

1                   **ADUBAÇÃO FOSFATADA E ESTRESSE SALINO DURANTE O**  
2                   **DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE FEIJÃO**

3   **RUTE MARIA ROCHA RIBEIRO<sup>1</sup>**

4  
5   <sup>1</sup>*Graduanda em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, UNILAB. Avenida Abolição,*  
6   *Centro, CEP: 62790-000, Redenção, CE, Brasil. Email: rutemaryrocha@gmail.com.*

7                   **1.RESUMO**

8   A utilização de água de qualidade inferior (salina) na irrigação e a falta de manejo correto de  
9   nutrientes no solo afeta o crescimento e a trocas gasosas das culturas agrícolas. O presente  
10   trabalho teve como objetivo avaliar a morfofisiologia do feijão-caupi sob diferentes doses de  
11   fósforo e diferentes estratégias de irrigação com água salina durante o desenvolvimento das  
12   plantas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial  
13   4x2, referentes a quatro estratégias de irrigação, T1=Irrigação com água de baixa salinidade  
14   (0,3 dS m<sup>-1</sup>) nas fases de germinação, crescimento inicial e pré-floração, T2= água salina (3,2  
15   dS m<sup>-1</sup>) apenas na pré-floração, T3= água salina (3,2 dS m<sup>-1</sup>) na germinação e crescimento  
16   inicial , T4= água salina (3,2 dS m<sup>-1</sup>) nas três fases, e duas doses de adubação fosfatada  
17   (P1=50% da dose recomendada de fósforo e P2= 100% da dose recomendada de fósforo), com  
18   4 repetições. Aos 45 dias após a semeadura, foram analisadas as variáveis: altura da planta,  
19   diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, fotossíntese, condutância estomática,  
20   transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub>, temperatura foliar, índice relativo de clorofila e  
21   condutividade elétrica do extrato de saturação. De maneira geral, o uso de água salina nas três  
22   fases fenológicas reduz o crescimento, as trocas gasosas e aumenta a condutividade elétrica do  
23   extrato de saturação.

24

25

26 **PALAVRAS – CHAVE:** *Vigna unguiculata* L., Salinidade, Manejo de Irrigação, Fósforo.

27

28

29 **PHOSPHATE FERTILIZATION AND SALT STRESS DURING THE**

30 **DEVELOPMENT OF COWPEA PLANTS**

31

32

## 2.ABSTRACT

33 The use of inferior quality water (saline) in irrigation and the lack of correct management of  
34 nutrients in the soil affect the growth and gas exchange of agricultural crops. This work aimed  
35 to evaluate the morphophysiology of cowpea under different phosphorus doses and different  
36 saline irrigation strategies during plant development. The experimental design was completely  
37 randomized (DIC) in a 4x2 factorial scheme, referring to four irrigation strategies, T1 =  
38 Irrigation with low salinity water (0.3 dS m<sup>-1</sup>) in the germination, initial growth and pre-  
39 flowering phases, T2= saline water (3.2 dS m<sup>-1</sup>) only in pre-flowering, T3= saline water (3.2  
40 dS m<sup>-1</sup>) in germination and initial growth, T4= saline water (3.2 dS m<sup>-1</sup>) in the three phases,  
41 and two doses of phosphorus fertilization (P1=50% of the recommended phosphorus dose and  
42 P2=100% of the recommended phosphorus dose), with 4 repetitions. At 45 days after sowing,  
43 the following variables were analyzed: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area,  
44 photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, internal CO<sub>2</sub> concentration, leaf  
45 temperature, relative chlorophyll index and electrical conductivity of the saturation extract. In  
46 general, the use of saline water in the three phenological phases reduces growth, gas exchange  
47 and increases the electrical conductivity of the saturation extract.

48

49 **KEY WORD:** *Vigna unguiculata* L., Salinity, Irrigation Management, Phosphorus.

50

51

52

53

### 3. INTRODUÇÃO

54 O feijão-caupí (*Vigna unguiculata* L.) é uma das principais fontes alimentares e  
55 produtivas da região Nordeste do Brasil, bem como para outras regiões tropicais e subtropicais  
56 do mundo, apresentando-se como uma importante fonte proteica de grande importância social  
57 e econômica, sendo adaptadas às regiões semiáridas do nordeste brasileiro, com produção de  
58 grãos em cultivos de sequeiros e irrigados (Imran et al., 2012; Souza et al., 2016).

59 A prática de irrigação permite a produção agrícola durante todo o ano, no entanto, em  
60 muitas áreas irrigadas em todo o mundo, o fornecimento de água de boa qualidade pode não ser  
61 suficiente para manter a agricultura irrigada, sendo utilizadas águas de qualidade inferior em  
62 períodos de escassez, tais como as águas salobras e residuárias (Lima et al., 2016; Carvalho et  
63 al., 2020)

64 O estresse salino pode restringir a absorção de água e de nutrientes minerais pelas  
65 plantas, afetando o metabolismo, a expansão celular e a produção de fotoassimilados, que  
66 resultam em menor crescimento e decréscimo na produtividade das culturas agrícolas (Taiz et  
67 al., 2017; Sousa et al., 2020). A convivência com esse problema em regiões semiáridas  
68 pressupõe a busca de genótipos tolerantes e o emprego de estratégias de manejo que reduzam  
69 os impactos sobre as plantas e o ambiente (Lacerda et al., 2016b).

