

EFICIÊNCIA DA ÁGUA CINZA NO TEOR DE CLOROFILA EM TECIDO FOLIAR DO MILHETO

M. K. T. DE OLIVEIRA¹, A. R. H. SOTERO², R. A. RODRIGUES FILHO³, R. O. BATISTA⁴, F. DE A. DE OLIVEIRA⁵

Universidade Federal Rural do Semi-Árido^{1,2,3,4,5}
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3264-5172>¹
mymykar@gmail.com¹

Submetido 21/07/2021 - Aceito 21/02/2022

DOI: 10.15628/holos.2022.10789

RESUMO

Água cinza é definida como água residuária proveniente do uso doméstico, a qual não ocorre mistura com material fecal. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência da água cinza no teor de clorofila em tecido foliar do milheto (*Pennisetum glaucum*). O experimento foi conduzido no Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 6 repetições e 5 tratamentos, totalizando 30 parcelas. Os tratamentos foram constituídos por água de abastecimento (AA), água cinza tratada (ACT), sendo assim distribuídos: T1: 100% AA e 0% de ACT; T2: 75% AA e 25% de ACT; T3:

50% AA e 50% de ACT; T4: 25% AA e 75% de ACT, e T5: 0% AA e 100% de ACT. Após as leituras do índice relativo de clorofila com uso do clorofilômetro, as plantas foram coletadas, e em seguida avaliou-se a relação entre o índice relativo de clorofila e o acúmulo de massa seca (massa seca de parte vegetativa, massa seca de panícula, massa seca da parte aérea). A irrigação com água cinza tratada promoveu maior teor de clorofila no tecido foliar do milheto. O acúmulo de massa seca do milheto apresenta elevada correlação com o índice relativo de clorofila, podendo-se utilizar este índice para estimar a produção de biomassa.

PALAVRAS-CHAVE: *Pennisetum glaucum*, biomassa, água residuária.

GRAY WATER EFFICIENCY ON CHLOROPHYLL CONTENT IN MILLET FOLIAR TISSUE

ABSTRACT

Gray water is defined as wastewater from domestic use, which does not mix with fecal matter. The aims of this work is to evaluate the efficiency of gray water on chlorophyll content in millet foliar tissue (*Pennisetum glaucum*). The experiment was conducted at the Department of Agronomic and Forestry Sciences at the Federal Rural University of the Semi-Arid. The experimental design used was in randomized blocks with 6 replications and 5 controls, totaling 30 plots. The controls consisted of water supply (WS), treated gray water (TGW), being distributed as follows: T1: 100% WS and 0% TGW; T2: 75% WS and 25% TGW; T3: 50% WS

and 50% TGW; T4: 25% WS and 75% TGW, and T5: 0% WS and 100% TGW. After readings of the relative chlorophyll index using a chlorophyll meter, the plants were collected and analyzed in relationship between the relative chlorophyll index and the dry mass (dry mass of vegetable part, dry mass of the part aerial, dry mass of the panicle). The irrigation with treated gray water promotes a higher chlorophyll content in the millet leaf tissue. The dry mass of the part aerial has a high correlation with the relative chlorophyll index, and this index can be used for to estimate biomass production.

KEYWORDS: *Pennisetum glaucum*, biomass, wastewater.



1 INTRODUÇÃO

O reuso da água é uma técnica fundamental, principalmente em regiões que apresentam instabilidade climática como no Semiárido, por proporcionar resultados satisfatórios quando utilizados para fins agrícolas, garantindo ainda o uso adequado e maior economia dos recursos hídricos (Santos et al., 2020). Dentre as diferentes fontes de águas residuárias destacar-se as águas cinzas, que são aquelas geradas nas residências rurais e urbanas provenientes de chuveiros, lavatórios, pias de cozinha, tanques e máquinas de lavar roupas. Em sua composição encontram-se elementos provenientes do uso de sabões ou de limpeza em geral, sendo isenta da contribuição dos efluentes do vaso sanitário (Feitosa et al., 2011).

O aproveitamento de águas residuárias na produção de forrageiras surge como estratégia de gestão sustentável da água, para evitar futuros problemas de escassez hídrica. Além disso, ao manejar corretamente, o reuso pode prevenir a eutrofização dos recursos hídricos, aumentar a produtividade agrícola, devido à presença de nutrientes, que permitem substituir parcialmente e/ou completamente a adubação mineral química nas culturas, e proporcionar benefícios sociais, econômicos e ambientais.

