



Resposta germinativa do feijão arigó e manteiguinha (*Vigna unguiculata* L. Walp) submetidas a condições estresse salino

Kelly Nascimento LEITE^{1*}, Yasmin Cavalcante de ANDRADE¹, Kecy Dhones Monteiro MARQUES¹, André Luiz MELHORANÇA FILHO¹, Porfirio Ponciano de OLIVEIRA JUNIOR², Geocleber Gomes de SOUSA³

¹Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, AC, Brasil.

(ORCID: *; 0000-0001-7490-9688; 0000-0003-4828-4455; 0000-0001-9571-8370)

²Universidade Federal do Acre, Floresta, AC, Brasil. (ORCID: 0000-0001-5434-3218)

³Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB, Redenção, CE, Brasil. (ORCID: 0000-0002-1466-6458)

*E-mail: knleite.ufac@gmail.com (ORCID: 0000-0003-1919-9745)

Recebido em 22/10/2019; Aceito em 07/02/2020; Publicado em 13/04/2020.

RESUMO: Esse trabalho teve o objetivo de avaliar a germinação e crescimento de plântula das sementes crioulas de feijão-caupi, (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), variedades Manteiguinha e Arigó, exposta a níveis crescentes de salinidade da região do vale do Juruá, Acre. O experimento foi conduzido em laboratório utilizando 10 tratamentos e quatro repetições distribuídos seguindo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, duas variedades de feijão (Arigó e Manteiguinha) e 5 níveis de salinidade, por um período total de 7 dias. Foi avaliado o índice de germinação, o tempo médio de germinação, crescimento do hipocótilo, crescimento da radícula, e matéria seca total. Os resultados mostraram que a germinação (IVG), hipocótilo (CH) e raiz (CR) são afetados com o aumento das concentrações salinas. O tempo médio de germinação para a variedade Arigó não sofreu alteração significativa com a presença dos sais na solução. A matéria seca do hipocótilo e raiz foram afetadas de maneira significativa somente para a variedade Arigó. A variedade Manteiguinha apresentou boa tolerância à salinidade na germinação inicial, mostrando-se como uma boa alternativa para programas de seleção de obtenção de cultivares tolerantes ao estresse salino.

Palavras-chave: feijão-caupi; salinidade; germinação.

Germination response of bean arigó and manteiguinha (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submitted to salt stress conditions

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the germination and seedling growth of the Creole seeds of the Juruá Valley, Acre, bean caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) varieties Manteiguinha and Arigó, exposed to increasing levels of salinity. The experiment was conducted in a laboratory using 10 treatments and four replicates distributed in a completely randomized design in a 2 x 5 factorial scheme, two varieties of bean (Arigó and Manteiguinha) and 5 levels of salinity, for a total period of 7 days. The germination index, mean germination time, hypocotyl growth, root growth, and total dry matter were evaluated. The results showed that germination (IVG), hypocotyl (CH) and root (CR) are affected with the increased salt concentrations. The mean germination time for the Arigó variety did not change significantly with the presence of the salts in the solution. The dry matter of the hypocotyl and root is affected only significantly for the arthropod variety. The variety Manteiguinha presented good tolerance to the salinity in the initial germination. The butterbean variety stood out best by showing a good alternative for selection programs for obtaining salt tolerant cultivars.

Keywords: cowpea beans; salinity; germination.

1. INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) tem tendência a obter um papel ainda mais relevante na segurança alimentar das pessoas que vivem em regiões subtropicais e tropicais. A cultura apresenta uma boa acessibilidade, além disso, apresentando boa produção se tornando um importante componente da alimentação diária da população, em especial para famílias com rendas mínimas das regiões norte e nordeste do Brasil (BEZERRA et al., 2014).

O feijão-caupi é uma das leguminosas, que apresenta um maior potencial de cultivo no mundo quando se trata de variedades e consegue ter uma boa adaptação em lugares

desfavoráveis com pouco uso de tecnologias, sendo uma alternativa para diminuir a fome mundial (MIQUELONI et al., 2018).

As sementes crioulas têm uma representação tanto no resgate de culturas, como para a agricultura familiar onde envolve seu modo de produção. Além disso, são sementes que possuem uma boa adaptabilidade e que vêm crescendo, há décadas, entre as famílias de agricultores, porém vem sendo substituídas por sementes que são altamente dependentes de agrotóxicos e adubos (RODRIGUES et al., 2015), ou seja, a ausência dessas sementes vem causando efeitos negativos à agricultura familiar.

De maneira geral, as plantas têm seu desenvolvimento afetado de formas diferentes por diversos fatores, entre eles está a quantidade de sais presentes na água de irrigação. Existem culturas que conseguem apresentar um bom desenvolvimento em níveis de salinidade bastante notável, enquanto outras têm a sua produção afetada (BRITO et al., 2015). A presença de sais interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre solo e superfície da semente, reduzindo a captação de água pela semente e conseqüentemente a taxa de germinação devido a inibição e mobilização de reservas e distúrbios do sistema de membranas do eixo embrionário (FREIRE et al., 2018).

