

Prêmio Jovem Cientista

ÁGUA

Desafios da sociedade

Título:

Mistura de águas salinas como alternativa para a irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino

Autor:

José Leôncio de Almeida Silva

Orientador:

José Francismar de Medeiros

Instituição de vínculo e onde se desenvolveu a pesquisa:

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

Av. Francisco Mota, 572. Bairro Costa e Silva

Mossoró-RN. CEP: 59.625-900. Fone (84) 98203964; (84) 32290422. E-mail:
jose_leoncio100@yahoo.com.br

RESUMO

Em muitas áreas irrigadas do mundo, o suprimento de água de boa qualidade pode não ser suficiente para a manutenção da agricultura irrigada principalmente para a região do semiárido nordestino ou por ter seu custo elevado, buscando-se alternativas com o uso de água do lençol freático ou mesmo de drenagem. Todavia, geralmente, essas águas não são de boa qualidade e uma das alternativas para viabilizar seu uso é misturá-las com água de baixa concentração de sais. Desta forma, tornou-se importante avaliar a alternativa de misturas de água salina para a irrigação na produção de forragem no semiárido nordestino. Foi desenvolvido um experimento na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, em Mossoró – RN. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 2 x 3, com três repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de dois tipos de solos um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (PVAe) e um Cambissolo Háptico Ta Eutrófico (CXve), com três níveis de salinidade da água de irrigação (A1 - 0,59; A2 - 2,75 e A3 - 5,00 dS m⁻¹). A unidade experimental foi representada por uma coluna de PVC com capacidade para 12 L, contendo uma planta. As culturas utilizadas no experimento foram as de milho e sorgo, por serem as mais utilizadas pelos produtores rurais e apresentarem área de cultivo em expansão na região. Pode-se concluir que a mistura de águas é uma alternativa viável para possibilitar o uso de água salina na produção de forragem, uma vez que essa tecnologia possibilitou a produção satisfatória sem reduzir o teor proteico da forragem. A cultura do sorgo é mais tolerante a salinidade que a cultura do milho. A tecnologia da mistura de água proporciona economia de água de boa qualidade e aumentando sua oferta para outros fins, como o consumo humano, seja no consumo direto ou na produção de culturas alimentícias sensíveis a salinidade.

Palavras-chave: Recursos hídricos, salinização, qualidade de água para irrigação, sustentabilidade e gramíneas.

INTRODUÇÃO

A escassez de água no mundo é agravada em virtude do crescimento populacional e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. Segundo a Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância), menos da metade da população mundial tem acesso à água potável (SETES, 2013). A irrigação corresponde a 73% do consumo de água, 21% vão para a indústria e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico. De acordo com os números apresentados pela Organização das Nações Unidas (ONU), fica claro que controlar o uso da água significa deter poder.

As diferenças registradas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento chocam e evidenciam que a crise mundial dos recursos hídricos está diretamente ligada às desigualdades sociais.

As mudanças climáticas que vem a contendendo nesses últimos anos trazem diversos problemas para o meio ambiente e, sobretudo, para os seres humanos e os animais. De acordo com um estudo realizado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), se essas mudanças continuarem a crescer um novo grave problemas será gerado, o da escassez de água destinada à produção de alimentos e, conseqüentemente, o comprometimento da produtividade mundial sendo que, quem sofre mais com esses impactos são os pequenos produtores.

Há anos vem sendo diagnosticado o problema de escassez de água no mundo, especialmente em regiões áridas e semiáridas. No Brasil, a escassez desse recurso é bastante visível, sobretudo na região Nordeste que corresponde a 58% do território nacional. A água utilizada na irrigação nessa região apresenta em grande parte alto teor de sais, como nos açudes de pequeno e médio porte (superficiais) e poços (água subterrâneas) (Medeiros et al., 2003). Além disso, a disponibilidade da água para consumo humano e para a prática agrícola vem sendo gradativamente reduzida tanto em qualidade como em quantidade, fazendo assim necessário o uso alternativo de água de qualidade inferior para atender a demanda da irrigação agrícola nessas regiões.

É crescente o interesse em aumentar a eficiência na utilização de águas salinas na irrigação nos últimos anos. Podem ser usadas com sucesso no cultivo de determinadas plantas, sem maiores conseqüências em longo prazo para culturas e

solo, desde que sejam aplicadas técnicas de manejo adequadas. Isso envolve o uso de fontes de águas salinas utilizando espécies ou cultivares mais tolerantes, bem como a utilização dessas fontes em estádios diferentes, sistema irrigação, mistura de água de diferentes qualidades, além de diversas práticas de manejo do sistema solo-planta (Malash et al., 2006; Chauhan; Singh, 2008).

Uma das alternativas para o uso desse recurso hídrico é a sua mistura com água de baixa concentração de sais, sendo este um manejo estratégico, para incentivar a inserção dessas águas na produção vegetal em épocas com estiagem prolongadas na região (abril a novembro). Esta pode ser mais uma alternativa para assegurar a exploração racional dos recursos hídricos e vegetais no Semiárido, fixando o homem a terra evitando o êxodo rural, tendo em vista que permite aumentar a disponibilidade de água de boa qualidade para outros fins.

Essa mistura pode permitir a irrigação de áreas maiores, mas não diminui o total dos sais. Em muitas áreas irrigadas do mundo, o suprimento de água de boa qualidade pode não ser suficiente para a manutenção da agricultura irrigada, ou seu custo ser elevado, buscando-se alternativas com o uso de água do lençol freático ou mesmo de drenagem. Todavia, geralmente, essas águas não são de boa qualidade e uma das alternativas para viabilizar seu uso é misturá-las com água de baixa concentração de sais.

