

Utilização de bioestimulante e extrato vegetal no milho submetido a estresse salino

Biostimulant and vegetable extract use on millet under saline stress

Utilización de bioestimulante y extracto vegetal en mijo bajo estrés salino

Recebido: 10/09/2020 | Revisado: 16/09/2020 | Aceito: 17/09/2020 | Publicado: 20/09/2020

Vicente José Laamon Pinto Simões

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0448-2698>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: laamoneng.agro@gmail.com

Maurício Luiz de Mello Vieira Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4241-241X>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: nopalea21@yahoo.com.br

Eduardo Soares de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5488-5284>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: eduardo.souza.rd@gmail.com

Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6985-7668>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: leandroricardo_est@yahoo.com.br

José Raliuson Inácio Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0483-0514>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: raliuson.agro@gmail.com

Mirna Clarissa Rodrigues de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7927-1329>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: mirna-clarissa@hotmail.com

Jonatas Cláudio de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2411-3259>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: jonnatao@hotmail.com

Resumo

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma espécie considerada moderadamente tolerante a salinidade. Objetivou-se avaliar a influência de um bioestimulante comercial (ACADIAN) e do extrato da tiririca (*Cyperus rotundus*) no crescimento e produção de forragem do milheto, submetido a condições de estresse salino. O experimento foi instalado em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4, composto pelo bioestimulante, extrato de tiririca e testemunha em quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0, 1, 2 e 4 dS m⁻¹), com quatro repetições. O estudo foi conduzido na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica localizada em Serra Talhada, de 30 de janeiro de 2017 a 05 de abril de 2017. Na ausência de salinidade, o extrato da tiririca e o bioestimulante promoveram acréscimos de 98 g e 22 g de matéria seca por vaso na parte aérea do milheto, respectivamente. Não houve um padrão de resposta específico para o aumento da concentração de sais da água de irrigação em nenhuma das variáveis analisadas, evidenciando a tolerância da espécie estudada aos níveis de salinidade avaliados. A utilização do extrato da tiririca e do bioestimulante favorece o maior rendimento forrageiro do milheto.

Palavras-chave: *Cyperus rotundus*; Forragem; *Pennisetum glaucum*; Rendimento de matéria seca; Salinidade.

Abstract

Millet (*Pennisetum glaucum*) is a species considered moderately tolerant to salinity. The objective of this study was to evaluate the influence of a commercial biostimulant (ACADIAN) and the vegetable extract (*Cyperus rotundus*) on growth and forage production of millet submitted to saline stress conditions. The experiment was carried out in a randomized complete block in a 3x4 factorial scheme composed of biostimulant, nutsedge extract and control in four levels of irrigation water salinity (0, 1, 2 and 4 dS m⁻¹), with four replications. The study was conducted in the Federal Rural University of Pernambuco, Academic Unit of Serra Talhada, located in Serra Talhada, from January 30, 2017 to April 5, 2017. In the salinity absence, the nutsedge extract and the biostimulant promoted increases of 98 g DM vase⁻¹ and 22 g DM vase⁻¹ of millet aerial part, respectively. There was no specific response pattern for increasing the concentration of irrigation water salts in any of the analyzed variables, evidencing the tolerance of the specie to the salinity levels. The use of nutsedge extract and biostimulant favored the higher forage yield of millet.

Keywords: *Cyperus rotundus*; Forage; *Pennisetum glaucum*; Dry matter yield; Salinity.

Resumen

El mijo (*Pennisetum glaucum*) es una especie considerada moderadamente tolerante a la salinidad. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de un bioestimulante comercial (ACADIAN) y el extracto vegetal (*Cyperus rotundus*) en el crecimiento y producción de forraje de mijo, sometido a condiciones de estrés salino. El experimento se instaló en bloques al azar, en un esquema factorial 3x4, compuesto por el bioestimulante, extracto vegetal y control en cuatro niveles de salinidad del agua de riego (0, 1, 2 y 4 dS m⁻¹), con cuatro repeticiones. El estudio se realizó en la Universidad Federal Rural de Pernambuco, Unidad Académica ubicada en Serra Talhada, del 30 de enero de 2017 al 5 de abril de 2017. En ausencia de salinidad, el extracto vegetal y el bioestimulante promovieron aumentos de 98 g de MS envase⁻¹ y 22 g de MS envase⁻¹ en la parte aérea del mijo, respectivamente. No hubo patrón de respuesta específico para incrementar la concentración de sales en el agua de riego en ninguna de las variables analizadas, mostrando la tolerancia de las especies estudiadas a los niveles de salinidad evaluados. El uso de extracto de coquillo y bioestimulante favorece el mayor rendimiento forrajero de mijo.

Palabras clave: *Cyperus rotundus*; Forraje; *Pennisetum glaucum*; Rendimiento de materia seca; Salinidad.

1. Introdução

A prática da irrigação é uma alternativa para garantir a produção agrícola, sobretudo em regiões semiáridas, como as do Nordeste brasileiro, onde frequentemente a taxa evaporativa supera a chuva, normalmente mal distribuída. Por outro lado, o manejo inadequado da irrigação e a deficiência de drenagem, associadas às características do material de origem dos solos e às condições geomorfológicas e hidrológicas, podem provocar a salinização dos solos, reduzindo o crescimento e ou o desenvolvimento das plantas (El-Mageed, El-Samnoudi, Ibrahim, & Tawwab, 2018; Bezerra et al., 2010).

Altas concentrações de sais solúveis na solução do solo, principalmente o NaCl, e outros íons como Mg²⁺, HCO³⁻, e SO₄²⁻, causam a inibição do crescimento das plantas, devido o decréscimo no potencial hídrico da solução do solo em nível abaixo do necessário para que ocorra a absorção de água pelas células das raízes, e pela toxicidade de íons específicos, reduzindo o crescimento ou influenciando negativamente na absorção de elementos essenciais (Yahmed et al., 2016).

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) é uma planta de ciclo anual do tipo C4,

originário de regiões de clima tropical semiárido do continente africano (Silva et al., 2020), considerado moderadamente tolerante à salinidade, entretanto ocorre redução superior a 70% na taxa de germinação de sementes e crescimento de plântulas quando submetidas à concentração de 250 mM de NaCl, equivalente a 25 dS m⁻¹ (Krishnamurthy et al., 2007). Na literatura, poucos estudos relatam sobre o efeito da salinidade na cultura do milheto, especialmente sobre as consequências na morfologia, anatomia e fisiologia da cultura às reações adversas do aumento de sais no solo, devido ao uso de água com baixa qualidade na irrigação (Almeida et al., 2021; Hussain et al., 2010). Segundo Hussain et al. (2008), a porcentagem de germinação, a altura de planta, a produção de grãos e o rendimento de forragem do milheto diminuem com o aumento da salinidade.

Diante deste problema, é crescente o número de pesquisas com o objetivo de desenvolver estratégias de manejo das culturas de forma que possibilite o uso de água salina na irrigação das plantas sem que afete negativamente a produção da cultura nem promova degradação do solo.

Dentre as pesquisas sobre tecnologias visando o aumento da tolerância das plantas, em condições de estresses abióticos, as mais promissoras são a utilização de substâncias orgânicas ou sintéticas com efeito de reguladores de crescimento (Veluppillai et al., 2009). Nesse sentido, o uso dessas tecnologias que proporcionam maior tolerância das plantas ao estresse salino é de extrema importância para manter o equilíbrio entre a produção e a demanda mundial de alimentos, principalmente, em culturas como o milheto que é considerada uma espécie com duplo propósito, cujos grãos são usados para consumo humano e animal (Netto & Durães, 2005).

