

Desempenho agronômico de genótipos de amendoim sob estresse salino e diferentes formas de adubação

Agronomic performance of peanut genotypes under saline stress and different forms of fertilization

*José Thomas Machado de Sousa¹, Geocleber Gomes de Sousa¹, Elane Bezerra da Silva²,
Thales Vinícius de Araújo Viana², Márcio Henrique da Costa Freire², Antonio Álisson
Fernandes Simplicio³*

RESUMO: Os efeitos depressivos causados pelo estresse salino são responsáveis pela diminuição da produtividade das culturas nas regiões áridas e semiáridas. Entretanto, esses efeitos podem ser minimizados com diferentes estratégias de manejo, como a utilização de genótipos e formas de adubação. Diante desse contexto, objetivou-se avaliar a produtividade de dois genótipos de amendoim, submetidos a níveis crescentes de salinidade e duas formas de adubação. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), fazendo uso do esquema fatorial 3 x 2 x 2, com 4 repetições. O primeiro fator correspondeu aos níveis de salinidade da água de irrigação (1,0; 3,0; e 5,0 dS m⁻¹). O segundo fator compreendeu dois genótipos (Acesso 26 e Acesso 8) e o terceiro fator correspondeu a dois tipos de adubação (mineral, com NPK; orgânica, com biofertilizante bovino). Foram avaliadas as seguintes variáveis: comprimento de vagem, diâmetro de vagem, número de vagens, massa seca da casca, massa seca da vagem e a produtividade. A irrigação com água de condutividade elétrica 1,0 dS m⁻¹ não inibiu os componentes de produção dos genótipos de amendoim independentemente do tipo de adubação. O acesso 26 quando adubado com biofertilizante bovino e irrigado com água de alta salinidade foi mais eficiente do que o acesso 8, demonstrando maior número de vagens, massa seca da vagem e a produtividade. A utilização do adubo mineral não foi capaz de mitigar os efeitos nocivos da água de alta salinidade, afetando o número de vagens, massa seca de vagem e a produtividade de ambos os genótipos.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L. Produtividade. Salinidade.

ABSTRACT: The depressive effects caused by salt stress are responsible for the decrease in crop productivity in arid and semi-arid regions. However, these effects can be minimized with different management strategies, such as the use of genotypes and forms of fertilization. In this context, the objective was to evaluate the productivity of two peanut genotypes, submitted to increasing levels of salinity and two forms of fertilization. A completely randomized design (DIC) was used, making use of the factorial scheme 3 x 2 x 2, with 4 repetitions. The first factor corresponded to the salinity levels of the irrigation water (1.0; 3.0; and 5.0 dS m⁻¹). The second factor comprised two genotypes (Access 26 and Access 8) and the third factor corresponded to two types of fertilization (mineral, with NPK; organic, with bovine biofertilizer). The following variables were evaluated: pod length, pod diameter, pod number, dry peel mass, dry pod mass and productivity. Irrigation with 1.0 dS m⁻¹ electrical conductivity water did not inhibit the production components of the peanut genotypes regardless of the type of fertilization. Access 26 when fertilized with bovine biofertilizer and irrigated with high salinity water was more efficient than access 8, showing a higher number of pods, dry pod mass and productivity. The use of mineral fertilizer was not able to mitigate the harmful effects of high salinity water, affecting the number of pods, pod dry matter and the productivity of both genotypes.

Keywords: *Arachis hypogaea* L. Productivity. Salinity.

Autor correspondente: José Thomas Machado de Sousa
E-mail: thssousa2015@gmail.com

Recebido em: 23/01/2021
Aceito em: 14/02/2022

¹ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Desenvolvimento Rural, Redenção (CE), Brasil.

² Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil.

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Brasil.



INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogea* L.), pertencente à família das Fabaceae, é uma dicotiledônea herbácea originária da América do Sul. É uma das principais culturas alimentares e industriais do Brasil, em decorrência de suas sementes constituírem importante fonte de proteína vegetal e de óleo comestível (BARBOSA; HOMEM; TARSITANO, 2014). Além disso, o amendoim se apresenta como um cultivo economicamente viável por razões como o fácil trato cultural, ciclo curto e boa aceitabilidade do mercado. A região Nordeste aparece em segundo lugar no país, com uma produção de cerca de 12 mil toneladas (IBGE, 2018).

O crescimento populacional vem aumentando o consumo de alimentos no mundo, sendo necessário em muitas situações o uso da irrigação, que segundo Holanda *et al.* (2016) é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco. Diante do cenário de escassez de água de boa qualidade no semiárido do Nordeste brasileiro, tornou-se necessária a utilização das águas salinas, muitas das vezes oriundas de açudes de pequeno e médio porte e poços profundos, de condutividade elétrica da água variando de 1,97 a 2,98 dS m⁻¹ (ALVARENGA *et al.*, 2019).

A utilização de águas salinas ocasiona um aumento do potencial osmótico do solo, que reduz a absorção de água pelas raízes e causa desidratação interna; e o armazenamento direto de sais promove a toxicidade iônica que perturba o metabolismo vegetal, principalmente as células fotossintéticas (ISMAIL; HORIE, 2017), além do desequilíbrio nutricional produzido pelo excesso de Na⁺ e Cl⁻, ocasionando deficiências de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e NO₃⁻ (MANCHANDA; GARG, 2008; SOUZA *et al.*, 2019a). Esses efeitos depressivos causados pelo estresse salino são responsáveis pela diminuição da produtividade das culturas nas regiões áridas e semiáridas (RODRIGUES *et al.*, 2020).

O uso de águas com alta concentração de sais está atrelado a estratégias de manejo que possibilitem a sua utilização durante todo o ciclo das culturas. Entre as formas para minimizar os efeitos dos sais na cultura do amendoim, é a utilização de genótipos que apresentem a capacidade de restringir e compartimentalizar o excesso de íons salinos, evitando a toxicidade (FLOWERS, 2004). Conseqüentemente, encontrar um genótipo tolerante ao estresse salino é uma das alternativas para alcançar produção agrícola nessas situações.

