

1 **ESTRATÉGIAS DE MANEJO DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E**
2 **ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHETO**

3
4
5 **RESUMO:** A indícios que a adubação nitrogenada atenua o estresse salino sobre as plantas de
6 milheto. Dessa forma, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico do milheto cultivado
7 com estratégias de aplicação de água salina e dose nitrogenada. O delineamento experimental
8 adotado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 2, com 4 repetições, sendo
9 quatro estratégias de irrigação: E1 = água de baixa salinidade – = 0,3 dS m⁻¹ durante todo o
10 ciclo; E2 = água salina = 4,0 dS m⁻¹ utilizada a partir dos 30 dias após a semeadura – DAS; E3
11 = A2 a partir dos 45 DAS e E4 = A2 a partir dos 65 DAS. O outro fator se refere as duas doses
12 de nitrogênio (60 e 120 kg ha⁻¹ de N). O uso de água de menor salinidade utilizada a partir dos
13 30 DAS e de maior salinidade a partir dos 65 DAS associada à dose de 120 kg ha⁻¹ de N
14 proporcionam maior comprimento da panícula e a massa seca das raízes das plantas de milheto.
15 A adubação com 60 e 120 kg ha⁻¹ proporcionam maior fotossíntese, transpiração, condutância
16 estomática e concentração interna de CO₂ em plantas de milheto com o uso de água de menor
17 salinidade durante todo o ciclo e de maior salinidade utilizada a partir dos 30 e 45 DAS. A
18 estratégia de uso de água de menor salinidade durante todo o ciclo e uso de maior salinidade
19 partir dos 65 DAS foi mais eficiente para aumentar o uso eficiente de água e reduzir a temperatura
20 foliar.

21
22 **PALAVRAS CHAVE:** *Pennisetum glaucum* L., Fisiologia, Salinidade

23
24
25 **STRATEGIES FOR THE MANAGEMENT OF IRRIGATION WITH SALINE**
26 **WATER AND NITROGENATED FERTILIZATION IN MILLET CULTURE**

27
28 **ABSTRACT:** Nitrogen fertilization will attenuate the salt stress on pearl millet plants. Thus,
29 the objective was to evaluate the agronomic performance of the millet crop under different
30 irrigation strategies with saline water and nitrogen fertilization. The experimental design
31 adopted was completely randomized (DIC), in a 4 x 2 factorial scheme, with 4 replications,
32 with four irrigation strategies: E1 = low salinity water - = 0.3 dS m⁻¹ throughout the cycle; E2
33 = saline water = 4.0 dS m⁻¹ used from 30 days after sowing - DAS; E3 = A2 from 45 DAS and

34 E4 = A2 from 65 DAS and two nitrogen rates (60 and 120 kg ha⁻¹ of N). The use of less salinity
35 water from 30 DAS and higher salinity from 65 DAS associated with a dose of 120 kg ha⁻¹ of
36 N provides greater panicle length and a dry mass of the roots of millet plants. Fertilization with
37 60 and 120 kg ha⁻¹ provides greater photosynthesis, transpiration, stomatal conductance and
38 internal CO₂ concentration in millet plants with the use of less salinity water throughout the
39 cycle and higher salinity used from 30 and 45 DAS. The strategy of using less salinity water
40 throughout the cycle and using greater salinity from 65 DAS onwards was more efficient to
41 increase the efficient use of water and reduce leaf temperature.

42

43 **KEYWORDS:** *Pennisetum glaucum* L., physiology, salinity

44

45

46 **INTRODUÇÃO**

47 O milheto (*Pennisetum glaucum* L), cultura anual pertencente à família Poaceae, é uma
48 espécie forrageira que pode ser utilizada na produção de palhada, silagem ou grãos (FERREIRA
49 et al., 2020), demonstrando grande potencial produtivo, visto que a espécie apresenta pouca
50 exigência em fertilidade do solo e resistente a baixa disponibilidade hídrica (JACOVETTI et
51 al., 2018). Características agrônômicas que torna o milheto uma opção para o cultivo na região
52 nordeste do Brasil. Apesar disso, é uma planta considerada moderadamente sensível à
53 salinidade (MAAS, 1986). Condição que implica na necessidade do desenvolvimento de
54 estratégias de irrigação com água salina associado as fases fenológicas da cultura.

55 A irrigação é uma técnica que permite atingir a produção máxima, porém a quantidade de
56 água de boa qualidade em regiões semiáridas e áridas pode não ser suficiente para manter a
57 agricultura irrigada, pois essas regiões possuem áreas com elevadas taxas de evapotranspiração
58 maiores que os índices de precipitação, ou seja, a água disponível para irrigação tem
59 concentração moderada de sais (LIMA et al., 2017; MINHAS et al., 2020).

60 O uso de água salina compromete os processos fisiológicos, causando fechamento parcial
61 dos estômatos, limitando a concentração interna do CO₂, diminuindo a quantidade de taxas de
62 fotossíntese e transpiração e diminui a absorção de água e nutrientes pelas plantas, além de
63 reduzir o crescimento e a produtividade (LIMA et al., 2020a; BRAZ et al., 2019; SOUSA et al.,
64 2021).

65 Assim como a qualidade da água de irrigação, a adubação nitrogenada é crucial para as
66 culturas agrícolas, aumentando a expansão celular, o desenvolvimento de toda a parte aérea das
67 plantas e acúmulo de biomassa, características essenciais em forrageiras, além de atuar como

68 componente de solutos orgânicos, como aminoácidos e prolina que podem incrementar um
69 maior ajustamento osmótico as plantas sob condições de estresse salino (TAIZ et al., 2017;
70 MASOULEH et al., 2019).

71 O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico da cultura do milheto
72 sob diferentes estratégias de irrigação com água salina e adubação nitrogenada.