70 Os estudos sobre a interação entre salinidade e adubação fosfatada têm sido realizados  
71 em algumas culturas, partindo-se da premissa que o aumento da adubação fosfatada minora os  
72 efeitos da salinidade. Uma vez que o fósforo atua na transferência de energia da célula na forma

73 de adenosina trifosfato (ATP) e participa de diversos processos, tais como a respiração e a  
74 fotossíntese (Taiz et al., 2017). Entretanto, apesar de apresentarem alguns resultados promissores,  
75 não há consenso entre os pesquisadores (Lacerda et al., 2006a; Oliveira et al., 2010; Diniz et  
76 al., 2018). Na cultura do feijão-caupi, Sá et. al. (2018) constataram maiores taxas fotossíntese  
77 líquida e Lima et. al. (2017) obtiveram maior crescimento inicial sob adubação fosfatada em  
78 ambiente salino. Porém, não há estudos relacionando adubação fosfatada e irrigação com água  
79 salina em diferentes estágios de desenvolvimento da cultura.

80 Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a morfofisiologia do  
81 feijão-caupi sob diferentes doses de fósforo e diferentes estratégias de irrigação com água salina  
82 durante o desenvolvimento das plantas.

#### 83 **4. MATERIAL E MÉTODOS**

84 O experimento foi conduzido nos meses de outubro a dezembro de 2019 na Unidade de  
85 Produção de Mudas das Auroras (UPMA), Redenção – CE, com coordenadas de latitude 4° 13'  
86 33"; e longitude 38° 43'39". Segundo Köppen (1923), o clima da região é Aw: clima tropical  
87 com estação seca de Inverno, temperatura média do mês mais quente superior a 38° C e a do  
88 mês mais frio inferior a 20°C. Durante a condução do experimento os valores médios de  
89 temperatura e umidade relativa do ar foram de 29° C e 56%, respectivamente. O total de  
90 precipitação foi de 12,1 mm.

91 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em  
92 esquema fatorial 4x2, referentes a quatro estratégias de irrigação com água salina até a fase de  
93 pré-floração e duas doses de fósforo (50% e 100% da dose recomendada), com quatro  
94 repetições. As quatro estratégias de foram assim definidas para as fases de germinação (0 a 10  
95 dias após a semeadura (DAS), crescimento inicial (10 a 22 DAS) e pré-floração (23 a 42 DAS):  
96 T1= Irrigação com água de baixa salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>) nas três fases, T2= Irrigação com água

97 salina ( $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) apenas na pré-floração, T3= Irrigação com água salina ( $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) nas fases  
98 de germinação e crescimento inicial, T4= Irrigação com água de alta salinidade ( $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ )  
99 nas três fases.

100 A água de irrigação foi preparada diluindo-se os sais NaCl,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  
101 na proporção equivalente de 7:2:1 entre Na, Ca e Mg, obedecendo a relação entre CEa e a sua  
102 concentração ( $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = \text{CE} \times 10$ ), conforme metodologia contida em Rhoades (2000). A  
103 frequência de irrigação era diária, utilizando-se o método de pesagem descrito por Puértolas et  
104 al. (2017), ou seja, fornecendo o volume de água a cada 24 h, afim de manter o solo na  
105 capacidade de campo.

106 Utilizou-se sementes de feijão-caupí (*Vigna unguiculata* L.) cultivar ‘Vita 7’, as quais  
107 foram cultivadas em vasos de 8 L preenchidos com Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa,  
108 2018), o qual apresentava os seguintes atributos químicos: pH 7,6, densidade de partículas de  
109  $2,76 \text{ g/cm}^3$ , condutividade elétrica do extrato de saturação  $0,37 \text{ dS m}^{-1}$ , matéria orgânica  $4,0 \text{ g}$   
110  $\text{kg}^{-1}$ ,  $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$  de P assimilável e  $0,06$ ,  $2,50$ ,  $0,30$ ,  $0,57$ ,  $0,33 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  
111  $\text{Na}^+$  e  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ , respectivamente.

112 A semeadura foi realizada com cinco sementes por vaso e após o estabelecimento das  
113 plantas, aos sete dias após a semeadura, fez-se o desbaste manual, deixando as duas plantas  
114 mais vigorosas em cada vaso. Já a utilização das estratégias de irrigação, deu-se a partir do dia  
115 da semeadura, intercalando as águas de irrigação de acordo com o tratamento utilizado e as  
116 fases fenológicas do feijão-caupí.

117 A adubação mineral seguiu a proposta de adubação para a cultura do feijão-caupí ( $60$   
118  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de N para um ciclo da cultura) seguindo  
119 recomendação de Melo e Cardoso et al. (2017). Salienta-se que a adubação com fósforo foi

120 através do adubo superfosfato simples, utilizando 6g para o tratamento de dose 100% de P e 3g  
121 para 50% de P em cada vaso, aplicado em três vezes durante a fase do experimento.

122 Aos 45 dias após a semeadura (DAS), foram avaliadas, em folhas totalmente  
123 expandidas, a fotossíntese líquida ( $A$ ), transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $gs$ )  
124 concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ), temperatura foliar ( $T_{leaf}$ ), utilizando-se um analisador de gás  
125 infravermelho (IRGA, LI-6400XT, LI-COR, Inc., Lincoln, Nebraska, EUA) equipado com uma  
126 fonte de radiação artificial com intensidade ajustada para  $2000 \mu mol m^{-1} s^{-1}$ . As medições  
127 foram realizadas entre 9 e 11 h. Em seguida, foram realizadas nas mesmas folhas as medições  
128 do índice relativo de clorofila (IRC), utilizando-se método não destrutivo com um medidor  
129 portátil (SPAD - 502 Plus, Minolta, Japão).

