>-1</sup>, próximo ao valor obtido por Correia et al. (2012), que foi de 0,16 g de cálcio por planta<sup>-1</sup>.

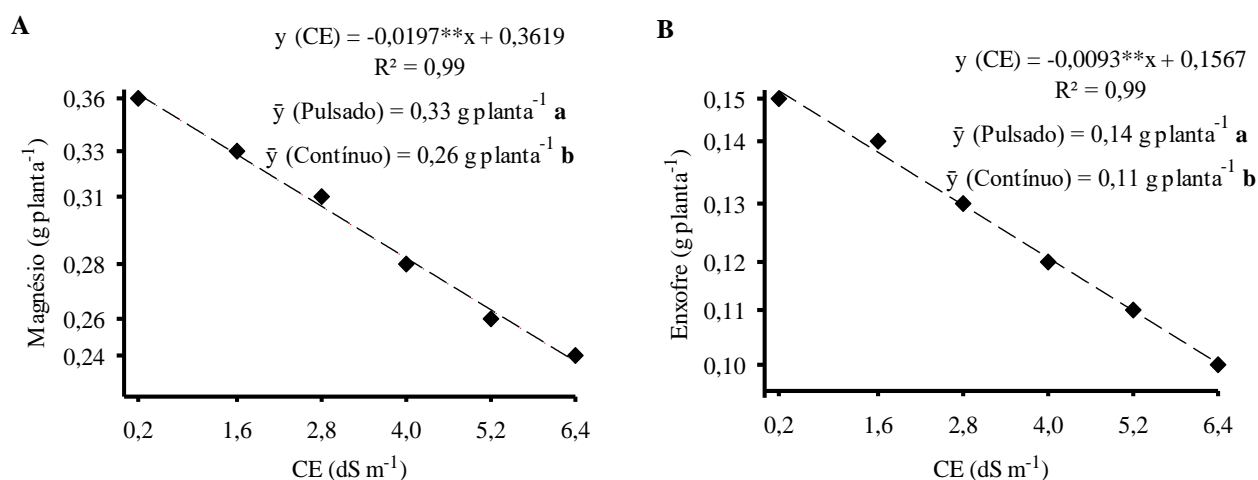
Coelho et al. (2017) ao estudarem o acúmulo de nutrientes em genótipos de sorgo forrageiro sob salinidade, também constataram uma redução no acúmulo de cálcio em função do aumento de salinidade, com perdas de 0,24 g planta<sup>-1</sup> por incremento unitário de salinidade. Bosco et al. (2009) ao estudarem o efeito da salinidade na composição mineral da berinjela constataram que a salinidade reduziu os teores de cálcio, sendo que a parte área foi a que sofreu maiores reduções no acúmulo desse macronutriente. Esse mesmo comportamento foi observado por Garcia et al. (2007) e Neves et al. (2009).

Tal desempenho pode ser atribuído ao fato de que, em ambientes salinos, o sódio ao competir pelos sítios de absorção nas raízes causa a menor absorção de cálcio (COELHO et al., 2017).

Analisando os tipos de manejo de irrigação em função dos níveis de salinidade sobre o acúmulo de cálcio (Figura 9B), constatou-se incrementos respectivos de 21,9; 23,9; 25,9; 27,0; 31,1 e 30,5% nos níveis salinos de 0,2; 1,6; 2,8; 4,0; 5,2 e 6,4 dS m<sup>-1</sup> para a irrigação pulsada em relação a irrigação contínua. Demonstrando que para todas as salinidades deste estudo a utilização de irrigação por pulsos promoveu ganhos substanciais para o acúmulo de cálcio. O cálcio é um nutriente que está diretamente envolvido na constituição das membranas, na manutenção do ajuste osmótico e do turgor celular, sendo considerado um dos nutrientes mais versáteis e importantes na resposta da planta à salinidade (OSAKABE et al., 2014; SEIFIKALHOR et al., 2019).

No amendoim o melhor suprimento de cálcio reflete diretamente na produção, pois o nutriente atua na formação e enchimento das vagens, no aprofundamento das raízes e na resistência dos ginóforos, além disso atua na diminuição da incidência de doenças (EMBRAPA, 2009; EMBRAPA, 2014; SILVA et al., 2017).

O acúmulo de magnésio e de enxofre em função dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade podem ser verificados por meio das Figuras 10A e 10B, respectivamente.



**Figura 10.** Acúmulo de magnésio (A) e de enxofre (B) na planta de amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação. Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

O acúmulo de magnésio pela cultura do amendoim reduziu 0,02 g planta<sup>-1</sup> para cada unidade acrescida nos níveis de salinidade (Figura 10A). O máximo acúmulo estimado foi de 0,36 g planta<sup>-1</sup> na salinidade de 0,2 dS m<sup>-1</sup>, e constatou-se uma redução de 33,3% em relação ao valor estimado para a salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup> (0,24 g planta<sup>-1</sup>). Quanto aos tipos de manejo, a irrigação pulsada proporcionou incremento de 26,9% no acúmulo de magnésio em relação a irrigação contínua.