73

74 MATERIAL E MÉTODOS

75 O experimento foi realizado a pleno sol, em área pertencente à Unidade de Produção de
76 Mudanças dos Auroras (UPMA), pertencente a Universidade da Integração Internacional da
77 Lusofonia Afro-brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará (4°13'5.97"S, 38°42'46.65"O e altitude
78 de 88,8 m). O clima predominante na região é o Aw, com temperatura e pluviosidade médias
79 anual de 27°C e 1062,0 mm, respectivamente.

80 O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema
81 fatorial 4 x 2, com 4 repetições, sendo quatro estratégias de irrigação: E1 = água de baixa
82 salinidade – = 0,3 dS m⁻¹ durante todo o ciclo; E2 = água salina = 4,0 dS m⁻¹ utilizada a partir
83 dos 30 dias após a semeadura – DAS; E3 = A2 a partir dos 45 DAS e E4 = A2 a partir dos 65
84 DAS. O outro fator se refere às duas doses de nitrogênio (60 e 120 kg ha⁻¹ de N, equivalente a
85 50 e 100% da recomendação, respectivamente).

86 As unidades experimentais foram compostas de vasos com capacidade volumétrica de 25
87 L, onde o substrato utilizado foi obtido a partir da mistura de arisco, areia e esterco bovino na
88 proporção 4:3:1, respectivamente. Uma amostra do substrato utilizado foi coletada e levada
89 para o Laboratório de Solo e Água do Departamento de Ciências do Solo/UFC para realizar
90 a análise química (Tabela 1).

91

92 Tabela 1. Caracterização química do substrato.

MO	N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	C/N	pH	V	
(g dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	(cmol _c dm ⁻³)								(em H ₂ O)	(%)
11,90	0,41	16,00	0,14	4,50	1,90	0,26	1,98	0,20	9,00	6,60	77,00	

93 MO = Matéria Orgânica; V% = Saturação por bases;

94

95 A cultura utilizada foi a do milheto, cultivar BRS-1501, sendo a semeadura realizada em
96 linhas (cinco por vasos), utilizando-se em média 45 sementes com a finalidade de garantir o
97 estande mínimo de plantas em cada unidade experimental, sob a profundidade de 1 cm.
98 Realizou-se o desbaste aos 15 dias após a emergência, deixando três plantas por vaso.

99 As águas utilizadas para a irrigação consistiram nas águas de abastecimento (0,5 dS m⁻¹)
100 e solução salina (4,0 dS m⁻¹), aplicadas conforme as estratégias adotadas. Para o preparo da
101 solução salina foram utilizados os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de
102 7:2:1, respectivamente, a partir da água de abastecimento, obedecendo a relação entre CEa e
103 sua concentração (mmol_c L⁻¹ = CE x 10) (RHOADES et al., 2000). A irrigação foi manual,
104 com lâmina de lixiviação de 15% de acordo com Ayers e Westcot (1999), fazendo uso de uma
105 frequência diária, calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (BERNARDO
106 et al., 2019). O volume de água a ser aplicado às plantas foi determinado por (Eq. 1):

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

107

108 Onde: VI = Volume de água a ser aplicado na irrigação (mL); Vp = volume de água
109 aplicado na irrigação anterior (mL); Vd = Volume de água drenada (mL) e LF = fração de
110 lixiviação de 0,15.

111 As doses de N, P e K foram definidas considerando-se as recomendações de Pereira Filho
112 et al. (2003), com base no uso do milho para fins de pastejo ou silagem, sendo aplicadas via
113 fertirrigação, adotando-se um estande inicial de 10000 plantas ha⁻¹. As aplicações das doses de
114 nitrogênio (60 e 120 kg ha⁻¹, 50 e 100% da recomendação, respectivamente) ocorreram de forma
115 parcelada (6 aplicações) ao longo do experimento utilizando a ureia (45%) como fonte.
116 Também foram realizadas adubações de P e K, adotando-se as doses de 30 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹,
117 respectivamente, utilizando superfosfato simples (18% de P) e cloreto de potássio (60% de
118 K).

119 Ao final do experimento, aos 85 DAS, foram realizadas leituras das seguintes variáveis
120 fisiológicas: taxa de fotossíntese líquida (*A*), transpiração (*E*), condutância estomática (gs),
121 eficiência instantânea no uso da água (*EUA*), concentração interna de CO₂ (*C_i*) e a temperatura
122 da folha (*TF*), utilizando-se um analisador de gás no infravermelho IRGA (LI 6400 XT da
123 LICOR), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min⁻¹, com medições feitas entre
124 9h00min e 11h00min, em folhas completamente expandidas.

125 Posteriormente às leituras fisiológicas foram realizadas avaliações quanto ao crescimento
126 da cultura em altura de planta (AP, em cm), mensuradas com fita métrica, da base do caule à
127 extremidade final da última folha; diâmetro do colmo (DC, em mm), com o auxílio de um
128 paquímetro digital e o comprimento da raiz (CR, em cm) com uma régua graduada em
129 centímetros. Em seguida, as plantas foram coletadas e separadas em folhas, colmo e raiz,
130 acondicionadas em sacos de papel e postas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por

131 72hs para secagem e posterior determinação das massas secas da das folhas (MSF), do colmo
 132 (MSC) e da raiz (MSR), pesadas em balança digital com precisão de 0,0001g e total (MST),
 133 obtida pelo somatório das massas das demais partes.

134 Os dados referentes às estratégias e às doses de nitrogênio foram submetidos à análise
 135 variância (ANOVA) pelo teste F e, quando significativos, foram submetidos ao Teste de Tukey
 136 a 1 e 5% de significância por meio do programa computacional ASSISTAT 7.7beta (SILVA;
 137 AZEVEDO, 2016).