A região do semiárido nordestino, apesar de apresentar irregularidades climáticas, destaca-se nacionalmente no setor pecuário, principalmente na ovinocaprinocultura. Entretanto, o êxito desse setor está dependente diretamente da disponibilidade de alimento de qualidade, a qual pode ser adquirida a partir do uso de irrigação na produção de forragem.

Outro fator importante que deve ser considerado é que essas forrageiras são bastante cultivadas na agricultura familiar, permitindo assim melhoria na perspectiva de vida desses agricultores com o uso de água de qualidade inferior, economia de recursos naturais escassos, possibilitando um melhor aproveitamento da distribuição de água potável, sendo que apenas uma pequena parte dessa água é utilizada para a irrigação e sua maior parte destinada para sobrevivência.

Algumas espécies forrageiras apresentam rendimentos favoráveis ainda que cultivadas sob condições de altos índices de salinidade, enquanto que outras são mais sensíveis (Ayers & Westcot, 1999). No caso do sorgo e o milho, tem ocupado lugar de destaque, pelas suas elevadas produtividades mesmo quando irrigadas

com água de elevada salinidade e podem se constituir em alternativas para cultivos que utilizem recursos (água e solo) salinos (Morais Neto, 2009).

O uso do sorgo se justifica, também, por suas características bromatológicas que, à semelhança do milho, possibilitam fermentação adequada e consequente armazenamento sob forma de silagem, pelos teores elevados de proteína bruta, em algumas variedades, e por suas características agronômicas que, entre outras, incluem moderada resistência à seca (Tabosa et al., 2002) e elevada produtividade.

Desta forma, torna-se importante estudar a misturas de águas de elevadas salinidades como alternativa para a irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. A abordagem é baseada na integração de estratégias, soluções e desafio para a utilização de misturas de águas para irrigação de culturas tradicionalmente utilizadas em regiões mais afetadas pela seca como a região Nordeste, tendo por base os princípios de sustentabilidade.

OBJETIVO

Avaliar a sustentabilidade ambiental, o aproveitamento de águas de elevada salinidade e o potencial de uso agrícola com a mistura de águas, identificar a tolerância das espécies às condições de irrigação com águas que apresentem alta concentração de sais, e verificar a produção e a qualidade dessas forragens quando irrigadas com águas salinas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de outubro a dezembro 2010, em ambiente protegido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológica-DCAT, localizada no município de Mossoró, RN. Com as coordenadas geográficas de 5°11'31" latitude sul e 37°20'40" de longitude oeste de Greenwich, e altitude média de 18 m (Figura 1).



Figura 1 - Localização do Estado do Rio Grande do Norte e do município de Mossoró, onde foi realizado a pesquisa.

O clima dominante da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo *BSwh'*, ou seja, quente e seco caracterizando como clima tropical Semiárido, com estação chuvosa bastante irregular, atrasando-se do verão para o outono, se concentrando nos primeiros meses do ano. De acordo com Carmo Filho e Oliveira (1989), as características climáticas do local são: temperatura média de 27,4 °C, precipitação pluviométrica média anual de 673,9 mm e umidade relativa do ar de 68,9%.

A casa de vegetação, onde foi desenvolvido o experimento possui as seguintes características: estrutura metálica com pé direito de 3,0 metros de altura, sete metros de largura e 18 metros de comprimento com cobertura em arco e plástico transparente tratado contra a ação de raios ultravioleta, sendo fechada lateralmente com tela sombrite de 50% (Figura 2).



Figura 2 - Casa de vegetação, onde foi desenvolvido o experimento, UFERSA – RN.

As culturas utilizadas no experimento foram o milho e sorgo, estas foram escolhidas por serem as mais utilizadas pelos produtores rurais e apresentarem área de cultivo em expansão na região, como também pela falta de informações técnicas, principalmente quanto à tolerância a salinidade, além de possuírem boa adaptação às condições climáticas da região.

A semeadura ocorreu de forma manual colocando-se cinco sementes por colunas e distribuídas de forma equidistante, e realizando-se o desbaste cinco dias após a emergência, deixando-se em cada coluna a plântula mais vigorosa.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjados em esquema fatorial 2 x 3, com três repetições, sendo a unidade

experimental representada por uma coluna de PVC com capacidade para 12 L , contendo uma planta em cada coluna.

Os tratamentos resultaram da combinação de dois tipos de solos (Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (PVAe) e um Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (CXve), com três níveis de salinidade da água de irrigação (A1 - 0,59; A2 - 2,75 e A3 - 5,00 dS m⁻¹).

Os solos utilizados no experimento foram escolhidos por si tratar de solo representativo da região semiárida do nordeste, onde foram coletados ambos na Fazenda Experimental de Alagoinha, Mossoró-RN.

Essa condutividade elétrica foi obtida através de mistura de água com CE de 0,59 dS.m⁻¹ e CE 5,56 dS m⁻¹. A escolha desses níveis de salinidade deve-se às condutividades elétricas apresentadas pelas águas disponíveis para irrigação, na região onde foi feito o experimento (OLIVEIRA; MAIA et al., 1998; MEDEIROS et al., 2003).

As águas utilizadas para irrigação foram coletadas em poço que explora o aquífero calcário Jandaíra, com salinidade média de 5,56 dS m⁻¹ e água de abastecimento urbano, com salinidade em torno de 0,56 dS m⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química das águas, obtidas após a mistura, utilizadas no Experimento

Água	CE (dS m ⁻¹)	pH	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄
			----- (mmol _c L ⁻¹) -----							
A ₁	0,54	8,30	0,90	0,70	3,92	0,22	0,00	4,50	3,00	Aus.
A ₂	2,75	7,26	8,10	7,70	14,75	0,58	0,60	3,30	13,20	Pres.
A ₃	5,00	8,40	19,80	22,20	24,96	1,01	0,00	3,90	22,40	Pres.