Redução na concentração de magnésio com o aumento da salinidade foram observadas por Bosco et al. (2009) para berinjela sobre estresse salino. Garcia et al. (2007) também constataram efeito negativo da salinidade na concentração de magnésio em seu estudo sobre milho submetido a estresse salino.

Apesar do magnésio está presente na molécula de clorofila, está envolvido nas atividades enzimáticas do metabolismo energético como um cofator e fazer parte da constituição dos ribossomos, trabalhos científicos relacionados aos efeitos da salinidade sobre este nutriente são



ainda incipientes para diversas culturas de um modo geral e, especialmente, para a cultura do amendoim (GARCIA et al., 2007; TAIZ et al., 2017). Gascho e Davis (1994) atribuem tal fato a pouca resposta que é obtida sobre a aplicação deste nutriente em relação a cultura devido ao grande crescimento do sistema radicular das plantas de amendoim, o que permite uma maior exploração do volume de solo.

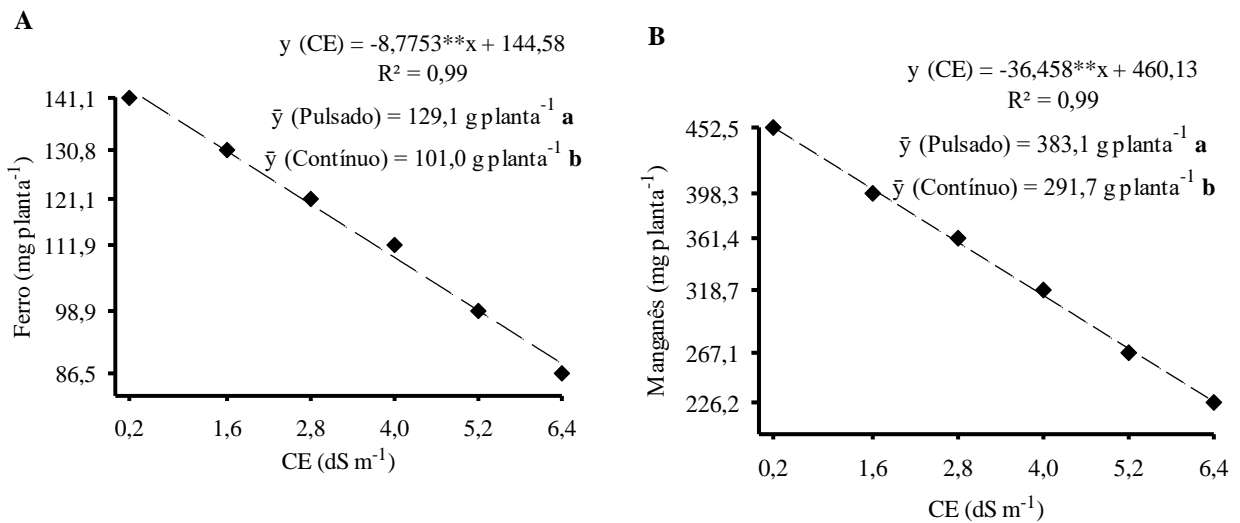
Os níveis crescentes de salinidade reduziram linearmente o acúmulo de enxofre na cultura do amendoim (Figura 10B). Na salinidade correspondente a  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$  obteve-se o maior valor estimado para esse nutriente, equivalente a  $0,15 \text{ g planta}^{-1}$ , e em relação a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$  houve uma redução percentual de 35,2% no acúmulo de enxofre.

Assim como constatado anteriormente, a irrigação pulsada mitigou os efeitos da salinidade da água de irrigação e promoveu incremento de 27,3% no acúmulo de enxofre (Figura 10B) quando relacionado com a irrigação contínua.

O enxofre foi o macronutriente menos absorvido pela cultura. No entanto, é um componente necessário para a tolerância abiótica ao estresse das plantas, sendo parte integrante de compostos metabólicos, aminoácidos, proteínas e lipídios (NOCITO et al., 2007; KHAN et al., 2014). O comportamento do acúmulo de S é sinérgico ao de K e P na absorção de nutrientes, conforme apontado por Singh, Basu e Singh (2003).