138

139 RESULTADOS E DISCUSSÃO

140 Conforme consta na análise de variância (Tabela 2), houve significância para o fator
 141 estratégias para o DC e a MST (ao nível de 1% de significância), enquanto que para o fator
 142 doses de N, a significância foi obtida apenas para a AP (ao nível de 5% de significância) e CR
 143 (ao nível de 1% de significância) da cultura do milho. Verificou-se também interação entre
 144 os fatores para a variável MSR (ao nível de 1% de significância). Já para a MSC e MSF, não
 145 houve significância.

146

147 Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC),
 148 comprimento da raiz (CR), massa seca das folhas (MSF), do colmo (MSC) e da raiz (MSR) e
 149 comprimento da panícula (CP) de plantas de milho sob diferentes estratégias de irrigação com
 150 água salina e adubação nitrogenada.

FV	GL	Quadrado médio						
		AP	DC	CR	MSC	MSF	MSR	CP
Estratégias (E)	3	85,23 ^{ns}	8,40 ^{**}	13,89 ^{ns}	6,35 ^{ns}	0,42 ^{ns}	68,44 ^{**}	126,42 ^{**}
Doses de N (D)	1	232,66 [*]	0,08 ^{ns}	129,12 ^{**}	0,18 ^{ns}	2,71 ^{ns}	52,89 ^{**}	26,85 [*]
E x D	3	80,07 ^{ns}	4,05 ^{ns}	8,78 ^{ns}	4,14 ^{ns}	1,36 ^{ns}	27,51 ^{**}	19,04 ^{**}
Tratamentos	7	104,08 ^{ns}	5,34 ^{**}	28,16 [*]	4,52 ^{ns}	1,15 ^{ns}	48,68 ^{**}	66,18 ^{**}
Resíduo	24	43,26	1,39	9,26	2,67	1,43	2,86	4,01
CV (%)	-	10,87	12,00	14,59	42,88	32,65	39,29	12,44

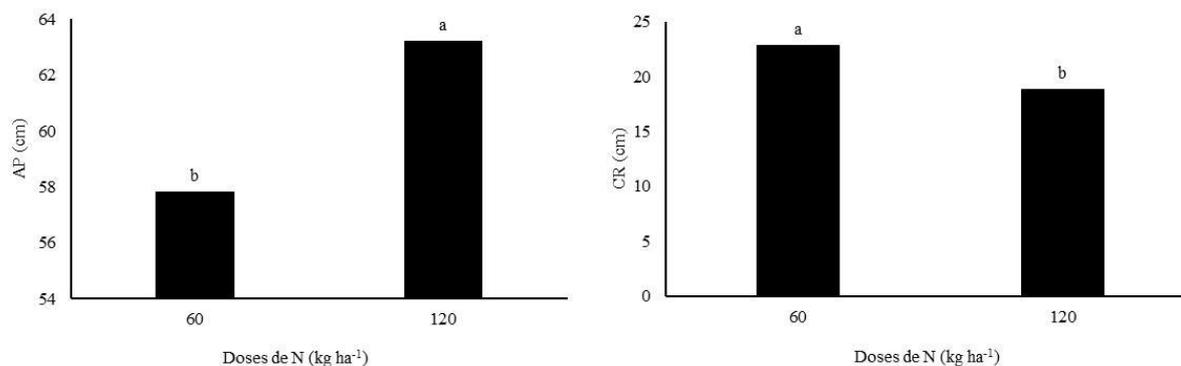
151 FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; ** = significativo ao de nível de 1% de
 152 probabilidade; * = significativo ao de nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

153

154 A dose de 120 kg ha⁻¹ foi superior estatisticamente (Figura 1A), obtendo-se uma altura
 155 de 63,21 cm, 8,54% maior do que a obtida com a dose de 60 kg ha⁻¹ (57,81 cm). O nitrogênio
 156 estimula o crescimento das plantas em altura, contribuindo para a expansão dos tecidos
 157 vegetais. Ou seja, o parcelamento das aplicações do adubo pode ter influenciado em seu melhor

158 aproveitamento pela planta devido à redução da velocidade da hidrólise da ureia, permitindo
159 uma melhor marcha de absorção. Tendência similar foi reportado por Rocha et al. (2017) ao
160 adubar a cultura do milho com doses crescentes de nitrogênio.

161



162

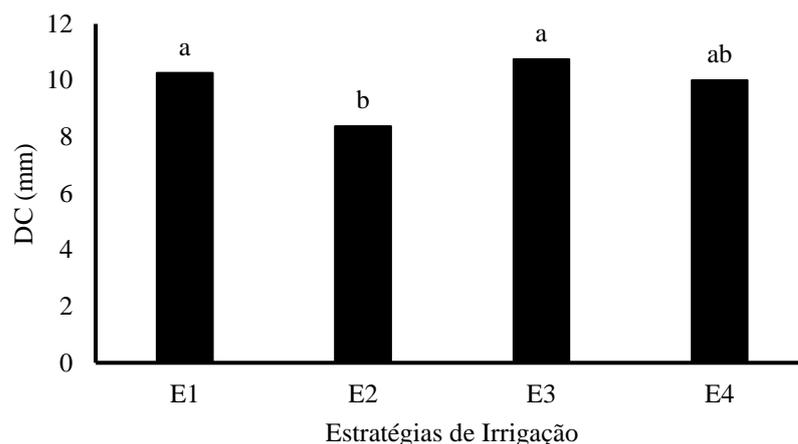
163 **Figura 1.** Altura de planta (A) e comprimento de raiz (B) de plantas de milho sob diferentes
164 doses de adubação nitrogenada. Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem
165 significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra
166 não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

167

168 Na Figura 1B pode ser observado que a menor dose de ureia proporcionou um maior
169 comprimento de raiz, com 22,87 cm, 17,58% maior quando comparada a dose de 120 kg ha⁻¹
170 de N (8,54 cm). Adubos normalmente apresentam um caráter salino que, ao permanecerem por
171 um longo período em contato com a raiz das culturas, podem provocar efeitos similares ao de
172 estresse salino causado pela água ou solo (LIMA et al., 2020b). Tais resultados estão de acordo
173 com Albuquerque et al. (2020) ao estudarem o cíclico das fontes de nitrogênio no cultivo de
174 milho.

