



PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E RELAÇÕES HÍDRICAS DA BANANEIRA SOB ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹, Albertine Felipe da Silva², Geovani Soares de Lima¹, Cicero Jardel Praca de Souza², Valeska Karolini Nunes Oliveira³, Reginaldo Gomes Nobre⁴

RESUMO: A bananeira tem expressiva importância socioeconômica, embora sua produtividade seja reduzida devido às condições edafoclimáticas dessa região, tais como o déficit hídrico, afetando os processos fisiológicos e sua produção. Objetivou-se, neste estudo, avaliar os pigmentos fotossintéticos e as relações hídricas da bananeira cv. Nanica sob déficit hídrico nas fases de fenológicas e adubação potássica. As plantas foram conduzidas sob condições de campo, na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’ pertencente à Universidade Federal de Campina Grande, São Domingos, PB. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3×2 , sendo três estratégias de manejo da irrigação (irrigação com 100% da necessidade hídrica - E0 e 50% da necessidade hídrica nas fases juvenil - JU e formação da produção - FR) e duas doses de adubação potássica (50 e 100% de K_2O da recomendação para a cultura), com 4 repetições. Os teores de clorofila a e b da bananeira foram maiores nas plantas adubadas com 50% da recomendação de K_2O . A bananeira cv. Nanica é mais sensível ao déficit hídrico durante a fase juvenil para o teor de carotenóides, conteúdo relativo de água e déficit de saturação hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: *Musa* spp., déficit hídrico, manejo nutricional.

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND WATER RELATIONS OF BANANA UNDER IRRIGATION AND POTASSIUM FERTILIZATION STRATEGIES

¹ Prof.(a) Doutor(a), Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com; geovanisoareslima@gmail.com

² Graduando em Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: albertine.felipe@estudante.ufcg.edu.br

³ Mestranda em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: valeska-nunesoliveira@hotmail.com

⁴ Prof. Doutor, Departamento de Ciência e Tecnologia, Ufersa, Caráúbas, RN. E-mail: rgomesnobre@yahoo.com.br

ABSTRACT: The banana plant has significant socioeconomic importance, although its productivity is reduced due to the edaphoclimatic conditions of this region, such as the water deficit, affecting the physiological processes and its production. The objective of this study was to evaluate the photosynthetic pigments and water relations of banana cv. Nanica under water deficit in the phenological phases and potassium fertilization. The plants were conducted under field conditions, at the Experimental Farm 'Rolando Enrique Rivas Castellón' belonging to the Federal University of Campina Grande, São Domingos, PB. The design used was randomized blocks in a 3×2 factorial scheme, with three irrigation management strategies (irrigation with 100% of the water requirement - E0 and 50% of the water requirement in the juvenile phases - JP and production formation - PF) and two doses of potassium fertilization (50 and 100% of K_2O recommended for the culture), with 4 replications. The levels of chlorophyll a and b in banana were higher in plants fertilized with 50% of the K_2O recommendation. The banana cv. Nanica is more sensitive to water deficit during the juvenile stage for carotenoid content, relative water content and water saturation deficit.

KEYWORDS: *Musa* spp., water deficit, nutritional management.

INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) é uma das frutas frescas mais consumidas em todo o mundo. No Brasil, seu cultivo é generalizado em todo o território, com produção de 7 milhões de toneladas em 2021 (IBGE, 2021). No Nordeste do Brasil, a baixa disponibilidade de água está presente em muitos locais onde há produção significativa de banana, principalmente em razão de má distribuição da precipitação pluvial, de elevada taxa de evapotranspiração e de crescentes mudanças climáticas (IQBAL, 2017).

A falta de umidade no solo pode afetar negativamente a cultura da banana, causando redução da fotossíntese, com sérias consequências na manutenção das estruturas reprodutivas que irão garantir a produção (CHEN et al., 2017). Há, também, relatos de que a sensibilidade das culturas à seca varia conforme a fase fenológica em que a planta passa pelo estresse. Além disso, a bananeira é altamente exigente em nutrientes, principalmente potássio, o que torna a adubação outro fator que influencia na quantidade e qualidade da produção, assim como na tolerância ao estresse hídrico. Neste sentido, objetivou-se avaliar os pigmentos fotossintéticos e as relações hídricas da bananeira cv. Nanica sob déficit hídrico nas fases de fenológicas e adubação potássica.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’ pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no município de São Domingos, PB, nas coordenadas geográficas 6°49’06” de latitude e 37°56’56” de longitude, a uma altitude de 199 m.