A literatura atual (Cavalcante et al., 2016; Rós et al., 2015) registra estudos acerca da influência da utilização de bioestimulantes e de extratos vegetais em diversas culturas, com efeitos no desenvolvimento inicial e nas características fisiológicas das plantas, cultivadas sob condições ótimas. No entanto, a disponibilidade de água de boa qualidade para irrigação está cada vez mais reduzida, o que representa uma limitação potencial para produção agrícola (Paz et al., 2000). Nessa linha, estudos recentes têm evidenciado que produtos que atuam como reguladores de crescimento podem ser utilizados como estratégia para amenizar o efeito deletério da salinidade, visto que favorecem o desenvolvimento radicular e tornam mais eficiente o sistema de defesa da planta (Ávila et al., 2008; Veluppillai et al., 2009).

Cyperus rotundus L. (Cyperaceae), conhecido no Brasil como tiririca, possui folhas e tubérculos com alta concentração do fito-hormônio ácido indolbutírico, uma auxina que promove o desenvolvimento do sistema radicular, funcionando como regulador chave de

muitos aspectos do crescimento e desenvolvimento dos vegetais (Lorenzi, 2014).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de um bioestimulante comercial e do extrato da tiririca no crescimento e produção de forragem do milho, em plantas submetidas a condições de estresse salino.

2. Metodologia

O estudo foi conduzido na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEFOR), Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAST/UFRPE), localizada em Serra Talhada, microrregião do Sertão do Pajeú, Estado de Pernambuco, a uma altitude de 429 m, com coordenadas geográficas de 7°56'15" de latitude sul e 38°18'45" de longitude oeste. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo BSw^h, denominado semiárido, quente e seco, chuvas de verão-outono com pluviosidade média anual de 632 mm ano⁻¹ e temperaturas do ar médias superiores a 25 °C (Leite et al., 2017).

O experimento foi instalado em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x4, composto por um bioestimulante comercial (ACADIAN[®]), extrato de tiririca (*C. rotundus*) e a testemunha, em quatro níveis de salinidade da água de irrigação, decorrentes de diferentes condutividades elétricas (CEa) (0, 1, 2 e 4 dS m⁻¹), com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais. De acordo com a classificação da água para irrigação quanto ao risco de salinidade, proposta pela University of California Committee of Consultants - UCCC (Frenkel, 1984), os níveis de CEa (0, 1, 2 e 4 dS m⁻¹) escolhidos na presente pesquisa estão classificados como C1 (baixo risco), C2 (risco médio), C3 (risco alto) e C4 (risco muito alto). Para a obtenção dos níveis salinos: 1, 2 e 4 dS m⁻¹, foram acrescentados em água destilada sais de cloreto de sódio (NaCl), correspondentes à 0,58, 1,16 e 2,33 g/L, respectivamente. No tratamento com 0 dS m⁻¹ (ausência de salinidade), utilizou-se água destilada para irrigação.

A precipitação pluvial acumulada durante os meses de fevereiro, março e nos cinco primeiros dias de abril de 2017, correspondeu a 112,8, 100,7 e 45,8 mm, respectivamente, perfazendo assim, um total acumulado de 259,3 mm durante o período experimental.

Neste ensaio, foram utilizados vasos com volume de 14,41 dm³, dispostos aleatoriamente sobre tijolos, colocando-se 15 kg de solo em cada vaso. O solo utilizado no experimento, classificado como Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico (EMBRAPA, 2013), foi coletado na UAST na camada de 0-20 cm do perfil, destorroado, homogeneizado, passado em peneira com malha de 2,0 mm, submetido ao revolvimento para secagem ao ar durante 10

dias e acondicionado em vasos plásticos, perfurados no fundo para drenagem da água de irrigação. A amostra desse solo foi analisada pelo laboratório de fertilidade do solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), caracterizado pelos seguintes atributos químicos: pH (água) = 7,10; P (extrator Mehlich I) = 380 mg dm⁻³; K⁺ = 0,88; Ca²⁺ = 1,20; Mg²⁺ = 0,10; Na⁺ = 0,11; Al³⁺ = 0,0; H⁺ = 1,00; SB = 2,29; CTC = 3,29 (cmol_c dm⁻³), m = 0%, V = 69,60% e matéria orgânica = 1,24%.

O bioestimulante ACADIAN[®], produto comercial a base de extrato de algas marinhas (*Ascophylum nodosum* (L.)), foi diluído em água destilada, com o auxílio de uma pipeta graduada, na dosagem recomendada pelo fabricante para a maioria das culturas, correspondente a 2,0 mL L⁻¹. Em seguida, essa solução foi colocada em um béquer com o volume de 1,0 L, onde as sementes foram imersas e a solução agitada durante uma hora, visando uniformizar a distribuição do produto sobre as sementes.

Para obtenção do extrato de tiririca foram coletados tubérculos frescos, lavados com água corrente e sabão neutro, sendo posteriormente, colocados para secar em folhas de papel toalha. De acordo com a metodologia de Fanti (2008), foram pesados 50 g de tubérculos e triturados em liquidificador com 1000 mL de água destilada. Depois do processamento o material foi peneiramento e diluído em água destilada na concentração de 75%. Após a obtenção do extrato, o mesmo foi mantido em geladeira ($\pm 6^{\circ}\text{C}$) até sua utilização. As sementes de milho ficaram imersas na solução do extrato da tiririca por 24 horas e em seguida foram semeadas diretamente nos vasos (Flores et al., 2013).

Para os tratamentos que representaram as testemunhas, não houve a imersão das sementes no extrato de tiririca e no bioestimulante, sendo as mesmas semeadas diretamente nos vasos.

A cultivar de milho (*P. glaucum*) utilizada neste ensaio foi a IPA Bulk 1BF. A semeadura ocorreu com três sementes por vaso, com 2,0 cm de profundidade. O desbaste foi realizado sete dias após a emergência (DAE), procurando-se eliminar as plantas menores e mais fracas, mantendo uma planta por vaso. A irrigação foi realizada com base na evapotranspiração de referência (ET_o), sendo determinada através da equação de Penman-Monteith, parametrizada de acordo com o Boletim 56 da FAO (Allen et al., 1998). Para tanto, foram coletados dados meteorológicos de uma PCD (plataforma de coleta de dados) automatizada, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a cerca de 300 m do local do ensaio.

As irrigações para os tratamentos com água salina começaram aos 15 DAE, antes disso foram feitas sem a presença de sais na água. Este período foi considerado visando o

pleno estabelecimento das plântulas. Após 24 horas do início dos tratamentos com salinidade, houve a continuidade dos tratamentos com extrato de tiririca e bioestimulante. Sendo assim, foram realizadas aplicações quinzenais das soluções nas plantas correspondentes aos tratamentos. Para o bioestimulante, a aplicação foi via foliar, utilizando um pulverizador com 300 PSI de pressão, na dosagem de 2,0 mL L⁻¹, seguindo as recomendações do fabricante. No tratamento com a tiririca, a solução foi aplicada por rega no volume de 500 mL, utilizando um regador, nos respectivos vasos (Flores et al., 2013).

A partir dos 18 DAE, semanalmente, foram efetuadas análises biométricas de todas as plantas, objetivando monitorar o crescimento da cultura, através das seguintes variáveis: diâmetro de colmo (cm); largura e comprimento da lâmina foliar (cm); número de perfilhos e número de folhas vivas por planta (ud).

O diâmetro de colmo foi medido a 5,0 cm do nível do solo utilizando paquímetro digital; o comprimento de lâmina foliar foi medido ao longo da nervura central, considerando o ponto de inserção da lígula com a lâmina foliar até o ápice (extremidade superior) da lâmina foliar e a largura de lâmina foliar foi medida na parte mediana da lâmina foliar. A largura e comprimento de lâmina foliar foram mensurados com auxílio de fita métrica. O número de perfilhos foi contabilizado por contagem e na determinação do número de folhas vivas por planta foram contabilizadas todas as folhas que apresentaram, no mínimo, 70% de coloração verde.