175 O diâmetro do colmo das plantas de milho foi diretamente influenciado pelas estratégias
176 de irrigação com água salina (Figura 2), onde pode-se verificar que, ao receber água salina por
177 um maior período de tempo, como abordado na E2 (a partir dos 30 DAS), essa influência se
178 deu de forma negativa, reduzindo-o, obtendo um valor de 8,38 mm, de forma que irrigações
179 com água salina iniciadas aos 45 e 65 DAS (E3 e E4) não diferiram estatisticamente do
180 tratamento controle (E1).

181

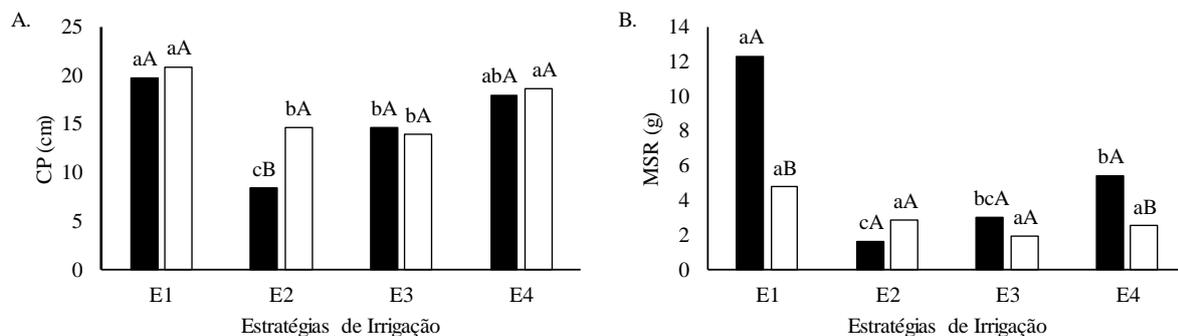


182
 183 **Figura 2.** Diâmetro do caule de plantas de milho sob diferentes estratégias de irrigação com
 184 água salina. Colunas seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem significativamente
 185 entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$)

186
 187 Os sais, ao induzirem o estresse osmótico, podem provocar uma redução na absorção de
 188 água pelas plantas, limitando os processos de divisão e expansão celular e, conseqüentemente,
 189 do desenvolvimento da parte aérea (TAIZ et al., 2017). Efeitos depreciativos da salinidade sobre
 190 o diâmetro do colmo em plantas de milho também foram verificados conforme Lima et al.
 191 (2020a).

192 Na Figura 3A verifica-se que as estratégias que proporcionaram um maior comprimento
 193 da panícula foram as estratégias E1 e E4, independente da dose de N aplicada (19,79 e 20,90
 194 cm para E1 e 19,98 e 18,67 cm para E4, nas doses de 60 e 120 Kg ha⁻¹ de N, respectivamente),
 195 não diferindo estatisticamente entre si, enquanto que a E2 e a E3 provocaram uma redução do
 196 CP (8,35 e 14,65 cm; 14,66 e 13,89 cm nas doses de 60 e 120 Kg ha⁻¹ de N, respectivamente),
 197 sendo essa redução mais acentuada na E2 e sob uma dose de Kg ha⁻¹ da recomendação de N
 198 (8,35 cm).

199



200

201 **Figura 3.** Comprimento de panícula (A) e massa seca da raiz (B) de plantas de milho sob
202 diferentes estratégias de irrigação com água salina e adubação nitrogenada de 50% (■) e 100%
203 (□) da recomendação. Colunas seguidas pelas mesmas Letras minúsculas comparam entre as
204 estratégias e letras maiúsculas comparam dentro das estratégias. Médias seguidas pela mesma
205 letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
206

207 A cultivar BRS 1501 apresenta um ciclo definido, de forma que, aos 36 DAS inicia-se a
208 formação da panícula, período que coincide com as estratégias em que foram obtidas as
209 menores médias para o comprimento da panícula (E2 e E3), revelando o efeito deletério dos
210 sais sobre o estágio reprodutivo do milho, ocasionalmente propiciado pela restrição hídrica
211 gerada a partir da redução do potencial osmótico da solução do solo (ANDRADE et al., 2018).

212 A massa seca das raízes das plantas de milho (Figura 3B) obteve seus valores reduzidos
213 quando na presença de uso de água salina nas estratégias E2, E3 e E4, não diferindo
214 estatisticamente entre si na dose de 100% da recomendação (2,83, 1,95 e 2,52 g), enquanto que
215 na dose de 50% da recomendação, as estratégias E1 e E4 obtiveram melhores resultados em
216 comparação a dose de 100% (12,31 e 5,41 g, respectivamente), destacando-se com a maior
217 massa seca de raiz a estratégia E1.

218 Um menor comprimento de raízes pode ter induzido uma menor massa seca de raízes,
219 haja vista a influência negativa e efeitos combinados da salinidade da água de irrigação com a
220 exposição das raízes a uma maior dose de N e a hidrólise do adubo. Sousa et al. (2018) também
221 verificaram reduções na massa seca de raízes de milho sob estresse salino. Contrariando esse
222 estudo, Bianchet et al. (2015) obtiveram um incremento na massa seca das raízes de plantas de
223 arroz com o aumento das doses de adubo nitrogenado.