Os tratamentos foram constituídos por três estratégias de manejo da irrigação: SE - sem estresse, 100% da necessidade hídrica da planta (irrigação plena) durante todo o ciclo da cultura como testemunha e irrigação com 50% (déficit hídrico) apenas na fase juvenil - JU e fase de frutificação - FR, e duas doses de potássio – DK (50 e 100% de K₂O) sendo a dose de 100% correspondente a 450 g de K₂O planta⁻¹ ano⁻¹, conforme Brasil et al. (2000); distribuídas em blocos casualizados em esquema fatorial 3 × 2 com quatro repetições, totalizando 24 parcelas, compostas por 6 plantas e uma fileira como bordadura.

As fases de desenvolvimento da cultura estudadas corresponderam: crescimento vegetativo rápido (0 – 90), Juvenil (90 – 180) terminando com a emissão da primeira folha normal, frutificação - da diferenciação floral até a colheita do cacho (180 - 390 dias após o plantio, DAP) (DONATO et al., 2009). Foram utilizados rizomas de mudas adultas de bananeira, cultivar Nanica do grupo genômico (AAA), obtidos de uma lavoura comercial, localizada no município de Pombal-PB.

Previamente ao plantio foram coletadas amostras de solo, na profundidade de 0 a 40 cm, para determinação dos atributos físico-hídricos e químicos do material de solo, a ser utilizado no experimento. O solo foi preparado por meio de aração, gradagem e abertura de covas nas dimensões de 0,50 × 0,50 × 0,50 m. Após o preparo do solo, foi feita a demarcação, instalações do sistema de irrigação e posteriormente foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 30 cm, cujas características físicas e químicas (Tabela 1) do solo foram determinadas de acordo com metodologia de Teixeira et al. (2017).

Após a abertura das covas, realizou-se a adubação com 20 L de esterco bovino e 300 g de fósforo (P₂O₅), utilizando como fonte de P₂O₅ superfosfato simples conforme recomendação de Cavalcanti et al. (2008). Já para a adubação com nitrogênio e potássio, foram aplicados 240 g de N planta⁻¹ ano⁻¹ e 450 g de K₂O planta⁻¹ ano⁻¹ (100% de K₂O) e 225 g de K₂O planta⁻¹ ano⁻¹ (50% de K₂O), conforme recomendação proposta por Cavalcanti et al. (2008), sendo utilizadas como fontes a ureia (45% de N) e o cloreto de potássio (60% de K₂O), aplicados em cobertura, em semicírculo, na projeção da copa. As adubações foram realizadas, parceladamente, via solo,

em quatro vezes, com a primeira aplicação aos 35 dias após o plantio e as restantes a cada 40 dias. A aplicação quinzenal de Dripsol micro ($Mg^{2+} = 1,1\%$; $B = 0,85\%$; Cu (Cu-EDTA) = $0,5\%$; Fe (Fe-EDTA) = $3,4\%$; Mn (Mn-EDTA) = $3,2\%$; $Mo = 0,05\%$; $Zn = 4,2\%$; Contém 70% de agente quelante EDTA) na concentração de $1,0\text{ g L}^{-1}$, via pulverização foliar aplicando em média 40 L por aplicação.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

Características químicas								
pH H ₂ O	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
(1:2,5)	g kg ⁻¹	(mg kg ⁻¹)cmol _c kg ⁻¹					
7,82	0,52	3,95	0,25	0,37	2,90	1,67	0,00	0,00
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CE _{es}	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
(dS m ⁻¹)	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹ _{0,5})	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
0,47	5,19	1,15	7,13	76,66	20,20	3,14	12,02	4,95

pH – Potencial hidrogeniônico, MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo o teor de umidade no solo correspondente a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