Mesmo constatada redução considerável na concentração de Mg e S com o aumento da salinidade, os valores obtidos para a cultivar BR 1 foram superiores aos obtidos por Correia et al. (2012) para cv. Runner IAC 886,  $0,09 \text{ g de Mg planta}^{-1}$  e  $0,02 \text{ g de S planta}^{-1}$ , independentemente do tratamento utilizado nesta pesquisa. Já Crusciol e Soratto (2007) com a cultivar Mombaça obtiveram acúmulos de  $0,05 \text{ g de Mg planta}^{-1}$ ,  $0,13 \text{ g de S planta}^{-1}$ .

Por meio das Figuras 11A e 11B pode-se constatar o efeito isolado dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade sobre o acúmulo de ferro e manganês, respectivamente, na cultura do amendoim.



**Figura 11.** Acúmulo de ferro (A) e de manganês (B) na planta de amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação. Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

O acúmulo de ferro pela cultura do amendoim reduziu linearmente com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 11A). Para cada valor acrescido na CE da água de irrigação, a redução no acúmulo de ferro foi de  $8,78 \text{ mg planta}^{-1}$ , com maior valor estimado de  $142,8 \text{ mg planta}^{-1}$  na salinidade de  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$  e redução de 38,08% quando comparado a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ .

Não dispondo de informações sobre o acúmulo de micronutrientes pela cultura do amendoim sob efeito de níveis de salinidade, fez-se uso de trabalhos que apresentam tais resultados para outras culturas. A esse respeito, Tagliaferre et al. (2016) corroborando com os resultados desta pesquisa, avaliando a cultura do feijão-caupi irrigado com água salina e diferentes lâminas de lixiviação, observaram que o aumento das lâminas de lixiviação e consequentemente da salinidade no solo proporcionou redução no acúmulo de ferro.

Quanto ao acúmulo de ferro em função dos tipos de manejo de irrigação (Figura 11A), a irrigação pulsada permitiu que a cultura do amendoim incrementasse em 27,8% a mais de ferro em comparação a irrigação contínua, demonstrando que os pulsos podem amenizar os efeitos negativos da salinidade no acúmulo desse nutriente. Estes dados contrastam com aqueles obtidos por Assouline et al. (2006) que ao estudarem a resposta do pimentão a irrigação pulsada com águas salobras em solo de textura média não obtiveram resultados significativos para a utilização de pulsos para este nutriente.

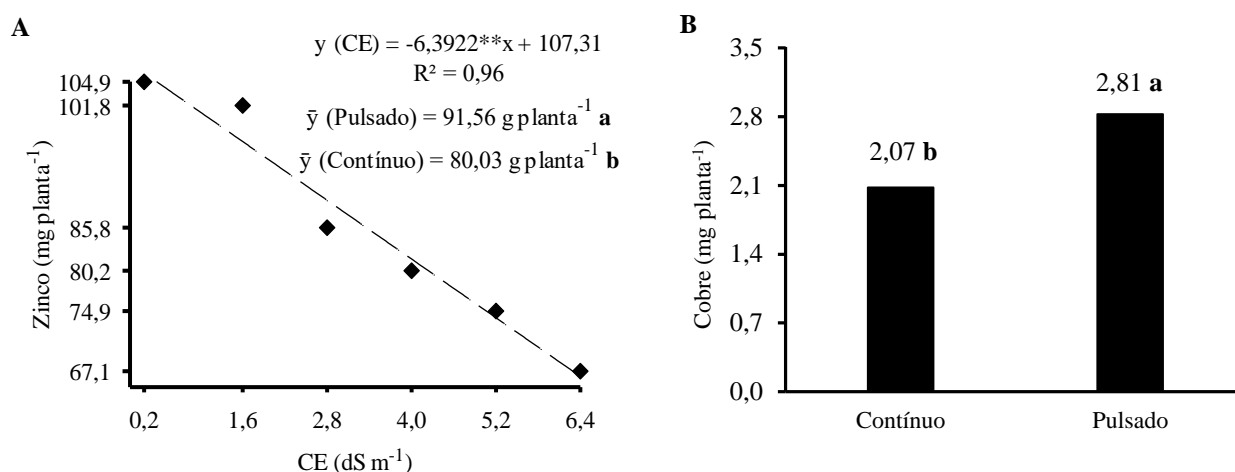
De acordo com Taiz et al. (2017) um fornecimento insuficiente de ferro ou magnésio, por exemplo, resulta no decréscimo do conteúdo de heme (protoporfirina IX de ferro – proteínas hémicas), que é necessário para a biossíntese de clorofilas e citocromos. Sem clorofilas e citocromos para conduzir as transferências de elétrons, a produção de energia na célula cessa.

Por meio da Figura 11B é possível constatar o acúmulo de manganês, que apresentou redução de 36,5 mg planta<sup>-1</sup> em cada aumento unitário dos níveis de salinidade. Para esse nutriente, o maior valor de acúmulo estimado foi de 452,8 mg planta<sup>-1</sup> no menor valor de CE (0,2 dS m<sup>-1</sup>) com redução percentual de 49,9% quando comparado ao valor estimado para a salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup>.