224 Conforme consta na análise de variância para as trocas gasosas da cultura do milho
225 (Tabela 3), percebe-se significância de forma isolada para os fatores estratégias e doses de N
226 para as variáveis *EUA* e *TF* (ao nível de 1% de significância), obtendo-se interação entre os
227 fatores para as variáveis *A*, *E*, *gs* e *Ci* (ao nível de 1% de significância).

228
229
230
231
232
233

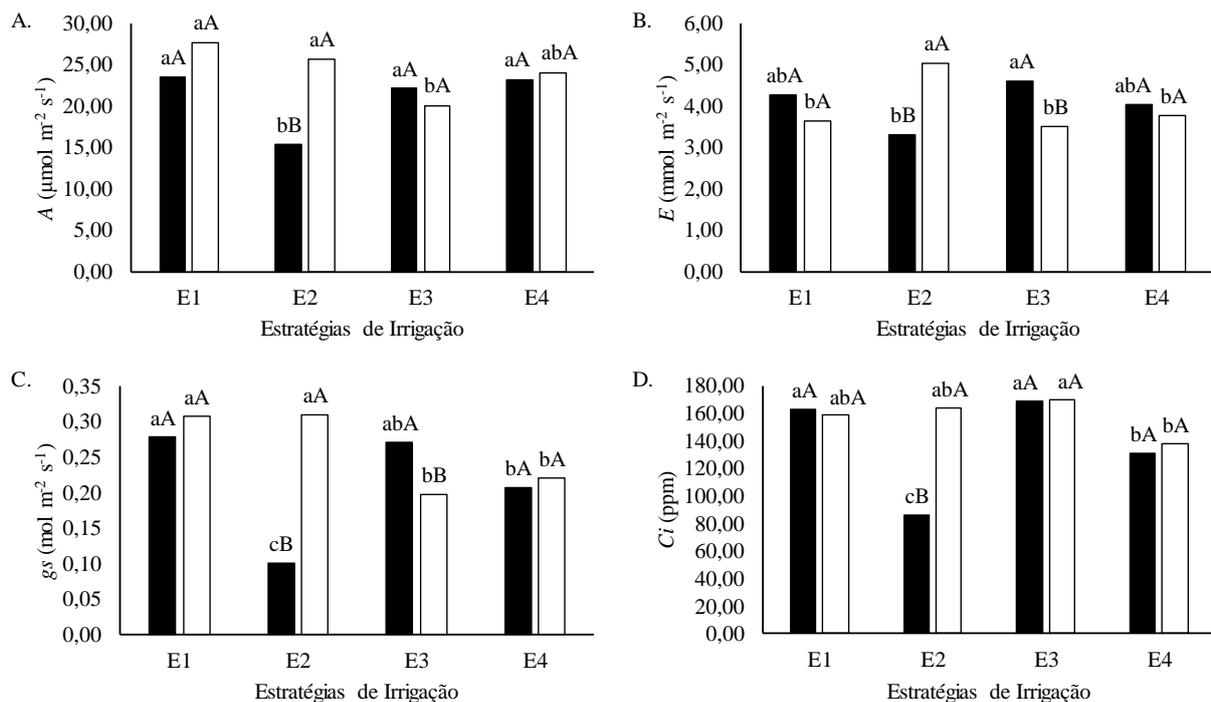
234 **Tabela 3.** Resumo da análise de variância para taxa de fotossíntese líquida (*A*), transpiração
 235 (*E*), condutância estomática (*gs*), eficiência instantânea no uso da água (*EUA*), concentração
 236 interna de CO₂ (*Ci*) e temperatura foliar (*TF*) de plantas de milho sob diferentes estratégias de
 237 irrigação com água salina e adubação nitrogenada.

FV	GL	Quadrado médio					
		<i>A</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>	<i>EUA</i>	<i>Ci</i>	<i>TF</i>
Estratégias (E)	3	44,32**	0,12 ^{ns}	0,012**	4,69**	3588,81**	4,61**
Doses de N (D)	1	88,11**	0,03 ^{ns}	0,016**	9,40**	3336,62**	17,50**
E x D	3	56,02**	3,15**	0,028**	1,14 ^{ns}	2962,87**	0,99 ^{ns}
Tratamentos	7	55,59**	1,40**	0,019**	3,84**	3284,52**	4,90**
Resíduo	24	4,51	0,29	0,001	0,64	180,73	0,50
CV (%)	-	9,35	13,41	13,58	13,94	9,14	1,97

238 FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; ** = significativo ao de nível de 1% de
 239 probabilidade; * = significativo ao de nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

240
 241 O uso da dose de 60 kg ha⁻¹ de N associado a estratégia 2 provocou reduções na
 242 fotossíntese das plantas de milho, diferindo-se estatisticamente dos demais tratamentos,
 243 obtendo um valor de 15,36 μmol m⁻² s⁻¹, uma redução de 34,7% em relação a mesma dose na
 244 E1, enquanto que para E3, o comportamento similar foi observado na dose de 120 kg ha⁻¹ de
 245 N, atingindo 20,11 μmol m⁻² s⁻¹, o que representa uma redução de 27,4% em relação a mesma
 246 dose na E1 (Figura 4A).