Outra forma de buscar produtividades desejáveis em ambientes salinos está no uso da adubação, seja mineral ou orgânica. A utilização desses insumos agrícolas desempenha papel importante na redução dos efeitos prejudiciais dos sais, pois os nutrientes presentes nessas adubações participam de compostos orgânicos como aminoácidos, proteínas e prolina (SILVA *et al.*, 2019a); translocação de carboidratos, ajustamento osmótico e melhoram a qualidade dos produtos comerciais (LIMA *et al.*, 2019); além disso, restabelecem as condições físicas do solo,

atenuam os efeitos deletérios dos sais nas raízes e aumentam absorção de água e nutrientes pelas plantas (SOUZA *et al.*, 2018).

Portanto, é irrefutável a realização de estudos que busquem identificar o genótipo que apresenta melhor rendimento em ambientes salinos, sendo associado a manejos que fortaleçam suas características, mesmo em condições de estresse abiótico. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a produtividade de dois genótipos de amendoim, submetidos a níveis crescentes de salinidade e duas formas de adubação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de junho a setembro de 2019, na área experimental da Unidade de Produção de Mudas Auroras (UPMA), pertencente à Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas 4° 13' 5.49"S e 38° 42' 46.36"W. Segundo Köppen (1923), o clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e do outono.

Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), fazendo uso do esquema fatorial 3 x 2 x 2, com 4 repetições. O primeiro fator correspondeu aos níveis de salinidade da água de irrigação - condutividade elétrica da água (1,0; 3,0; e 5,0 dS m⁻¹). O segundo fator compreendeu a dois genótipos (Acesso - Ac26 e Acesso - Ac8). O terceiro fator representou dois tipos de adubação (mineral, com NPK; orgânica, com biofertilizante bovino).

Os acessos utilizados no experimento são genótipos de amendoim, originários da subespécie *Fastigiata*, integrando o grupo Valência. Os materiais genéticos pertencem ao banco de germoplasma da UNILAB. As sementes dos genótipos de amendoim foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade de 8 L, numa profundidade de 2 cm, colocando 5 sementes por vaso. O desbaste foi realizado aos 10 dias após a semeadura (DAS), deixando apenas a planta mais vigorosa.

O material utilizado para substrato foi obtido a partir da mistura de arisco, areia e esterco bovino na proporção de 4:3:1, respectivamente. Vale salientar que a expressão arisco é usada para um tipo de solo encontrado na região Nordeste e em outras regiões é conhecido como saibro; e, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é um solo oriundo de granitos e gnaisses, ligeiramente decomposto, tornando-se arenoso ou siltoso (SANTOS *et al.*, 2013a). A amostra foi encaminhada para análises laboratoriais para determinação dos seus atributos químicos, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos do substrato utilizado antes da aplicação dos tratamentos

Características químicas									
M.O.	N	P	Mg	K	Ca	Na	pH	PST (%)	CE
g kg ⁻¹		mg Kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³						
4,34	0,26	65	1,2	0,65	1,2	0,33	6,2	7	1,19

M.O.: Matéria orgânica; PST: Porcentagem de sódio trocável; CE: Condutividade elétrica.

As soluções salinas foram preparadas a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, seguindo a metodologia de Rhoades, Kandiah, Mashali (2000), em que se obtém CEa desejada na proporção 7:2:1, respectivamente, após a relação entre CEa e sua concentração (mmolc L⁻¹ = EC x 10). Iniciou-se a irrigação com água salina aos 12 DAS, fazendo uso de uma frequência diária, calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO *et al.*, 2019), mantendo-se o solo na capacidade de campo, com uma fração de lixiviação de 15%.

No preparo do biofertilizante foi feita a mistura de esterco fresco de origem bovina e água, na proporção 1:1, sendo armazenada em vasos plásticos com capacidade de 100 L, para fermentação aeróbica em período de 30 dias. O resultado da análise química do adubo orgânico está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Composição de macro e de micronutrientes essenciais, no biofertilizante bovino

Atributos químicos									
Adubo orgânico	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Cu
	g L ⁻¹					mg L ⁻¹			
Biofertilizante	0,82	1,4	1	2,5	0,75	142	1,92	68	14,7

A recomendação máxima de adubação química foi seguida para atender às necessidades nutricionais do amendoim, conforme recomendação de Fernandes (1993), a qual compreende 15 kg ha⁻¹ de N, 62,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O. Calculada para um *stand* de 10.000 plantas ha⁻¹, a dosagem máxima por planta⁻¹ no ciclo estimado foi de 1,8 g de N; 7,5 g de P₂O₅; e 6,0 g de K₂O.

Aos 8 DAS iniciaram-se as operações de parcelamento da adubação, com periodicidade semanal, aplicando por planta, respectivamente, 0,6 g de N; 3,15 g de P₂O₅; 3,0 g de K₂O. Para adubação orgânica, adotou-se a recomendação de Viana *et al.* (2013) de 1,0 L por planta.

Aos 75 DAS, recolheram-se as vagens por tratamento, as quais foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e postas para secar em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C até atingirem peso constante. Após o processo de secagem, foram analisadas as seguintes variáveis de produtividade: o comprimento de vagem (CV, em mm), obtido entre as extremidades da vagem; o diâmetro de vagem (DC, em mm), mensurado na posição central,

com auxílio de um paquímetro digital, respectivamente. O número de vagens (NV) foi feito através da contagem direta de vagem por tratamento. A massa seca da casca (MSC, em g casca⁻¹) e a massa seca da vagem (MSV, em g vagem⁻¹); foram determinadas através de uma balança digital eletrônica. A produtividade (PROD, em g vasos⁻¹); foi obtida a partir do valor dos grãos de amendoim e a área do vaso.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando apresentaram resultados significativos, foi efetuado o teste de comparação de médias (Tukey com 5% de significância). Para processamento de dados, foi utilizado o programa operacional ASSISTAT 7.7 BETA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados (Tabela 3), verificou-se efeito significativo de forma isolada para comprimento de vagem em função dos níveis crescentes de salinidade e diferentes genótipos; quanto ao diâmetro de vagem houve interação entre os fatores, níveis crescentes de salinidade *versus* fertilizações e genótipos *versus* fertilizações. Já a massa seca da casca apresentou interação entre os níveis crescentes de salinidade e genótipo. Em relação ao número de vagens, massa seca da vagem e a produtividade, observou-se efeito significativo para interação entre os níveis crescentes de salinidade, os dois genótipos e as duas formas de adubação.