*Richards (1954).

Para a determinação do volume de água de cada fonte para obtenção dos níveis salinos utilizados neste experimento, foi utilizada a equação 1 (LACERDA et al., 2010).

$$CE_{af} = \frac{(CE_{a1} \cdot V_{a1})}{(V_{a1+a2})} + \frac{(CE_{a2} \cdot V_{a2})}{(V_{a1+a2})}$$

Equação (1)

em que:

CE_{af} – CE final da mistura, $dS\ m^{-1}$

CE_{a1} – CE da água de menor salinidade, $dS\ m^{-1}$

CE_{a2} – CE da água de maior salinidade, $dS\ m^{-1}$

V_{a1} – Volume da água de menor salinidade

V_{a2} – Volume da água de maior salinidade

$V_{a1 + a2}$ – Volume final da mistura

$V_{a1}/V_{a1 + a2}$ – representa a proporção da água de menor salinidade (P_{a1})

$V_{a2}/V_{a1 + a2}$ – representa a proporção da água de maior salinidade (P_{a2})

Os materiais de solo foram coletados nas profundidades de 0 - 20 e 20 - 40 cm, secos ao ar, peneirados e distribuídos em colunas de PVC de material reciclado com 40 cm de altura e 20 cm de diâmetro. Foi colocado uma camada de brita de 8 cm e bidim para servir como dreno e uma torneira plástica para drenagem da água (Figura 3). O acondicionamento do material de solo nas colunas foi feito de forma a representar as condições reais de campo com as respectivas profundidades.

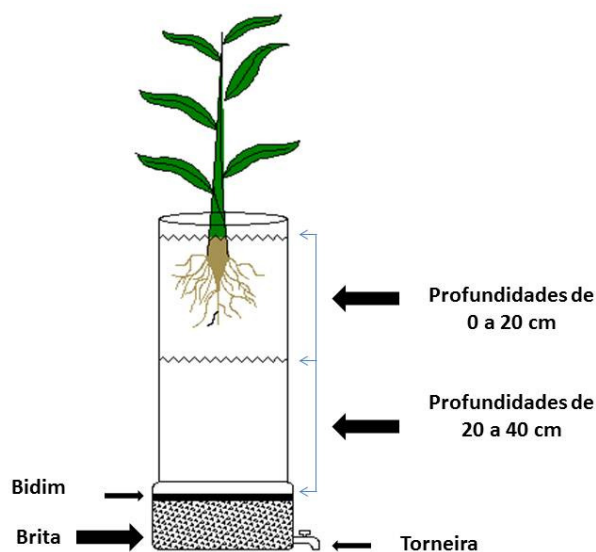


Figura 3 – Esquema utilizado no experimento.

Antes do plantio das culturas os solos foram devidamente adubados através da recomendação da análise previa dos solos e a exigência nutricional das culturas (Tabela 2). Durante o experimento foram aplicadas as seguintes quantidades de nutrientes via fertirrigação: 5 g de N e 7,0 g de K_2O em cada coluna de PVC, com aplicação semanal de acordo com a necessidade das culturas. Adubou-se na fundação 4,15 g de P_2O_5 .

Tabela 2- Características químicas dos solos utilizados no experimento

Solos	pH	Mo	P	K	Ca	Al+Mg	H+Al	CTC	V(%)
PVAe (0-20)	6,6	0,19	9,0	40,6	1,8	0,4	0,17	2,73	94
PVAe (20-40)	6,5	0,27	3,7	286,2	1,8	1,3	0,17	4,05	96
CXve (0-20)	6,7	0,8	3,6	145,6	8,7	1,0	1,16	11,58	90
CXve (20-40)	6,6	0,4	3,7	51,5	6,3	1,4	1,32	9,19	86

Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (PVAe) e um Cambissolo Háplico Ta Eutrófico (CXve),

A primeira irrigação foi realizada aplicando o volume de água suficiente para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, e as demais irrigações foram feitas diariamente de acordo com o monitoramento da umidade do solo.

Os volumes de água de irrigação foram determinados a partir de estimativas da evapotranspiração das culturas e ajustadas com base no monitoramento da umidade do solo através do uso de tensiômetros. O potencial matricial da água do solo (ψ_m), à profundidade de 0,15 m, foi utilizado como valor crítico para indicar o momento da irrigação.