Além dessas variáveis, foram realizadas medidas de taxas de assimilação líquida de CO₂ (PN) e transpiração (E), com um sistema portátil de fotossíntese (*IRGA – Infrared Gas Analyser*), modelo Licor 6400XT, na região mediana da terceira folha completamente expandida de cada planta em todos os tratamentos.

A planta foi colhida quando os grãos estavam no estágio de desenvolvimento pastoso-farináceo, cortando-a rente ao solo, sendo em seguida ensacada e transportada para o laboratório, onde foi analisada quanto às seguintes variáveis: massa seca de: colmo, lâmina foliar e panícula. Para determinação da fitomassa seca, os diferentes componentes morfológicos da planta foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufas de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°±5°C, até atingirem massa constante (Detmann et al., 2012).

Os resultados obtidos foram expressos por média e desvio padrão e submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov – Smirnov. Foi aplicada análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey. Foi adotado nível de 5% de probabilidade para rejeição da hipótese de nulidade. O software estatístico R foi usado para processar a análise

estatística (Team Core R, 2017).

3. Resultados e Discussão

Através da análise de variância verificou-se que as variáveis diâmetro de colmo (DC), número de perfilhos (NP), número de folhas vivas por planta (NFP), largura da lâmina foliar (LLF) e produção de massa seca da parte aérea (PMSPA) apresentaram interação significativa ($p < 0,05$) entre os níveis de salinidade e os tratamentos estudados. No entanto, com as variáveis comprimento da lâmina foliar, produção de massa seca (PMS) da panícula, colmo e lâmina foliar foram observados apenas efeitos isolados dos tratamentos (testemunha, extrato de tiririca e bioestimulante) entre os níveis de salinidade. Para as variáveis taxa de assimilação líquida de CO_2 e transpiração não houve interação significativa e nem efeito isolado dos fatores ($p > 0,05$).

O efeito da salinidade e dos tratamentos (testemunha, extrato da tiririca e bioestimulante) sobre o diâmetro de colmo, o número de perfilhos e o número de folhas vivas por planta, aos 57 DAE encontram-se na Tabela 1

Tabela 1. Diâmetro de colmo (mm), número de perfilhos e número de folhas vivas por planta do milho em função da salinidade e tratamentos.

Níveis de Salinidade (dS m ⁻¹)	Tratamentos (Média±DP)			p-valor
	Testemunha	Extrato de Tiririca	Bioestimulante	
Diâmetro de colmo				
0	10,54±0,45 Bb	12,70±0,42 Aa	10,22±0,39 Bb	<0,0001
1	10,23±0,46 Bb	13,00±0,44 Aa	12,19±0,56 Aa	<0,0001
2	12,41±0,50 Aa	11,54±0,38 Aa	12,29±0,43 Aa	0,460
4	10,12±0,39 Bb	12,83±0,40 Aa	9,76±0,41 Bb	<0,0001
p-valor	<0,0001	0,186	<0,0001	
Número de perfilhos				
0	4,33±0,23 Bb	6,70±0,24 Aa	2,95±0,22 Bc	<0,0001
1	4,60±0,25 Bb	6,30±0,19 Aba	5,10±0,28 Aab	0,007
2	6,06±0,26 Aa	5,05±0,22 Aa	5,00±0,24 Aa	0,07
4	3,50±0,20 Bc	6,00±0,21 Aba	4,65±0,18 Ab	<0,0001
p-valor	<0,0001	0,05	<0,0001	
Número de folhas vivas por planta				
0	24,80±1,50 ABb	37,91±1,30 Aa	16,65±1,34 Cb	<0,0001
1	25,83±1,70 ABb	35,42±1,33 Aa	35,62±1,83 Aa	0,005
2	30,86±1,60 Aa	29,33±1,31 Aa	30,15±1,28 Aa	0,817
4	19,55±1,29 Bc	38,71±1,28 Aa	27,30±1,33 Bb	<0,0001
p-valor	<0,0001	0,06	<0,0001	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$). DP = Desvio padrão. Fonte: Autores.

O diâmetro de colmo é uma variável que influencia de forma direta à produção de fitomassa, devido aos efeitos importantes que essa característica causa no porte físico dos perfilhos (Goes et al., 2011). Os níveis de salinidade só interferiram nos tratamentos testemunha e bioestimulante, sendo observado na testemunha o maior diâmetro com a salinidade de 2 dS m⁻¹, enquanto que com o biostimulante os maiores valores foram encontrados com os níveis de 1 dS m⁻¹ e 2 dS m⁻¹ de salinidade. Oliveira et al. (2015) observaram resultados semelhantes quando avaliaram o desenvolvimento inicial do milho pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. Esses mesmos autores ressaltaram que o diâmetro do colmo foi incrementado com o aumento da salinidade da água de irrigação até 2,13 dS m⁻¹, a partir deste ponto o diâmetro do colmo foi reduzido.

O extrato da tiririca foi superior ao tratamento testemunha em três níveis de salinidade (0 dS m⁻¹, 1 dS m⁻¹, 4 dS m⁻¹) e superior ao biostimulante nos níveis de 0 dS m⁻¹ e 4 dS m⁻¹. Os valores apresentados nesse presente trabalho são superiores aos constatados por Pinho et al. (2013), que ao avaliarem genótipos de milho para silagem, notaram valores médios de diâmetro de colmo variando entre 0,59 a 0,94 cm. Guimarães Junior et al. (2009), avaliando agronomicamente genótipos de milho plantados em período de safrinha, aos 52 dias após o semeio, verificaram que as plantas apresentaram uma média de 13,93 mm para o diâmetro de colmo.

O desempenho superior do extrato da tiririca em relação à testemunha nos níveis de salinidade 0 dS m⁻¹, 1 dS m⁻¹, 4 dS m⁻¹ e no bioestimulante nos níveis 0 dS m⁻¹ e 4 dS m⁻¹, está relacionado com a presença e conseqüente efeito benéfico do fitohormônio ácido indolbutírico, o qual favorece o desenvolvimento e formação das raízes. Nesse sentido, acredita-se que o melhor crescimento radicular reduziu os efeitos deletérios da salinidade, visto que esse tratamento não sofreu influencia dos níveis salinos aplicados no presente experimento, e conseqüentemente propiciou um melhor crescimento horizontal do colmo na cultura do milho.

Alves Neto & Cruz-Silva (2008) avaliaram o efeito de diferentes concentrações do extrato de tiririca sobre o enraizamento de cana-de-açúcar, e constataram que, quanto maior a concentração do extrato de tiririca, maior o número e comprimento das raízes. Os mesmos resultados foram encontrados por Moreira & Giglio (2012), que ao avaliarem o extrato de tiririca como enraizador para culturas de milho e trigo, evidenciaram resultados expressivos nas raízes, altura da parte aérea e no peso das plântulas. Esses resultados encontrados devem-se ao fato de que o ácido indolbutírico é uma auxina sintética e pode promover a expansão e o

alongamento celular, ajudando também na divisão celular em cultura de tecidos, principalmente no enraizamento (Centellas et al., 1999).

O perfilhamento nas espécies forrageiras tem sido considerado a característica mais importante para o estabelecimento da produtividade dessas plantas. Zarrouh & Nelson (1980) relataram que a produção de matéria seca pode estar diretamente relacionada ao número e tamanho dos perfilhos.

Quanto ao número de perfilhos, verificou-se que os níveis de salinidade interferiram significativamente nas plantas da testemunha e com o bioestimulante (Tabela 1). Na testemunha, o maior número de perfilhos foi encontrado com a salinidade de 2 dS m⁻¹. Com a utilização do extrato de tiririca não houve efeito do acréscimo de sais no número de perfilhos por planta. No tratamento com o bioestimulante, o menor número de perfilhos foi obtido no nível de CEa igual a zero. Castillo et al. (2007) demonstraram também uma relação entre o aumento dos níveis de salinidade e o aumento do número de perfilhos não produtivos.