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos valores de comprimento de vagem (CV), diâmetro de vagem (DV), massa seca da casca (MSC), número de vagens (NV), massa seca da vagem (MSV) e a produtividade (PROD) em função dos níveis crescentes de salinidade, diferentes genótipos e duas formas de adubações

FV	GL	QM					
		CV	DV	MSC	NV	MSV	PROD
Tratamentos	11	5,65**	8,02*	2,49*	12,69**	22,32**	11,49**
Níveis salinos (Ns)	2	16,26**	20,56**	1,40 ^{ns}	28,84**	58,06**	40,15**
Genótipos (G)	1	18,12**	28,47**	7,43**	0,88 ^{ns}	22,54**	3,62 ^{ns}
Adubação (A)	1	6,28*	1,46 ^{ns}	3,14 ^{ns}	35,44**	5,99*	0,36 ^{ns}
Ns x G	2	0,74 ^{ns}	0,17 ^{ns}	3,48*	7,98**	13,96**	4,14*
Ns x A	2	0,87 ^{ns}	3,98*	2,37 ^{ns}	4,05*	17,76**	6,74**
G x A	1	0,11 ^{ns}	4,50*	0,05 ^{ns}	10,48**	2,27 ^{ns}	1,54 ^{ns}
Ns x G x A	2	0,93 ^{ns}	2,21 ^{ns}	1,13 ^{ns}	5,54**	17,62**	9,38**
Resíduo	36	7,48	1,05	0,75	1,9	0,70	353,65
Total	47						
CV (%)		9,73	9,08	27,42	24,12	27,42	25,69

FV: Fonte de variação; QM: Quadrado médio; GL: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; *Significativo pelo teste F a 5%; **Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo.

A partir dos resultados do teste de média apresentados na Figura 1A, para o

comprimento de vagem (CV) em função dos níveis crescentes de salinidade, constatou-se que não houve diferença significativa entre água de baixa ($1,0 \text{ dS m}^{-1}$) e média salinidade ($3,0 \text{ dS m}^{-1}$). Todavia, sob irrigação com alta salinidade (5 dS m^{-1}), houve uma diminuição no CV de 18 e 13%, em comparação às plantas irrigadas com água de baixa e média salinidade.

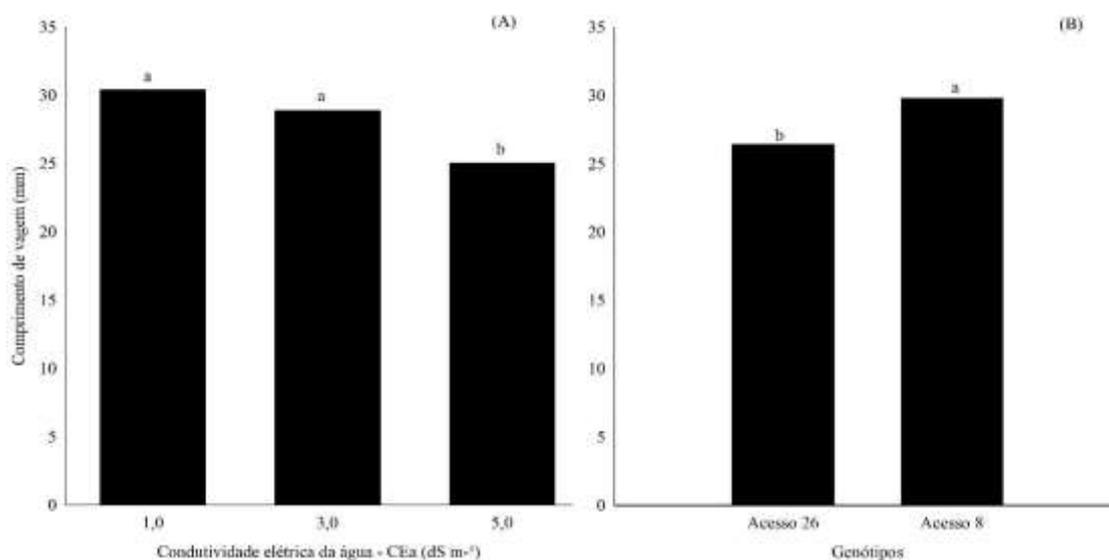


Figura 1. Comprimento de vagem em função dos níveis crescentes de salinidade (A) e diferentes genótipos (B). As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Essa redução no comprimento da vagem pode estar ligada aos efeitos osmóticos causados pelo estresse salino nas plantas, diminuindo a absorção de água, de modo consequente, o fluxo para os frutos será reduzido (SANTOS *et al.*, 2018). Semelhantemente, Oliveira *et al.* (2015) verificaram redução no comprimento médio de vagem de feijão com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, encontrando maior valor na salinidade de $1,25 \text{ dS m}^{-1}$ (17,5 cm).