A irrigação por pulsos proporcionou incremento de 31,3% no acúmulo de manganês (Figura 11B), em relação a irrigação aplicada de forma contínua. Assouline et al. (2006) também observaram reduções na concentração de Mn em função do aumento da salinidade e maiores concentrações de Mn nos tratamentos submetidos ao manejo pulsado.

Em seu estudo, Tagliaferre et al. (2016), também obtiveram redução no acúmulo de manganês pela cultura do feijão-caupi ao aumentar a lâmina de lixiviação com água salina. De acordo com Taiz et al. (2017), em níveis críticos de deficiência de manganês os principais sintomas é a clorose entre as nervuras, associada ao desenvolvimento de pequenas manchas necróticas, principalmente, porque este ativa várias enzimas nas células vegetais como as descarboxilases e as desidrogenases envolvidas no ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs).

O acúmulo de zinco sob efeito dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade pode ser verificado por meio da Figura 12A, já o acúmulo de cobre em função apenas dos tipos de manejo de irrigação é apresentado na Figura 12B.



**Figura 12.** Acúmulo de zinco (A) na planta de amendoim BR 1 em função dos níveis de salinidade e dos tipos de manejo de irrigação, e acúmulo de cobre (B) em função apenas dos tipos de manejo de irrigação. Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

Em relação ao acúmulo de zinco sob efeito dos tipos de manejo de irrigação e dos níveis de salinidade (Figura 12A), constatou-se redução de  $6,4 \text{ mg planta}^{-1}$  para cada unidade acrescida nos níveis salinos. O maior valor estimado para esse nutriente foi de  $106 \text{ mg planta}^{-1}$  no nível de salinidade correspondente a  $0,2 \text{ dS m}^{-1}$ , e uma redução de  $37,4\%$  quando comparado ao valor estimado para a salinidade de  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$  ( $66,4 \text{ mg planta}^{-1}$ ).

Estudando a nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação, Sousa et al. (2007) observaram que o aumento da salinidade da água de irrigação não influenciou o acúmulo de zinco. Por outro lado, Tagliaferre et al. (2016) obtiveram aumento no acúmulo de zinco com o aumento da salinidade.

A irrigação pulsada reduziu em  $14,4\%$  os efeitos da salinidade sobre o acúmulo de zinco (Figura 11A) quando comparada a irrigação contínua. Esses resultados diferem dos obtidos por Assouline et al. (2006) que não obtiveram diferenças significativas para concentração deste nutriente.

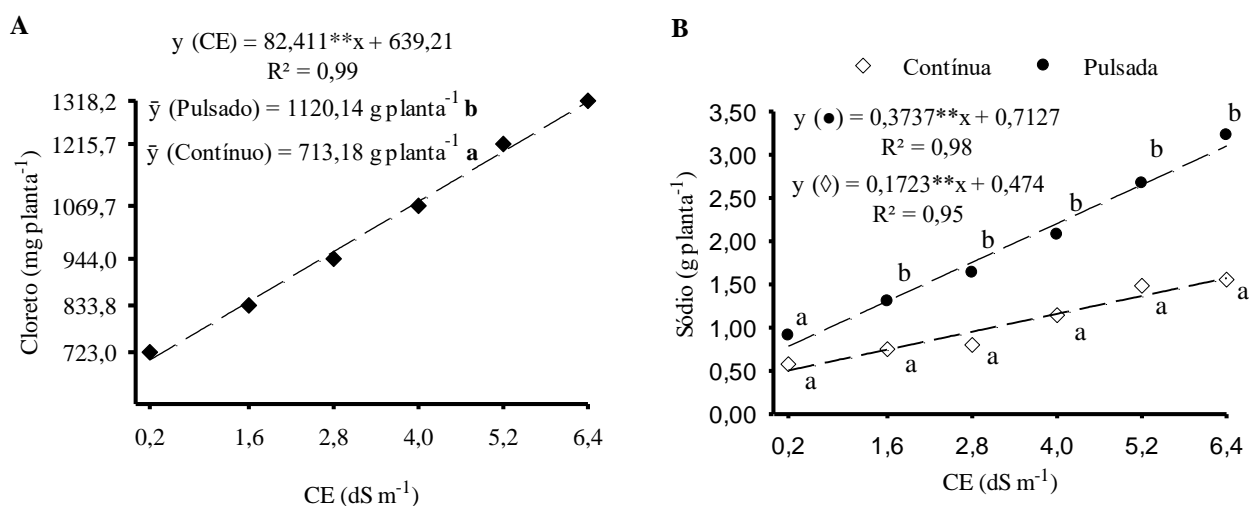
De acordo com Taiz et al. (2017) o zinco é exigido para a biossíntese da clorofila, sendo sua deficiência caracterizada pela redução do crescimento, folhas pequenas e retorcidas, com margens de aparência enrugada. As plantas submetidas ao maior nível salino apresentaram sintomas severos de deficiência nutricional e consequentemente tiveram o crescimento e desenvolvimento comprometido.