Estudos constataram que o princípio de misturar água doce com água cinza, aplicado à produção de girassóis ornamentais, permite a obtenção de flores de boa qualidade, economizando água potável e diminuindo a deposição de efluentes no ambiente, também verificaram correlação positiva entre o índice relativo de clorofila e a produção de biomassa na cultura do milho, assim como trabalhando com duas cultivares de braquiária, isso ocorre devido o teor de clorofila está diretamente relacionado com a concentração de nitrogênio nas folhas e, conseqüentemente, com a nutrição das plantas e produção, que estão associados com os cloroplastos presentes nas folhas (Maranhão et al., 2009; Costa et al., 2012; Motomiya et al., 2014; Melo et al., 2020).

O teor de clorofila é medido principalmente por métodos químicos, e atualmente surgem métodos não-destrutivos, por exemplo, com dados hiperespectrais (Scotter, 2011; Evans et al., 2012; Loh et al., 2012; Xiaoyan et al., 2020). A medição do teor de clorofila em tecido foliar de plantas pode ser obtida de forma indireta e indicar a necessidade nutricional e/ou deficiência de nitrogênio.

Para isso, utiliza-se o índice relativo de clorofila, que **é um bom indicador nutricional das plantas**, especialmente de nitrogênio devido a relação existente entre a concentração de N total e a concentração de clorofila nas folhas, de forma que esse atributo tem sido utilizado para se avaliar o estado nutricional das plantas com relação ao N, assim como para se determinar a necessidade de adubação nitrogenada adicional, pois apresenta elevada correlação com a produção de massa seca e o teor de proteína bruta (Maranhão et al., 2009; Pariz et al., 2011). Este pode ser determinado utilizando um medidor indireto de clorofila, denominado de clorofilômetro, que mensura o teor do pigmento presente na folha (Rocha et al., 2005).



Dentre as vantagens de se utilizar o medidor é viabilizar o diagnóstico prévio de uma possível deficiência de N, prevenindo estado de carência, além de ser uma técnica não-destrutiva, podendo ser realizada várias vezes sem destruir o limbo foliar (Maranhão et al., 2009).

Em pesquisa realizada para avaliar a variabilidade da eficiência de uso de nitrogênio por cultivares de milho no estágio de plântulas, foi constatado que a captação e a utilização de N apresentam grande variação entre cultivares de milho no estágio de plântulas, e a variação da captação de N contribui mais do que a da utilização de N para a variação da eficiência de uso de nitrogênio (Erying et al., 2020).

O milho (*Pennisetum glaucum*) é uma cultura de fácil instalação quando comparada a outras culturas, requer poucos insumos, devido seu sistema radicular profundo e vigoroso, tornando-o eficiente na utilização de água e nutrientes. O milho de possuir alto potencial em áreas de baixa precipitação, sendo utilizado em condições adversas, o que demonstra ser uma boa alternativa de forrageiras para regiões semiáridas (Silva et al., 2015). O milho é uma cultura vantajosa não somente por sua adaptabilidade a diversos ambientes, como também do ponto de vista econômico, possuindo instalação e manejo mais acessíveis que o de outras culturas. Ao comparar com milho e sorgo, o milho demanda maior quantidade de calor para que possa vir a germinar e se estabelecer bem, porém apresenta menor demanda hídrica, consumindo cerca de 300g de água para produzir 1g de matéria seca, aproximadamente 20% a menos da quantidade de água necessária para a produção de milho (Embrapa, 2008). Desta forma, nas regiões áridas a semiáridas, que apresentam solos muitas vezes degradados, o milho é uma alternativa para a alimentação animal, uma vez que tem boa produção de grãos e forragem, responde bem a fertilização e possui crescimento rápido, sendo muito utilizado na produção de silagens. Além disso, pode ser utilizado na recuperação do solo dessas regiões, melhorando sua estrutura e reduzindo problemas de compactação, pois suas raízes são profundas.

Assim, evidencia-se a necessidade de estudos que demonstrem como obter dados de teores de nitrogênio em plantas de milho, de maneira eficiente e não-destrutiva. Além disso, busca-se alternativas para produção dessa forrageira com uso de água residuária. Porventura, são escassos estudos sobre o uso da água cinza, provenientes de consumo doméstico na produção de forragem do milho, evidenciando a inerente alternativa na condução de testes em plantas forrageiras (Erthal et al., 2010; Andrade et al., 2014; Homem et al., 2016). Portanto, diante do exposto, objetivou-se com este estudo experimental avaliar a eficiência da água cinza no teor de clorofila em tecido foliar do milho (*Pennisetum glaucum*).

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Ciências Agrônomicas e Florestais, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 6 repetições e 5 tratamentos, totalizando 30 parcelas. O experimento foi conduzido em vasos com capacidade para 25 L, contendo quatro plantas por vaso. Os tratamentos foram constituídos por água de abastecimento (AA), água cinza



tratada (ACT), sendo assim distribuídos: T1: 100% AA e 0% de ACT; T2: 75% AA e 25% de ACT; T3: 50% AA e 50% de ACT; T4: 25% AA e 75% de ACT, e T5: 0% AA e 100% de ACT.