Segundo Garcia & Medina (2003) a capacidade de produzir um elevado número de perfilhos em condições salinas é considerada uma importante qualidade na tolerância ao sal nas gramíneas, pois com um maior perfilhamento torna-se possível uma melhor diluição dos sais na planta. Desse modo, ocorre uma redução dos efeitos tóxicos dos sais no colmo principal, favorecendo o desenvolvimento da planta mesmo sob condições de estresse salino. Almeida et al. (2021) observaram resultados semelhantes ao deste estudo, ao avaliarem as características agrônomicas de milho submetido simultaneamente ao estresses hídrico e salino. Os autores verificaram que com a salinidade de 2,0 dS m⁻¹ ocorre um aumento no número de perfilhos em relação à testemunha, enquanto que com o nível de 4 dS m⁻¹ não há diferença significativa entre o tratamento sem adição de sais.

Considerando o efeito dos tratamentos (testemunha, extrato da tiririca e bioestimulante) em cada nível de salinidade, percebem-se resultados semelhantes aos de diâmetro do colmo, onde o extrato da tiririca foi superior a testemunha em três níveis de salinidade (0, 1 e 4 dS m⁻¹) e superior ao bioestimulante nos níveis de 0 e 4 dS m⁻¹. O número de perfilhos no milho variou de 2,95 perfilhos (CEa = 0 com bioestimulante) a 6,7 perfilhos (CEa = 0 com extrato de tiririca). Os resultados se assemelham aos obtidos por Bellon et al. (2009), que ao estudarem o perfilhamento do milho sob doses crescentes de dejetos líquidos de suínos obtiveram médias de 3,4 a 4,8 perfilhos por planta. Geraldo et al. (2000) avaliaram diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milho pérola e descreveram médias de 4,6 a 6,1 perfilhos por planta.

Segundo Bellon et al. (2009) um elevado perfilhamento está relacionado com a maior disponibilidade de nutrientes, que proporcionam uma maior rapidez na formação das gemas axilares e na iniciação dos perfilhos. Nesse sentido, pode-se correlacionar o melhor desempenho do extrato da tiririca em relação à testemunha nos níveis de salinidade de 0, 1 e 4 dS m⁻¹ e no bioestimulante nos níveis 0 e 4 dS m⁻¹ ao maior desenvolvimento do sistema radicular nessas plantas, proporcionado pelo fitohormônio (ácido indolbutírico) encontrado no extrato da tiririca. Salienta-se que quanto maior o crescimento de raízes pela planta, melhor será o seu aproveitamento de água e nutrientes presentes na solução do solo.

No que se refere ao número de folhas vivas por planta (Tabela 1), observou-se que os níveis de salinidade interferiram significativamente nas plantas da testemunha e nas que receberam a aplicação do bioestimulante. Na testemunha, o maior número de folhas vivas foi encontrado na ausência de salinidade e nos níveis de 1 e 2 dS m⁻¹, sendo esses valores superiores (P<0,05) ao nível de 4 dS m⁻¹. Com a utilização do extrato de tiririca, nota-se que não houve interferência dos níveis de salinidade no número de folhas vivas no milho. Para as plantas tratadas com o bioestimulante verificou-se que a maior quantidade de folhas vivas foi encontrada nos níveis de 1 e 2 dS m⁻¹, sendo que o nível de maior salinidade (4 dS m⁻¹) foi superior a ausência de salinidade para o número de folhas vivas nesse tratamento. Dessa forma, constata-se que não houve um padrão de resposta específico para o aumento da salinidade nos tratamentos. Além da tolerância intrínseca da cultura do milho, vale ressaltar que durante a condução do experimento houve um acúmulo de 250,3 mm da precipitação pluvial, o que pode ter ocasionado diluição de sais e consequente redução da concentração destes no solo.

Segundo Costa et al. (2018), o número de folhas vivas por perfilho, a equivalência entre a taxa de alongamento e de senescência foliar por perfilho, são alguns critérios de extrema importância para orientação do manejo de gramíneas forrageiras tropicais.

Portanto, de acordo com a análise dos resultados, sugere-se que o tratamento com o extrato da tiririca propiciou uma maior tolerância das plantas aos níveis de salinidade, visto que, no nível de máxima condutividade elétrica da água de irrigação, não houve redução significativa do número de folhas vivas. Os resultados dessa pesquisa são superiores aos encontrados por Silva et al. (2015), quando avaliaram parâmetros biométricos e clorofila de cinco cultivares de milho em função de lâminas de irrigação, obtiveram médias para folhas vivas de 18,85 (IPA-Bulk 1 BF), 19,56 (ADR 500), 17,08 (BRS 1501), 17,16 (BRS 1502) e 18,68 (BRS 1503).

Na interação entre os tratamentos (testemunha, extrato da tiririca e bioestimulante), observou-se, de modo geral, superioridade das plantas tratadas com o extrato da tiririca em todos os níveis de salinidade da água de irrigação e com o bioestimulante uma melhor resposta em comparação as plantas da testemunha, apenas nos níveis de 1 e 4 dS m⁻¹. Na ausência de salinidade as plantas tratadas com o extrato da tiririca foram superiores (P<0,05) no número de folhas vivas, em relação aos tratamentos com o bioestimulante e testemunha. Na CEa de 1 dS m⁻¹, verificou-se que as plantas tratadas com o extrato de tiririca e com o bioestimulante apresentaram um maior número de folhas vivas, apesar de não diferiram entre si, foram superiores a testemunha. Analisando o nível de 2 dS m⁻¹, nota-se que os tratamentos que receberam aplicação do extrato de tiririca apresentaram melhor desempenho quando comparados com a testemunha e o bioestimulante. Na condutividade de 4 dS m⁻¹, o tratamento com o extrato da tiririca foi superior aos demais, sendo que o tratamento com o bioestimulante se destacou em comparação as plantas da testemunha.

A superioridade das plantas tratadas com o extrato da tiririca e com o bioestimulante Acadian pode ser explicada pela composição desses extratos. De acordo com Khan et al. (2011) os bioestimulantes derivados do extrato de *A. nodosum* (L.), mesmo que em pequenas quantidades podem ter efeitos positivos sobre o desenvolvimento vegetal, pois estes são constituídos por vários hormônios, dentre eles auxina, citocinina e giberelina, além de outros compostos que possuem atividade similar à de hormônios vegetais.

Com relação ao extrato da tiririca, constatou-se que no nível máximo de salinidade utilizado nesse estudo, as variáveis de diâmetro de colmo, número de perfilhos e número de folhas vivas por planta apresentaram valores significativamente superiores à testemunha e ao bioestimulante. Esses resultados estão relacionados com a presença e consequente efeito benéfico do fitohormônio (ácido indolbutírico), o qual favorece o desenvolvimento e formação das raízes. Dentre as diversas funções desses hormônios, cita-se o envolvimento no processo de crescimento e diferenciação, incluindo a divisão celular, dominância apical, desenvolvimento de cloroplastos e manutenção da juvenildade de órgãos vegetais (Crozier et al., 2000).