Dependendo do grau de salinidade, a semente, em vez de absorver, perderá a água que se encontra no seu interior. Esta ação é denominada plasmólise e ocorre quando uma solução altamente concentrada é posta em contato com a célula vegetal (SENA et al., 2018). Os efeitos osmóticos e tóxicos dos íons em decorrência da salinidade fazem com que o crescimento da planta seja inibido (MUNNS; GILLIHAN, 2015). Além disso, a influência do estresse causado pelo sal na germinação tem uma importância especial para cada espécie, e seus limites de tolerância e sua capacidade de adaptação têm respostas diferentes (LAVEZO et al., 2015).

Diante do exposto o presente trabalho, teve o objetivo de avaliar a resposta germinativa e o desenvolvimento da plântula da semente do feijão-caupi, variedades, Manteiguinha e Arigó, diante a exposição de diferentes níveis de salinidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Cruzeiro do Sul - Acre, latitude 07° 37' 52" S, longitude 72° 40' 12" W, está localizado ao Norte do Brasil. O clima da região segundo a classificação de (THORNTHWAITE, 1948) é tropical úmido com evapotranspiração bem distribuída ao longo do ano e precipitações concentradas no verão nos meses de dezembro a maio, seco no inverno, apresentando temperatura média de 26 °C e precipitação média anual de 2300 mm

O experimento foi realizado no laboratório de fitotecnia do Instituto de biodiversidade da Universidade Federal do Acre, campus Floresta Cruzeiro do Sul entre os meses de julho a outubro de 2018.

As sementes de feijão avaliadas foram provenientes de agricultores da região, escolhidas de forma aleatória entre as variedades de feijão exploradas comercialmente e de boa adaptação para a região.

Na simulação do estresse salino foram avaliados 10 tratamentos distribuídos seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 5, sendo duas variedades de feijão (Arigó e Manteiguinha) e quatro níveis de salinidade 1,8; 2,5; 3,9 e 7,0 dSm⁻¹ (DOREEMBOS; KASSAN, 1979) mais o tratamento testemunha sem salinidade, mantidos sobre temperaturas constante de 25 °C. Para a simulação do estresse salino foi utilizado o cloreto de sódio (NaCl), em que as quantidades do sal foram diluídas em água destilada e posteriormente, tiveram sua condutividade elétrica determinada por um condutivímetro de bancada de medição aquosa previamente calibrado com solução padrão.

Foram colocados proporcionalmente 604, 1600, 2496 e 4480 mg de NaCl L⁻¹ em água destilada, para a obtenção dos níveis de salinidade acima citados, com exceção do nível zero que correspondeu ao controle, apenas com água destilada.

Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes, divididas em quatro repetições de 25 unidades (RAS [s.d.]). As sementes foram tratadas com solução de hipoclorito de sódio 1% e posteriormente distribuídas sobre uma folha de papel "germitest" cobertas com uma segunda folha e organizadas na forma de rolos, umedecidos com uma quantidade de solução contendo o nível de salinidade desejado, equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e mantidos em câmara de germinação do tipo Biological Oxygen Demand (B.O.D.), contendo lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W) com doze horas de luz e doze de escuro e temperatura constante de 26 °C.

Foram consideradas sementes germinadas as que apresentaram raiz primária mais hipocótilo e as contagens foram realizadas diariamente, até a última semente germinada, em um total de três dias. O teste de germinação correspondeu à porcentagem acumulada de sementes germinadas no terceiro dia após o início do teste. Em seguida determinou-se o índice de velocidade de germinação (IVG), que consistiu na contagem diária do número de sementes germinadas, no mesmo horário, do primeiro ao terceiro dia após a semeadura (período que todas já estavam germinadas), conforme equação 1 sugerida por Maguire; Bevan (2002).

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad (1)$$

em que: IVG: índice de velocidade de germinação; G1, G2 e Gn: número de sementes germinadas no primeiro, segundo, até o último dia; N1, N2 e Nn: número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda até a última contagem.

Ao terceiro dia após o teste de germinação e índice de velocidade, calculou-se o tempo médio de germinação (t) da semente de feijão para cada variedade, conforme equação 2, preconizada de (LABOURIAU, 1990)

$$TMG = \frac{\sum ni ti}{\sum ni} \quad (2)$$

em que: ni = número de sementes germinadas por dia e ti = tempo de avaliação (dias).