De acordo com efeitos dos genótipos no comprimento de vagem, observou-se no teste de média (Figura 1B), que houve diferença significativa, em que o Ac8 expressou maior CV (29,11 mm) em relação ao Ac26 (27,13 mm). Esse resultado indica que apesar dos genótipos serem do tipo agrônômico Valência, os mesmos podem apresentar variabilidade genética, demonstrando diferenças no comprimento de vagem, diâmetro de vagem, na forma e quantidade de sementes por vagem (HEID *et al.*, 2016). Santos *et al.* (2013a), trabalhando o comportamento de genótipos de feijão, também verificaram diferenças no comprimento da vagem dos genótipos. Esses mesmos autores relatam que o comprimento de vagem é uma característica de alta herdabilidade genética.

Na análise do efeito interativo dos níveis crescentes de salinidade com as duas formas de fertilização (Figura 2A) para o diâmetro de vagem (DV), verificou-se que na água de baixa salinidade não houve diferença significativa entre as formas de fertilização. No entanto, com

aumento da salinidade da água de irrigação as plantas que receberam fertilização mineral apresentaram uma redução mais acentuada no DV. Essa diminuição no diâmetro de vagem, pode estar relacionada a uma redução do potencial hídrico do solo, ocasionado pelo acúmulo de sais, proporcionando maior gasto de energia para manter as atividades metabólicas, acarretando a formação de frutos com menor amplitude (SILVA *et al.*, 2019b).

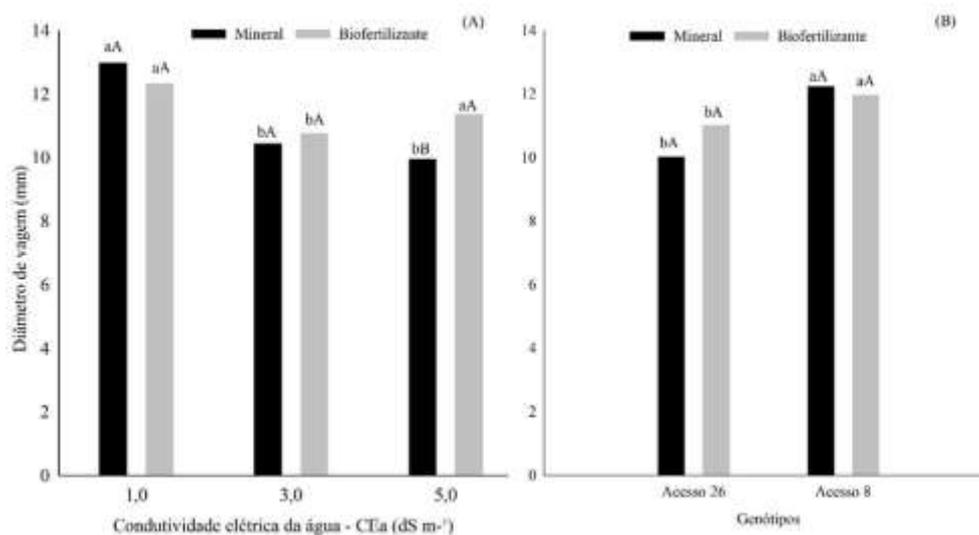


Figura 2. Diâmetro de vagem em função da interação entre os níveis crescentes de salinidade e diferentes formas de adubação (A) e diâmetro de vagem em função da interação entre as diferentes formas de adubação e diferentes genótipos (B). As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2014) estudando a interação da salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio na cultura da berinjela. Os autores verificaram que o aumento da salinidade da água de irrigação afetou o diâmetro de vagem. Por outro lado, o biofertilizante atenuou os efeitos deletérios da irrigação de média e alta salinidade (3,0 e 5,0 dS m⁻¹), no diâmetro de vagem. Esse resultado enfatiza a ação positiva desse insumo em ambientes salinos, podendo estar relacionado ao ajustamento osmótico e ação microbiológica existente, favorecendo a mineralização e a liberação de nutrientes no solo (SOUSA *et al.*, 2018). Sousa *et al.* (2016) observaram que o estresse salino reduziu o diâmetro do fruto em plantas de rabanete em solo sem presença de biofertilizante anaeróbico e aeróbico.

Na Figura 2B estão presentes os valores médios da interação entre genótipos e diferentes formas de fertilização para diâmetro de vagem. Observou-se diferença significativa entre Ac8 e Ac26, em que o Ac8 demonstrou resultado médio superior nas duas formas de adubação utilizadas. As diferenças encontradas entre os dois genótipos podem ser atribuídas às constituições genéticas, afetando consequentemente aos atributos dos frutos (SILVA SALES *et al.*, 2019). Souza *et al.* (2019b), estudando a produtividade de diferentes genótipos de

amendoim submetidos a diferentes formas de adubação, verificaram diferenças no diâmetro de vagem em que a adubação com biofertilizante bovino foi superior, quando comparado com NPK.

Na Figura 3 estão contidas as médias da massa seca da casca (MSC), em virtude da interação entre os níveis crescentes de salinidade e dois genótipos. Observou-se que houve diferença significativa entre os genótipos quando irrigados com diferente condutividade elétrica da água de irrigação, de tal forma que os maiores valores (2,09 e 1,87 g casca⁻¹) resultaram da irrigação com CE 1,0 dS m⁻¹ e 3,0 dS m⁻¹ no Ac8. Por outro lado, sob irrigação com CE 5,0 dS m⁻¹, verificou-se que o Ac26 demonstrou maior MSC (1,16 g casca⁻¹).