A água cinza utilizada, no presente experimento, foi coletada em uma estação de tratamento localizada no assentamento P. A. Monte Alegre I, no município de Upanema-RN, microrregião médio oeste potiguar. A água cinza gerada na residência é composta pela água do chuveiro, da pia do banheiro e dos tanques de lavagem de roupas. A residência é habitada por duas pessoas, que costumam receber visitas de duas a três pessoas nos finais de semana, com geração média diária de água cinza na residência é de 80 L.

Tabela 1: Características físico-químicas da água cinza tratada (ACT) e da água de poço (AP) e respectivos valores médios (M) e desvios padrão (DP).

| | 21/08/2017 | | 21/09/2017 | | 16/10/2017 | | AP | ACT |
|--|------------|-------|------------|-------|------------|-------|-------------|-------------|
| | AP | ACT | AP | ACT | AP | ACT | MÉDIA±DP | MÉDIA±DP |
| Al (mg L ⁻¹) | 0,213 | 0,125 | 0,084 | 0,099 | 0,053 | 0,133 | 0,117±0,085 | 0,119±0,018 |
| As (mg L ⁻¹) | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0±0 | 0,000±0,000 |
| B (mg L ⁻¹) | 0,512 | 0,366 | 0,415 | 0,244 | 0,350 | 0,412 | 0,426±0,082 | 0,341±0,087 |
| Ba (mg L ⁻¹) | 1,841 | 1,948 | 2,632 | 2,281 | 2,323 | 1,868 | 2,265±0,399 | 2,032±0,219 |
| Cr (mg L ⁻¹) | 0,064 | 0,105 | 0,012 | 0,000 | 0,013 | 0,004 | 0,030±0,030 | 0,036±0,060 |
| Cu (mg L ⁻¹) | 0,006 | 0,039 | 0,088 | 0,08 | 0,088 | 0,088 | 0,061±0,047 | 0,069±0,026 |
| Mn (mg L ⁻¹) | 0,029 | 0,377 | 0,062 | 0,177 | 0,061 | 0,124 | 0,051±0,019 | 0,226±0,133 |
| Fe (mg L ⁻¹) | 0,03 | 1,404 | 0,087 | 0,498 | 0,094 | 0,471 | 0,070±0,035 | 0,791±0,531 |
| Ni (mg L ⁻¹) | 0,081 | 0,053 | 0,012 | 0,000 | 0,015 | 0,028 | 0,036±0,039 | 0,027±0,027 |
| Cd (mg L ⁻¹) | 0 | 0 | 0,018 | 0,006 | 0,020 | 0,025 | 0,013±0,011 | 0,010±0,013 |
| Pb (mg L ⁻¹) | 0,06 | 0,049 | 0,002 | 0,043 | 0,001 | 0,04 | 0,021±0,034 | 0,044±0,005 |
| Zn (mg L ⁻¹) | 0,018 | 0,291 | 0,031 | 0,076 | 0,034 | 0,076 | 0,028±0,009 | 0,148±0,124 |
| pH | 7,1 | 7,5 | 7,12 | 7,59 | 7,05 | 7,97 | 7,090±0,030 | 7,693±0,242 |
| CE (dS m ⁻¹) | 0,5 | 1,4 | 0,42 | 1,33 | 0,52 | 1,70 | 0,467±0,050 | 1,477±0,197 |
| K ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 0,2 | 1,3 | 0,21 | 1,08 | 0,20 | 1,34 | 0,209±0,008 | 1,246±0,144 |
| Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 5,4 | 8,2 | 3,75 | 6,22 | 3,50 | 10,89 | 4,202±1,008 | 8,431±2,345 |
| Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 0,5 | 3,3 | 0,55 | 4,8 | 0,67 | 1,84 | 0,586±0,073 | 3,280±1,455 |
| Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹) | 0,3 | 2,1 | 0,20 | 0,86 | 0,43 | 4,98 | 0,322±0,116 | 2,638±2,117 |
| Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 2,9 | 8,5 | 1,20 | 5,40 | 2,00 | 6,40 | 2,022±0,834 | 6,778±1,600 |
| CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 0,0 | 0,0 | 0,20 | 0,40 | 0,20 | 0,50 | 0,133±0,115 | 0,300±0,265 |
| HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹) | 2,6 | 7,8 | 1,30 | 2,60 | 2,50 | 7,50 | 2,144±0,734 | 5,967±2,919 |
| N (mg L ⁻¹) | | | | 40,43 | | 34,56 | | 37,49±2,940 |
| P (mg L ⁻¹) | | | | 4,74 | | 2,54 | | 3,640±1,100 |