O efeito dos tipos de manejo de irrigação sobre o acúmulo de cobre (Figura 12B) indicou que a irrigação contínua é mais susceptível aos danos causados pelo excesso de sais na água de

irrigação, de modo que a irrigação pulsada incrementou o acúmulo de cobre na cultura do amendoim em 35,7% em relação a irrigação contínua.

De acordo com tais resultados, ao manter a umidade do solo mais constante ao longo do dia com a aplicação dos pulsos, houve também maior absorção, translocação e acúmulo de cobre na parte aérea das plantas de amendoim. O cobre, assim como o ferro, está associado a enzimas envolvidas em reações redox, como a plastocianina, a qual está envolvida na transferência de elétrons durante as reações dependentes de luz da fotossíntese (TAIZ et al., 2017).

O efeito isolado dos tipos de manejo de irrigação e os níveis de salinidade sobre o acúmulo do íon cloreto está descrita na Figura 13A, já a interação entre esses dois fatores sobre o acúmulo de sódio está ilustrado na Figura 13B.



**Figura 13.** Acúmulo de cloreto (A) em função dos níveis do efeito isolado dos níveis de salinidade e manejo de irrigação, e acúmulo de sódio (B) sob efeito da interação desses fatores na planta de amendoim BR 1. Recife, 2020. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ )

Para o acúmulo de cloreto (Figura 13A) houve aumento de 82,4 mg planta<sup>-1</sup> para cada unidade acrescida nos níveis de salinidade. O maior acúmulo desse micronutriente foi de 1166,6 mg planta<sup>-1</sup> estimado na salinidade correspondente a 6,4 dS m<sup>-1</sup>, revelando incremento percentual de 77,9% em relação ao menor nível de salinidade (0,2 dS m<sup>-1</sup>). Quanto ao efeito dos tipos de manejo de irrigação, constatou-se que a irrigação pulsada incrementou em 57,1% no acúmulo de cloreto quando comparado a irrigação contínua. Chen et al. (2010) ao estudarem o efeito da salinidade na cultura do algodão, também constataram acréscimos consideráveis da

concentração de cloreto com o aumento da salinidade no solo, com incrementos de 181% e 76% para 17,1 e 7,7 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, em relação a menor salinidade 2,4 dS m<sup>-1</sup>.

Assim como neste experimento, Assouline et al (2006) também constataram maiores acréscimos da concentração de Cl na cultura do pimentão quando irrigada com águas salobras por pulsos em relação a irrigação contínua.

De acordo com a análise de desdobramento, houve diferença significativa no acúmulo de sódio em função dos níveis de salinidade dentro dos tipos de manejo de irrigação (Figura 12B). Em ambos tipos de manejo de irrigação (pulsado e contínuo) houve aumento crescente no acúmulo de sódio pela cultura do amendoim em função do aumento nos níveis de salinidade da água de irrigação.

Com a irrigação pulsada obteve-se aumento de 0,37 g planta<sup>-1</sup> de sódio para cada valor unitário acrescido na CE da água de irrigação (Figura 13B), o máximo acúmulo estimado desse íon foi de 3,10 g planta<sup>-1</sup> obtido no maior nível de salinidade estudado (6,4 dS m<sup>-1</sup>), revelando incremento de 293,7% no acúmulo de sódio em relação ao menor nível de salinidade 0,2 dS m<sup>-1</sup>. Já para ao manejo de irrigação contínuo, houve aumento de 0,17 g planta<sup>-1</sup> de sódio a cada aumento unitário da CE, com o maior acúmulo estimado de 1,58 g planta<sup>-1</sup> também no maior nível de salinidade, e incremento de 210% em relação ao menor nível salino. Estes resultados corroboram com os obtidos por Garcia et al. (2007), Bosco et al. (2009) e Chen et al. (2010).

Analisando o acúmulo de sódio sob o efeito dos tipos de manejo de irrigação dentro dos diferentes níveis salinos (Figura 13B), constata-se diferença significativa entre a irrigação pulsada e contínua nas salinidades de 1,6; 2,8; 4,0; 5,2 e 6,4 dS m<sup>-1</sup> com incrementos percentuais de 74,7; 82,3; 90,5; 94,2 e 96,2 com a utilização da irrigação por pulsos. Assouline et al. (2006) também constatou o mesmo comportamento para irrigação pulsada.