O crescimento da radícula e hipocótilo foram medidos a cada 48 horas, com o auxílio de um paquímetro, as medidas foram encerradas após 7 dias, quando as plântulas perderam seus cotilédones, as variedades cuja as sementes eram maiores não chegaram a perder o cotilédone, porém entraram em estágio de degradação. Após o oitavo dia de germinação, as raízes e o hipocótilo de cada repetição, foram separados e medidos com o auxílio de um paquímetro digital, foram postos separadamente em sacos de papel kraft, pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em grama (g) e determinado peso da massa fresca. Em seguida colocou-se o material em estufa de circulação forçada a 60 °C por 48 horas e se determinou a massa seca do hipocótilo e raiz.

Atendendo aos pressupostos, os dados obtidos para as variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os parâmetros qualitativos foram submetidos ao teste de média por Tukey, e os quantitativos submetidos a regressão polinomial testando os modelos linear e quadrático e escolhendo o modelo que melhor se ajustou.

3. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância através dos valores de F, média geral, coeficiente de variação e diferença mínima significativa, para índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), comprimento da raiz (CR), comprimento do hipocótilo (CH) e massa seca da raiz com hipocótilo (MS), em função da condutividade elétrica da água de imersão das sementes para as variedades Manteguinha e Arigó.

Com exceção do tempo médio de germinação as demais variáveis apresentaram diferenças significativas entre as variedades (Manteguinha e Arigó) e concentrações de salinidade (dSm^{-1}) com suas interações significativas, indicando a existência de diferenças no comportamento dos níveis de um fator dentro do outro,

Tabela 1. Valores de F, média geral, coeficiente de variação e diferença mínima significativa para índice de velocidade de germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TMG), comprimento da Raiz (CR), comprimento do hipocótilo (CH) e Massa seca da raiz e hipocótilo (MS).

Table 1. F values, overall mean, coefficient of variation, and significant minimum difference for germination speed index (IVG), Average germination time (TMG), Root length (CR), Hypocotyl length (CH), and Mass root dryness and hypocotyl (MS).

Causas de Variação	TMG	IVG	CR (mm)	CH (mm)	MS (mg)
Variedade	169,3 ^{ns}	646,8*	22,79*	18,10*	0,85 ^{ns}
CE (dSm^{-1})	2,66 ^{ns}	40,67*	42,09*	51,79*	25,12*
Variedade X CE	1,10 ^{ns}	11,55*	4,37*	4,62*	27,14*
Média Geral	2,1	38,05	43,08	15,13	24,42
CV	10,8	1,26	14,78	39,09	37,42
DMS variedade	0,15	0,3	4,58	3,81	5,93
DMS CE	0,33	0,69	10,3	8,58	13,33
DMS variedade X CE	0,43	0,98	10,26	12,13	18,8

Após a verificação da significância entre a interação dos fatores realizou-se o desdobramento através da comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As Tabelas 2 e 3 dispõem o comportamento das variedades Manteguinha e Arigó para as diferentes concentrações de salinidade, respectivamente.

Tabela 2. Comportamento do feijão Manteguinha a diferentes concentrações de estresse salino ($dS \cdot m^{-1}$) Parâmetros avaliados: IVG (índice de velocidade de germinação), TMG (tempo médio de germinação), Hip. (comprimento do hipocótilo) e CR (crescimento radicular).

Table 2. Behavior of Manteguinha beans at different saline stress concentrations (dSm^{-1}) Parameters evaluated: IVG (germination speed index), TMG (average germination time), Hyp. (hypocotyl length) and CR (root growth).

Trat.	IVG	TMG (dia)	Hip. (mm)	CR	MS (mg)
0	40,83aA	2,70aA	61,60aA	66,70aA	22,50aA
1,8	39,58bA	2,70aA	62,70aA	78,78aA	21,80aA
2,5	40,08abA	2,49 aA	37,05bA	41,22bA	20,00a A
3,9	40,46abA	2,27bA	31,46cA	43,57bA	34,00aA
7,0	38,95cA	2,65aA	22,53cA	36,96bA	17,80aA
CV%	0,98	10,80	15,30	4,78	37,42
DMS	1,25	0,43	12,40	14,58	19,00

Letra minúscula a - b -, médias das concentrações seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Letra maiúscula A - B - Para cada concentração, médias das variedades seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 3. Comportamento do feijão Arigó a diferentes concentrações de estresse salino (dSm^{-1}) parâmetros avaliados: IVG (índice de velocidade de germinação), TMG (tempo médio de germinação), hipocótilo (comprimento do hipocótilo) e CR (crescimento da raiz) e MS (matéria seca).

Table 3. Behavior of Arigó beans at different saline stress concentrations (dSm^{-1}) evaluated parameters: IVG (germination speed index), TMG (average germination time), hypocotyl (hypocotyl length) and CR (root growth). And MS (dry matter).