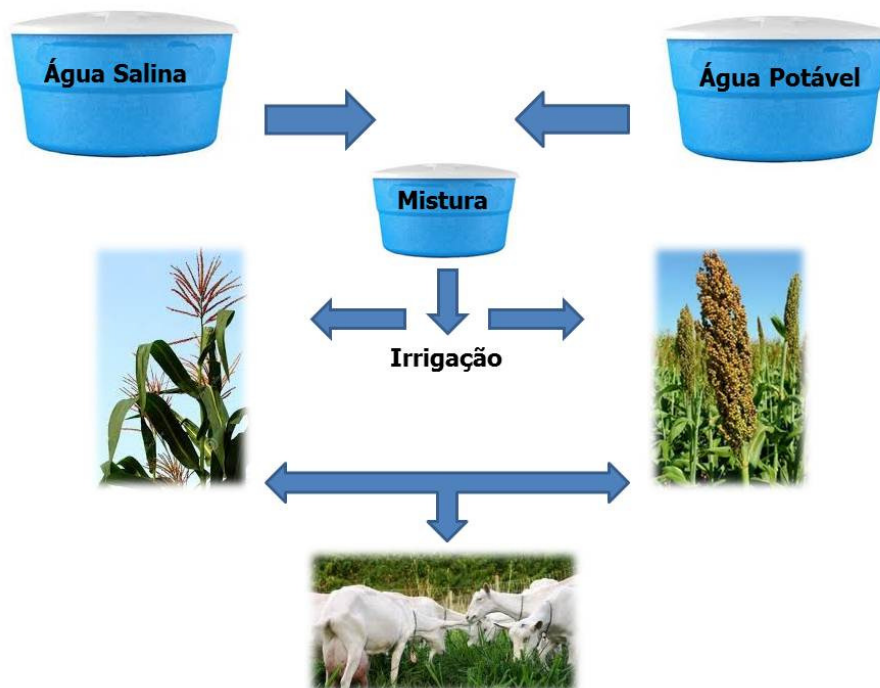


Figura 4 – Esquema do sistema de produção de mistura de águas salina para produção de forragem.

As variáveis analisadas foram: área foliar, matéria seca total e teor de proteína. A área foliar foi obtida a partir de análise feita semanalmente, medindo-se comprimento e diâmetro de todas as folhas de cada planta e estimadas a partir de equações propostas para a cultura (Tabela 3). Na última coleta, a área foliar foi estimada pelo método do disco, o qual consiste na retirada de discos foliares de área conhecida em quatro posições do limbo foliar de um conjunto de folhas, distribuídas simetricamente, evitando-se a amostragem da nervura central, conforme estudos de Huerta (1962) e Gomide *et al.* (1977).

Tabela 3. Equações utilizadas para estimar a área foliar do milho e sorgo. Mossoró, 2010

Cultura	Equação	Recomendação
Milho	$\Sigma ((C \times L) \times 0,75)$	Montgomery, 1911
Sorgo	$\Sigma ((C \times L) \times 0,75)$	Montgomery, 1911

As folhas das culturas foram secas em estufa de circulação forçada com temperatura de 65 a 70° C até peso constante. Após a secagem o material obtido foi pesado em balança de precisão (0,01g). Para a massa seca da parte aérea das plantas foi obtida a partir da soma da massa seca de folhas e hastes, sendo posteriormente moídas as folhas para as determinações de nitrogênio.

O procedimento utilizado para a determinação de proteína foi realizado através conversão de nitrogênio (CECCHI, 2003). O método mais utilizado para dosagem de proteínas foi proposto por Kjeldahl. Este método determina o N, e para converter o nitrogênio medido em proteína, multiplica-se o conteúdo de nitrogênio por um fator geral que é obtido com base no fato de que, na maioria das proteínas, o teor de N é em torno de 16%. Então: multiplica-se por 6,25.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F com auxílio do software SAEG 9.0 (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

RESULTADOS DA PESQUISA E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, verificou-se interação significativa para as variáveis área foliar do milho e matéria seca do sorgo ($p < 0,01$). Entretanto, houve efeito significativo dos tipos de solo para a matéria seca ($p < 0,05$) e proteína do milho, bem como para área foliar e proteína do sorgo ($p < 0,01$). Com relação à salinidade observou-se efeito significativo para matéria seca do milho e área foliar do sorgo ($p < 0,01$). Os teores de proteína não foram influenciados pela salinidade da água de irrigação ($p > 0,05$), evidenciando que a utilização desse recurso não diminui a qualidade nutricional das forrageiras estudadas, apesar da diminuição na matéria seca, pode ser viável para a agricultura familiar em regiões de baixa disponibilidade hídrica (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância: área foliar (AF), massa seca da planta (MS) e Proteína (PT) das culturas milho e sorgo sob estresse salino nos solos PVAe e CXve.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Milho			Sorgo		
		AF	MS	PT	AF	MS	PT
Solo (S)	1	0,02**	4,763*	35,67**	24,1**	29,207**	18,74**
Salinidade (SAL)	2	45,29**	22,663**	1,042 ^{ns}	3,26*	84,125**	2,15 ^{ns}
S x SAL	2	9,48**	3,262 ^{ns}	0,206 ^{ns}	0,48 ^{ns}	18,35**	2,56 ^{ns}
CV (%)		4,1	9,790	6,81	18,4	5,789	4,82

**significativo a 1% de probabilidade, *significativo a 5% de probabilidade e ^{ns} não significativo

O desdobramento da interação (S x SAL) para a área foliar do milho, revela que no solo Argissolo Vermelho Amarelo-PVAe os maiores valores foram observados nos níveis de salinidade 0,59 e 2,75 dS m⁻¹ e os menores valores no nível de 5,00 dS m⁻¹. Para o solo Cambissolo Háplico-CXve observaram-se nos níveis de salinidade 2,75 e 5,00 dS m⁻¹ valores estatisticamente semelhantes e inferiores a 0,59 dS m⁻¹ (Tabela 5).

Ainda na Tabela 5, verifica-se que o solo PVAe foi superior ao CXve na salinidade 2,75 dS m⁻¹, enquanto que, na maior salinidade (5,00 dS m⁻¹) os maiores valores ocorreram no solo CXve.