130 Em seguida, foram realizadas as seguintes avaliações de crescimento: altura de planta  
131 (AP) medida com fita métrica até a saída dos últimos pares de folhas, diâmetro de caule (DC)  
132 mensurado com paquímetro digital na base do caule, número de folhas (NF) por contagem  
133 direta de folhas inteiras e área foliar (AF), estimada adaptando-se a metodologia descrita por  
134 Bezerra et al. (2014) para feijão-caupi, em que  $AF = C \times L \times N \times f$  ( $AF =$  área foliar –  $cm^2$   
135  $planta^{-1}$ ;  $C =$  comprimento médio dos folíolos –  $cm$  (média de seis folíolos);  $L =$  maior largura  
136 do folíolo –  $cm$ ;  $N =$  número de folíolos  $planta^{-1}$  e;  $f =$  fator de correção – 0,68).

137 As amostras de solo foram retiradas da camada de 0-20 cm para determinação da  
138 condutividade elétrica do extrato de saturação. As análises foram realizadas de acordo com os  
139 métodos descritos por Richards (1954).

140 Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância e quando  
141 significativos pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com  $p < 0,05$   
142 através do uso do ASSISTAT, versão 7.7 Beta (Silva & Azevedo, 2016).

143

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

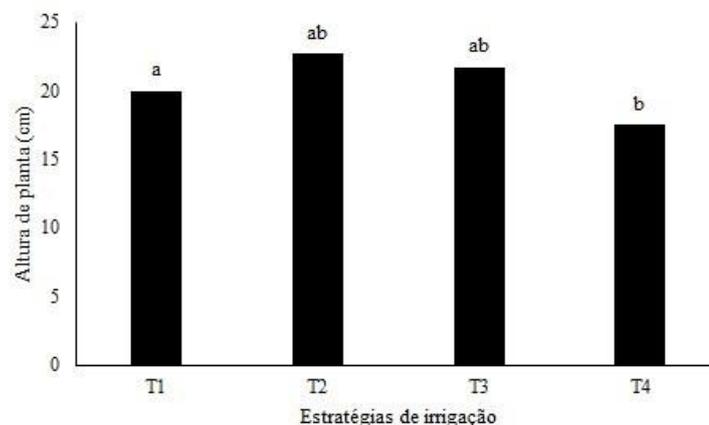
144

145 De acordo com os resultados da análise de variância para as variáveis morfológicas, não  
146 houve efeito significativo para as variáveis número de folhas e área foliar ( $p>0,05$ ). Já para a  
147 variável altura de planta houve efeito isolado para as estratégias de irrigação ( $p<0,05$ ), enquanto  
148 para o diâmetro do caule houve interação entre os fatores estratégias de irrigação e adubação  
149 fosfatada ( $p<0,01$ ).

150

151 As estratégias de irrigação apresentadas na Figura 1 revelam que o tratamento T4  
152 apresentou uma menor média em comparação aos tratamentos T1, T2 e T3. Esse resultado  
153 reflete no uso contínuo de água salina aplicada até a fase de pré-floração. Ou seja, o acúmulo  
154 de sais na zona radicular reduz a absorção de água pelo efeito osmótico, prejudicou os processos  
155 mitóticos de multiplicação e a expansão celular, reduzindo a altura de planta (Sá et al., 2018).  
156 Estudos que descrevem tendência semelhante de redução na altura da planta de feijão-caupí  
157 irrigada com água de alta salinidade, foram reportados também por Lima et. al. (2017) e por  
158 Pereira Filho et. al. (2017a).

158 **Figura 1.** Altura de plantas de feijão caupí sob diferentes estratégias de irrigação com água de  
159 alta e baixa salinidade. Medias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de  
160 Tukey a 5% de significância.



161

162 **Fonte:** Autores (2020)

163 De acordo com os dados de diâmetro do caule apresentados na Tabela 1, apenas no T2  
 164 a adubação fosfatada com 100% da dose recomendada foi estatisticamente superior à dose de  
 165 50%. Na coluna de 50% da dose de P o tratamento T2 que recebeu irrigação com água salina  
 166 apenas na fase de pré floração sofreu reduções no diâmetro do caule, o que não ocorreu nas  
 167 demais estratégias de irrigação.

168 Esse resultado pode estar relacionado ao aumento da disponibilidade e absorção desse  
 169 nutriente na dose de 100% e ao uso de água salina na irrigação durante essa fase fenológica do  
 170 feijoeiro, contribuindo para uma maior multiplicação e divisão celular, conseqüentemente um  
 171 maior diâmetro do caule.

172 **Tabela 1.** Diâmetro de caule do feijoeiro cv. ‘Vita 7’ aos 45 DAS em função de  
 173 estratégias de irrigação e doses de fósforo.

Tratamentos	Diâmetro do caule (mm)		
	Adubação fosfatada (% da dose recomendada)		
	50%	100%	
T1	6,08 aA	5,38 bA	
T2	5,30 bB	6,58 aA	
T3	5,60 aA	6,32 abA	
T4	5,48 aA	5,04 bA	
MG= 5,72	DMS linhas: 0,88	DMS colunas: 1,17	CV=12,04

174 Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre  
 175 si pelo teste de Tukey a 1% de significância.