Trat.	IVG	TMG (mm)	CH (mm)	CR (mg)	MS (mg)
0	38,8aB	1,80aB	45,2aB	44,8bB	36,5aA
1,8	35,8bB	1,60aB	51,0aB	67,6aB	32,5bA
2,5	35,8bB	1,60aB	30,2bA	36,8bcA	22,8bA
3,9	35,3bcB	1,60aB	19,6bB	24,1cB	21,0bA
7,0	34,8cB	1,60aB	29,5bA	40,4bA	16,8aA
CV%	1,26	10,80	15,13	14,78	37,42
DMS	0,98	0,46	12,14	14,58	19,00

Letra minúscula a - b - Para cada variedade, médias das concentrações seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Letra maiúscula A - B - Para cada concentração, médias das variedades seguidas da mesma letra maiúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O índice de velocidade de germinação (IVG), Figura 1 foi afetado de maneira negativa com o aumento da salinidade no extrato de saturação, nota-se que a variedade Manteguinha tem um maior índice de velocidade de germinação e sofreu menos com o aumento dos níveis de salinidade. Os índices de velocidade de germinação foram de 40,8; 39,6; 40,1; 40,5 e 38,9 para o tratamento testemunha e concentrações crescentes de salinidade para a variedade Manteguinha. Com uma pequena variação observada para as concentrações maiores a menores, havendo resposta significativa. ($p < 0,05$). A representação gráfica demonstra que 87 % das variações ocorridas no índice de velocidade em função das diferentes concentrações de salinidade são explicadas pelo modelo de regressão polinomial de segunda ordem. Da mesma maneira a variação do IVG correspondente à variedade Arigó pode ser explicada (99%).

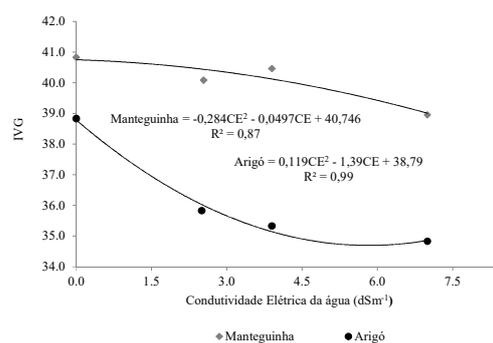


Figura 1. Índice de velocidade de germinação das variedades Manteguinha e Arigó submetidas a diferentes níveis de salinidade. Figure 1. Germination speed index of the Manteguinha and Arigó varieties submitted to different salinity levels.

As variedades Manteguinha e Arigó tiveram diferenças significativas às concentrações 1,8; 2,5; 3,9; e 7,0 $dS \cdot m^{-1}$. A variedade Manteguinha apresentou maiores índices em relação à variedade Arigó o melhor índice foi observado para o tratamento testemunha (IVG = 4,8) seguido das concentrações de 2,5 e 3,9 sem percepção significativa e de maneira significativa da maior concentração 7,0 $dS \cdot m^{-1}$.

O tempo médio de germinação para a variedade Manteiguinha na concentração 1,8 dS m⁻¹ não apresentou diferença quando comparada ao tratamento testemunha (0,0 dS m⁻¹). Nas concentrações 2,5 e 3,9 dSm⁻¹ aconteceu uma redução no tempo para a germinação das sementes. Todavia na concentração 7,0 dS m⁻¹ apresentou um pequeno decréscimo, porém sem diferença estatística. A variedade Arigó não apresentou nenhuma diferença significativa em seu tempo médio de germinação entre as concentrações testadas.

Quando comparadas as diferenças do tempo médio de germinação de uma variedade em relação a outra, ocorreu diferença significativa em todos os tratamentos, a variedade Manteiguinha apresentou melhor tempo de germinação em relação a variedade Arigó.

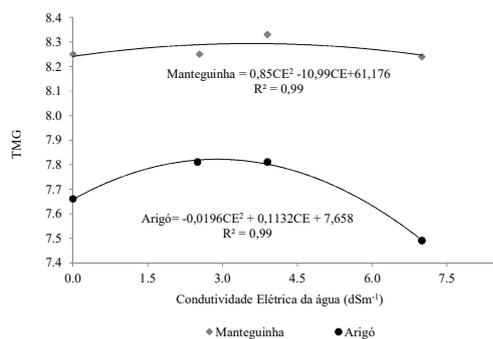


Figura 2. Tempo médio de germinação (dias) das variedades Manteguinha e Arigó submetidas a diferentes níveis de salinidade.
Figure 2. Average germination time (days) of the butters and Arigó varieties submitted to different salinity levels.

O crescimento do hipocótilo para as concentrações testadas mostrou que a variedade de feijão Manteiguinha teve seu crescimento reduzido em concentrações acima de 2,5 dS m⁻¹ quando ocorreu uma redução bastante significativa no maior nível salino testado (7,0 dS m⁻¹). A variedade de feijão Arigó também teve seu decréscimo perceptível nessas mesmas concentrações (2,5, 3,9 e 7,0 dS m⁻¹).