Tabela 5. Valores médios de área foliar da cultura do milho sob estresse salino em solos PVAe e CXve. Mossoró, 2010

Cultura	Solo	CE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO (dS m ⁻¹)		
		0,59	2,75	5,00
Milho	PVAe	877,54 Aa	885,1 Aa	747,86 Bb
	CXve	907,13 Aa	819,9 Bb	788,22 Ba

Valores seguidos pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna e não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a área foliar analisada ao longo do tempo, observou-se que as plantas de milho apresentaram crescimento exponencial até os 40 dias após a emergência (DAE) independente do nível de salinidade (Figura 5). Pode-se verificar ainda que houve pouca influência da salinidade até aproximadamente 33 dias, e a partir desta época, ocorreu maior variação, e os menores valores foram observados na salinidade de 5,00 dS m⁻¹. (Figura 5). Totawat e Mehta (1985) trabalhando com genótipos de milho e sorgo, verificaram que a AF de ambas as espécies foram influenciadas negativamente pelo estresse salino, verificando que quando se analisou a condutividade elétrica de 12,0 dS m⁻¹ as plantas de milho e sorgo tiveram sua AF reduzida em 46 e 60%, para as culturas do milho e do sorgo, respectivamente.

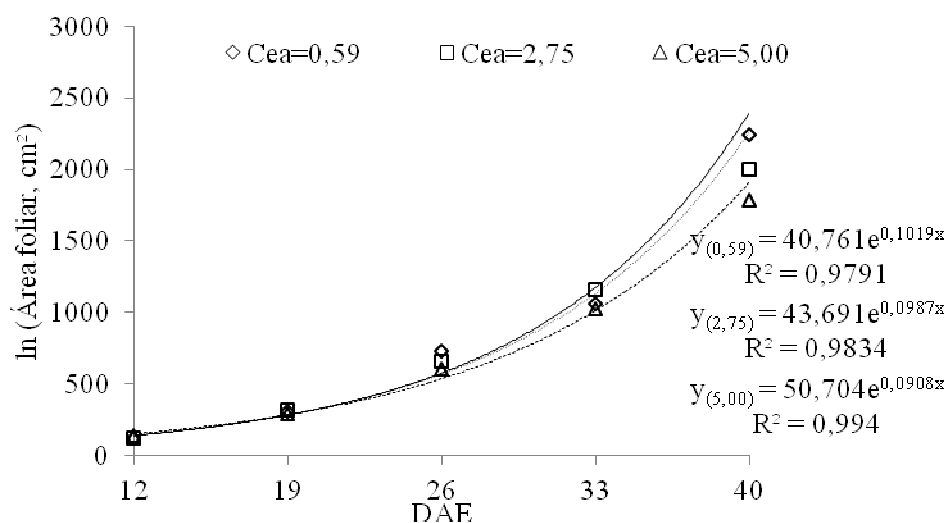


Figura 5. Área foliar do milho sob estresse salino em diferentes épocas de avaliação. Mossoró-RN, 2010.

Para a área foliar na cultura do sorgo, os maiores valores foram observados no solo CXve (1159,42 cm² vaso⁻¹), sendo superior em aproximadamente 31,2% em relação no PV Ae, obteve-se área foliar de 883,74 cm² vaso⁻¹) (Figura 6).

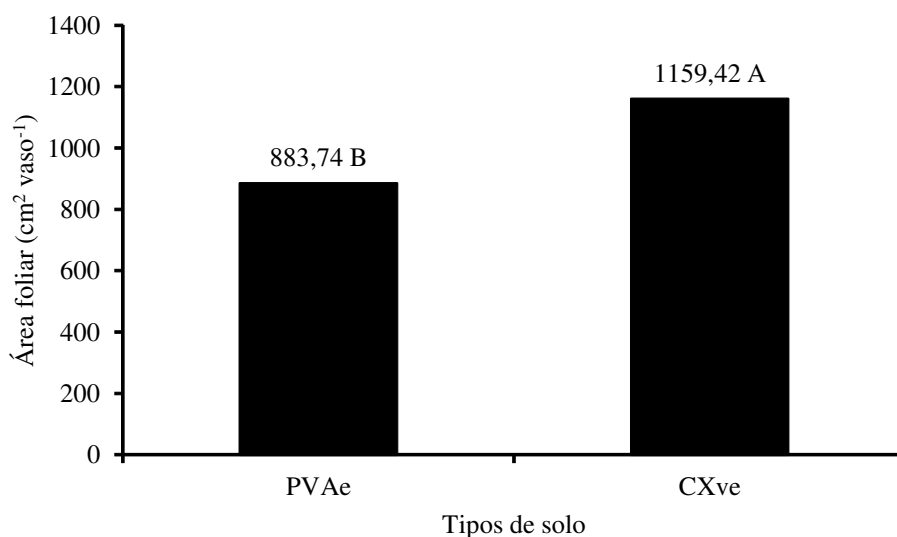


Figura 5. Área foliar do sorgo em função de dois tipos de solo. Mossoró-RN, 2010.

Com relação ao efeito da salinidade sobre a área foliar do sorgo, verificou-se que os maiores valores ocorreram nas plantas irrigadas com água de salinidade 0,59 dS m⁻¹ (1108,1 cm² vaso⁻¹), e que o aumento da condutividade elétrica da água acima de 2,75 provocou-se decréscimo significativo desta variável. Dentre as salinidades estudadas, os menores valores ocorreram submetidas a maior salinidade (5,00 dS m⁻¹), obtendo-se área foliar de 932,5 cm² vaso⁻¹, apesar de não diferir estatisticamente das plantas irrigadas com água de salinidade 2,75 dS m⁻¹ (1024,2 cm² vaso⁻¹) (Figura 7).