O efeito da salinidade e dos tratamentos (testemunha, extrato de tiririca e bioestimulante) sobre a largura e comprimento da lâmina foliar, aos 57 DAE encontra-se na Tabela 2. Constatou-se efeito da salinidade apenas nas plantas tratadas com o extrato da tiririca e com o bioestimulante. Com a utilização do extrato da tiririca, verificou-se que o aumento da concentração salina resultou na redução da largura da lâmina foliar somente no nível de 2 dS m⁻¹, enquanto que, com o bioestimulante os menores valores para essa variável

foram encontrados no nível de 0 e 4 dS m⁻¹. Segundo Parida & Das (2005), um dos principais efeitos da salinidade sobre as plantas é a redução na expansão foliar. Nesse sentido, destaca-se ainda, que a ausência do efeito deletério da salinidade no tratamento da testemunha para as variáveis largura e comprimento da lâmina foliar (Tabela 2) é referente à tolerância dessa cultura aos níveis de salinidade da água de irrigação aplicados nesse experimento.

Tabela 2. Largura e comprimento da lâmina foliar do milho em função da salinidade e tratamentos.

Níveis de Salinidade (dS m ⁻¹)	Tratamentos (Média±DP)			p-valor
	Testemunha	Extrato de Tiririca	Bioestimulante	
Largura da lâmina foliar (cm)				
0	2,46±0,12 Ab	3,5±0, 11 Aa	2,71±0, 11 Bb	<0,0001
1	2,58±0,14 Ab	3,51±0, 15 Aa	3,91±0, 15 Aa	<0,0001
2	2,71±0, 13 Ab	2,88±0, 09 Bb	3,63±0, 08 Aa	<0,0001
4	2,59±0,10 Ab	3,45±0,12 Aa	2,90±0,13 Bb	0,001
p-valor	0,776	0,006	<0,0001	
Comprimento da lâmina foliar (cm)				
0	39,91±3,68 Ab	54,50±3,17 Aa	45,67±3,17 Aab	0,008
1	38,76±3,70 Aa	48,79±3,20 Aa	46,70±4,51 Aa	0,149
2	41,40±3,69 Aa	44,25±3,22 Aa	49,03±3,16 Aa	0,220
4	41,45±3,19 Aa	50,30±3,18 Aa	46,28±3,19 Aa	0,141
p-valor	0,925	0,154	0,886	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p<0,05). DP = Desvio padrão. Fonte: Autores.

Na interação entre os tratamentos (testemunha, extrato da tiririca e bioestimulante), observou-se, de modo geral, superioridade das plantas tratadas com o extrato da tiririca e com o bioestimulante. Nos níveis de 0 e 4 dS m⁻¹ o extrato da tiririca foi superior aos demais tratamentos. Na condição de 1 dS m⁻¹ de condutividade elétrica da água de irrigação, não houve diferença estatística entre o extrato da tiririca e o bioestimulante, porém, esses foram superiores à testemunha. Com o nível de 2 dS m⁻¹ constatou-se a superioridade do bioestimulante em comparação aos outros tratamentos.

Em relação ao comprimento da lâmina foliar, observou-se que não houve influência da salinidade em nenhum dos tratamentos, existindo apenas efeito significativo entre os tratamentos na ausência de salinidade. As plantas tratadas com extrato da tiririca foram superiores a testemunha, porém o tratamento com o extrato vegetal não diferiu estatisticamente do bioestimulante comercial.

Os resultados acima também evidenciaram a maior influência do extrato da tiririca e do bioestimulante sobre a cultura do milho, indicando que esses tratamentos potencializaram a tolerância intrínseca desta e possibilitaram uma maior expressão do seu

potencial forrageiro, mesmo que em condições de salinidade na água de irrigação. Esses resultados são justificados pela composição desses extratos, visto que são ricos em hormônios e outros compostos que possibilitam um maior crescimento e melhor desenvolvimento das plantas.

Na produção de massa seca (PMS) da parte aérea do milheto, aos 57 DAE, observou-se interferência da salinidade apenas com as plantas tratadas com o bioestimulante (Tabela 3). Com a aplicação deste tratamento, constatou-se na condição de ausência de salinidade uma menor PMS da parte aérea ($63,18 \text{ g vaso}^{-1}$) em comparação ao nível de 1 dS m^{-1} de CEa da água de irrigação, que apresentou uma produção de $165,61 \text{ g vaso}^{-1}$. Os outros níveis de salinidade não diferiram estatisticamente das condições citadas acima. Estes resultados podem ser explicados pela tolerância da cultura aos níveis de salinidade da água de irrigação utilizados nessa pesquisa, visto que não houve um padrão de resposta específico para o aumento da condutividade elétrica da água. Porém, ressalta-se mais uma vez, que o acúmulo de $250,3 \text{ mm}$ de chuva durante o período experimental pode ter ocasionado diluição dos sais e consequente redução da concentração destes no solo.

Tabela 3. Produção de massa seca (PMS) da parte aérea, panícula, colmo e lâmina foliar (kg ha^{-1}) do milho em função da salinidade e tratamentos.

Níveis de Salinidade (dS m^{-1})	Tratamentos (Média±DP)			p-valor
	Testemunha	Extrato de Tiririca	Bioestimulante	
Parte aérea				
0	41,5 ± 18,89 Ab	140,06 ± 16,39 Aa	63,18 ± 16,38 Bab	0,018
1	43,53 ± 18,92 Ab	114,12 ± 16,41 Aa	165,61 ± 23,17 Aa	0,002
2	44,24 ± 18,91 Aa	73,11 ± 16,37 Aa	120,07 ± 16,39 ABa	0,114
4	30,08 ± 16,38 Ab	105,79 ± 16,36 Aa	85,65 ± 16,40 ABab	0,033
p-valor	0,872	0,097	0,043	
Panícula				
0	8,21 ± 4,59 Aa	21,03 ± 3,95 Aa	8,27 ± 3,99 Aa	0,067
1	7,53 ± 4,62 Ab	19,69 ± 3,96 Aab	31,81 ± 5,63 Aa	0,030
2	9,45 ± 4,61 Aa	10,13 ± 3,92 Aa	14,55 ± 3,95 Aa	0,418
4	4,64 ± 3,97 Aa	14,99 ± 3,98 Aa	15,01 ± 3,97 Aa	0,314
p-valor	0,653	0,274	0,105	
Colmo				
0	26,82 ± 14,55 Ab	98,13 ± 12,60 Aa	48,08 ± 12,63 Aab	0,032
1	28,85 ± 14,54 Ab	78,33 ± 12,59 Aab	109,91 ± 17,80 Aa	0,008
2	29,27 ± 14,53 Ab	51,04 ± 12,61 Aab	88,26 ± 12,63 Aa	0,037
4	21,16 ± 12,58 Ab	75,10 ± 12,58 Aa	61,60 ± 12,56 Aab	0,031
p-valor	0,945	0,076	0,145	
Lâmina foliar				
0	6,46 ± 590 Ab	20,89 ± 3,62 Aa	6,81 ± 3,63 Ab	0,026
1	7,14 ± 587 Aa	16,1 ± 3,59 Aa	23,89 ± 5,10 Aa	0,221
2	5,52 ± 589 Aa	11,93 ± 3,61 Aa	17,26 ± 3,58 Aa	0,239
4	4,27 ± 510 Ab	15,69 ± 3,64 Aa	9,02 ± 3,63 Aab	0,020
p-valor	0,524	0,336	0,254	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$). DP = Desvio padrão. Fonte: Autores.

Vale ressaltar que na PMS da parte aérea foram constatados decréscimos de 11,42 e 34,23 g vaso^{-1} entre a ausência e o nível máximo de salinidade na testemunha e no extrato da tiririca, respectivamente. Embora a parte aérea das plantas sob utilização do extrato de tiririca tenha tido uma redução entre a ausência e a maior concentração de sais na água de irrigação, equivalente a um decréscimo de 24,4%, constatou-se ainda uma produção de 105,79 g vaso^{-1} superior a produção de 85,65 g vaso^{-1} encontrada com o tratamento do bioestimulante, que por sua vez, apresentou aumento na produção da parte aérea com o acréscimo de sais na água de irrigação.