A Figura 3 mostra ajuste polinomial com correlação e R² 0,99 e 0,93 para as variedades Manteiguinha e Arigó respectivamente, as duas variedades foram beneficiadas no crescimento do hipocótilo, com a presença dos sais a uma dose de 1,8 dS m⁻¹, todavia decresceram seu crescimento a partir da concentração 2,5 dS m⁻¹ a medida que a concentração de sal aumentou o comprimento do hipocótilo diminuiu. Sendo assim as duas variedades apresentaram um crescimento bastante significativo em condutividades elétricas menores diminuindo na medida em que ocorre o aumento do NaCl.

O crescimento radicular da variedade Manteiguinha não sofreu influência significativa nas concentrações 0,0 e 1,8 dS m⁻¹ acima dessa concentração o feijão teve uma redução significativa.

A variedade Arigó também teve seu melhor desenvolvimento radicular nas concentrações 0,0 e 1,8 dS m⁻¹ sofrendo uma redução no tamanho da radícula, nas concentrações mais altas 2,5, 3,9 e 7,0 dS m⁻¹. Todavia vale salientar que enquanto o feijão Manteiguinha obteve um melhor resultado no crescimento do hipocótilo o Arigó teve um menor desenvolvimento significativo.

Resaltando que a variedade Manteiguinha demonstrou maior resistência às concentrações de salinidade, embora a

resposta às concentrações 2,5 e 7,0 dS m⁻¹ tenham apresentado valores não significativos e resultados semelhantes entre variedades.

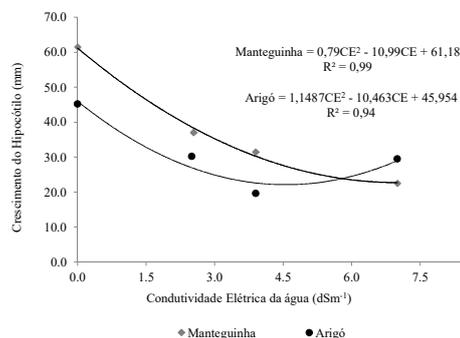


Figura 3. Crescimento do hipocótilo (mm) das variedades Manteguinha e Arigó submetidas a diferentes níveis de salinidade.
Figure 3. Hypocotyl growth (mm) of the butters and Arigó varieties submitted to different salinity levels.

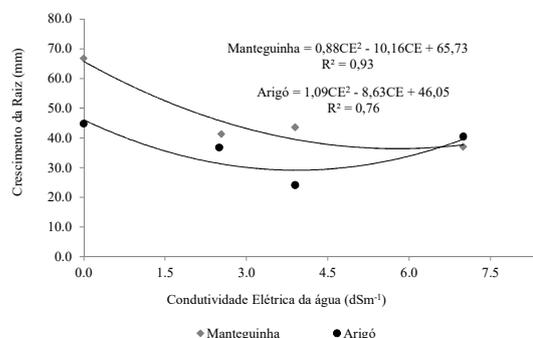


Figura 4. Comportamento do crescimento da raiz (mm) do feijão Manteiguinha e Arigó em diferentes condutividades elétricas.
Figure 4. Root growth behavior (mm) of the butter and Arigó beans in different electrical conductivity.

A matéria seca não apresentou diferença significativa entre variedades, e entre concentrações para a variedade Manteiguinha (Tabela 1). Todavia o feijão Arigó, diferentemente do feijão Manteiguinha, teve uma redução na matéria seca total na medida que se aumentou a concentração de NaCl. A Figura 5 apresenta a matéria seca (mg) para a variedade Arigó. Em relação à matéria seca foi observado que diminui conforme ocorre o aumento das concentrações salinas.

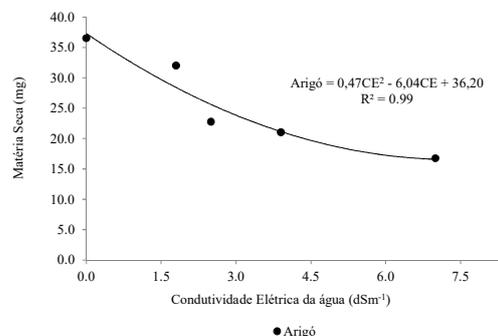


Figura 5. Representação polinomial da matéria seca (mg) da variedade Arigó.
Figure 5. Polynomial representation of dry matter (mg) of the Arigó variety.

4. DISCUSSÃO

Oliveira et al. (2015), observaram em experimento com testes de diferentes níveis de salinidade na água de irrigação que o uso da água que possuía a salinidade maior (5,0 dS m⁻¹) obteve menores valores mesmo fazendo o uso de bio estimulantes e quando comparado com a menor salinidade observaram que a diminuição total foi na ordem de 70% para as variedades de feijão-caupi.

Além disso, Furtado et al. (2014) fizeram o estudo com o feijão-caupi e perceberam efeitos negativos com o acréscimo do sal onde houve uma taxa de flores abortadas e floração atrasada.