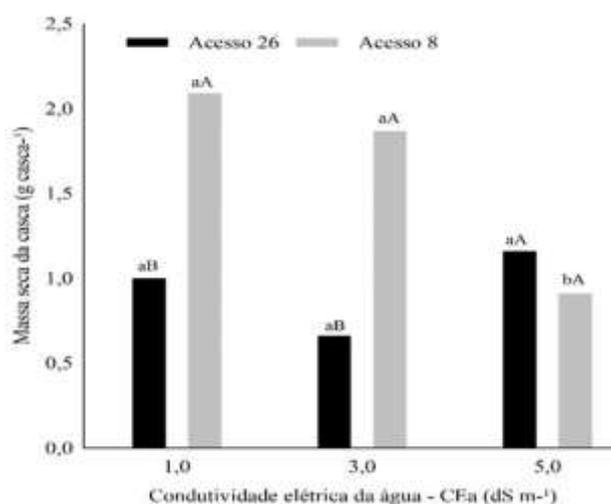


Figura 3. Massa seca da casca em função da interação entre os níveis crescentes de salinidade e genótipos de amendoim. Colunas seguidas pela mesma letra minúscula para o nível salinidade e maiúscula para os genótipos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Tais fatos sugerem que cada genótipo, perante a inadequadas condições de estresse, podem apresentar características ou desempenhos diferentes, isto é, um genótipo avaliado como tolerante em determinados níveis de salinidade pode ser ultrapassado por outro genótipo vigoroso de alto rendimento, que mesmo diminuindo seu rendimento em condições salinas consegue superar o genótipo classificado “tolerante”; se o mesmo for intrinsecamente de baixo desempenho (FLOWERS, 2004). Essas observações são condizentes com Nery *et al.* (2009), ao descreverem que existem diferenças nos efeitos da salinidade entre as espécies vegetais, entre genótipos de uma mesma espécie e entre estádios de desenvolvimento de um mesmo genótipo.

Com relação ao número de vagens (NV), em função da interação entre os fatores analisados (Figura 4A), constatou-se que o Ac26 quando fertilizado com biofertilizante bovino não diferiu estatisticamente entre si, independentemente do nível salino. No entanto, as plantas irrigadas com água de maior salinidade (5 dS m⁻¹), à medida que receberam o biofertilizante,

expressaram um incremento no NV, atingindo o maior valor, de 8,3 vagens, o que possivelmente revela que esse insumo orgânico, promoveu a liberação de substâncias húmicas no solo, facilitando a absorção de macronutrientes essenciais, contribuindo para formação de ginóforos e, conseqüentemente, maior número de vagens (SOUZA *et al.*, 2019a).

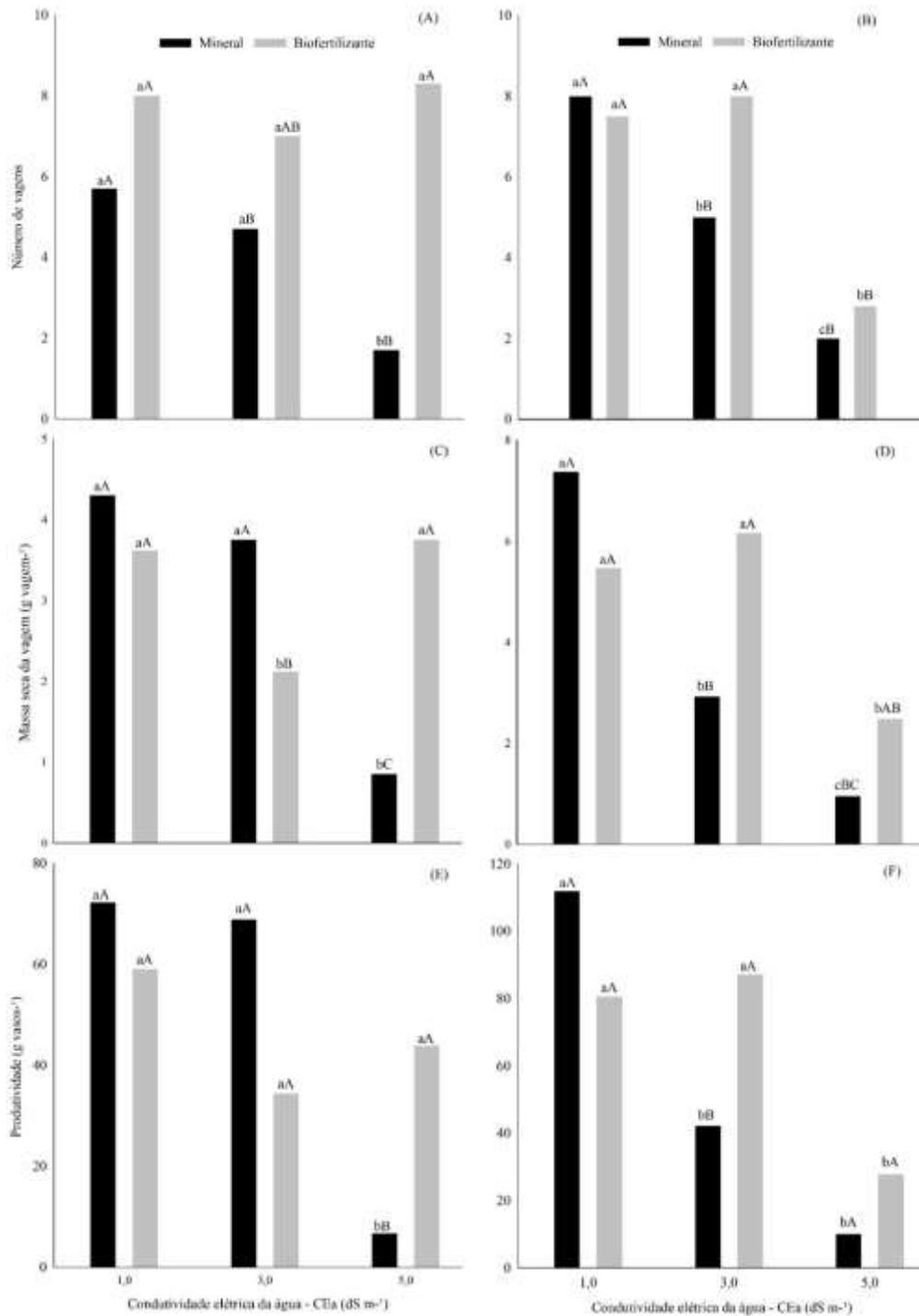


Figura 4. Número de vagens (A-B), massa seca da vagem (C-D) e produtividade (E-F) do genótipo de amendoim 26 e 8 irrigados com níveis crescentes de salinidade e diferentes formas de adubação. Colunas seguidas das mesmas letras minúsculas para o nível de salinidade e maiúscula para adubação não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os resultados obtidos para o NV no Ac26 destacam que a interação entre genótipo e o ambiente é crucial para a expressão do potencial produtivo do amendoim (SOUZA *et al.*, 2019b). As pesquisas sobre a utilização de genótipos, níveis crescentes de salinidade *versus* formas de adubação, ainda são escassas, mas a eficiência da adubação nitrogenada em ambientes salinos já foi encontrada no estudo de Santos *et al.* (2016) no número de capulhos cultura do algodoeiro, e também de Magalhães *et al.* (2017), que verificaram aumento no número de vagens na cultura do feijoeiro, com a elevação da dose de esterco de galinha.