247



248

249 **Figura 4.** Fotossíntese (A), transpiração (B), condutância estomática (C) e concentração interna
 250 de carbono (D) de plantas de milho sob diferentes estratégias de irrigação com água salina e
 251 adubação nitrogenada de 50% (■) e 100% (□) da recomendação. Colunas seguidas pelas
 252 mesmas letras minúsculas comparam entre as estratégias e letras maiúsculas comparam dentro
 253 das estratégias. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo
 254 teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

255

256 Uma menor quantidade de N resulta em uma menor quantidade de íons NO_3^- e NH_4^+ em
 257 solução, proporcionando uma menor concentração próxima às raízes, provocando uma
 258 competição iônica com íons Na^+ e Cl^- dos sais que se encontram em concentrações
 259 possivelmente maiores devido a um maior aporte dado pela água de irrigação, reduzindo a
 260 entrada de N nas plantas, principal componente do pigmento fotossintetizante, a clorofila, o que
 261 resulta em efeitos deletérios na fotossíntese, como constatado na E2 (TAIZ et al., 2017; SOUSA
 262 et al., 2021). Em estudos similares combinando salinidade na água de irrigação e adubação
 263 nitrogenada, Braz et al. (2019) e Dias et al. (2018), não encontraram relações significativas
 264 entre esses dois fatores na fotossíntese em plantas de milho e gergelim, respectivamente.

265 A transpiração nas plantas de milho (Figura 4B) foi afetada em relação as estratégias
 266 aplicadas e em função das doses de N. Plantas sob as estratégias E1 e E4 não diferiram
 267 estatisticamente entre si e nem em relação às doses de N aplicadas, com médias mais baixas,
 268 enquanto que na E2, plantas que receberam 100% da dose recomendada transpiraram mais,

269 cerca de $5,05 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, assim como plantas que receberam 50% da dose na E3, $4,61 \text{ mmol}$
270 $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A ureia, quando hidrolisada, gera amônio que é absorvido pelas culturas. Quando em
271 excesso, pode causar uma alteração no pH do interior das células e elevar o conteúdo de espécies
272 reativas de oxigênio, efeito este acentuado pela salinidade, ocasionando desbalanço fisiológico
273 (BITTSÁNSZKY et al., 2015). Refutando esse estudo, Dias et al. (2020) e Braz et al. (2019)
274 verificando a influência da salinidade e de adubações nitrogenadas nas culturas do algodão e
275 milho, respectivamente, não verificaram ações conjuntas dos sais e do nitrogênio sobre o
276 parâmetro da transpiração.

277 A condutância estomática das plantas de milheto sofreu influência tanto das estratégias
278 quanto das doses de N (Figura 4C). Menores condutâncias estomáticas foram observadas nas
279 estratégias E3 e E4 com 100% de N ($0,20$ e $0,22 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente), que não
280 diferiram estatisticamente entre si. Na E2, 50% de N ($0,10 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), induziu uma menor
281 condutância estomática entre os tratamentos e estatisticamente diferente dos demais,
282 obedecendo a uma tendência similar à transpiração.

283 A condutância estomática é o mecanismo regulador das trocas hídricas entre a planta e a
284 atmosfera, de forma que, sob algum tipo de estresse, seja ele salino ou oxidativo, os estômatos
285 tendem a reduzir sua abertura. Sob a correta oferta de N, por exemplo, a planta pode acabar
286 sintetizando compostos que auxiliam a planta a se ajustar osmoticamente e contornar esse
287 estresse, como a produção de prolina e glicina-betaína, fazendo com que haja a redução da
288 resistência estomática criada pelo estresse (TAIZ et al., 2017), como ocorrido na E2 100% da
289 dose de N, mas também pode ocorrer de plantas estressadas com altos teores de amônio
290 reduzirem a condutividade hidráulica das raízes, provocando igualmente o fechamento
291 estomático como ocorrido na E3.

292 Sousa et al. (2021), investigando as trocas gasosas na cultura do milho sob irrigação com
293 águas salinas e adubação nitrogenada, também verificaram interação entre os fatores estudados
294 para a condutância estomática. Contrariando esse estudo, Dias et al. (2020) também não
295 verificaram relação entre as doses de N e a salinidade da água de irrigação na condutância
296 estomática do algodoeiro.

297 Dentre todas as estratégias adotadas, as menores concentrações internas de CO_2 foram
298 obtidas nas estratégias E2 50% da recomendação de N ($85,66 \text{ g kg}^{-1}$) e E4 100% da
299 recomendação de N ($137,33 \text{ g kg}^{-1}$) (Figura 4D).

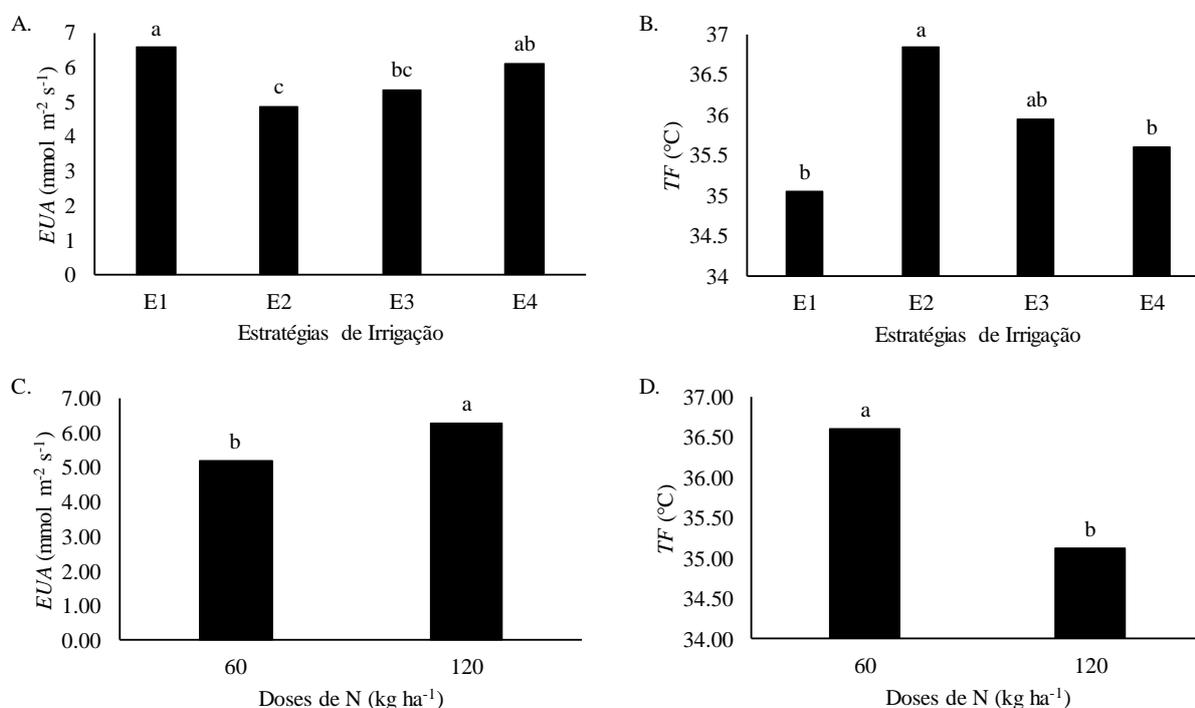
300 A abertura estomática também regula a captação de CO_2 , por isso nota-se comportamento
301 semelhante entre essas duas variáveis (Figura 4C e 4D) o que explica as baixas concentrações
302 do gás em tratamentos semelhantes na condutância estomática. Entretanto, se comparado a taxa