A anatomia vegetal da semente do Manteguiha por ser menor em comparação ao Arigó pode ser a responsável pela tolerância ao excesso de sais, pois diminui a superfície de contato direto com os sais. O sal faz com que os processos metabólicos das plantas sejam afetados assim os índices fisiológicos e o crescimento são alterados, ou seja, é um fenômeno bastante complexo (SOUSA et al., 2018). O estresse salino testado em pinhão-manso também traz atrasos no processo germinativo no início do seu crescimento, essas plântulas expostas a uma condutividade elétrica de 6 dS m⁻¹ apresentam uma redução considerável (BRITO et al., 2015).

O incremento de sal proporciona comportamentos negativos nas plantas onde ocorreu a redução de quase todas as variáveis estudadas (MESQUITA et al., 2019). Fato que pode explicar o que ocorreu no processo germinativo. Silva et al. (2018) observou que o sal causa toxidez às sementes fazendo com que as mesmas tenham alterações celulares que causam prejuízos ao crescimento de plântula e aos processos fisiológicos da germinação.

De acordo com Lopes et al. (2014) a implicação da salinidade que se torna mais visível nas plantas é a redução do seu crescimento sendo o principal efeito na germinação junto com o desenvolvimento das plântulas que também são afetados.

Albuquerque et al. (2016) observaram que o tempo médio de germinação das plantas é influenciado pelo aumento da salinidade notando-se um comportamento linear crescente para as plantas emergirem. Resultados semelhantes foram observados por Santos et al. (2016), em estudos com semente de catingueira, o TMG de suas sementes submetido a um potencial osmótico de -1,2 Mpa, germinaram em torno de 6 e 9,5 dias. Onde puderam observar os tratamentos que tiveram uma melhor germinação que foi -0,4 Mpa.

Todavia em estudos realizados por Matias et al. (2015) observou-se um aumento da velocidade de germinação, que provavelmente ocorre por um ajuste fisiológico que acontece nesse ponto. Conforme a concentração foi aumentando, a velocidade de germinação diminuiu acentuadamente, onde esse potencial osmótico se tornou crítico para a germinação dessas sementes. Esse comportamento foi semelhante ao observado para as duas variedades de feijão estudadas nesse trabalho.

Estudos mostram que até mesmo as plantas que são cultivadas em condições de estresse salino obtêm sementes com uma qualidade fisiológica bem menor relacionada à germinação, porém esses efeitos variam conforme cada concentração e espécie (SOUZA NETA, 2016). O que explica o fato das concentrações com condutividades maiores terem apresentado um menor desenvolvimento do hipocótilo (Tabela 1 e 2).

De acordo com os dados analisados por Cruz et al. (2016) em sementes de *Cryptostegia madagascariensis* os níveis de sais tiveram uma influência significativa em relação ao hipocótilo onde ocorreu seu decréscimo.

A salinidade causa limitação no desenvolvimento das plantas diminuindo a suas chances de sobreviver estando sujeitas a varias condições de estresse (PEREIRA et al., 2014). Resultados semelhantes foram obtidos por Sousa et al. (2019) em avaliação dos genótipos IT960-610, IT97K-568-18, IT99K-573-2-1, IT99K-1122, IT00K-901-5-1, IT00K-1263-1, IT93K-625, IT97K-1069-6, IT98K-1092-2 e IT98D-1399 sob níveis crescentes de salinidade (0, 1, 2, 4 e 8 dS m⁻¹) esses autores observaram que com exceção a quatro genótipos todas as outras sementes sofreram perdas do seu vigor com níveis de salinidade acima de 2 dS m⁻¹.

Conforme Cavalcante et al. (2019) as concentrações de NaCl afetam negativamente o crescimento das raízes das plantas, observando redução nos maiores níveis salinos.

De acordo com Dalchiavon et al. (2016) o comprimento da raiz para o feijão *Phaseolus vulgaris* também foi influenciado pela salinidade onde no tratamento testemunha (sem sal) teve um maior comprimento de raiz (11,9 cm) já na concentração maior teve uma redução no tamanho das raízes com o valor (9,0 cm).

Conforme Silva et al. (2014) a cultura da cebolinha também apresentou resultados semelhantes com o aumento da salinidade da água de irrigação o crescimento radicular foi inibido pelos efeitos do sal.

Schaffner et al. (2017) apresentam em seu estudo resultados muito parecidos onde fizeram a comparação com outros tratamentos, observando que as médias das duas menores concentrações (0 e 0,5) apresentavam valores melhores. Já nas maiores concentrações o crescimento radicular e a altura eram reduzidos indicando que a planta de forma geral sofre com a salinidade.

O crescimento vegetal sofre vários impactos negativos que são consequências do estresse salino, onde são capazes de promover mudanças em funções metabólicas, anatômica e fisiológicas das plantas (DUTRA et al., 2017).