Para cada tipo de água foi utilizado um sistema de irrigação, composto por um reservatório de PVC (60L), uma eletrobomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076, linhas laterais de 16 mm, e emissores do tipo microtubos, com vazão média de 8,5 L h⁻¹, aplicando-se diariamente o volume necessário para elevar a umidade do solo à sua máxima capacidade de retenção de água. A semeadura do milho foi realizada no dia 12 de agosto de 2017, utilizando-se sementes adquiridas no mercado local, semeando-se em quatro covas distribuídas equidistantes em 0,15 m no centro o vaso. No momento de cada corte realizaram-se análise do índice relativo de clorofila (IRC) utilizando equipamento portátil denominado clorofilômetro (ClorofiLOG, Falker Automação Agrícola, Brasil), que utiliza



fotodiodos emissores em três comprimentos de onda: dois emitem dentro da banda do vermelho, próximos aos picos de cada tipo de clorofila ($\lambda=635$ e 660nm) e um outro no infravermelho próximo ($\lambda=880\text{nm}$).

Após as leituras com o clorofilômetro as plantas foram coletadas, separadas em parte vegetativa e panícula e em seguida colocadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar por 72 horas, pesando-as em seguida em balança de precisão.

As análises foram realizadas nas quatro plantas de cada vaso, utilizando o valor médio obtido como valor de referência da parcela. Os dados obtidos foram avaliados através da análise de regressão para avaliar o efeito das concentrações de água cinza sobre o índice relativo de clorofila (IRC). Além disso, avaliou-se a relação entre o IRC e o acúmulo de massa seca (MSPV - massa seca de parte vegetativa, MSPAN – massa seca de panícula, MSPA – massa seca da parte aérea).

Foram monitoradas durante o período experimental (65 dias), dentro da casa de vegetação, distanciada de 5 m, as variáveis climáticas temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa do ar e velocidade do vento através de estação meteorológica automática ONSET com sistema Data Logger para aquisição dos dados.

Os dados climáticos coletados no interior da casa de vegetação durante o período experimental, para temperaturas mínimas (T_{\min}), médias (T_{med}) e máximas (T_{\max}); umidades relativas do ar mínimas (UR_{\min}), médias (UR_{med}) máximas (UR_{\max}), bem como para a radiação global. As temperaturas variaram de $26,8$ a $29,1$ °C; $27,6$ a $29,8$ °C; $28,3$ a $30,6$ °C, para temperaturas mínimas, médias e máximas, respectivamente. Para a umidade relativa do ar, verificaram variações de $38,9$ a $57,8\%$ para UR_{\min} , $41,8$ a $60,3\%$ para UR_{med} e $44,7$ a $62,9\%$ para UR_{\max} . A radiação global no interior da casa de vegetação variou de $14,9$ a $26,7$ MJ m^{-2} , com média de $20,2$ MJ m^{-2} (Figura 1).

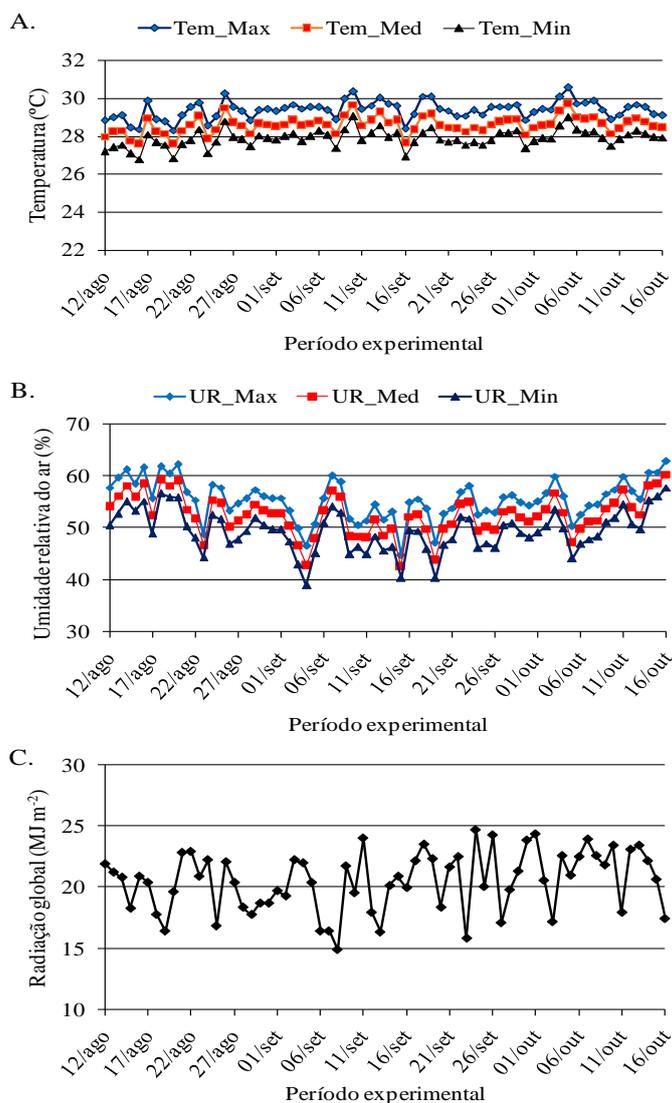


Figura 1: Dados climáticos (A – temperaturas; B – umidade relativa do ar; C – radiação global) durante o período experimental