Foi utilizado um sistema de irrigação localizada por gotejamento no período inicial da cultura de 0 a 170 dias DAP, constituído por tubos de PVC de 32 mm na linha principal e tubos de polietileno de baixa densidade, de 16 mm nas linhas laterais com gotejadores de vazão 10 L h⁻¹. Em cada planta foram instalados, dois gotejadores autocompensantes (modelo GA 10 Grapa), cada um a 15 cm do caule. Foram substituídos por micro aspersão após os 170 dias DAP, devido ao problema de entupimento dos gotejadores. Em cada planta foram instalados um microaspersor com vazão 10 L h⁻¹ cada um a 15 cm do caule. As plantas foram irrigadas diariamente, pela manhã, com fornecimento de água, conforme turno de rega adotado, sendo a evapotranspiração de referência estimada com base no método de Hargreaves-Samani (1982) e Bernardo et al. (2019).

Foram avaliados, aos 180 DAP, o conteúdo relativo de água e o déficit hídrico, conforme Lima et al. (2019) e os teores de clorofila a, clorofila b e carotenóides conforme metodologia de Arnon (1949). Os dados obtidos serão avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, será realizado teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para as estratégias de manejo de irrigação e doses de potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores (EM × DK) para o conteúdo relativo de água (CRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e para os teores de clorofila a (Cl a) da bananeira cv. Nanica (Tabela 2). As estratégias de manejo de irrigação (EM) e doses de potássio (DK) afetaram significativamente todas as variáveis mensuradas aos 180 dias após o plantio (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o conteúdo relativo de água (CRA), déficit de saturação hídrica (DSH), clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) e carotenóides (CAR) da bananeira cv. Nanica sob estratégias de manejo de irrigação e adubação potássica, aos 180 dias após o plantio.

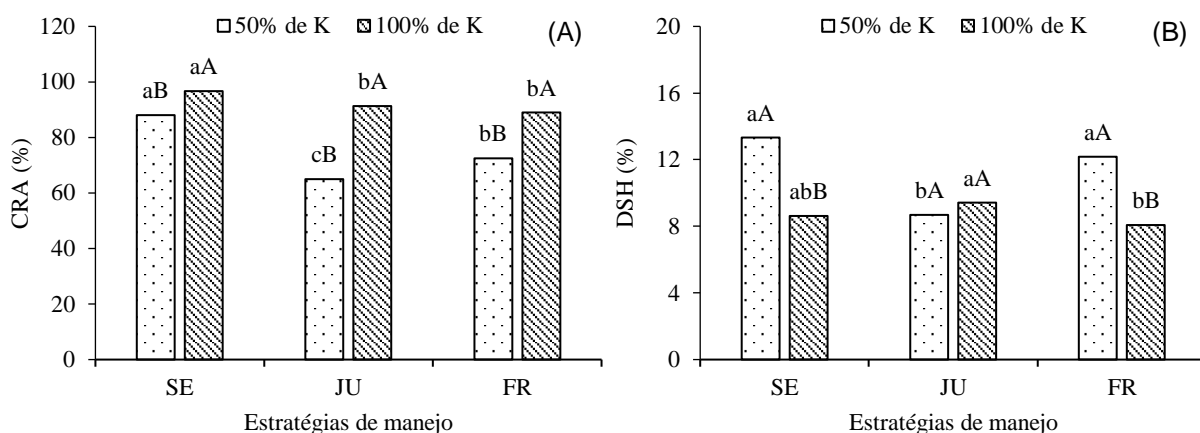
Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		CRA	DSH	Cl a	Cl b	CAR
Estratégia de manejo (EM)	2	461,28**	7,37**	34,03**	17,29*	2,97**
Doses de potássio (DK)	1	1765,59**	43,17**	239,80**	104,09**	6,62**
Interação (EM × DK)	2	158,95**	17,81**	32,73**	5,09 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Blocos	3	0,52	0,90	8,20	12,03	0,57
Resíduo	15	6,33	0,42	2,72	4,82	0,43
CV (%)		3,01	6,49	8,13	23,85	8,77

^{ns}, *, **, não significativos e significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente; CV= coeficiente de variação; GL = grau de liberdade.