176 **Fonte:** Autores (2020)

177 Ressalta-se ainda que a deficiência de fósforo nas plantas leva ao crescimento reduzido  
 178 em plantas jovens e a produção de caules delgados (Taiz et al., 2017). Resultados similares

179 foram observados por Sá et al. (2018) ao registrarem que o uso de água salina até o 30 DAS,  
180 reduziu de forma negativa o diâmetro do caule da cultura do feijão-caupí. Contrariando este  
181 estudo, Sousa et al. (2011a) ao analisarem o diâmetro do caule da cultura do pinhão sob estresse  
182 salino e adubação fosfatada, não encontraram efeito significativo entre a interação dos fatores  
183 estudados.

184 Já em relação as variáveis fisiológicas, conforme os resultados da análise de variância,  
185 houve efeito significativo para o fator isolado estratégias de irrigação nas variáveis fotossíntese,  
186 condutância estomática, transpiração e a temperatura foliar ( $p < 0,05$  ou  $p < 0,01$ ). Já para a  
187 concentração interna de  $CO_2$  e a clorofila houve interação entre as estratégias e as doses de  
188 fósforo aplicadas ( $p < 0,05$  ou  $p < 0,01$ ).

189 O menor valor médio para a taxa de fotossíntese (A) foi observada no T4 (Figura 2A). O  
190 estresse salino contínuo (T4) proporcionou maior limitação estomática (Figura 2B) e menor  
191 taxa de fotossíntese (Figura 2A), indicando a ocorrência de maior acúmulo de sais no solo e  
192 maior de limitação estomática ao processo de assimilação de carbono (Taiz et al., 2017). Efeitos  
193 negativos da salinidade também foram observados por Silva et al. (2013) no qual averiguaram  
194 que o aumento da salinidade da água de irrigação reduziu os valores de taxa de fotossíntese na  
195 cultura do feijão-caupí.

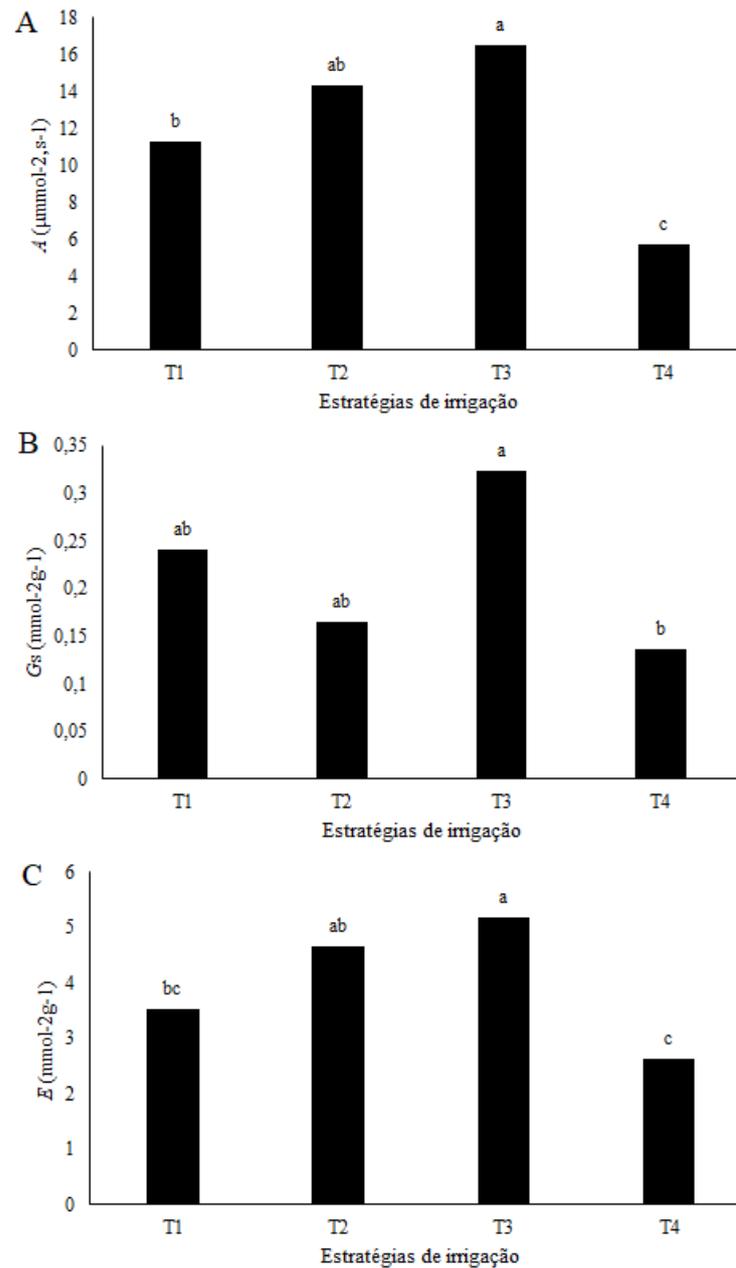
196 Neves et al. (2009) ao estudarem as trocas gasosas em plantas de feijão-caupí irrigado  
197 com água salina até os 22 DAS, também detectaram redução das taxas de fotossíntese. Já  
198 Prazeres et al. (2015), ao avaliarem as respostas fisiológicas de duas cultivares de feijão-caupí  
199 irrigadas com água salina, observaram a redução da taxa de fotossíntese com o uso de água de  
200 alta salinidade até aos 55 DAS.