Os vasos espaçados de 0,8 m entre fileiras e 0,4 m dentro da fileira foram preenchidos com uma camada de 10 cm de brita e completo com material de solo Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2013) coletado na fazenda experimental Rafael Fernandes da UFRSA. Na Tabela 2 estão apresentados os atributos físicos e químicos do solo utilizado no preenchimento dos vasos, antes da aplicação das diluições de água cinza tratada, determinados com base na metodologia da Embrapa (2011).



Tabela 2: Atributos químicos do Argissolo vermelho amarelo utilizado no preenchimento dos vasos, antes da aplicação das diluições de água cinza tratada em água de abastecimento.

| Camada | pH | CE | MO | P | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H+Al | SB | t | CTC | V | PST |
|---------|-----|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|-----------------|------------------------|------------------|------------------|------|------|------|------|----|-----|
| m | | dS m ⁻¹ | g kg ⁻¹ | mg dm ⁻³ | | | cmolc dm ⁻³ | | | | | % | | | |
| 0-0,2 | 6,1 | 0,41 | 3,31 | 1,9 | 26,9 | 4,7 | 1,1 | 0,7 | 0 | 1,49 | 1,89 | 1,89 | 3,37 | 56 | 1 |
| 0,2-0,4 | 4,8 | 0,03 | 2,07 | 1,7 | 26,9 | 4,7 | 0,4 | 1 | 0,15 | 1,98 | 1,49 | 1,64 | 3,47 | 43 | 1 |

Nota: pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; MO – matéria orgânica; P – fósforo; K⁺ - potássio; Na⁺ - sódio; Ca²⁺ - cálcio; Mg²⁺ - magnésio; Al³⁺ - alumínio; H+Al – acidez potencial; SB – soma de bases; t – capacidade efetiva de troca de cátions; CTC – capacidade de troca de cátions; V – saturação por bases; PST – percentual de sódio trocável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises de correlação verificou-se que o índice relativo de clorofila (IRC) no tecido foliar do milho aumentou linearmente com o incremento da concentração de água cinza na irrigação, ocorrendo aumento de 0,2194 unidades de IRC por aumento unitário na concentração de água cinza, de forma que o maior IRC ocorreu quando as plantas foram irrigadas exclusivamente com água residuária.

O aumento no IRC deve-se à maior disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio, com o uso de água residuária, pois na medida em que a disponibilidade de nitrogênio no solo aumenta mais clorofila é produzida nas folhas das plantas, que respondem com o aumento da intensidade da coloração verde.

As relações entre o IRC e o acúmulo de massa seca na parte vegetativa (MSPV) nas panículas (MSP) e na parte aérea (MSPA), na qual ocorreu correlação positiva entre o IRC e a massa seca. Foi verificado nesta análise a ocorrência de correlação positiva entre massa seca da parte vegetativa e massa seca da parte aérea com índice relativo de clorofila, com aumento linear de 0,6462 unidades de IRC por aumento unitário de gramas de massa seca da parte aérea. Para a relação entre massa seca da panícula e índice relativo de clorofila foi observado aumento linear por 0,2794 unidade de incremento no valor do IRC (Figuras 2,3 e 4).

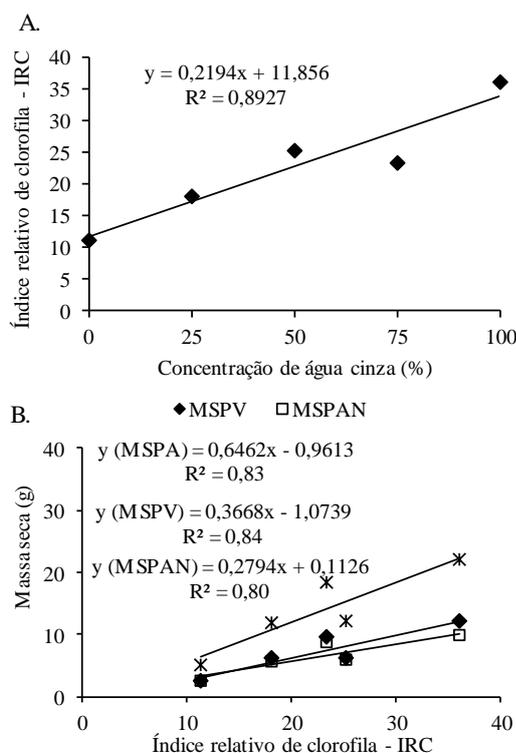


Figura 2: Índice relativo de clorofila - IRC (A), relações entre massa seca e índice relativo de clorofila (B) do milho em função da concentração de água cinza tratada