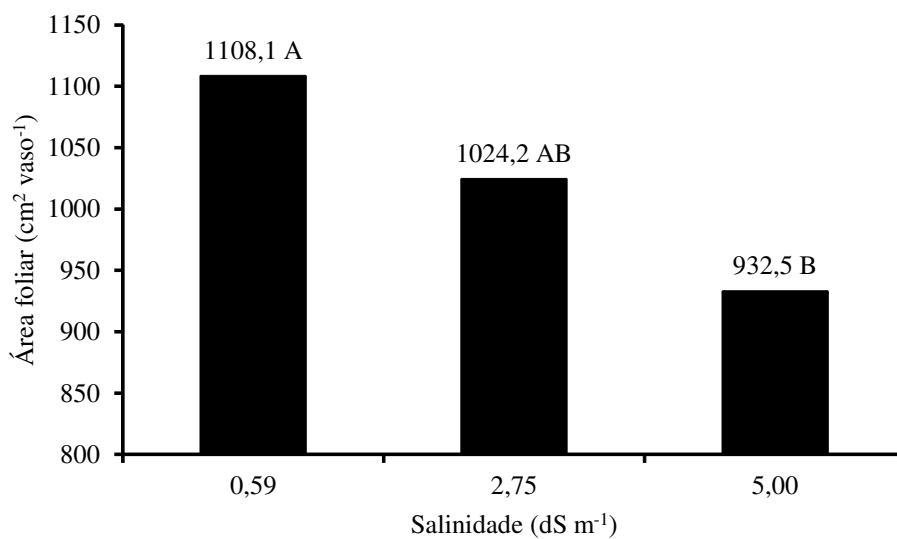


Figura 7. Área foliar do sorgo em função de diferentes salinidades da água de irrigação. Mossoró-RN, 2010.

Em geral, a área foliar inicial foi maior para a água de menor salinidade (0,56 dS m⁻¹), no entanto quanto maior o nível de água salina menor a área foliar, tornando-se evidente o decréscimo dessa variável à medida que aumenta o incremento da salinidade. Este comportamento pode ser atribuído ao potencial osmótico da solução do solo, diminuído a disponibilidade da água as plantas fazendo com que as culturas sofram sempre que a concentração salina aumenta (Maas; Hoffman (1977)).

A cultura do sorgo apresentou crescimento de área foliar exponencial em função das épocas de avaliação, ocorrendo maior variação da área foliar a partir dos 26 após a emergência (Figura 8).

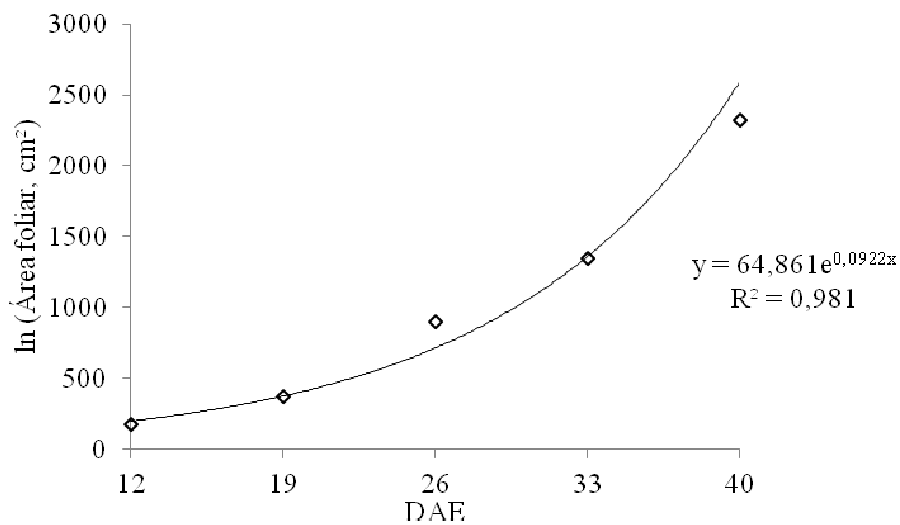


Figura 8. Área foliar da cultura do sorgo em função em cada época de análise do crescimento. Mossoró-RN, 2010.

Com relação a massa seca da parte aérea na cultura do milho, verificou-se que os maiores valores foram obtidos no solo PVAe (16,77 g vaso⁻¹), enquanto que no solo CXve obteve-se massa seca de 15,16 g vaso⁻¹ (Figura 9).

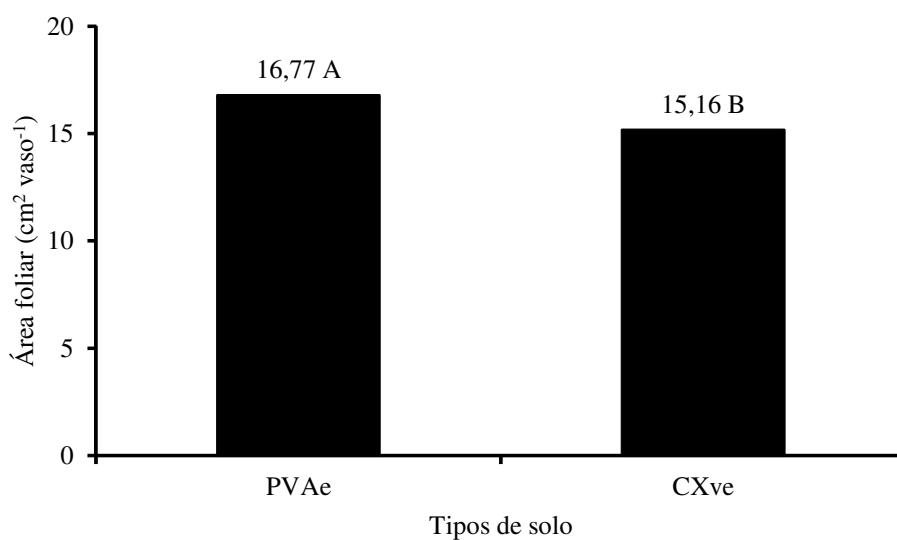


Figura 9. Massa seca da parte aérea do milho em função de dois tipos de solo. Mossoró-RN, 2010.