201 Os valores apresentados na figura 2B mostram que não houve diferença estatística entre  
202 os T1, T2 e T3, sendo que os menores valores de condutância estomática (gs), foram obtidas

203 com uso contínuo de água de alta salinidade até a fase de pré-floração (T4). O estresse salino  
204 proporciona o fechamento dos estômatos e conseqüentemente a redução da transpiração, para  
205 evitar a perda de água para o meio (Pereira Filho et al., 2019b).

206 O tratamento T4 (uso de água salina nas três fases) reduziu a transpiração das plantas  
207 de feijão-caupí (Figura 2C). A redução da transpiração é uma estratégia em que a planta  
208 desempenha em resposta a perda de água, uma vez que a absorção é prejudicada pelo acúmulo  
209 de sais no solo (Neves et al., 2009). De forma similar, Sá et al. (2018) observaram redução  
210 linear na transpiração em plantas de feijão em função do aumento da salinidade da água de  
211 irrigação.

212 **Figura 2.** Fotossíntese (A), condutância estomática (B) e transpiração (C) de plantas feijão-  
213 caupí sob diferentes estratégias de irrigação com água de alta e baixa salinidade. Medias seguida  
214 pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

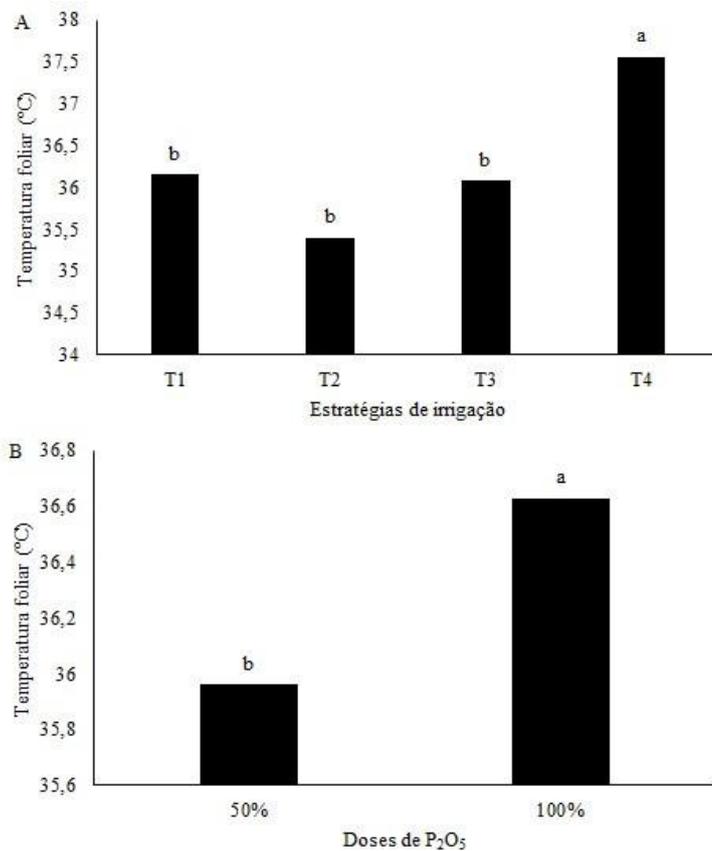


215

216 **Fonte:** Autores (2020)

217 Os maiores valores de temperatura foliar foram obtidos com a utilização de água de alta  
 218 salinidade até a pré-floração (T4), como mostra a figura 3A. O estresse salino leva a menor  
 219 absorção de água pela planta, que tende a fechar seus estômatos, impedindo a perda de água  
 220 para o ambiente e reduzindo à dissipação de calor latente associada à vaporização da água nos  
 221 tecidos foliares. Deste modo a camada limítrofe ao redor da folha, proveniente da transpiração

222 é afetada, levando ao aumento da temperatura foliar (Taiz et al., 2017). Resultado oposto ao  
 223 deste estudo foram descritos por Cova et al. (2020), ao verificarem que a temperatura das folhas  
 224 das plantas de noni, não foram afetadas pela salinidade da água aos 69 dias após o transplântio.  
 225 **Figura 3.** Temperatura foliar em plantas de feijão-caupí aos 45 DAS, sob diferentes estratégias  
 226 de irrigação (3A) e doses fosfatadas (3B), sob diferentes estratégias de irrigação com água de  
 227 alta e baixa salinidade. Medias seguida pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de  
 228 Tukey a 1 e 5% de significância.



229

230 **Fonte:** Autores (2020)

231 A dose de 100% da recomendação de P foi superior (1,83%) estatisticamente à dose de  
 232 50% para temperatura foliar na cultura do feijoeiro (figura 3B). Tal fato pode estar relacionado  
 233 a difusa anatomia foliar da cv. “Vita 07” e a adsorção do fósforo nos coloides do solo, o que  
 234 pode ter prejudicado a absorção desse nutriente pelas plantas na dose de 100%. Divergindo

235 desse estudo, Sousa et al. (2012b) ao estudar as respostas fisiológicas em pinhão-mansó  
 236 submetido a adubação fosfatada, não observaram efeito significativo sob a temperatura foliar.