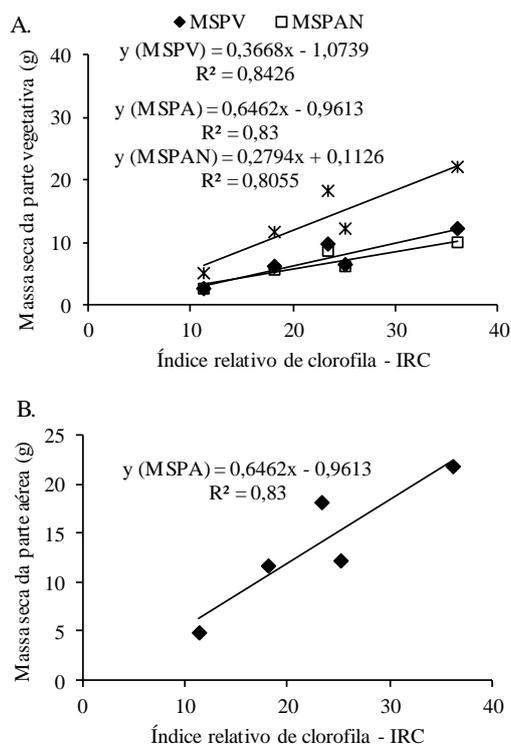


Figura 3: Relações entre massa seca da parte vegetativa (A), e massa seca da parte aérea (B) e índice relativo de clorofila do milho em função da concentração de água cinza tratada



O aumento no IRC deve-se à maior disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio, com o uso de água residuária, pois na medida em que a disponibilidade de nitrogênio no solo aumenta mais clorofila é produzida nas folhas das plantas, que respondem com o aumento da intensidade da coloração verde. Comportamento semelhante foi observado por Erthal et al. (2010) trabalhando com água residuária da bovinocultura em capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) e aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb).

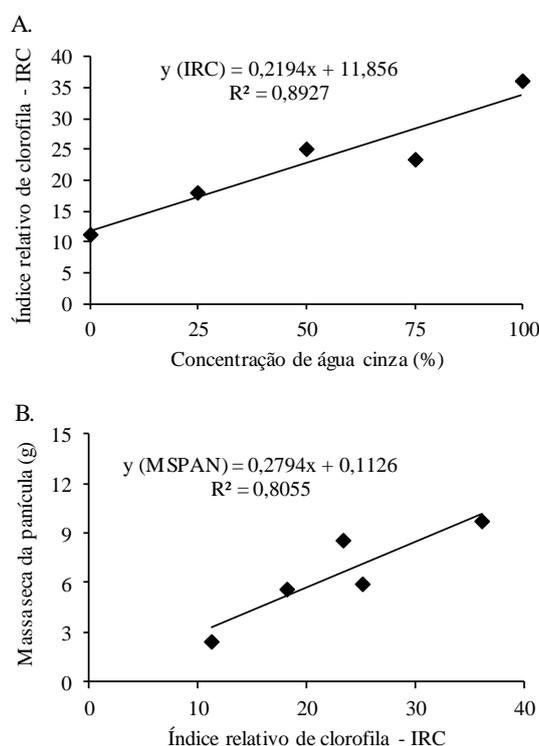


Figura 4: Índice relativo de clorofila - IRC (A), relações entre massa seca da panícula e índice relativo de clorofila (B) do milho em função da concentração de água cinza tratada

Esses resultados assemelham-se, em parte, aos apresentados por Costa et al. (2012), os quais também verificaram correlação positiva entre o IRC e a produção de biomassa na cultura do milho, assim como também observado por Maranhão et al. (2009) trabalhando com duas cultivares de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk).

Esta correlação ocorre porque o IRC se correlaciona diretamente com a clorofila e indiretamente com o conteúdo de nitrogênio (N) nas folhas das plantas, pois o N é integrante e participa da síntese da molécula de clorofila (Motomiya et al., 2014). De acordo com Schlichting et al. (2015) o teor de clorofila está diretamente relacionado com a concentração de N nas folhas e, conseqüentemente, com a nutrição das plantas e produção, que estão associados com os cloroplastos presentes nas folhas.

A elevada correlação entre o índice relativo de clorofila e o teor foliar de Nitrogênio indica a possibilidade do uso do clorofilômetro para avaliar de forma rápida e eficiente o estado

nutricional do nitrogênio, e podem substituir, com precisão adequada, as determinações tradicionais do teor de clorofila para outras espécies vegetais (Leonardo et al., 2013).