Quanto ao efeito da salinidade sobre a massa seca do milho, foi observado que os maiores valores ocorreram na salinidade de $0,59 \text{ dS m}^{-1}$ ($19,32 \text{ g vaso}^{-1}$), e que a partir da salinidade de $2,75 \text{ dS m}^{-1}$ ocorreu redução significativa na massa seca (Tabela 10).

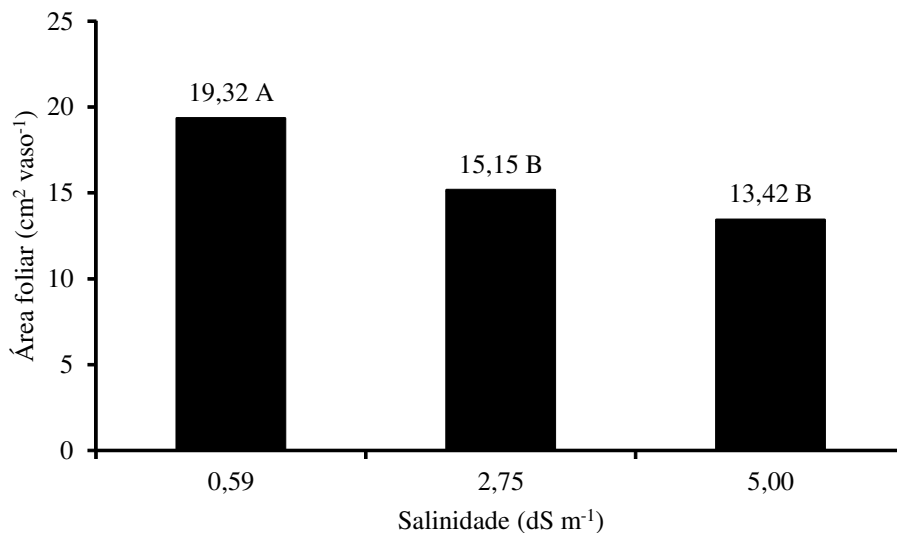


Figura 10. Massa seca da parte aérea do milho em função de diferentes salinidades da água de irrigação. Mossoró-RN, 2010.

Na cultura do sorgo, os maiores valores ocorreram no solo PVAe nas salinidades de $2,75$ e $5,00 \text{ dS m}^{-1}$, não ocorrendo diferença significativa na salinidade de $0,59 \text{ dS m}^{-1}$ (Tabela 6).

Com relação ao efeito da salinidade, verificou-se que nas plantas cultivadas no solo PVAe houve redução apenas na maior salinidade ($5,00 \text{ dS m}^{-1}$), enquanto no solo CXve, a redução da massa seca ocorreu a partir do segundo nível de salinidade $2,75 \text{ dS m}^{-1}$, o qual foi estatisticamente semelhante ao nível mais salino (Tabela 7). Estes resultados demonstram que o solo PVAe proporcionou melhores condições de desenvolvimento das plantas, proporcionando maior tolerância à salinidade.

Tabela 6. Valores médios de matéria seca da parte aérea em diferentes culturas sob estresse salino em PVAe e CXve. Mossoró, 2010

Culturas	Solo	CE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO (dS m ⁻¹)		
		0,59	2,75	5,00
Sorgo	PVAe	17,23 a A	16,08 a A	13,12 a B
	CXve	18,35 a A	11,55 b B	10,15 b B

Valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Vários autores também verificaram redução na matéria seca de diferentes culturas em consequência do aumento da salinidade do meio, dos quais se citam Lima et al. (2007) e Oliveira et al. (2009).

Segundo Rhoades et al. (1992), o excesso de sais reduz o desenvolvimento da planta em razão do aumento de energia, que precisa ser desprendida para absorver água do solo, e ao ajustamento bioquímico necessário para sobreviver sob estresse.

As plantas de sorgo e milho cultivadas no solo Argissolo vermelho-Amarelo (PVAe) apresentaram maiores valores médios de proteína de 142,19 g Kg, já para o solo Cambissolo Háplico CXve com valores médios de 122,95 g Kg. Esse maiores valores encontrados no solo PVAe representa a característica física do solo, por se tratar de um solo mais arenoso que permitir uma maior fração de lixiviação dos sais, permitindo assim maiores teores de proteínas nas plantas. Apesar dos níveis salinos terem influenciado nas outras variáveis, para os teores de proteína nas plantas de sorgo e milho a salinidade não teve variação em função aumento da salinidade. Porém para o solo CXve a cultura do sorgo foi a que menor sofreu com o aumento da salinidade. Provavelmente isto ocorreu devido trata-se de um solo mais argiloso e maior quantidade de nutriente. Por outro lado, tem maior capacidade de acumular os sais (Figura 11).