237 De acordo com a Tabela 2, apenas no T2 a adubação fosfatada com 50% da dose  
 238 recomendada diferiu estatisticamente da dose 100% para a concentração interna de CO<sub>2</sub>. Apesar  
 239 da menor fotossíntese e condutância estomática (Figura 2A, 2B), a planta expressou maior *C<sub>i</sub>*  
 240 com a presença da adubação fosfatada mesmo sob estresse salino, ou seja, nessa fase fenológica  
 241 a cultura exige uma maior quantidade de P para expressar um maior florescimento.

242 Os dados encontrados nesse estudo, estão opostos ao de Sá et al. (2018) que avaliando  
 243 a interação entre salinidade da água de irrigação e adubação fosfatada na cultura do feijão-  
 244 caupí, não observaram repostas significativas da interação dos fatores supracitados sobre a  
 245 concentração interna de CO<sub>2</sub>.

246 **Tabela 2.** Níveis de concentração interna de CO<sub>2</sub> e clorofila na cultura do feijão em função de  
 247 4 estratégias de irrigação e doses de fósforo.

Tratamentos	<i>C<sub>i</sub></i> (μmol (CO <sub>2</sub> ) m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )		Clorofila (μg.cm <sup>-2</sup> )	
	Adubação fosfatada (% da dose recomendada)			
	50%	100%	50%	100%
T1	216,33 aA	246,66 aA	73,95 aA	65,30 abB
T2	259,33 aA	225,33 aB	63,85 bA	62,30 bA
T3	260 aA	246 aA	71,45 aA	65,95 abB
T4	249,33 aA	228,66 aA	61,35 bB	72,10 aA
	MG=241	CV= 7,78	MG=67,03	CV=4,68
	DMS linhas: 32,52	DMS colunas: 43,9	DMS linhas: 5,43	DMS colunas: 7,33

248 Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre  
 249 si pelo teste de Tukey a 1 e 5 % de significância.

250 **Fonte:** Autores (2020)

251 Para o teor relativo de clorofila, a dose 50% de P foi superior estatisticamente nos  
252 tratamentos T1 (irrigação com água de baixa salinidade nas três fases) e T3 (irrigação com água  
253 de alta salinidade nas fases de germinação e crescimento inicial), enquanto no T4 (irrigação  
254 com água de alta salinidade nas três fases) foi a dose de 100% de P que resultou em maior valor  
255 (Tabela 2).

256 Esse resultado revela a dinâmica do P em ambiente salino, destacando-se essas fases  
257 fenológicas da cultura do feijão-caupí, ou seja, não houve efeito antagônico dos íons tóxicos  
258  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  com o do P. Salienta-se que a maior disponibilidade de P nas fases iniciais proporciona  
259 melhor potencial de crescimento, desenvolvimento, produção de ATP e pigmentos  
260 fotossintéticos para fases posteriores como floração e frutificação (Prado, 2008).

261 Resultados similares ao desse estudo, foram registrados por Pereira Filho et al. (2019b)  
262 ao concluírem que o estímulo à clorofilase, enzima que degrada a clorofila, com o acúmulo de  
263 sais provenientes da água de irrigação, reduziram esse pigmento na cultura da fava submetida  
264 ao estresse salino.

265 Para  $\text{CE}_{\text{es}}$  ( $\text{dS m}^{-1}$ ), de acordo com os resultados da análise de variância, houve efeito  
266 significativo para a interação entre as estratégias e as doses de fósforo ( $p > 0,01$ ). No tratamento  
267 T1 a dose 100% de P foi superior estatisticamente, já nos tratamentos T3 e T4 destacou-se a  
268 dose 50%, possuindo os maiores valores de condutividade elétrica do extrato de saturação  
269 (Tabela 4).

270 Na coluna do tratamento 50% da dose de P os tratamentos que receberam menor tempo  
271 de irrigação com água salina conseqüentemente obtiveram uma menor condutividade elétrica  
272 do extrato de saturação (T1 e T2), o que não aconteceu na coluna de 100% (Tabela 4). O uso  
273 de água de alta salinidade na irrigação sem uma fração de lixiviação eficiente na reflete no  
274 aumento da concentração de sais solúveis no solo.

275 A adubação fosfatada pode ter sido influenciada pela sua adsorção nos coloides do solo,  
 276 visto que o principal fator a considerar na adubação fosfatada além da dose e do tipo de adubo  
 277 é o fenômeno da fixação (Malavolta, 1990).

278 **Tabela 4.** Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo cultivado com feijão caupí  
 279 aos 45 DAS, sob diferentes estratégias de irrigação com água de alta e baixa salinidade e doses  
 280 de fosfatadas.

Tratamentos	CE <sub>es</sub> (dS m <sup>-1</sup> )		
	Adubação fosfatada (% da dose recomendada)		
	50%	100%	
T1	0,90 bB	2,78 aA	
T2	1,50 bA	2,18 aA	
T3	4,58 aA	2,79 aB	
T4	5,10 aA	3,07 aB	
MG= 2,86	DMS linhas: 5,43	DMS colunas: 7,33	CV=47,45

281 Médias seguida pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre  
 282 si pelo teste de Tukey a 1 e 5 % de significância.

283 **Fonte:** Autores (2020)

284 Lima et al. (2017) obtiveram variações na condutividade elétrica do extrato de saturação  
 285 em função dos diferentes períodos de coleta, manejo da fertilização fosfatada e condutividade  
 286 elétrica da água de irrigação usada no cultivo de plantas de caupi, observando a salinização do  
 287 solo devido a irrigação com água salina e uma fração de lixiviação ineficiente, independente da  
 288 dose fosfatada utilizada.