O conteúdo relativo de água (CRA) foi influenciado significativamente pela interação entre as estratégias de manejo da irrigação e doses de potássio (Figura 1A). As plantas submetidas a dose de 100% de K_2O obtiveram o valor máximo estimado de 96,68% para o CRA, sob irrigação plena durante todo o ciclo (SE). Já as plantas que receberam à adubação com 50% de K_2O , sofreram reduções no CRA sob irrigação com a lâmina de 50% nas fases juvenil (JU) e de formação da produção (FR), com CRA de 64,90 e 72,49%, atingindo decréscimos de 28,31 e 18,46% quando comparadas as plantas sob adubação de 100% de K_2O (Figura 1A). A deficiência hídrica provoca alterações morfológicas e anatômicas nas plantas a ponto de desbalancear à absorção de água e a taxa transpiratória, essa redução no conteúdo relativo de água indica que a espécie possui grande sensibilidade estomática (MATOS et al., 2018).

O déficit de saturação hídrica (DSH) também foi influenciado pela interação entre os fatores (EM × DK) (Figura 1B). Sob adubação correspondente a 50% da recomendação de K_2O , o maior DSH foi obtido quando as plantas receberam irrigação plena (13,32%), sendo estatisticamente superior àquelas que sofreram estresse hídrico na fase juvenil (8,68%), contudo não diferindo das plantas sob déficit hídrico durante a fase de frutificação (12,17%). É possível que por não ter restrições de água e menor concentração de sais no solo nessa condição tenha estimulado a maior espação celular (TAIZ & ZEIGER, 2017). Quando adubadas com 100% da recomendação de K_2O , observa-se que, o maior DSH foi obtido sob condições de estresse

hídrico na fase juvenil (9,42%), sendo estatisticamente superior à quando as plantas receberam estresse hídrico na fase de frutificação (8,08%) (Figura 1B).



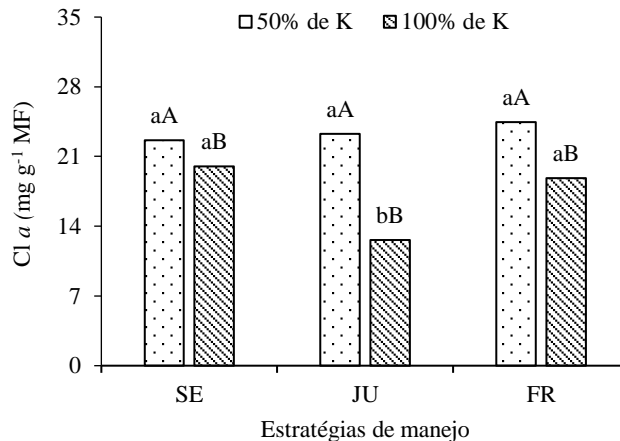
Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos, barras com mesma letra maiúscula em cada estratégia indicam não haver diferença significativa entre as doses de K_2O pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$. SE - sem estresse durante todo o ciclo da cultura; JU - déficit hídrico na fase juvenil; FR - déficit hídrico na frutificação.

Figura 1. Conteúdo relativo de água no limbo foliar – %CRA (A) e déficit de saturação hídrica – DSH (B) da bananeira cv. Nanica, em função da interação entre os fatores estratégias de manejo de irrigação e adubação potássica, aos 180 dias após o plantio.