Avaliando a interação entre os tratamentos, observou-se que o extrato da tiririca e o bioestimulante favoreceram o maior rendimento forrageiro do milho. Verificou-se que na ausência de salinidade e nos níveis de 1 e 4 dS m^{-1} a utilização desses extratos promoveu uma maior produtividade de massa seca em comparação à testemunha, reforçando a ideia de que os benefícios desses tratamentos se estendem não apenas a condição de ausência de salinidade,

mas também com a presença de sais na água de irrigação. Nesse sentido, devido aos resultados encontrados principalmente no nível de maior salinidade com 4 dS m^{-1} , pode-se afirmar que a utilização do extrato da tiririca promoveu um incremento na PMS da parte aérea da cultura do milho, da ordem de 252%. Sugere-se, portanto que o extrato da tiririca estimula o sistema radicular do milho, inibindo a ação tóxica do sal, possibilitando melhores condições para que a cultura expresse seu potencial produtivo, mesmo sob condições de estresse salino.

Para critério de comparação com a literatura, ao estimarmos os resultados obtidos em g vaso^{-1} da PMS da parte aérea para kg ha^{-1} , verifica-se que todos os valores obtidos com a testemunha ($\cong 4.257$ até 6261 ha^{-1}) estão abaixo dos valores encontrados em alguns trabalhos (Saibro et al., 1976; Pereira et al., 1993). Saibro et al. (1976) obtiveram com cultivares de milho, produções entre 9.000 e $12.000 \text{ kg MS ha}^{-1}$. Pereira et al. (1993) verificaram média de $8.400 \text{ kg MS ha}^{-1}$ entre os 64 e 84 dias de idade do milho. Vale ressaltar que a extrapolação de g vaso^{-1} da PMS da parte aérea para kg ha^{-1} pode levar a superestimativas dos valores reais, entretanto, como critério de comparação nos auxilia na compreensão dos possíveis impactos dos tratamentos em larga escala.

Não houve influência dos níveis de salinidade na PMS do constituinte panícula, aos 57 DAE (Tabela 3). Entretanto, observou-se resultados significativos considerando os tratamentos em cada nível de salinidade. Na condição de 1 dS m^{-1} de CEa da água de irrigação, destaca-se a produção das plantas tratadas com o bioestimulante, sendo a média de $31,81 \text{ g vaso}^{-1}$ superior ao quádruplo da produção encontrada com o tratamento testemunha. Contudo, a média de produção apresentada nesse tratamento não diferiu estatisticamente da média de $19,69 \text{ g vaso}^{-1}$ verificada nas plantas tratadas com o extrato da tiririca.

As médias apresentadas no presente trabalho são semelhantes às constatadas por Nicolau Sobrinho et al. (2008), que ao avaliarem a influência da adubação orgânica e mineral na produção do milho, verificaram valores para PMS da panícula de $1.591,57 \text{ kg ha}^{-1}$ ($\cong 11,24 \text{ g vaso}^{-1}$) nas plantas adubadas com esterco bovino, $1.438,45 \text{ kg ha}^{-1}$ ($\cong 10,16 \text{ g vaso}^{-1}$) com o esterco caprino e $1.141,87 \text{ kg ha}^{-1}$ ($\cong 8,06 \text{ g vaso}^{-1}$) de NPK. Vital et al. (2015) quando avaliaram o efeito do sistema de cultivo e adubação orgânica na produção do milho, observaram uma média ainda mais baixa para PMS de panícula, na condição do sistema irrigado ($638,75 \text{ kg ha}^{-1} \cong 4,51 \text{ g vaso}^{-1}$) e em sequeiro ($88,75 \text{ kg ha}^{-1} \cong 0,62 \text{ g vaso}^{-1}$).

Aos 57 DAE do milho foi verificado no nível de maior salinidade percentuais de MS da panícula em relação à parte aérea, correspondentes a 15,42% com a testemunha, 14,17% para o extrato da tiririca e 17,53% com as plantas tratadas com o bioestimulante. Esses

resultados são superiores ao percentual encontrado por Scheffer-Basso et al. (2004), quando compararam o acúmulo de forragem e a composição bromatológica entre os cultivares de milho, Africano e Comum, ao final do ciclo. Estes autores verificaram que 56% da massa seca total era composta de colmos, 32% de folhas e 13% de panículas.

Segundo Avelino et al. (2011) o maior percentual de panícula com grãos é de suma importância para a produção de silagem de alta qualidade, uma vez que essa estrutura compõe uma elevada quantidade de nutrientes digestíveis totais e contribui significativamente para o aumento da produção de massa seca, atributos que são indispensáveis para produção de uma silagem com alto valor nutricional.

Para a PMS do constituinte colmo, os níveis de salinidade também não interferiram nas médias encontradas nos tratamentos, aos 57 DAE (Tabela 3). Foi observada apenas entre os tratamentos dentro dos níveis de salinidade, destacando-se novamente as plantas tratadas com o extrato da tiririca e o bioestimulante. Esses tratamentos também apresentaram superioridade em comparação à testemunha nas variáveis diâmetro do colmo e número de perfilhos, o que evidencia a relação dessas variáveis na produção de massa seca do colmo.

Na ausência de salinidade, a produção de 98,13 g vaso⁻¹ encontrada com o extrato da tiririca foi superior à média de 26,82 g vaso⁻¹ da testemunha, porém não diferiu estatisticamente da produção de 48,08 g vaso⁻¹ verificada com o bioestimulante. Para os níveis de 1 e 2 dS m⁻¹ de CEa da água de irrigação, nota-se que a produção do bioestimulante foi superior a testemunha, contudo, não apresentou diferença estatística em comparação ao extrato da tiririca. Para a condição de 4 dS m⁻¹, destaca-se que a produção de 15,69 g vaso⁻¹ encontrada no tratamento do extrato da tiririca foi superior a produção de 4,27 g vaso⁻¹ da testemunha, todavia foi similar estatisticamente à produção de 9,02 g vaso⁻¹ constatada no tratamento com o bioestimulante.

Não houve influência dos níveis de salinidade na PMS da lâmina foliar, aos 57 DAE (Tabela 3). No entanto, observou-se resultados significativos dos tratamentos entre os níveis de salinidade, com a evidente superioridade das plantas tratadas com o extrato da tiririca na ausência de NaCl. Nesse nível de salinidade (0 dS m⁻¹), constatou-se nas plantas tratadas com o extrato da tiririca uma média de 20,89 g vaso⁻¹ para a PMS da lâmina foliar, sendo esse valor o triplo da produção encontrada com a testemunha e o bioestimulante. Esses resultados ratificam os benefícios da utilização do extrato da tiririca, visando um maior rendimento forrageiro da cultura do milho.

Na presença de salinidade da água de irrigação, com o nível de 4 dS m⁻¹, verificou-se novamente a eficiência do extrato para PMS da lâmina foliar, sendo a produção de 15,69 g

vaso⁻¹ mais que o triplo do valor de 4,27 g vaso⁻¹ para PMS da lâmina foliar na testemunha. Contudo, a média da produção da lâmina foliar com o extrato da tiririca não diferiu estatisticamente da produção de 9,02 g vaso⁻¹ obtida com o bioestimulante, no nível de maior salinidade. No componente folha foi possível observar um acréscimo considerável na produção quando foram submetidas ao tratamento com o extrato da tiririca, indicando que o ácido indolbutírico, presente na composição do extrato da tiririca, favoreceu a cultura do milho.