Passamani et al. (2017) corroboram essa afirmação, explicando que os efeitos que ocorrem nas plantas são decorrentes de várias alterações tanto fisiológicas quanto moleculares um exemplo são as alterações do potencial osmótico, que impedem que raízes absorvam nutrientes e água, resultando no fechamento dos estômatos além de reduzir a atividade fotossintética.

Em estudos feitos por Prazeres et al. (2015), observa-se que a matéria seca do feijão-caupi apresenta resultados negativos quando irrigados com água salina. Resultados semelhantes foram obtidos por Harter et al. (2014) os quais constataram que a massa seca da raiz diminuiu quando exposta a condições de estresse salino.

A mesma resposta foi observada por Cruz et al. (2017), que verificaram que a matéria seca apresentou valor negativo quando testadas concentrações de NaCl maiores. Na qual reduziu a matéria seca das folhas, hastes e pecíolos com uma redução em torno de 28 e 26%. Segundo Nóbrega et al. (2018), a salinidade presente na água de irrigação entre o nível 0,3 para 3,3 dS m⁻¹ faz com que o acúmulo de massa seca da planta de moringa reduza além de diminuir seu crescimento. Mais um fato que vem explicar a redução da matéria seca obtida no trabalho com feijão-caupi.

5. CONCLUSÕES

A germinação (IVG), o comprimento do hipocótilo (CH) e o comprimento da raiz (CR) são afetados com aumento das concentrações salinas.

O tempo médio de germinação para a variedade Arigó não sofre alteração significativa com a presença dos sais na solução.

A matéria seca do hipocótilo e da raiz são afetadas de maneira significativa somente para a variedade Arigó.

A variedade Manteiguinha apresentou boa tolerância à salinidade na germinação inicial, todavia para as outras variáveis a variedade Arigó mostrou-se mais resistente à presença dos sais.

A variedade Manteiguinha sobressaiu-se melhor mostrando uma boa alternativa para programas de seleção de obtenção de cultivares tolerantes a estresse salino.

6. REFERÊNCIAS

- ALBURQUEQUE, J. R. T.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G. SOUTO, L. S. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de pepino sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 2, p. 486-495, 2016.
- BEZERRA, A. A. C.; NEVES, A. C. das; NETO, F. A.; SILVA JÚNIOR, J. V. da. Morfofisiologia e produção de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, em função da densidade de plantas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 4, p. 135-141, 2014.
- BRITO, K. Q. D.; NASCIMENTO, R.; SANTOS, J. E. A. dos; SOUZA, F. G. de; DILVA, I. A. C. Crescimento de genótipos de feijão-caupi irrigados com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 10, n. 5, p. 16-22, 2015.
- CAVALCANTE, J. A.; REOLON, F.; MORAES, C. L. de; TERNUS, R. M.; SILVA, R. N. O. da; MARTINS, A. B. N.; MORAES, D. M. de. Potencial fisiológico de sementes de duas cultivares de arroz em resposta ao stresse salino. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 184-193, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17279>
- CRUZ, J. L.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; SANTOS, A. A. dos. Salinidade reduz a assimilação de carbono e o índice de colheita de plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 39, n. 4, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v39i4.32952>
- CRUZ, F. R. S.; ANDRADE, L. A.; ALVES, E. U. Estresse salino na qualidade fisiológica de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1189-1199, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509825110>
- DALCHIAVON, F. C.; NEVES, G.; HAGA, K. Efeito de stresse salino em sementes de *Phaseolus vulgaris*. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 3, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15161>
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, E. S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.4336/2017.pfb.37.91.1447>
- FURTADO, G. F.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; XAVIER, D. A.; ANDRADE, E. M. G.; SOUSA, J. R. M. Pigmentos fotossintéticos e produção de feijão *Vigna unguiculata* L. Walp. sob salinidade e adubação nitrogenada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 2, p. 291-299, 2014.
- FREIRE, M. H. C.; SOUSA, G. G.; SOUZA, M. V. P.; CEITA, E. D. R.; FIUSA, J. N.; LEITE, K. N. Emergence and biomass accumulation in seedlings of rice cultivars irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 7, p. 471-475, 2018.
- HARTER, L. dos S. H.; HARTER, F. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 80-85, 2014.
- LAVEZO, A.; BRAGA, L. F.; BATISTÃO, A. C.; BONFANTE, L. V. Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 622-630, 2015. DOI: https://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/14_026
- LOPES, K. P.; NASCIMENTO, M. G. R.; BARBOSA, R. C. A.; COSTA, C. C. Salinidade na qualidade fisiológica em sementes de *Brassicas oleracea* L. var. itálica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2251-2260, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n5p2251>
- LABOURIAU, L. F. G. O interesse do estudo das sementes. **Estudos Avançados**, São Paulo, n. 4, n. 9, p. 228-242, 1990. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141990000200012>
- MAGUIRE, M.; BEVAN, N. User requirements analysis: A review of supporting methods. **Proceedings of IFIP 17th World Computer Congress**, v. 99, 2002. DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-35610-5_9
- MATIAS, J. R.; SILVA, T. C. F. dos; OLIVEIRA, G. M. de; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de pepino cv. caipira em condições de estresse hídrico e salino. **Revista SODEBRAS**, v. 10, n. 113, p. 33-3, 2015.
- MESQUITA, F. de O.; MEDEIROS, J. dos S. de; ANDRADE, L. A. de; OLIVEIRA, C. J. de; JAPIASSU, A.; MEDEIROS, A. C. de; SANTANA, D. S. de M.; MARACAJA, P. B. Desenvolvimento Inicial de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne avaliada pela Fitomassa em Solos Salinizados. **Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal, v. 13, n. 1, p. 13-24, jan - jun, 2019.
- MIQUELONI, D. P.; SANTOS, V. B. dos; LIMA, S. R.; MESQUITA, D. N.; FURTADO, S. da S. F. Descrição e discriminação de variedades crioulas de feijão-caupi na Amazônia Ocidental brasileira. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 7, n. 5, p. 49-61, 2018.
- MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops - what is the cost?. **New Phytologist**, Cambridge, v. 208, n. 3, p. 668-673, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/nph.13519>
- NÓBREGA, J. S.; SOUZA, T. A.; SOUTO, L. S.; SOUZA, J. A. de.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SÁ, F. V. da. S.