Analisando o desempenho da adubação potássica em cada estratégia de manejo de irrigação, constata-se que, quando não houve estresse hídrico (SE), a adubação potássica referente à dose de 100% reduziu o DSH em 35,36% em relação à dose de 50% de K_2O (Figura 1B). Comportamento semelhante pode ser observado quando se aplicou déficit hídrico na fase de formação da produção, onde a dose equivalente a 100% de K_2O diminuiu em 33,61% o DSH em relação à dose de 50% de K_2O . Observa-se não haver diferença significativa das doses de potássio quando o estresse hídrico foi aplicado durante a fase juvenil das plantas de bananeira cv. Nanica (Figura 1B). O conteúdo de água na célula é uma excelente referência das condições hídricas da planta, particularmente durante períodos de seca, sua redução à medida que se intensifica o déficit hídrico, indica que a planta passou por uma desidratação do protoplasma, podendo ter prejudicado os processos vitais de crescimento, expansão e divisão celular (PELOSO et al., 2017). A redução na quantidade de água no vacúolo pode resultar no aumento da fluidez das membranas, o que pode levar a um vazamento de eletrólitos dos compartimentos celulares (LANGARO, 2014).

Para o teor de clorofila a (Cl a) observa-se efeito significativo da interação entre os fatores (EM \times DK) (Figura 2). Sob adubação potássica correspondente a 50% da recomendação de K_2O , verifica-se não haver diferença significativa entre as estratégias de manejo de irrigação. Sob condição de irrigação plena, sem estresse hídrico a dose de 50% de K_2O foi 11,70% (2,65 mg g^{-1} MF) superior ao valor obtido em relação as que receberam 100% de K_2O . Quando as

plantas receberam estresse hídrico na fase juvenil, a redução foi ainda mais expressiva, sendo observada decréscimos de 45,83% ($10,66 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$) quando comparada a adubação equivalente à 100% da recomendação de K_2O à de 50%. O aumento da adubação potássica também diminuiu os valores de clorofila a nas plantas submetidas ao estresse hídrico durante a fase de floração, sendo calculada em 23,12% ($5,66 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$) (Figura 2).