Deste modo, como verificado a ocorrência de correlação positiva entre massa seca da parte aérea, da parte vegetativa, e de panícula em relação ao índice relativo de clorofila, com aumento linear de 0,6462; 0,3668; 0,2794 unidades de IRC por aumento unitário de gramas de massa seca, respectivamente. Nesta análise, pode-se inferir sobre a possibilidade do uso da variável massa seca da parte aérea, para avaliar o teor de clorofila em plantas de milho irrigadas com água cinza. Deste modo, há possibilidade estimar valor de biomassa, de maneira não-destrutiva, com uso do equipamento clorofilômetro, em plantas de milho irrigadas com água cinza, podendo-se utilizar este índice relativo de clorofila para estimar a produção de biomassa. Porventura, ainda são poucos os estudos que evidenciam essas correlações de para estimar o índice relativo de clorofila em relação aos caracteres morfológicos de espécies vegetais, e assim, torna-se ainda mais evidente a necessidade de estudos que façam essas experimentações científicas.

4 CONCLUSÃO

As plantas de milho (*Pennisetum glaucum*) irrigadas exclusivamente com água cinza apresentaram maior eficiência no teor de clorofila em tecido foliar. Os maiores valores de correlação entre o índice relativo de clorofila (IRC) e a biomassa de milho foram observados na medição de massa seca vegetativa, que é a soma da massa seca da parte aérea, ou seja, caule e folhas, mais a panícula.

5 REFERÊNCIAS

- Andrade, A. S., Drumond, L. C. D., Rabelo, D. M. L., Appelt, M. F., Lima, J. C. L., & Oliveira, V. M. R. (2014). Crescimento de gramíneas forrageiras fertirrigadas com água residuária de suinocultura. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, 8(2), 59-71.
- Costa, N. R., Andreotti, M., Gameiro, R. A., Pariz, C. M., Buzetti, S., & Lopes, K. S. M. (2012). Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(8), 1038-1047. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800003>
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2008). A cultura do Milho. Brasília: Embrapa Milho e Sorgo. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/491152/a-cultura-do-milho>
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2011). Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230p.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Brasília, 353p.



- Erthal, V. J. T., Ferreira, P. A., Pereira, O. G., & Matos, A. T. (2010). Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(5), 458-466. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000500002>
- Erying, C., Ling, Q., Yanbing, Y., Huawen, Z., Hailian, W., Bin, L.; Shuting, Y.; Runfeng, W., & Yanan, G. (2020). Variability of nitrogen use efficiency by foxtail millet cultivars at the seedling stage. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 55 (e00832). <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.00832>.
- Evans, T., Song, J., & Jameson, P.E. (2012). Micro-scale chlorophyll analysis and developmental expression of a cytokinin oxidase/dehydrogenase gene during leaf development and senescence. *Plant Growth Regulation*. 66(1), 95-99. <https://doi.org/10.1007/s10725-011-9627-5>
- Feitosa, A. P., Lopes, H. S. S., Batista, R. O., Costa, M. S., & Moura, F. N. (2011). Avaliação do desempenho de sistema para tratamento e aproveitamento de água cinza em áreas rurais do semiárido brasileiro. *Engenharia Ambiental*, 8(3), 196-206.
- Homem, B. G. C., Tavares, V. B., Almeida Neto, O. B., Condé, M. S., Ferreira, I. M., Silva, M. D., & Lara, M. A. S. (2016). Using swine farming wastewater for Signal grass cultivation. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(4), 2539-2548. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2539>
- Leonardo, F. A. P., Pereira, W. E., Silva, S. M., & Costa, J. P. (2013). Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(2), 377-383. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200006>
- Loh, C. H., Inbaraj, B. S., Liu, M. H., & Chen, B. H. (2012). Determination of Chlorophylls in *Taraxacum formosanum* by High-Performance Liquid Chromatography–Diode Array Detection–Mass Spectrometry and Preparation by Column Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(24), 6108-6115. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf301422m>
- Maranhão, C. M. A., Silva, C. C. F., Bonomo, P., & Pires, A. J. V. (2009). Produção e composição químico-bromatológica de duas cultivares de bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Scientiarum*, 31(2), 117-122.
- Melo, M. R. S., Dias, N. S., Medeiros, I. J. N., Travassos, K. D., Miranda, N. O., Gurgel, M. T., Lemos Neto, H. S., & Fernandes, C. S. (2020). Strategies for applying gray water effluent on ornamental sunflower crops. *Environmental Science and Pollution Research*. (2020). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09200-6>
- Motomiya, A. V. A., Velente, I. M. Q., Molin, J. P., Motomiya, W. R., Biscaro, G. A., & Jordan, R. A. (2014). Índice de vegetação no algodoeiro sob diferentes doses de nitrogênio e regulador de crescimento. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1), 169-178.