Com relação ao número de vagens do Ac8, conforme os resultados do teste de média apresentados na Figura 4B, observou-se que as plantas fertilizadas com adubação mineral e biofertilizante bovino na água de menor salinidade não diferiram estatisticamente. Entretanto, verificou-se uma redução mais acentuada no NV com aumento da salinidade em plantas fertilizadas com adubação mineral, ocorrendo um decréscimo de 75% no NV. Possivelmente ocorreram efeitos negativos na associação entre adubação mineral e o aumento da CEa, devido ao índice de salinidade existente no potássio (KCl) presente na composição dessa adubação (PRAZERES *et al.*, 2015). O aumento da salinidade do solo promovido por essa junção pode ter viabilizado um estresse oxidativo na planta, o que levou a distúrbios na translocação de fotossintatos, diminuindo produção de vagem (TAIZ *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2018).

Comportamento semelhante foi observado por Santos *et al.* (2019), que apontaram que o estresse salino afetou o número de frutos na cultura do pimentão, entretanto, com menores intensidades nos tratamentos que receberam 50% da dose recomendada com fertilizante orgânico e 100% da dose recomendada com fertilizante mineral.

As diferenças encontradas no número de vagens em função dos fatores analisados ratificam a afirmação de Peixoto *et al.* (2008), de que as plantas de amendoim apresentam plasticidade, ou seja, possuem mecanismos fisiológicos que lhe conferem a capacidade de se desenvolver em ambientes edafoclimáticos adversos através de modificações na morfologia e na produção da planta.

Ao analisar o efeito interativo entre os fatores para Ac26 (Figura 4C), verificou-se que a massa seca da vagem (MSV) seguiu a mesma tendência que as variáveis anteriores na água de baixa salinidade ($1,0 \text{ dS m}^{-1}$). Isso mostra que no menor nível salino as adubações fornecem ao Ac26 um maior equilíbrio nutricional, favorecendo condições para um aparato fisiológico e bioquímico, que influencia positivamente na formação das vagens, comprimento, diâmetro, peso e, conseqüentemente, na produção por planta (SILVA *et al.*, 2019b).

O resultado encontrado corrobora com Lima *et al.* (2019), que avaliaram crescimento e componentes de produção da aceroleira cultivada com águas salinas e adubação potássica e observaram que o maior peso médio dos frutos foi encontrado em plantas irrigadas com $0,8 \text{ dS m}^{-1}$.

Ao verificar a MSV para Ac26 (Figura 4C) na água de maior salinidade (5 dS m⁻¹), constatou-se uma superioridade significativa do biofertilizante em relação à adubação mineral, levando a um maior peso de vagem (3,75 g vagem⁻¹). Possivelmente, esse fato pode estar relacionado à existência de genes tolerantes à salinidade, que contribuem para o efluxo do sódio das estruturas radiculares, impedindo o acúmulo de Cl⁻ no citosol e o transporte de Na⁺ para a parte aérea (MANCHANDA; GARG, 2008). Paralelamente à presença desses genes, o biofertilizante biológico, como afirmam Babaei *et al.* (2017), possui vários mecanismos que aumentam os rendimentos das plantas, incluindo o teor relativo de água, prolina, teor de açúcares solúveis e melhora a eficiência de enzimas existentes nas folhas das plantas, como a catalase, peroxidase e polifenoloxidase.

Para os valores médios observados no Ac8 para massa seca da vagem (Figura 4D), em função dos tratamentos de adubação e níveis crescentes de salinidade, nota-se que não houve diferença significativa entre as plantas que receberam adubação NPK na água de baixa salinidade (1,0 dS m⁻¹) e plantas adubadas com biofertilizante na água de média salinidade (3,0 dS m⁻¹), apresentando maior peso de massa seca de vagem, de 7,37 g vagem⁻¹ e 6,16 g vagem⁻¹, respectivamente. Já os menores valores obtidos para MSV no Ac8 foram constatados com aumento da CEa, em ambas as fertilizações.

Dessa forma, observa-se que houve redução na MSV do Ac8 à medida que aumentou a aplicação de água com alta concentração de sais (Figura 4D). Presume-se que isso ocorreu em decorrência dos efeitos deletérios causados pelo excesso de sais e o Ac8 apresenta indícios de ser um genótipo menos tolerante ao estresse salino. Silva *et al.* (2019b) descrevem que os efeitos osmóticos podem causar fechamento estomático, em resposta ao estresse salino, reduzindo a entrada de CO₂ nas folhas e, assim, diminuindo a taxa fotossintética, resultando em uma redução na produção de fotoassimilados que seriam transferidos e acumulados nos frutos, levando a frutos de menores pesos e tamanhos.

Resultados análogos ao deste trabalho foram verificados por Rodrigues *et al.* (2020), que observaram maior peso de espiga de milho até CEa 2,34 dS m⁻¹, ocorrendo redução quando as plantas foram irrigadas com 5 dS m⁻¹.