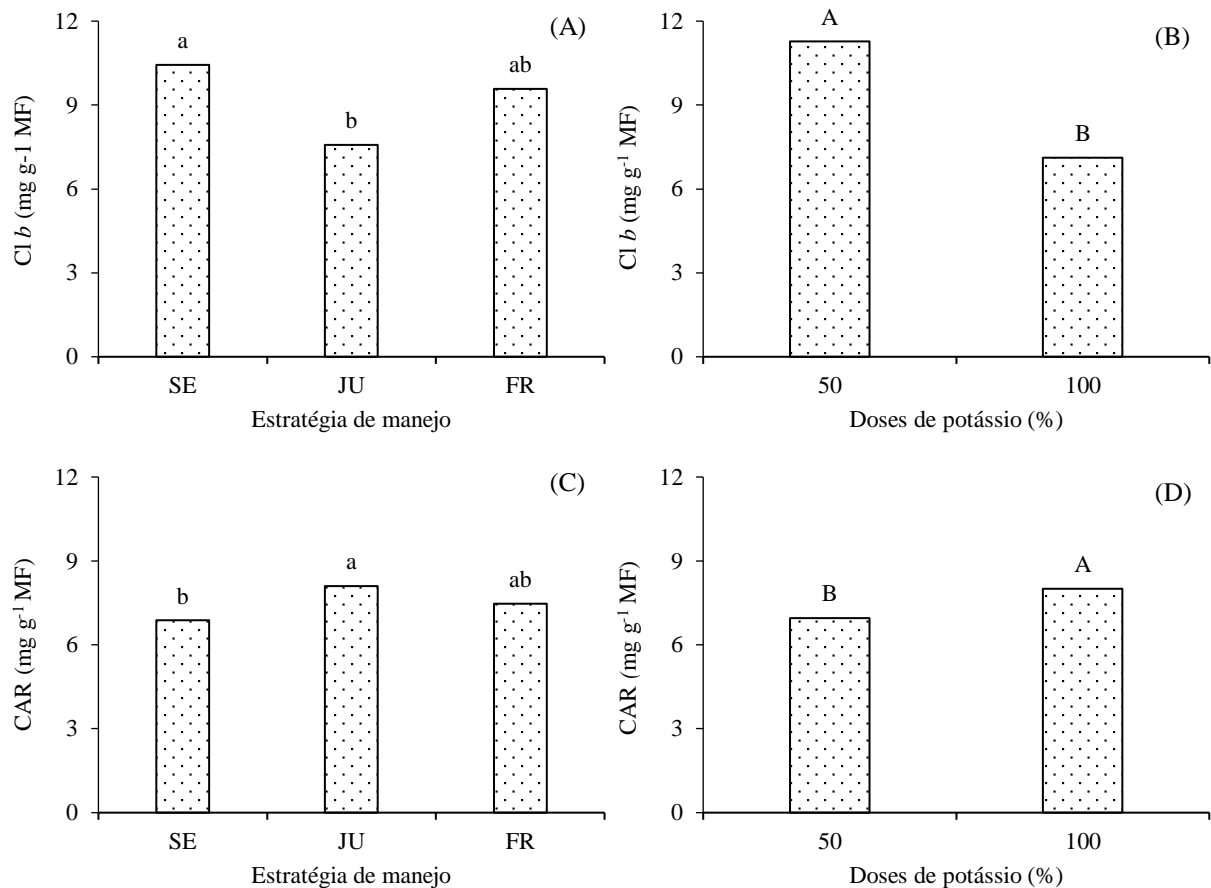


Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos e doses de K, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$. SE - sem estresse durante todo o ciclo da cultura; JU - déficit hídrico na fase juvenil; FR - déficit hídrico na frutificação.

Figura 2. Teor de clorofila a – Cl a da bananeira cv. Nanica, em função da interação entre as estratégias de manejo de irrigação e adubação potássica, aos 180 dias após o plantio.

O acréscimo no teor de clorofila a observado na fase juvenil com uso de 50% da recomendação de K_2O pode estar relacionado a uma resposta adaptativa ao estresse hídrico, possivelmente pelo mecanismo de proteção ao aparato fotossintético, com implicação direta do próprio desenvolvimento dos cloroplastos através da ampliação no número de tilacóides e cloroplastos (SILVA et al., 2017). Já a redução ocasionada quando se utilizou 100% da recomendação de K_2O na fase juvenil pode estar associado ao tipo de fertilizante utilizado (KCl) que pode ter aumentado o caráter salino na área, promovendo além do estresse hídrico, o estresse salino.

As estratégias de manejo influenciaram significativamente o teor de clorofila b (Cl b) (Figura 3A). A irrigação plena durante todo o ciclo da cultura da bananeira promoveu maior teor de Cl b, equivalente a $10,44 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$, sendo 27,39% ($2,86 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$) superior ao valor obtido pelas plantas que foram submetidas ao estresse hídrico na fase juvenil ($7,58 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$). A redução do teor de clorofila b observada neste trabalho, pode estar correlacionada com o acúmulo de EROs responsáveis pelo estresse oxidativo decorrentes do estresse hídrico (NXELE et al., 2017).



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as médias dos tratamentos e doses de K, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias em cada estratégia não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$. SE - sem estresse durante todo o ciclo da cultura; JU - déficit hídrico na fase juvenil; FR - déficit hídrico na frutificação.

Figura 3. Teor de clorofila b – Cl b, em função das estratégias de manejo de irrigação (A) e adubação potássica (B), e teor de carotenóides – CAR, em função das estratégias de manejo (C) e adubação potássica (D) da bananeira cv. Nanica aos 180 dias após o plantio.

As plantas cultivadas sob adubação potássica correspondente a 50% da recomendação de K₂O obtiveram maior teor de Cl b (11,28 mg g⁻¹ MF), sendo 36,88% (4,16 mg g⁻¹ MF) superior ao obtido pelas plantas cultivadas sob adubação de 100% e K₂O, que obteve 7,12 mg g⁻¹ MF (Figura 3B). O aumento no teor de clorofila b nas folhas de bananeira submetidas à maior dose de K₂O, pode estar relacionada à fonte de fertilizante utilizada (KCl), que possui elevado nível salino (116,3), interferindo assim de maneira negativa à síntese do pigmento pelas plantas. O aumento na EROs de oxigênio nas células de plantas sob déficit hídrico pode ocasionar a degradação dos pigmentos fotossintéticos, levando ao aparecimento de clorose nas folhas em plantas submetidas ao déficit hídrico (TEIXEIRA et al., 2020).