- Pariz, C. M., Andreotti, M., Bergamaschine, A. F., Buzetti, S., Costa, N. R., & Cavallini, M. C. (2011). Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. *Archivos de Zootecnia*, 60(232), 1041-1052. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400020>
- Rocha, R. N. C., Galvão, J. C. C., Teixeira, P. C., Miranda, G. V., Agnes, E. L., Pereira, P. R. G., & Leite, U. T. (2005). Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento em grãos em três genótipos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 4(2), 161-171.
- Santos, A. S., Rodrigues, M. H. B. S., Silva, G. V., Gomes, F. A. L., Silva, J. N., & Cartaxo, P. H. A. (2020). Importância do reuso de água para irrigação no Semiárido. *Meio Ambiente (Brasil)*, 2(3), 15-20. <https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/51>
- Schlichting, A. F., Silva, E. M. B., Silva, M. C., Pietro-Souza, W., Silva, T. J. A., & Farias, L. N. (2015). Efficiency of portable chlorophyll meters in assessing the nutritional status of wheat plants. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(12), 1148-1151. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n12p1148-1151>
- Scotter, M. J. (2011). Methods for the determination of European union-permitted added natural colours in foods: a review. *Food Additives and Contaminants*, 28(5), 527-596. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19440049.2011.555844>
- Silva, K. F., Menezes, F. M. N., Oliveira, M. F., Silva, N. L., Guedes, F. L., Ponpeu, R. C. F. F., & Souza, H. A. (2015). Produção, clorofila e eficiência do uso da água em milheto cultivado em solo de área degradada. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 8(4), 573-584. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136739/1/CNPC-2015-Producao-clorofila.pdf>
- Xiaoyan, W., Zhiwei, Li., Wenjun, W., & Jiawei, W. (2020). Chlorophyll content for millet leaf using hyperspectral imaging and an attention-convolutional neural network. *Ciência Rural*, 50(3), e20190731. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190731>

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Oliveira, M. K. T. de, Sotero, A. R. H., Rodrigues Filho, R. A., Batista, R. O., & Oliveira, F. D. A. D. (2022). Eficiência da água cinza no teor de clorofila em tecido foliar do milheto. *HOLOS*, 2, 1-14. Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/10789>

SOBRE OS AUTORES

M. K. T. DE OLIVEIRA

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2007), mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2009) e doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2014). Atuou como pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com Pós-doutorado Júnior (PDJ), na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2016-2018). Exerceu o cargo de Professora Visitante, junto ao Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade (PPGATS), na Universidade Federal Rural do Semi-



Árido (2018-2020). Executa pesquisas nas áreas de conhecimento de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais, com enfoque na produção de essências florestais e horticultura geral. E-mail: mymykar@gmail.com
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3264-5172>

A. R. H. SOTERO

P Graduação em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará com Intercâmbio na University of Western Australia (2014). Mestrado em Fitotecnia, pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido. E-mail: lalana.rayra@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6002-0634>

R. A. RODRIGUES FILHO

Técnico em controle ambiental pelo IFRN (2014). Possui graduação em Engenharia Agrícola e ambiental pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Foi bolsista de iniciação científica na área de engenharia de solo e água. Estagiou na Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Meio Ambiente no município de Mossoró/RN. Atualmente é mestrando no programa de Manejo de Solo e Água na UFERSA. E-mail: ricardoarf100@yahoo.com.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6098-6009>

R. O. BATISTA

Professor Associado II do Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq desde 2013. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem da UFERSA (05/2011-04/2013). Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da UFERSA (12/2011-09/2013). Vice-Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da UFERSA (02/2018-10/2018). Docente Permanente do Curso de Especialização em Geoprocessamento e Georreferenciamento da UFERSA (01/2018-06/2019). Possui graduação (2002), mestrado (2004), doutorado (2007) e pós-doutorado (2010) em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Recursos Hídricos e Ambientais, atuando principalmente nos seguintes temas: engenharia de água e solo, engenharia de irrigação, poluição e avaliação de impactos ambientais, saneamento ambiental e tratamento e uso agrícola de resíduos agroindustriais, industriais e urbanos. E-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3083-6808>

F. DE A. DE OLIVEIRA

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Doutor em Irrigação e Drenagem pela Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Professor Adjunto IV da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Atua principalmente nas seguintes áreas: fertirrigação, manejo da irrigação, salinidade, nutrição de plantas, cultivo em ambiente protegido. E-mail: thikaoamigao@ufersa.edu.br
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6895-7736>

Editor(a) Responsável: Anísia Karla de Lima Galvão

Pareceristas Ad Hoc: Leandro Álvaro de Alcântara Aguiar e Maria Astrid Rocha Liberato





Recebido 21 de julho de 2021

Aceito: 21 de fevereiro de 2022

Publicado: 11 de julho de 2022