Em relação à produtividade (PROD) para o Ac26 (Figura 4E), constatou-se que houve diferença significativa entre as duas formas de adubação com aumento da CEa, em que os maiores valores foram obtidos quando as plantas receberam NPK na água de baixa e de média salinidade, respectivamente (72,22 e 68,88 g vasos⁻¹). Esses resultados apontam que a PROD nesse genótipo foi influenciada pela massa dos grãos, e não por causa do número de vagens (Figura 4A). Além disso, essa adubação proporciona um melhor equilíbrio nutricional nesses níveis salinos, devido à presença de nutrientes como N e K que participam do ajustamento

osmótico, como também estão ligados ao transporte e armazenamento de fotoassimilados, produção de compostos orgânicos, aminoácidos e proteínas (TAIZ *et al.*, 2017).

Tais resultados encontram suporte nas observações de Santos *et al.* (2019), em que o aporte de nutrientes decorrentes da fertilização mineral do pimentão é capaz de mitigar o deslocamento de sais (Na^+ e Cl^-) para os fotoassimilados e posteriormente para os frutos, proporcionando maior produtividade. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos *et al.* (2016), que analisaram a morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio, e verificaram que a maior produção ($327,2 \text{ g planta}^{-1}$) foi em plantas irrigadas com água de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$.

Por outro lado, as plantas do Ac26 (Figura 4E), quando receberam adubação com biofertilizante na CEa de $5,0 \text{ dS m}^{-1}$, apresentaram valor significativo de produção, com $43,88 \text{ g vasos}^{-1}$. Esse resultado indica que esse genótipo quando adubado com biofertilizante bovino em água com altas concentrações de sais consegue manter um rendimento satisfatório. Tal fato pode estar ligado ao ajustamento osmótico ocasionado por esse insumo, promovendo uma biossíntese e um acúmulo de solutos orgânicos que contribuem para uma diminuição dos efeitos deletérios dos sais (SOUSA *et al.*, 2020; TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, facilita a liberação de substâncias húmicas no solo, o que irá possibilitar uma maior eficiência na absorção de água e nutrientes (SOUZA *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2019a).

Comportamento contrário foi obtido por Sousa *et al.* (2016), ao estudarem os efeitos da irrigação com água salobra na cultura do rabanete em solo com fertilizantes orgânicos, em que verificaram que o aumento da condutividade elétrica da irrigação diminui a produtividade em solos com e sem biofertilizante.

Ao analisar a produtividade do Ac8 em função dos fatores analisados (Figura 4F), verificou-se que não houve diferença significativa entre as formas de adubação em plantas irrigadas com CE de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$; o maior valor atingido foi quando o amendoim recebeu NPK, obtendo-se um valor de $111,82 \text{ g vasos}^{-1}$. Entretanto, o aumento da concentração de sais da água de irrigação associado à adubação com NPK reduziu a produtividade da cultura. A salinidade do solo ocasionada por íons, principalmente Na^+ e Cl^- , causa distúrbios iônicos na relação solo-planta, de modo consequente irá diminuir a absorção de nutrientes essenciais prejudicando o crescimento e a produção das culturas (LIMA *et al.*, 2015; ALVARENGA *et al.*, 2019).

A produtividade do Ac8 demonstrou visivelmente que a intensificação dos efeitos deletérios da salinidade é responsável pela diminuição da produção (RODRIGUES *et al.*, 2020). Além disso, a não utilização de um manejo correto poderá contribuir conjuntamente para redução da produção, como material genético menos tolerante (FLOWERS, 2004) e insumos que apresentam caráter salino (PRAZERES *et al.*, 2015). Santos *et al.* (2019), ao investigarem

a interação de diferentes fertilizações *versus* diferentes condutividades elétricas da água de irrigação na cultura do pimentão, encontraram melhores rendimentos quando as plantas foram irrigadas com água de baixa CE.

Assim como os resultados apresentados para Ac26 em condições de estresse, a maior produtividade no Ac8 em ambientes salinos (5 dS m^{-1}) foi alcançada quando as plantas foram adubadas com biofertilizante ($27,77 \text{ g vasos}^{-1}$). Sousa *et al.* (2016) explicam que esses efeitos são atribuídos ao adequado fornecimento de nutrientes essenciais fornecidos pelo biofertilizante, bem como de possíveis melhorias nas atividades biológicas do solo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação com água de condutividade elétrica $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ não inibiu os componentes de produção dos genótipos de amendoim independentemente do tipo de adubação.

O acesso 26 quando adubado com biofertilizante bovino e irrigado com água de alta salinidade foi mais eficiente do que o acesso 8, demonstrando maior número de vagens, massa seca de vagem e a produtividade.

A utilização do adubo mineral não foi capaz de mitigar os efeitos nocivos da água de alta salinidade, afetando o número de vagens, massa seca de vagem e a produtividade de ambos os genótipos.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam seus agradecimentos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo fomento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. F.; SILVA, E. M. D.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. D.; SILVA, L. D. A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 191-200, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA18215>.

BABAEI, K.; SEYED SHARIFI, R.; PIRZAD, A.; KHALILZADEH, R. Effects of bio fertilizer and nano Zn-Fe oxide on physiological traits, antioxidant enzymes activity and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. **Journal of Plant Interactions**, v. 12, n. 1, p. 381-389, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/17429145.2017.1371798>.

BARBOSA, R. M.; HOMEM, B. F. M.; TARSITANO, M. A. A. Custo de produção e lucratividade da cultura do amendoim no município de Jaboticabal, São Paulo. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 475-481, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461040005>.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2019. 545p.

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

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental botany**, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh003>.

HEID, D. M.; ZÁRATE, N. A. H.; OHLAND, R. A. A.; TORALES, E. P.; MORENO, L. B.; VIEIRA, M. D. 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. DOI: <https://doi.org/10.19084/RCA15058>.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; 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**: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. v. 2, p. 35-50.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados preliminares. Brasil, 2018.

ISMAIL, A. M.; HORIE, T. Genomics, physiology, and molecular breeding approaches for improving salt tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 68, p. 405-434, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042916-040936>.