289

## 6. CONCLUSÕES

290 A utilização de água de alta salinidade nas três fases (T4) reduz a altura de planta,  
291 fotossíntese, transpiração e a condutância estomática da cultura do feijão-caupí.

292 O uso de água de alta salinidade na pré-floração (T2) associado a dose de 100% da  
293 adubação fosfatada proporciona maior diâmetro do caule e na dose de 50% da adubação  
294 fosfatada teor de  $\text{CiCO}_2$ .

295 A dose de 100% da adubação fosfatada e o uso contínuo de água de alta salinidade até a  
296 pré-floração (T4) elevam a temperatura foliar. Os tratamentos T1 e T2 associados a dose de  
297 50% da adubação fosfatada propiciam uma menor condutividade elétrica do extrato de  
298 saturação.

## 299 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

300 BEZERRA, M. A. F., OLIVEIRA, F. A. de, BEZERRA, F. T. C., PEREIRA, W. E., SILVA,  
301 S. A. da. *Cultivo de feijão-caupi em Latossolos sob o efeito residual da adubação*  
302 *fosfatada*. Revista Caatinga, v. 27, n. 1, p. 109-115, 2014.

303

304 CARVALHO, L. L. S de, LACERDA, C. F de, LOPES, F. B., ANDRADE, E. M. de,  
305 CARVALHO, C. M. de, SILVA, S. L de. (2020). *Caracterização dos usos das águas*  
306 *subterrâneas no perímetro irrigado do baixo Acaraú - CE*. Revista em Agronegocio e Meio  
307 Ambiente. 13. 601-620. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p601-620>.

308

309 COVA, A. M. W., AZEVEDO NETO, A. D., SILVA, P. C. C., MENEZES, R. V., RIBAS, R.  
310 F., GHEYI, H. R. *Physiological and biochemical responses and fruit production of noni*  
311 *(Morinda citrifolia L.) plants irrigated with brackish water*. Scientia Horticulturae, V. 260, 27  
312 January 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108852>

313

- 314 DINIZ, G. L., SALES, G. N., SOUSA, V. F. DE O., ANDRADE, F. H. A. DE, SILVA, S. S.  
315 DA, & NOBRE, R. G. (2018). *Produção de mudas de mamoeiro sob salinidade da água*  
316 *irrigação e adubação fosfatada*. Revista de Ciências Agrárias, 41(1), 231-  
317 240. <https://dx.doi.org/10.19084/RCA17067>  
318
- 319 IMRAN, M.; QAMAR, I. A.; MUHAMMAD, S.; MAHMOOD, I. A.; CHATHHA, M. R.;  
320 GUMANI, Z. A.; ANJUM, A. S.; SHAHID, M. N. *Comparison of different cowpea*  
321 *varieties/lines for green fodder and grain yield under rainfed conditions of Islamabad*. Sarhad  
322 Journal of Agriculture, v. 28, n. 1, p. 41-46, 2012.  
323
- 324 LACERDA, C. F. de, MORAIS, H. M. M. de, PRISCO, J. T., GOMES FILHO, E., BEZERRA,  
325 M. A. *Interação entre salinidade e fósforo em plantas de sorgo forrageiro*. Revista Ciência  
326 Agrônômica, v.37, n.2, p.258-263, 2006a.  
327
- 328 LACERDA, C. F. de; COSTA, R. N. T.; BEZERRA, M. A.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.  
329 DE; GHEYI, H. R. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. In: Gheyi,  
330 H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de; Gomes Filho, E. e-*Estratégias de manejo para uso de*  
331 *água salina na agricultura*. Fortaleza: INCTSal, 2016b. Cap.21, p.337-352.  
332
- 333 LIMA, V. L. A. DE; FARIAS, M. S. S. DE; BORGES JÚNIOR, J. C. F. Manejo da salinidade  
334 na agricultura: Estudos básicos e aplicados. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. de;  
335 Gomes Filho, E. *Drenagem agrícola no manejo dos solos afetados por sais*. Fortaleza:  
336 INCTSal, 2016. Cap.24, p.397-407.  
337

338 LIMA, Y. B. de; SÁ, F. V. da S.; NETO, M. F.; PAIVA, E. P de; GHEYI, H. R. . *Accumulation*  
339 *of salts in the soil and growth of cowpea under salinity and phosphorus fertilization*. Revista  
340 *Ciência Agronômica.*, v. 48, n. 5spe, p. 765-773, 2017. access  
341 on 08 Feb. 2020. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170089>.

342

343 MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: ed. Agronômica  
344 Ceres. 1990.

345

346 MEDEIROS, J. & NETO, C. & DA S. DIAS, N. & GHEYI, H. & T. DA SILVA, M. &  
347 LOIOLA, A. (2017). *Salinidade e ph de um argissolo irrigado com água salina sob estratégias*  
348 *de manejo*. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada. 11. 1407-1419.  
349 [10.7127/rbai.v11n300560](https://doi.org/10.7127/rbai.v11n300560).

350

351 MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -  
352 Embrapa. *Cultivo de Feijão Caupi: Solo e adubação*. 2017. Disponível em:  
353 <[https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161212/1/SistemaProducaoCaupiCapi](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161212/1/SistemaProducaoCaupiCapituloSolosAdubacao.pdf)  
354 [tuloSolosAdubacao.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161212/1/SistemaProducaoCaupiCapituloSolosAdubacao.pdf)>. Acessado em: 27 set. 2019.