A ordem decrescente no acúmulo dos nutrientes pela cultura do amendoim irrigado por pulsos neste estudo foi: K > N > Ca > Mg > P > S > Mn > Fe > Zn > Cu. Já para o manejo contínuo a ordem foi K > N > Ca > Mg > P > Mn > S > Fe > Zn > Cu. Para a cultura do feijão-caupi o acúmulo de nutrientes obtido por Fonseca et al. (2010) decresceu na seguinte ordem N > K > Ca > Mg > P > Fe > B > Mn > Zn > Cu.

Para o sódio e todos os nutrientes analisados os maiores acúmulos ocorreram nas plantas submetidas ao manejo pulsado, o que pode ser atribuído ao fato deste tipo de manejo diminuir o intervalo entre dois eventos subsequentes de irrigação proporcionando menores decréscimos da condutividade hidráulica não saturada do solo (ASSOULINE et al., 2006).

Por outro lado, Assouline et al. (2006) apontam que este tipo de manejo pode acarretar em maiores concentrações de sais na zona da raiz quando comparado ao manejo contínuo. De fato, ao analisar os acúmulos de cloreto e sódio neste experimento percebe-se maiores valores para o manejo pulsado chegando inclusive a incrementos de 51,7% para cloreto e de 96,2% para sódio na salinidade de 6,4 dS m<sup>-1</sup>. No entanto, pode-se afirmar que o tratamento com água salobra aplicada por pulsos proporcionou maior acúmulo de nutrientes, o que pode indicar que, a menos a curto prazo, esta técnica obtém melhores resultados para salinidade em relação a irrigação contínua.

#### 4. CONCLUSÕES

A salinidade proporcionou decréscimos nos acúmulos de todos os nutrientes avaliados e aumento nos acúmulos dos elementos sódio e cloreto.

A irrigação por pulsos mitigou os efeitos deletérios da salinidade possibilitando um maior acúmulo de nutrientes pela cultura em relação a irrigação contínua.

A ordem decrescente no acúmulo dos nutrientes pela cultura do amendoim irrigado por pulsos foi: K > N > Ca > Mg > P > S > Mn > Fe > Zn > Cu. Já para o manejo contínuo a ordem foi: K > N > Ca > Mg > P > Mn > S > Fe > Zn > Cu.

#### REFERÊNCIAS

- ABDELGADIR, E. M.; OKA, M.; FUJIYAMA, H. Characteristics of nitrate uptake by plants under salinity. **Journal of Plant Nutrition**, v. 28, n. 1, p. 33-46, 2005.
- ABUARAB, M. E.; EL-MOGY, M.; LOTFY, A. **Response of green bean to pulse subsurface trickle irrigation**, v. 28, n. 4, p. 1-17, 2011.
- ALMEIDA, W. F.; LIMA, L. A.; PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on american crisphead lettuce yield. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 6, p. 1009-1018, 2015.
- ALMEIDA, W.; PAZ, V. S.; JESUS, A. P. C.; SILVA, J. S.; GONÇALVES, K. S.; OLIVEIRA, A. S. Yield of green beans subjected to continuous and pulse drip irrigation **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 476-481, 2018.
- ARGHAVANI, M.; ZAEIMZADEH, A.; SAVADKOOHI, S.; SAMIEI, L. Salinity Tolerance of Kentucky Bluegrass as Affected by Nitrogen Fertilization. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 19, n. 1, p. 173-183, 2017.

- ARYA, S. S.; SALVE, A. R.; CHAUHAN, S. Peanuts as functional food: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 31-41, 2015.
- ASHRAF, M.; SHAHZAD, S. M.; ARIF, M. S.; RIAZ, M.; ALI, S.; ABID, M. Effects of potassium sulfate on adaptability of sugarcane cultivars to salt stress under hydroponic conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, n. 13, p. 2126-2138, 2015.
- ASHRAF, M.; SHAHZAD, S. M.; IMTIAZ, M.; RIZWAN, M. S. Salinity effects on nitrogen metabolism in plants – focusing on the activities of nitrogen metabolizing enzymes: A review. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 8, p. 1065-1081, 2018.
- ASHRAF, M.; SHAHZAD, S. M.; IMTIAZ, M.; RIZWAN, M. S.; IQBAL, M. M. Ameliorative effects of potassium nutrition on yield and fiber quality characteristics of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under NaCl stress. **Soil & Environment**, v. 36, n. 1, p. 51-58, 2017.
- ASSOULINE, S.; MOLLER, M.; BEM-HUR, M.; GRAVA, A.; NARKIS, K.; SILBER, A. Soil-plant system response to pulsed drip irrigation and salinity. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 5, p. 1556-1568, 2006.
- BAKEER, G. A. A.; EL-EBABI, F. G.; EL-SAIDI, M. T.; ABDELGHANY, A. R. E. Effect of pulse drip irrigation on yield and water use efficiency of potato crop under organic agriculture in sandy soils. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 26, n. 2, p. 736-765, 2009.
- BARROS, A. H. C. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica: Árvore do conhecimento - Território Mata Sul Pernambucana – Clima**. 2011. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio\\_mata\\_sul\\_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h6815n4.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000fbz2ztdp02wx5eo0sawqe3h6815n4.html)>. Acesso em: 10 out. 2019.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Análises químicas e bioquímicas em plantas**. 1ª ed. Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 2011. 267 p.
- BOSCO, M. R. O.; LOVIEIRA, A. B.; FERREYRA HERNANDEZ, F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revisa Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 2, p. 157-164, 2009.
- CHEN, W.; HOU, Z.; WU, L.; LIANG, Y.; WEI, C. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. **Plant and Soil**, v. 326, n. 1-2, p. 61-73, 2010.
- COELHO, D. S.; SIMÕES, W. L.; SALVIANO, A. M.; SOUZA, M. A.; SANTOS, J. E. Acúmulo e distribuição de nutrientes em genótipos de sorgo forrageiro sob salinidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 2, p. 178-192, 2017.



- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 7. ed. Brasília: CONAB, 2020. 104 p.
- CORREIA, M. A. R.; PRADO, R. M.; ALMEIDA, T. B. F.; PUGA, A. P.; BARBOSA, J. C. Avaliação da desordem nutricional de plantas de amendoim cultivadas em solução nutritiva suprimidas de macronutrientes. **Scientia Agraria**, v. 13, n. 1, p. 21-28, 2012.
- CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 11, p. 1553-1560, 2007.
- DLUZNIEWSKA, P.; GESSLER, A.; DIETRICH, H.; SCHNITZLER, J. P.; TEUBER, M.; RENNENBERG, H. Nitrogen uptake and metabolism in *Populus × canescens* affected by salinity. **New Phytologist**, v. 173, n. 2, p. 279-293, 2006.
- EID, A. R.; BAKRY, B. A.; TAHA, M. H. Effect of pulse drip irrigation and mulching systems on yield, quality traits and irrigation water use efficiency of soybean under Sandy soil conditions. **Agricultural Sciences**, v. 4, n. 1, p. 249-261, 2013.
- ELNESR, M. N.; ALAZBA, A. A.; EL-ABEDEIN, A. I. Z.; EL-ADI, M. M. Evaluating the Effect of Three Water Management Techniques on Tomato Crop. **Plos One**, v. 10, n. 6, p. 1-17, 2015.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Amendoim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2009. 240 p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Amendoim**. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 2014.
- FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, G. R.; BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 53, n. 2, p. 195-205, 2010.
- GARCIA, G. O.; FERREIRA, P. A.; MIRANDA, G. V.; NEVES, J. C. L.; MORAES, W. B.; SANTOS, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. **Idesia (Arica)**, v. 25, n. 3, p. 93-106, 2007.
- GASCHO, G. J.; DAVIS, J. G. Mineral nutrition. In: SMARTT, J. **The groundnut crop**. Londres: Chapman & Hall, 1994. Cap. 7. p. 214-252.
- GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Mineral element acquisition and growth response of plants grown in saline environments. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 38, n. 4, p. 275-300, 1992.

- KHAN, A. N.; KHAN, M. I. R.; ASGHER, M.; FATMA, M.; MASOOD, A.; SYEED, S. Salinity tolerance in plants: revisiting the role of sulfur metabolites. **Journal of Plant Biochemistry & Physiology**, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2014.
- MADANE, D. A.; MANE, M. S.; KADAM, U. S.; THOKAL, R. T.; PATIL, S. T.; NANDGUDE, S. B.; DHEKALE, J. S. Effect of pulse irrigation (drip) influencing different irrigation levels on growth and yield parameters of white onion (*Allium cepa* L.). **Advanced Agricultural Research & Technology Journal**, v. 2, n. 2, p. 228-234, 2018.
- MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. A cultura do amendoim no Nordeste: situação atual e perspectivas. **Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 7, n. 1, p. 192-208, 2010.
- NANDI, R.; REJA, H.; CHATTERJEE, N.; BAG, A. G.; HAZRA, G. C. Effect of Zn and B on the Growth and Nutrient Uptake in Groundnut. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 39, n.1, p. 1-10, 2020.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 758-765, 2009.
- NISTE, M. G.; VIDICAN, R.; ROTAR, I.; STOIAN, V.; POP, R.; MICLEA, R. Plant nutrition affected by soil salinity and response of rhizobium regarding the nutrients accumulation. **Proenvironment Journal**, v. 7, n. 1, p. 71-75, 2014.
- NOCITO, F. F.; LANCILLI, C.; GIACOMINI, B.; SACCHI, G. A. Sulfur metabolism and cadmium stress in higher plants. **Plant Stress**, v. 2, n. 1, p. 142-156, 2007.
- OSAKABE, Y.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K.; SHINOZAKI, K.; TRAN, L. P. ABA control of plant macroelement membrane transport systems in response to water deficit and high salinity. **New Phytologist**, v. 202, n. 1, p. 35-49, 2013.
- PARIHAR, P.; SINGH, S.; SINGH, R.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 6, p. 4056-4075, 2014.
- PAULUS, D.; Dourado NETO, D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 1, p- 18-25, 2012.

- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.
- RAIS, L.; MASOOD, A.; INAM, A.; KHAN, N. Sulfur and nitrogen co-ordinately improve photosynthetic efficiency, growth and proline accumulation in two cultivars of mustard under salt stress. **Journal of Plant Biochemistry & Physiology**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2013.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 280 p.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SCHOSSLER, T. R.; MACHADO, D. M.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R.; PIAULINO, A. C. Salinidade: Efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 15, p. 1563-1578, 2012.
- SEIFIKALHOR, M.; ALINIAEIFARD, S.; SHOMALI, A.; AZAD, N.; HASSANI, B.; LASTOCHKINAD, O.; LI, T. Calcium signaling and salt tolerance are diversely entwined in plants. **Plant Signaling & Behavior**, v. 14, n. 11, p. 1-15, 2019.
- SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; MOURA, G. B. A.; LOPES, P. M. O. Avaliação do desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração potencial para região norte de Recife-PE. **Engenharia na Agricultura**, v. 20, n. 2, p. 163-174, 2012.
- 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, 2017.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- SINGH, A. L.; BASU, M. S.; SINGH, N. B. **Mineral disorders of groundnut**. Junagadh: national research centre for groundnut (ICAR), 2003. 85 p.
- SIZENANDO, C. I. T.; RAMOS, J. P. C.; FERNANDES-JUNIOR, P. I.; LIMA, L. M.; FREIRE, R. M. M.; SANTOS, R. C. Agronomic efficiency of Bradyrhizobium in peanut under different environments in Brazilian Northeast. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 37, p. 3482-3487, 2016.

- SOARES, H. R.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; LIRA, R. M.; BEZERRA, R. R. Mineral nutrition of crisphead lettuce grown in a hydroponic system with brackish water. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 656-664, 2016.
- SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 75-82, 2007.
- TAGLIAFERRE, C.; GUIMARÃES, D. U. G.; GONÇALVES, L. J.; AMORIM, C. H. F.; CAMPOS, W. V.; ROCHA, F. A. Absorption of nutrients by cowpea irrigated with saline water under different leaching fractions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 12, p. 1067-1071, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. 888 p.
- TAVARES, M. H. F.; CARDOSO, D. L.; GENTELINI, D. P.; FILHO, A. G.; KONOPATSKI, E. A. Uso do forno de microondas na determinação da umidade em diferentes tipos de solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 529-538, 2008.
- TUTEJA, N.; SINGH, L. P.; GILL, S. S.; GILL, R.; TUTEJA, R. Salinity Stress: A Major Constraint in Crop Production. **Improving crop resistance to abiotic stress**, p. 71-96, 2012.
- ZAMORA, V. R. O.; SILVA, M. M.; SILVA, G. F.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MENEZES, D.; MENEZES, S. M. Pulse drip irrigation and fertigation water depths in the water relations of coriander. **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 22-28, 2019.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa relacionados ao uso de águas salobras na produção de amendoim irrigado por pulsos, infere-se que a técnica de irrigação por pulsos promove melhores resultados para a nutrição mineral das plantas e para a produção da cultura comparada a irrigação aplicada de forma contínua.

Apesar da irrigação por pulsos ter proporcionado um maior acúmulo de cloreto e de sódio pelas plantas em relação a irrigação aplicada de forma contínua, esse fato não se refletiu em menor produção da cultura e nem na menor absorção de nutrientes pela mesma em relação a irrigação contínua evidenciando a importância desta forma de manejo da irrigação ao se cultivar amendoim nas condições deste experimento e com águas com níveis de sais de até  $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ .

As informações acerca da nutrição mineral do amendoim obtidas neste estudo são importantes por fazerem referências a valores de acúmulo nutricional escassos para condições salinas e inexistentes na literatura com relação a técnica de pulsos, de maneira que, a partir desses resultados torna-se possível ter parâmetros de comparação para estudos posteriores.

Alguns aspectos desse estudo podem nortear pesquisas futuras principalmente no tocante a utilização de irrigação por pulsos nos cultivos como por exemplo: avaliar um número menor de pulsos e de intervalos entre pulsos. Além dos efeitos da aplicação de pulsos em associação com outras águas de qualidade inferior.