- Produção de mudas de moringa (*Moringa oleifera*) sob irrigação com água salina e substratos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 6, p. 3012 - 3020, 2018.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. de; ALVES, R. de C.; LIMA, L. A.; SANTOS, S. T. dos; RÉGIS, L. R. de L. Produção de feijão caupi em função da salinidade e regulador de crescimento. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.11, p.1049-1056, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n11p1049-1056>
- PASSAMANI, L. Z.; BARBOSA, R. R.; REIS, R. S.; HERINGER, A. S.; RANGEL, P. L.; SANTA-CATARINA, C.; GRATIVOL, C.; VEIGA, C. F. M.; SOUZA-FILHO, G. A.; SILVEIRA, V. Salt stress induces changes in the proteomic profile of micropropagated sugarcane shoots. **Plos One**, v. 12, p. 1-21, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0176076>
- PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, C. C.; MARTIN, D.; SILVA, R. J. N. da. Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 687- 696, 2014.
- PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F. de; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. da S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista agroambiente**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2161>
- RODRIGUES, C. S. P. Criação de banco de sementes crioulas para valorização da biodiversidade e garantia da segurança alimentar das comunidades rurais do Velho Chico. **Cadernos Macambira**, Serrinha, v. 1, n. 2, p. 57-61, 2015.
- SCHAFFNER, R. A.; JÚNIOR, E. S.; POZZO, D. M. D.; SANTOS, R. F.; NEVES, A. C. Efeito da salinidade no desenvolvimento inicial da canola (*Brassica napus* L.var). **Acta Iguazu**, Cacavel, v. 6, n. 5, p. 217-222, 2017.
- SILVA, E. C.; VIÇOSI, K. A.; OLIVEIRA, L. A. B.; GALVÃO, C. S. Estresse salino na germinação e vigor de sementes de repolho. **Scientia Agraria Parana**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 3, p. 374-377, 2018.
- SILVA, P. F.; CAVALCANTE, V. F.; SANTOS, J. C. C.; COSTA, E. S.; BARBOSA, J. T. V. Análise quantitativa da cebolinha irrigada com água salina. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 3, p. 241-251, 2014.
- SANTOS, C. dos; SILVA, N. V. da; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A. da; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Recife, v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016.
- SENA, E. S. de; RODRIGUES, V. dos S.; SOUSA, G. G. de; SALES, J. R. da S.; LEITE, K. N.; CEITA, E. D. A. R. de. Crescimento e acúmulo de biomassa em milho irrigado com água salina. **Agropecuária técnica**, Areia, v. 39, n. 2, p. 164-172, 2018.
- SOUSA, G. G. de; SALES, J. R. da S.; RODRIGUES, V. dos S.; CAVALCANTE, F. Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 7, p. 3078-3089, 2019.
- SOUSA, G. G.; RODRIGUES, V. dos S.; SOARES, S. da C.; DAMASCENO, Í. N.; FIUSA, J. N.; SARAIVA, S. E. L. Irrigation with saline water in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in a soil with bovine biofertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 9, p. 604-609, 2018. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n9p604-609>
- SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, F. de A.; TORRES, S. B.; SOUZA, A. A. T.; CARVALHO, S. M. C. BENEDITO, C. P. Efeito residual do tratamento de sementes de pepino com bioestimulante sob estresse salino. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 219-226, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v38n3163796>
- THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.