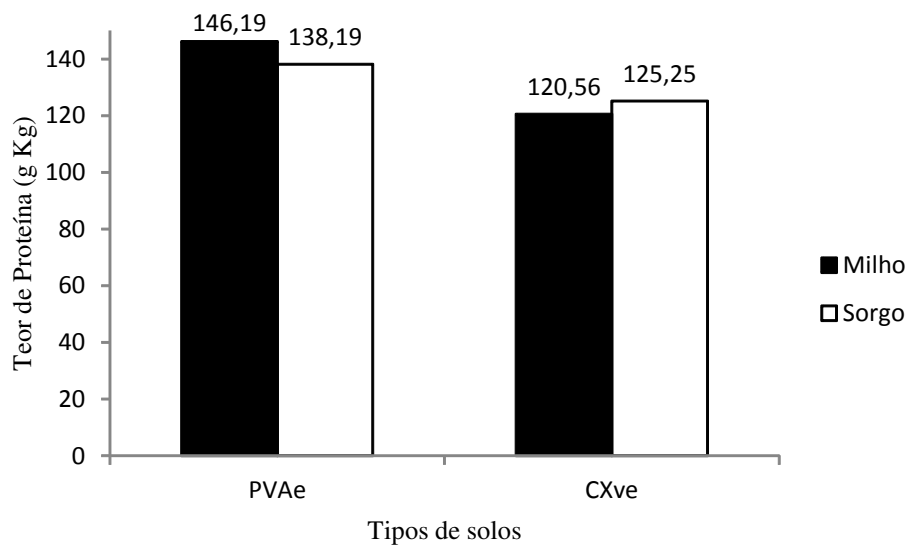


Figura 11. Teores de Proteína nas folhas das culturas de milho e sorgo função do tipo de solo. Mossoró-RN, 2012.

CONCLUSÕES

A mistura de águas é uma alternativa viável para a região semiárida do nordeste, para possibilitar o uso de água salina na produção de forragem, uma vez que essa tecnologia possibilitou a produção satisfatória sem reduzir o teor proteico da forragem.

A cultura do sorgo é mais tolerante à salinidade que a cultura do milho.

A tecnologia da mistura de água proporciona a economia de água de boa qualidade aumentando sua oferta para outros fins, como para o consumo humano, e para produção de culturas alimentícias sensíveis à salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade de água na agricultura. 2. ED. CAMPINA GRANDE: UFPB, 1999, 153P. FAO. **Estudos irrigação e drenagem**, 29 REVISADO 1.

CARMO FILHO, F. DO; OLIVEIRA, O. F. DE. MOSSORÓ: Um município do semi-árido: caracterização climática e aspecto florístico. MOSSORÓ: ESAM, 1989. 62 P. (**Coleção mossoroense**, 672, SÉRIE B).

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. **Editora da unicamp**: 2º ED. REV.- CAMPINAS, SP, EDITORA DA UNICAMP, 2003. 207P.

CHAUHAN, C.P.S.; SINGH, R.B. SUPPLEMENTAL IRRIGATION OF WHEAT WITH SALINE WATER. **Agricultural water management**, AMSTERDAM, V.95, N.3, P.253-258, 2008.

GOMIDE, M.B.; LEMOS, O.V.; TOURINO, D.; CARVALHO, M.M.; CARVALHO, J.G.; DUARTE, C.S. comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros mundo novo e catuaí. **Ciência prática**, LAVRAS, V.1, N.2, P.118-123, 1977.

HUERTA, S.A. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el area del cafeto. **CENICAFÉ, Chinchina**, V.13, N.1, P.33-42, 1962.

LACERDA, C. F. Efeitos da salinidade no desenvolvimento e composição mineral do feijão-de-corda (*vigna unguiculata* (L.) walp.) e utilização do Ca^{2+} como meio para minorar tais efeitos. **Dissertação** (MESTRADO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS), 87F- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, FORTALEZA, 2010.

LIMA, C. J. DE; OLIVEIRA, F. DE A. DE; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. DE. Resposta do feijão caupi à salinidade da água de irrigação. **Revista verde de agroecologia**. MOSSORÓ-RN. V.2, N.2, PÁG 79-86, 2007.

MAAS, E. V.; GRIEVE, C. M..Sodium-induced deficiency in saltstressed corn.**Plant, cell and environment**, V.10, P.559-564, 1987.

MALASH, N.; FLOWERS, T.J.; RAGAB R. Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. **Agricultural water management**, AMSTERDAM, V.78, N.1, P.25-38, 2006.

MEDEIROS, J. F. DE.; LISBOA, R. DE A.; OLIVEIRA, M. DE ET AL. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da chapada do apodi. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, CAMPINA GRANDE, PB, V.7, N.3, P. 46-472, SET/DEZ. 2003.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, CAMPINA GRANDE, V. 11, N. 3, P. 248-255, 2007.

MORAIS NETO, L. B. Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação. 2009. **Dissertação de mestrado** – UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2009. 74 P.

OLIVEIRA, F. A., MEDEIROS, J.F., OLIVEIRA, M.K.T., LIMA, C.J.G.S., ALMEIDA JÚNIOR, A. B., AMÂNCIO, M.G. Desenvolvimento inicial do milho pipoca com água de diferentes níveis de salinidade. **Agrária**.V.4, P.149-1555, 2009.

OLIVEIRA, M.; MAIA, C.E. Qualidade físico-química da água para irrigação em diferentes aquíferos na área sedimentar do estado do rio grande do norte. **Campina grande**, DEAG/UFPB, V.2, N.1, P.17-21, 1998.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. The use saline water for cropproduction. ROME: FAO, 1992. 133P. (**FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER**, 48).

RIBEIRO JR., J.I. Análises estatísticas no SAEG (**Sistema para análises estatísticas**). VIÇOSA, MG: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2001. 301P.

SETES, Disponível em : <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/37-O-Problema-da-Escassez-de-%C3%81gua--no-Mundo>, Acessado em agosto de 2013.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, C. D. M.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C.; SILVA, F. G.; AZEVEDO NETO, A. D.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, L. E.; CARVALHO, H.

W. L.; OLIVEIRA, L. R. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos estados de pernambuco e alagoas. **Revista brasileira de milho e sorgo**, SETE LAGOAS, V. 1, N. 2, P. 47-58, 2002.

TOTAWAT, K.L.; MEHTA, A.K. SALT Tolerance of maize and sorghum genotypes. *annals of arid zone*, **Jodhpur**, V.24, P.229-236, 1985.