Queiroz et al. (2012) ao avaliarem cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem, constataram uma média de PMS da lâmina foliar de 2.178 kg ha⁻¹ (\cong 15,38 g vaso⁻¹), valor superior as médias encontradas para a testemunha nesse estudo.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, os níveis de salinidade e a aplicação dos tratamentos nas sementes e plantas de milho não apresentaram influência sobre a fotossíntese, representada pela taxa de assimilação líquida de CO₂ (P_N), aos 52 DAE. Esses dados evidenciam, ainda mais, a tolerância do milho aos níveis de salinidade da água de irrigação utilizados nesta pesquisa. No entanto, destaca-se, que o acúmulo de precipitação pluvial (250,3 mm) ocorrido durante o experimento pode ter provocado uma diluição dos sais, diminuindo o efeito acumulativo da salinidade no solo dos vasos.

O milho, originário de regiões tropicais, possui um sistema fotossintético do tipo C₄, apresentando-se mais eficiente que as espécies do grupo C₃, quando submetidas às condições ambientais limitantes como, por exemplo, estresse salino. Segundo Machado (1988), as gramíneas do grupo C₄ apresentam um mecanismo de concentração de CO₂ nas células da bainha vascular, o que favorece a atividade da ribulose 1,5 bifosfato carboxilase oxigenase (RubisCO), impedindo a ocorrência da fotorrespiração nessas plantas, tendo como resultado, uma manutenção da atividade fotossintética em níveis normais, mesmo quando as plantas estão submetidas a estresses abióticos.

Tabela 4. Taxa de assimilação líquida de CO₂ (P_N) e transpiração (E) do milho em função da salinidade e tratamentos.

Níveis de Salinidade (dS m ⁻¹)	Tratamentos (Média±DP)			p-valor
	Testemunha	Extrato de Tiririca	Bioestimulante	
P _N (mmol m ⁻² s ⁻¹)				
0	34,10±2,98 Aa	34,37±2,87 Aa	30,00±2,90 Aa	0,269
1	35,25±2,85 Aa	38,50±2,96 Aa	29,65±2,99 Aa	0,123
2	29,12±2,92 Aa	33,95±2,92 Aa	32,05±2,97 Aa	0,690
4	34,25±2,88 Aa	37,20±2,82 Aa	37,57±2,96 Aa	0,698
p-valor	0,697	0,337	0,192	
E (mmol m ⁻² s ⁻¹)				
0	8,49±0,94 Aa	8,41±0,91 Aa	7,16±0,97 Aa	0,399
1	8,11±0,92 Aa	9,20±0,90 Aa	6,81±0,99 Aa	0,085
2	7,06±0,97 Aa	7,83±0,93 Aa	7,08±0,91 Aa	0,822
4	8,45±0,89 Aa	9,18±0,98 Aa	8,89±0,94 Aa	0,921
p-valor	0,833	0,482	0,272	

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente de acordo com o teste de Tukey (p<0,05). DP = Desvio padrão. Fonte: Autores.

Observa-se que os níveis de salinidade e a aplicação dos tratamentos nas sementes e plantas de milho não apresentaram influência sobre a transpiração (E), aos 52 DAE (Tabela 4). As plantas quando submetidas às condições de estresses, como por exemplo, o salino e o hídrico, tendem a reduzir a condutância estomática, com o intuito de diminuir a perda de água pelas folhas. Ainda que uma redução da taxa de perda de água possa representar uma vantagem para evitar a desidratação do tecido, esse mecanismo pode afetar diretamente o balanço de calor sensível sobre as folhas, e ainda através da redução da transpiração, limitar a absorção de CO₂ e conseqüentemente reduzir a fotossíntese (Brunini & Cardoso, 1998). Nesse sentido, como a taxa de transpiração da presente pesquisa não foi influenciada pelos crescentes níveis de sais (Tabela 4), torna-se evidente que a cultura do milho não apresentou indicativos de estresse hídrico. Ressalta-se que um dos principais fatores prejudiciais da salinidade é a limitação da disponibilidade de água para as plantas, através da redução do gradiente de potencial entre o solo e a planta.

4. Considerações Finais

O aumento da concentração de sais na água de irrigação não promove um padrão de resposta específico para nenhuma das variáveis analisadas, evidenciando a tolerância intrínseca da cultivar do milho IPA BULK 1 BF aos níveis de salinidade avaliados nesta pesquisa.

A utilização do extrato da tiririca e do bioestimulante comercial promove incrementos consideráveis na produção de massa seca da parte aérea do milho, sendo necessárias avaliações posteriores sobre a viabilidade da utilização do extrato da tiririca em larga escala.

Referências

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, Irrigation and drainage.

Almeida, M. C. R., Leite, M. L. M. V., Souza, L. S. B., Simões, V. J. L. P., Pessoa, L. G. M., de Lucena, L. R. R., & Sá Júnior, E. H. (2021). Agronomic characteristics of the *Pennisetum glaucum* submitted to water and saline stresses. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 43, e50468-e50468.

Alves Neto, A. J., & Cruz-Silva, C. T. A. (2008). *Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de tiririca (Cyperus rotundus L.) sobre o enraizamento de cana-de-açúcar (Saccharum spp)*. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel. Recuperado de <http://www.fag.edu.br/tcc/2008/Agronomia/efeito_de_diferentes_concentracoes_de_estratos_aquosos_de_tiririca_sobre_o_enraizamento_de_cana_de_acucar.pdf>.

Avelino, P. M., Neiva, J. N. M., Araújo, V. L., Alexandrino, E., Santos, A. C., & Restle, J. (2011). Características agronômicas e estruturais de híbridos de sorgo em função de diferentes densidades de plantio. *Revista Ciência Agronômica*, 42 (2), 534-541.

Ávila, M. R., Braccini, A. L., Scapim, C. A., Albrecht, L. P., Tonin, T. A., & Stülp, M. (2008). Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. *Scientia Agricola*, 65, 567-691.

Bellon, P. P., Mondardo, D., Meinerz, C. C., Costa, A. C. T., & Oliveira, P. S. R. (2009). Perfilamento do milho sob doses crescentes de dejetos líquidos de suínos. *Synergismus scyentifica UTFPR*, 4 (1).

- Bezerra, A. K. P., Lacerda, C. F., Hernandez, F. F. F., Silva, F. B., & Gheyi, H. R. (2010). Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. *Revista Ciência Rural*, 40 (5), 1075-1082. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000500012>
- Brunini, O., & Cardoso, M. (1998). Efeito do déficit hídrico do solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33, 1053-1060.
- Castillo, E. G., Tuong, T. P., Ismail, A. M., & Inubushi, K. (2007). Response to salinity in rice: comparative effects of osmotic and ionic stresses. *Plant Production Science*, 10, 159-170.
- Cavalcante, J. A., Lopes, K. P., Pereira, N. A., Paiva, L. G., & Abrantes, J. V. (2016). Bioativadores naturais no desempenho fisiológico de sementes de beterraba. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 115 (2), 229-237.
- Centellas, A. Q., Flores, R., Fortes, G. L. R., Gottinari, R. A., Muller, N. T. G., & Zanol, G. C. (1999). Efeito de auxinas sintéticas no enraizamento *in vitro* da macieira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34 (2), 181-186.
- Crozier, A., Kamiya, Y., Bishop, G., & Yokota, T. (2000). Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: Buchanan, B. B., Grissen, W., Jones, R. L. (eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, American Society of Plant physiologists.
- Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A. C., Berchielli, T. T., Saliba, E. O. S., Cabral, L. S., Pina, D. S., Ladeira, M. M., & Azevedo, J. A. G. (2012). Métodos para análise de alimentos. 214p. 1rd ed. Visconde do Rio Branco, MG: Universidade Federal de Viçosa.
- El-Mageed, T. A. A., El-Samnoudi, I. M., Ibrahim, A. E. M., & Tawwab, A. R. A. (2018). Compost and mulching modulates morphological, physiological responses and water use efficiency in sorghum (bicolor *L. Moench*) under low moisture regime. *Agricultural Water Management*, 208, 431-439. doi: 10.1016/j.agwat.2018.06.042

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2013). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. (3a ed.), Brasília: Embrapa Solos.