303 de assimilação de CO₂ pela fotossíntese (Figura 4A), verificaremos que esse CO₂ captado não
304 está sendo totalmente convertido em açúcares no processo fotossintético por algum motivo de
305 ordem não estomática, causando o acúmulo desse gás (NAJAR et al., 2019).

306 Braz et al. (2019) não obtiveram interação entre a salinidade e as doses de N aplicadas
307 para a concentração interna de CO₂ na cultura do milho. Similarmente, Sousa et al. (2016) em
308 estudos com salinidade e adubação nitrogenada em citrus, também não obtiveram interação
309 entre os fatores para esta variável, o que contraria os resultados obtidos no presente estudo.

310 Houve uma menor eficiência no uso da água em plantas de milho que receberam a
311 aplicação da E2, seguida da E3 (Figura 5A). Sob a E2, as plantas de milho atingiram uma
312 *EUA* de 4,89 mmol m⁻² s⁻¹ e, sob E3, 5,36 mmol m⁻² s⁻¹, sendo 26,0 e 18,9% menores se
313 comparados com o tratamento controle (E1 = 6,61 mmol m⁻² s⁻¹), respectivamente.

314



315 **Figura 5.** Eficiência no uso da água e temperatura foliar de plantas de milho sob diferentes
316 estratégias de irrigação com água salina (A e B) e doses de adubação nitrogenada (C e D).
317 Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao
318 nível de 5% de probabilidade.

320

321 Plantas expostas por mais tempo ao estresse salino tendem a ter uma baixa absorção de
322 água ocasionada pela redução no potencial osmótico da solução do solo devido aos sais e, além
323 disso, reduzirem sua captação e assimilação de CO₂ devido a um aumento da resistência

324 estomática como mecanismos de fuga ao estresse salino e perda de água excessiva pela
325 transpiração, o que pode reduzir a eficiência no uso da água pelas culturas, especialmente em
326 estágios de demandas crescentes, como o final do vegetativo e início do reprodutivo (TAIZ et
327 al., 2017).

328 Efeitos similares foram obtidos na cultura do algodão em estudos desenvolvidos por
329 Soares et al. (2018), que avaliando as trocas gasosas na cultura do algodão irrigado com água
330 salina em diferentes estágios fenológicos, também observaram maiores reduções na eficiência
331 no uso da água.

332 Na Figura 5B encontra-se a comparação de médias para a temperatura foliar das plantas
333 de milho sob estratégias de irrigação, podendo-se observar que plantas submetidas a E2
334 atingiram as maiores temperaturas, seguidas da E3, diferindo-se estatisticamente das estratégias
335 E1 e E4, que não diferiram estatisticamente entre si. Quando submetidas a E2, as plantas
336 atingiram uma temperatura foliar de 36,85°C, cerca de 5% maior em relação a E1, que atingiu
337 uma temperatura de 35,05°C.

338 A transpiração atua como grande mecanismo regulador de temperatura foliar, por isso,
339 plantas que transpiram menos tendem a acumular calor e elevar sua temperatura (SOARES et
340 al., 2018). Hessini et al. (2019) em estudos com plantas de milho, também verificaram que a
341 salinidade proporcionou um aumento da temperatura foliar, chegando a atingir 36,7°C.

342 Sob uma dose de 120 kg ha⁻¹ de N obteve-se uma maior eficiência no uso da água em
343 plantas de milho (6,29 mmol m⁻² s⁻¹), quando comparada com a dose de 60 kg ha⁻¹ (Figura
344 5C) (5,20 mmol m⁻² s⁻¹), sendo esta 17,3% menor em relação à anterior.

345 A oferta adequada de N favorece maiores taxas fotossintéticas pelas plantas devido ao
346 aumento do pigmento fotossintetizante, garantindo que a água seja mais eficientemente
347 utilizada para os processos fisiológicos (TAIZ et al., 2017). Similarmente, Souza et al. (2016)
348 obtiveram uma maximização da EUA com uma dose de 168,4 kg ha⁻¹ de N.

349 Já para a temperatura foliar de plantas de milho em função das doses de N (Figura 4D),
350 observa-se que, plantas que receberam uma adubação com 60 kg ha⁻¹ de N, tiveram um
351 acréscimo de 4% na sua temperatura (36,6°C) se comparada com a temperatura obtida na dose
352 de 120 kg ha⁻¹ de N (35,1°C).