KÖPPEN, W. P. **Die klimate der erde**: Grundriss der klimakunde. Berlin: Walter de Gruyter e So., 1923. 369p.

LIMA, G. S. D.; DIAS, A. S.; SOUZA, L. D. P.; SÁ, F. V. D. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A. Effects of saline water and potassium fertilization on photosynthetic pigments, growth and production of West Indian cherry. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 3, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2164>.

LIMA, G. S. D.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A.; SILVA, A. O. Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, n. 1, p. 1-10, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902015000100001>.

LIMA, G. S. D.; PINHEIRO, F. W.; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A.; SILVA, S. S. D. Growth and production components of West Indian cherry cultivated with saline waters and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 250-256, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n4p250-256>.

MAGALHÃES, I. P. B.; SEDIYAMA, M. N. A.; SILVA, F. D. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; LOPES, I. P. C. Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 1, p. 98-107, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201764010014>.

MANCHANDA, G.; GARG, N. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 30, n. 5, p. 595-618, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11738-008-0173-3>.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 551-558, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000500007>.

OLIVEIRA, F. D. A. D.; MEDEIROS, J. F. D.; ALVES, R. D. C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T. D.; RÉGIS, L. R. D. L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 11, p. 1049-1056, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1049-1056>.

OLIVEIRA, F. D. A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. D. C.; LINHARES, P. S.; MEDEIROS, A. M.; OLIVEIRA, M. K. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 5, p. 480-486, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000500003>.

PEIXOTO, C. P.; GONÇALVES, J. A.; PEIXOTO, M. D. F. D. S.; CARMO, D. O. D. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no recôncavo baiano. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 673-684, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000300016>.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; SILVA ARAUJO, I. C.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2161>.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos FAO - Irrigação e Drenagem, 48).

RODRIGUES, V. D. S.; BEZERRA, F. M.; SOUSA, G. G. D.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N.; VIANA, T. V. D. A. Yield of maize crop irrigated with saline waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 2, p. 101-105, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n2p101-105>.

SANTOS, C. D.; CARVALHO, M. D.; RODRIGUES, M.; NOUJAIN FILHO, N.; MENDES, E. D. R. Comportamento de genótipos de feijão na época “das águas” no Norte de Mato Grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 17-26, 2013b.

SANTOS, L. W.; FATIMA BARBOSA COELHO, M.; AZEVEDO, R. A. B. Qualidade de mudas de pau-ferro produzidas em diferentes substratos e condições de luz. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 74, p. 151-158, 2013a. DOI: <https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.74.344>.

SANTOS, F. S. S.; ARAUJO VIANA, T. V.; COSTA, S. C.; SOUSA, G. G.; AZEVEDO, B. M. Growth and yield of semi-hydroponic bell pepper under desalination waste-water and

organic and mineral fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 1005-1014, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n417rc>.

SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; XAVIER, D. A.; CAVALCANTE, L. F.; MARENCO-CENTENO, C. R. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 86-96, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.1158>.

SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; MEDEIROS, J. F. D.; TARGINO, A. J. D. O.; COSTA, L. P. D.; SANTOS, S. T. D. Saline stress and potassium/calcium ratio in fertigated eggplant. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 11, p. 770-775, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n11p770-775>.

SILVA SALES, J. R.; SOUSA, G. G.; CAVALCANTE, F.; MORAES, J. G. L.; LEITE, K. N.; ARAUJO VIANA, T. V. Production and Quality of Okra Fruits Submitted to Doses and Types of Biofertilizers. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 4, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n4p507>.

SILVA, E. V. A. N. D. R. O.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; BARBOSA, J. L.; SOUZA, C. M. A. Morphology and production of west indian cherry irrigated with saline waters under combinations of nitrogen-potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 1027-1037, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n419rc>.

SILVA, S. S. D.; LIMA, G. S. D.; LIMA, V. L. A. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A.; LUCENA, R. C. M. Gas exchanges and production of watermelon plant under salinity management and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e54822, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632019v4954822>.

SOUSA, G. G.; MELO MENDONÇA, A.; SILVA SALES, J. R.; SILVA JUNIOR, F. B.; MORAES, J. G. L.; SOUSA, J. T. M. Morphophysiological characteristics of okra plants submitted to saline stress in soil with organic fertilizer. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p. e3241-e3241, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3241>.

SOUSA, G. G.; SANTOS RODRIGUES, V.; ARAÚJO VIANA, T. V.; SILVA, G. L.; OLIVEIRA REBOUÇAS NETO, M.; AZEVEDO, B. M. Irrigação com água salobra na cultura do rabanete em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 6, 2016. DOI: 10.7127/RBAI.V10N600514.

SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; COSTA, R. N. T.; HERNANDEZ, F. F. F.; SOUSA, C. H. C. Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2315, 2018. DOI: 10.7127/RBAI.V12N100696.

SOUZA, F. E. C.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; FREIRE, M. H. C.; LUZ, L. N.; SILVA, F. D. B. Produtividade de diferentes genótipos de amendoim submetidos a diferentes formas de adubação. **Nativa**, v. 7, n. 4, p. 383-388, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v7i4.6683>.

SOUZA, L. D. P.; LIMA, G. S. D.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. D. A. Emergence, growth, and production of colored cotton subjected to salt stress and organic

fertilization. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 719-729, 2018. DOI:
<https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n322rc>.

SOUZA, M. V. P.; SOUSA, G. G.; SALES, J. R. S.; FREIRE, M. H. C.; SILVA, G. L.; VIANA T. V. A. Saline water and biofertilizer from bovine and goat manure in the Lima bean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, e5672, 2019a. DOI: 10.5039/agraria.v14i3a5672.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

VIANA, T. V. A.; SANTOS, A. P. G.; SOUSA, G. G.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M. Trocas gasosas e doces foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 595-601, 2013. DOI: 10.5039/agraria.v8i4a3260.