Fanti, F.P. (2008). *Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de Cyperus rotundus L. (Cyperaceae) e de auxinas sintéticas na estaquia caular de Duranta repens L. (Verbenaceae)*. Curitiba, 85p. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Paraná.

Flores, L. S., Paiva, L. M., Domingos, A. R., Fernandes, H. J., Duarte, C. F. D., Prochera, D. L., & Cassaro, L. H. (2013). Efeito enraizante do extrato de tiririca em capim-braquiária. In: Encontro Científico da Zootecnia, III, 2013. Aquidauana, MS. *Anais...*, 1p. <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1743>

Frenkel, H. (1984). Reassessment of water quality criteria for irrigation. In: Shainberg, I., Shalhevet, J. *Soil salinity under irrigation*. Berlin: Springer-Verlag.

Geraldo, J., Rossiello, R. O. P., Araújo, A. P., & Pimentel, C. (2000). Diferenças em crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milho pérola. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35 (7), 1367-1376.

Goes, R. J., Rodrigues, R. A. F., Arf, O., Arruda, O. G., & Vilela, R. G. (2011). Fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no sorgo granífero na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 10 (2), 121-129.

Costa, N. L., Jank, L., Magalhães, J. A., Rodrigues, A. N. A., Fogaça, F. H. S., Bendahan, A. B., & Santos, F. J. S. (2018). Características morfogênicas e estruturais de *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia-1 sob intensidades de desfolhação. *PUBVET*, 12 (4), 1-7.

Guimarães Junior, R., Gonçalves, L. C., & Rodrigues, J. A. S. (2009). *Utilização do milho para produção de silagem*. Planaltina, 28p, (Documento 259 – Embrapa Cerrados).

Hussain, K., Ashraf, M., & Ashraf, M. Y. (2008). Relationship between growth and ion relation in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) at different growth stages under salt stress. *African Journal of Plant Science*, 2 (3), 23- 27.

Hussain, K., Majeed, A., Nawaz, K., Nisar, F. k., Khan, F., Afghan, S., & Ali, K. (2010). Comparative study for salt stress among seed, root stock and direct regenerated violet (*Viola odorata* L.) seedlings in relation to growth, ion contents and enzyme activities. *African Journal Biotechnology*, 9 (14), 2108-2117.

Khan, W., Hiltz, D., Critchley, A., T., & Prithviraj, B. (2011). Bioassay to detect *Ascophyllum nodosum* extract-induced cytokinin-like activity in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Applied Phycology*, 23 (3), 409-414.

Krishnamurthy, L. R., Serraj, K. N., Rai, C. T., et al. (2007). Identification of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] lines tolerant to soil salinity. *Euphytica*, 158, 179-188.

Leite, M. L. M. V., Lucena, L. R. R., Sá Júnior, E. H., & Cruz, M. G. (2017). Estimativa da área foliar em *Urochloa mosambicensis* por dimensões lineares. *Revista Agropecuária Técnica*, 38 (1), 9-16.

Lorenzi, H. (2014). *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*. 7ª Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum.

Machado, E. C. (1988). Metabolismo fotossintético do carbono: plantas tipo C3, C4 e CAM. *O Agrônomo*, 40, 5-13.

Moreira, G. C., & Giglio, L. C. (2012). Uso de extrato de tiririca em sementes de milho e trigo. *Cultivando o Saber*, 5 (3), 89-99.

Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167 (3), 645-663.

Netto, D. A. M., & Durães, F. O. M. (ed.). (2005). *Milheto: tecnologias de produção e agronegócio*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica/Milho e Sorgo.

Nicolau Sobrinho, W., Santos, R. V., Sousa, A. A., Vital, A. F. M., & Farias Junior, J. A. (2008). Fontes de adubação na cultura do milho no semi-árido. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, 4, 48-54.

Oliveira, F. D. A., Medeiros, J. F., Oliveira, M. K., Lima, C. J. D. S., Almeida Júnior, A. B.; & Amâncio, M. D. G. (2015). Desenvolvimento inicial do milho-pipoca irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 4 (2), 149-155. DOI: 10.5039/agraria.v4i2a5

Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60 (3), 324-349.

Paz, V. P. S., Teodoro, R. E. F., & Mendonça, F. C. (2000). Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 4 (3), 465-473.

Pereira, O. G., Obeid, J. A. & Gomide, J. A. (1993). Produtividade e valor nutritivo de aveia (*Avena sativa*), milho (*Pennisetum americanum* L.) e de um híbrido de *Sorghum bicolor* x *S. sudanense*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 22 (1), 22-30.

Pinho, R. M. A., Santos, E. M., Rodrigues, J. A. S., Macedo, C. H. O.; Campos, F. S., Ramos, J. P. F. & Perazzo, A. F. (2013). Avaliação de genótipos de milho para silagem no semiárido. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14 (3), 426-436.

Queiroz, D. S.; Santana, S. S., Murça, T. B.; Silva, E. A., Viana, M. C. M. & Ruas, J. R. M. (2012). Cultivares e épocas de semeadura de milho para produção de forragem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13 (2), 318-329.

Rós, A. B., Narita, N., & Araújo, H. S. (2015). Efeito de bioestimulante no crescimento inicial e na produtividade de plantas de batata-doce. *Revista Ceres*, 62 (5), 469-474.

Saibro, J. C., Maraschin, G. E. & Barreto, I. L. (1976). Avaliação do comportamento produtivo de cultivares de sorgo, milho e milheto forrageiros no Rio Grande do Sul. *Anuário Técnico IPZFO*, 3, 290-304.

Scheffer-Basso, S. M., Agranionik, H. & Fontaneli, R. S. (2004). Acúmulo de biomassa e composição bromatológica de milhetos das cultivares comum e africano. *Revista Brasileira de Agrociência*, 10 (4), 483-486.

Silva, J. R. I., Jardim, A. M. R. F., Souza, E. S.; Barros Junior, G., Leite, M. L. M. V., Souza, R. & Antonino, A. C. D. (2020). Interrelationship of water and soil management techniques applied to millet crops: a review. *Research, Society and Development*, 9 (7): 1-27, e569974503.

Silva, K. D. F., Melo, M. D., Primo, A. A. & Fontinele, R. G. (2015). Parâmetros biométricos e clorofila de cultivares de milheto em função de lâminas de irrigação, cultivados em solo degradado. *III Inovagri international meeting*. Fortaleza.

Team Core R. 2017. A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: Austria.

Veluppillai, S., Nithyanantharajah, K., Vasantharuba, S., Balakumar, S. & Arasaratnam, V. (2009). Biochemical Changes Associated with Germinating Rice Grains and Germination Improvement. *Rice Science*, 16 (3), 240-242.

Vital, A. F. M., Santos, D. & Santos, R. V. (2015). Características agronômicas do milheto adubado com diferentes fontes orgânicas. *Revista Agropecuária Técnica*, 36 (1), 303-309.

Yahmed, J. B., Oliveira, T. M., Novillo, P., Quinones, A., Forner, M. A., Salvador, A., & Morillon, R. (2016). A simple, fast and inexpensive method to assess salt stress tolerance of aerial plant part: Investigations in the mandarin group. *Journal of Plant Physiology*, 190, 36-43. doi: 10.1016/j.jplph.2015.10.008

Zarrouh, K. M., & Nelson, C. J. (1980). Regrowth of genotypes of tall fescuediffering in yield per tiller. *Crop. Science*, 20 (4), 540-544.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Vicente José Laamon Pinto Simões – 30%

Maurício Luiz de Mello Vieira Leite – 20%

Eduardo Soares de Souza – 10%

Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena – 10%

José Raliuson Inácio Silva – 10%

Mirna Clarissa Rodrigues de Almeida – 10%

Jonatas Cláudio de Almeida – 10%