O estresse hídrico durante a fase juvenil promoveu maior síntese de carotenóides (CAR), equivalente a 8,09 mg g⁻¹ MF, com aumento de 15,08% (1,22 mg g⁻¹ MF) quando comparadas as plantas cultivadas sob irrigação plena (Figura 3C). Observa-se que a dose equivalente a 100% da recomendação de K₂O alcançou maior valor de carotenóides (8,00 mg g⁻¹ MF) com

acréscimo de 13,13% (1,05 mg g⁻¹ MF) em relação as plantas sob adubação de 50% de K₂O (Figura 3D). O aumento dos carotenóides possivelmente é um mecanismo de defesa do aparato fotoquímico, prevenindo dano fotooxidativo às moléculas de clorofila (RAVEN et al, 2007).

CONCLUSÕES

Os teores de clorofila a e b da bananeira foram maiores nas plantas adubadas com 50% da recomendação de K₂O. A bananeira cv. Nanica é mais sensível ao déficit hídrico durante a fase juvenil para o teor de carotenóides, conteúdo relativo de água e déficit de saturação hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. Ed. Viçosa: UFV 2019. 545 p.
- CAVALCANTI, F. J. DE A.; CAVALCANTI, F. J. DE A.; LIMA JÚNIOR, M. A.; LIMA, J. F. W. F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3 ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, 2008. 212p.
- CHEN, Y.; FENG, L.; WEI, N.; LIU, Z.; HU, S.; LI, X. Overexpression of cotton PYL genes in Arabidopsis enhances the transgenic plant tolerance to drought stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 115, s.n., p. 229-238, 2017.
- DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; MARQUES, P. R. R.; ARANTES, A. DE M.; SANTOS, M. R.; OLIVEIRA, P. M. Ecofisiologia e eficiência de uso da água em bananeira. In: XX Reunião internacional da associação para a cooperação e desenvolvimento integral das musáceas (bananas e plátanos), 2013, Fortaleza. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, v.1, p. 58-72, 2013.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Estimating potential evapotranspiration. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 108, p. 225-230, 1982.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA**. 2021. Available on: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>>. Accessed on: Jan. 2023.

IQBAL, M.; UL-ALLAH, S.; NAEEM, M.; IJAZ, M.; SATTAR, A.; SHER, A. Response of cotton genotypes to water and heat stress: from field to genes. **Euphytica**, v.213, n.131, p.1-11, 2017.

LANGARO, A. C. Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, p. 40-46, 2014.

LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; SILVA, S. S. Growth and production components of West Indian cherry cultivated with saline waters and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p.250-256, 2019.

MATOS, F. S.; FREITAS, I. A. S.; SOUZA, B. R. DE. LOPES, V. DE A. ROSA, V. DO R. Crescimento de plantas de *Tectona grandis* sob restrição hídrica. **Revista Agrarian**, v.11, p. 14-21, 2018.

NXELE, X.; KLEIN, A.; NDIMBA, B. K. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. **South African Journal of Botany**, v. 108, p. 261–266, 2017.

PELOSO, A. DE F.; TATAGIBA, S. D.; REIS, E. F.; PEZZOPANE, J. E. M.; AMARAL, J. F. T. DO. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. **Coffee Science**, v. 12, p. 389-399, 2017.

RAVEN P. H.; EVERT R. F.; EICHHORN S. E. **Biologia Vegetal**. 7th ed. Editora Guanabara Koogan S. A., Rio de Janeiro, 2007.

SILVA, W. C.; MOURA, J. G.; OLIVEIRA, A. B.; FERREIRA, L. E.; SILVA, T. M. Growth and gas exchange in cowpea plants under different managements and saline conditions. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, p.756-764, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TEIXEIRA, G. C. M.; MELLO, P. R.; ROCHA, A. M. S.; SANTOS, L. C. N.; SANTOS, S. M. M.; GRATÃO, P. L.; FERNANDES, C. Silicon in pre-sprouted sugarcane seedlings mitigates the effects of water deficit after transplanting. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 20, p. 849-859, 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2017. 573p.