355

356 NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.;  
357 FEITOSA, D. R. C. *Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água*  
358 *salina em diferentes estádios*. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, Campina  
359 Grande, v. 13, supl. p. 873-881, dez. 2009. [http://dx.doi.org/10.1590/S1415-](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700009)  
360 [43662009000700009](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700009).

361

- 362 OLIVEIRA, F.R.A.; OLIVEIRA, F.A.; MEDEIROS, J.F.; SOUSA, V.F.L. & FREIRE, A.G.  
363 (2010) - *Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete*. Revista Ciência  
364 Agrônômica, vol. 41, n. 4, p. 519-526.
- 365
- 366 PEREIRA FILHO, J.V., BEZERRA, F. M. L., SILVA, T. C da, PEREIRA, C. C. M. de S.  
367 *Crescimento vegetativo do feijão-caupi cultivado sob salinidade e déficit hídrico*. Revista  
368 Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 11, n. 8, p. 2217, 2017 (a). [https:// doi.org/  
369 10.7127/rbai.v11n800718](https://doi.org/10.7127/rbai.v11n800718)
- 370
- 371 PEREIRA FILHO, J. V., VIANA, T. V. DE A., SOUSA, G. G. DE, CHAGAS, K. L.,  
372 AZEVEDO, B. M. DE, & PEREIRA, C. C. M. DE S. *Physiological responses of lima bean  
373 subjected to salt and water stresses*. Revista brasileira de engenharia agrícola e  
374 ambiental., Campina Grande, v. 23, n. 12, p. 959-965, Dec. 2019 (b). Available from  
375 <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141543662019001200959&lng=en  
376 &nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662019001200959&lng=en&nrm=iso)>. access on 28 Mar. 2020. Epub Nov 25, 2019. [https://doi.org/10.1590/1807-  
377 1929/agriambi.v23n12p959-965](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p959-965).
- 378
- 379 PRADO, R. M. *Nutrição de plantas* ed. Unesp - São Paulo.2008. 407 p.
- 380
- 381 PRAZERES, S. DA S.; LACERDA, C. F. DE; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V. ;  
382 ARAÚJO, I. C. DA S.; CAVALCANTE, L. F. *Crescimento e trocas gasosas de plantas de  
383 feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio*. Revista Agro@mbiente On-line, v.9,  
384 p.111-118, 2015. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i2.2161>.

- 385 PUÉRTOLAS, J.; LARSEN, E.K.; DAVIES, W.J.; DODD, I.C. *Applying 'drought' to potted*  
386 *plants by maintaining suboptimal soil moisture improves plant water relations*. Journal of  
387 Experimental Botany, v.68, p.2413-2424, 2017. <https://doi.org/10.1093/jxb/erx116>  
388
- 389 RICHARDS, L. A. (Ed.) *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington:  
390 US Department of Agriculture, 1954. 160 p. (USDA Agricultural Handbook, 60)
- 391 RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. *Uso de águas salinas para produção*  
392 *agrícola*. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.  
393
- 394 SÁ, F.; FERREIRA NETO, M.; LIMA, Y.; PAIVA, E.; PRATA, R.; LACERDA, C.; BRITO,  
395 M. *Growth, gas exchange and photochemical efficiency of the cowpea bean under salt stress*  
396 *and phosphorus fertilization*. Comunicata Scientiae, v. 9, n. 4, p. 668-679, 4 Jan. 2019.  
397 <https://doi.org/10.14295/cs.v9i4.2763>.  
398
- 399 SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the  
400 analysis of experimental data. African Journal of Agricultural Research, v. 11, n. 39, p. 3733-  
401 3740, 2016. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>.  
402
- 403 SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F. DE; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.;  
404 FERREIRA, F. J. *Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas*  
405 *gasosas e produtividade de feijão-de-corda*. Irriga, v.18, p.304-317,  
406 2013. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2013v18n2p304>  
407

- 408 SOUSA, A. E. C., GHEYI, H. R., CORREIA, K. G., SOARES, F. A. L., NOBRE, R. G.  
409 *Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo*. Revista  
410 Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 310-  
411 318, June 2011a. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200008>.  
412
- 413 SOUSA, A. E. C., de LACERDA, C. F., GHEYI, H. R., SOARES, F. A. L., & UYEDA, C. A.  
414 (2012b). *Teores de nutrientes foliares e respostas fisiológicas em pinhão manso submetido a*  
415 *estresse salino e adubação fosfatada*. Revista Caatinga, v. 25, n. 2, p. 144-152, 2012.  
416
- 417 SOUSA, G. G. de, MENDONÇA, A. de M., SALES, J. R. da S., SILVA JUNIOR, F. B. da,  
418 MORAES, J. G. L., & SOUSA, J. T. M. de. (2020). *Morphophysiological characteristics of*  
419 *okra plants submitted to saline stress in soil with organic fertilizer*. Comunicata Scientiae, 11,  
420 e3241. <https://doi.org/10.14295/cs.v11i0.3241>  
421
- 422 SOUZA, T. M. A.; SOUZA, T. A.; SOLTO, L. S.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; BRITO, M. E.  
423 B. et al. *Crescimento e trocas gasosas do feijão-caupi cv. BRS Pujante sob níveis de água*  
424 *disponível no solo e cobertura morta*. Irriga, v. 21, p. 796-805, 2016.  
425
- 426 TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*.  
427 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 819p.