353 Maiores fluxos de água no sistema solo-planta-atmosfera favorecem a absorção de N
354 devido a forma de sua absorção ser por fluxo de massa, o que geraria uma alta transpiração e,
355 consequentemente, uma menor temperatura foliar (TAIZ et al., 2017), o que não foi observado
356 nesse estudo. Similarmente, Elli et al. (2013) também obtiveram um aumento da temperatura
357 foliar com o aumento das doses de fertilizante nitrogenado na cultura da pitanga.

358

359 CONCLUSÕES

360 A adubação nitrogenada favorece o crescimento em altura, comprimento de raiz, uso
361 eficiente da água e temperatura foliar em plantas de milho.

362 O uso de água de menor salinidade utilizada a partir dos 30 DAS e de maior salinidade a
363 partir dos 65 DAS associada à dose de 120 kg ha⁻¹ de N proporcionam maior comprimento da
364 panícula e a massa seca das raízes das plantas de milho.

365 A adubação com 60 e 120 kg ha⁻¹ proporcionam maior fotossíntese, transpiração,
366 condutância estomática e concentração interna de CO₂ em plantas de milho com o uso de água
367 de menor salinidade durante todo o ciclo e de maior salinidade utilizada a partir dos 30 e 45
368 DAS.

369 A estratégia de uso de água de menor salinidade durante todo o ciclo e uso de maior
370 salinidade a partir dos 65 DAS foi mais eficiente para aumentar o uso eficiente de água e reduzir
371 a temperatura foliar.

372

373 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

374 ALBUQUERQUE, A. L. B. et al. Uso cíclico das fontes de nitrogênio no cultivo de milho.
375 **Research, Society and Development**, 9: 5359-5972 2020.

376 ANDRADE, J. R. et al. Trocas gasosas em genótipos de feijão-caupi irrigados com água salina.
377 **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 12: 2653-2660 2018.

378 BERNARDO, S. et al. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: Editora UFV, 2019. 545 p.

379 BIANCHET, P. et al. Desenvolvimento vegetativo do arroz irrigado afetado pela inoculação
380 com *Azospirillum* e aplicação de nitrogênio mineral. **Revista de la Facultad de Agronomía**,
381 114: 201-207, 2015.

382 BITTSÁNSZKY, A.; PILINSZK, K.; GYULAI, G.; KOMIVES, T. Overcoming ammonium
383 toxicity. **Plant Science**, 231: 184-190, 2015.

384 BRAZ, R. S. et. al. Growth and physiology of maize under water salinity and nitrogen
385 fertilization in two soils. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 23: 907-
386 913, 2019.

387 DIAS, A. S. et al. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica do gergelim sob estresse salino e
388 adubação com nitrato-amônio. **Irriga**, 23: 220-234, 2018.

389 DIAS, A. S. et. al. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and nitrogen-
390 potassium combination. **Revista Caatinga**, 33: 470-479, 2020.

391 ELLI, E. P. et al. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de
392 pitangueira. **Comunicata Scientiae**, 4: 377-384, 2013.

393 HESSINI, K. et al. Interactive effects of salinity and nitrogen forms on plant growth,
394 photosynthesis and osmotic adjustment in maize. **Plant Physiology and Biochemistry**, 139:
395 171-178, 2019.

396 JACOVETTI, R. et al. Milheto como silagem comparado a gramíneas tradicionais: aspectos
397 quantitativos, qualitativos e econômicos. **Ciência Animal Brasileira**, 19: 265-239, 2018.

398 LIMA, G. S. et al. Crescimento e produtividade de algodão de fibra colorida cultivado sob
399 estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**
400 **Ambiental**. 21: 415-420, 2017.

401 LIMA, A. F. et al. Cultivo do milho irrigado com água salina em diferentes coberturas mortas.
402 **Irriga**, 25: 347-360, 2020.

403 LIMA, G. S. et al. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated
404 with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, 33: p. 184-194, 2020b.

405 MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, 1: p.12-25, 1986.

406 MASOULEH, S. S. S.; ALDINE, N. J.; SASSINE, Y. N. The role of organic solutes in the
407 osmotic adjustment of chilling-stressed plants (vegetable, ornamental and crop plants).
408 **Ornamental Horticulture**, 25: 434-442, 2019.

409 MINHAS, P. S. et al. Coping with salinity in irrigated agriculture: Crop evapotranspiration and
410 water management issues. **Agricultural Water Management**. 227: 1-22, 2020.

411 NAJAR, R. et. al. Effect of salt stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in
412 *Medicago truncatula*. **Plant Biosystems An International Journal Dealing with all Aspects**
413 **of Plant Biology**, 153: 88-97, 2019.

414 PEREIRA FILHO I. A. et al. **Manejo da cultura do milho**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa
415 Milho e Sorgo, 2003, 17 p.

416 RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção**
417 **agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117 p.

418 ROCHA J. M. R. et. al. Características agronômicas do milho sob efeito ne nitrogênio nos
419 sistemas consorciado e monocultivo. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, 11: 37-43,
420 2017.

421 SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the
422 analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p.
423 3733-3740, 2016.

424 SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SUASSUNA, J. F., PEREIRA, R. F.
425 Gas exchanges and production of colored cotton irrigated with saline water at diferente
426 phenological stages. **Revista Ciência Agronômica**, 49: 239-248, 2018.

427 SOUSA, G. G. et. al. Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. **Revista**
428 **Brasileira de Agricultura Irrigada**, 12: 3078-3089, 2018.

429 SOUZA, E. J. et. al. Eficiência do uso da água pelo milho doce em diferentes lâminas de
430 irrigação e adubação nitrogenada em cobertura. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**,
431 10: 50-57, 2016.

432 SOUSA, G. G. et al. Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses.
433 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 25; 174-181, 2021.

434 TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLE R, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento**
435 **vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.