



RENDIMENTO QUÂNTICO DA BANANEIRA cv. NANICA SOB ESTRATÉGIAS DE IRRIGAÇÃO E POTÁSSIO

Lauriane Almeida dos Anjos Soares¹, Albertine Felipe da Silva², Patrick Lima do Nascimento³, Jackson Silva Nóbrega¹, Cicero Jardel Praca de Souza², Reginaldo Gomes Nobre⁴

RESUMO: No Brasil, o cultivo de bananeira geralmente é conduzido em locais com baixa disponibilidade hídrica, tornando-se necessária a utilização de estratégias de manejo da irrigação associadas ao manejo nutricional. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o rendimento quântico da bananeira cv. Nanica, sob estratégias de irrigação com déficit hídrico 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. A irrigação com déficit hídrico reduz significativamente eficiência fotossintética da bananeira durante a fase de formação da produção. A adubação com 50% de K_2O resultou na maior fluorescência variável da bananeira cv. Nanica.

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

QUANTUM YIELD OF BANANA cv. NANICA UNDER IRRIGATION AND POTASSIUM STRATEGIES

¹ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com; jacksonnobre@hotmail.com

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

³ Mestrando em Horticultura Tropical, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: lima50536@gmail.com

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

ABSTRACT: In Brazil, banana cultivation is generally carried out in places with low water availability, making it necessary to use irrigation management strategies associated with nutritional management. In this sense, the objective of this work was to evaluate the quantum yield of banana cv. Nanica, under irrigation strategies with water deficit 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. Irrigation with water deficit significantly reduces photosynthetic efficiency of banana during the production formation phase. Fertilization with 50% K_2O resulted in the highest variable fluorescence of banana cv. Nanica.

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

INTRODUÇÃO

No Brasil, a baixa disponibilidade de água está presente em muitos locais onde há produção significativa da bananeira, principalmente em razão de má distribuição da precipitação pluvial, de elevada taxa de evapotranspiração e de crescentes mudanças climáticas (WANG et al., 2017). A bananeira é considerada relativamente sensível à seca, a falta de umidade no solo pode afetar negativamente a cultura, causando redução da fotossíntese, com sérias consequências na manutenção das estruturas reprodutivas que irão garantir a produção (VAN WESEMAEL et al., 2019). Há, também, relatos de que a sensibilidade da cultura à seca varia conforme a fase fenológica em que a planta passa pelo estresse.

Outro aspecto que deve ser considerado é a adubação potássica como alternativa capaz de reduzir os danos causados pelo estresse hídrico (PRAZERES et al., 2015). O potássio desempenha um papel fundamental na tolerância das plantas ao estresse hídrico, estando diretamente associada ao conteúdo de K^+ devido ao seu envolvimento na regulação osmótica (CAKMAK, 2005; MARSCHNER, 2012). Além disso, o potássio é responsável por vários processos metabólicos, como estabilização da síntese proteica, ativação de enzimas envolvidas na respiração e transpiração, regulação dos processos de abertura e fechamentos dos estômatos, além do transporte de carboidratos (MAATHUIS, 2009). Neste sentido, objetivou-se com este

trabalho avaliar o rendimento quântico da bananeira cv. Nanica, sob estratégias de irrigação com déficit hídrico 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).

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.

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 (Mg²⁺ = 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 g L⁻¹, via pulverização foliar aplicando em média 40 L por aplicação.

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).

Aos 180 DAP, foram realizadas avaliações de fluorescência da clorofila a as 7:00 horas da manhã, sendo colocadas pinças foliares (clips) e, após um período de 30 minutos de

adaptação ao escuro, foram determinados a fluorescência inicial - Fo; fluorescência máxima - Fm; fluorescência variável - Fv; eficiência quântica do fotossistema II - Fv/Fm com um fluorímetro de pulso de amplitude modulada (PAM fluorometer - Modelo OS5p, Opti-Science/Hudson, NY, USA). 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 \times DK) para a fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm) e eficiência quântica do fotossistema II (FSII) (Tabela 2). Os fatores isolados estratégias de manejo de irrigação e doses de potássio tiveram efeito significativo sob todas as variáveis de fluorescência da bananeira cv. Nanica aos 180 dias após o plantio (Tabela 2).

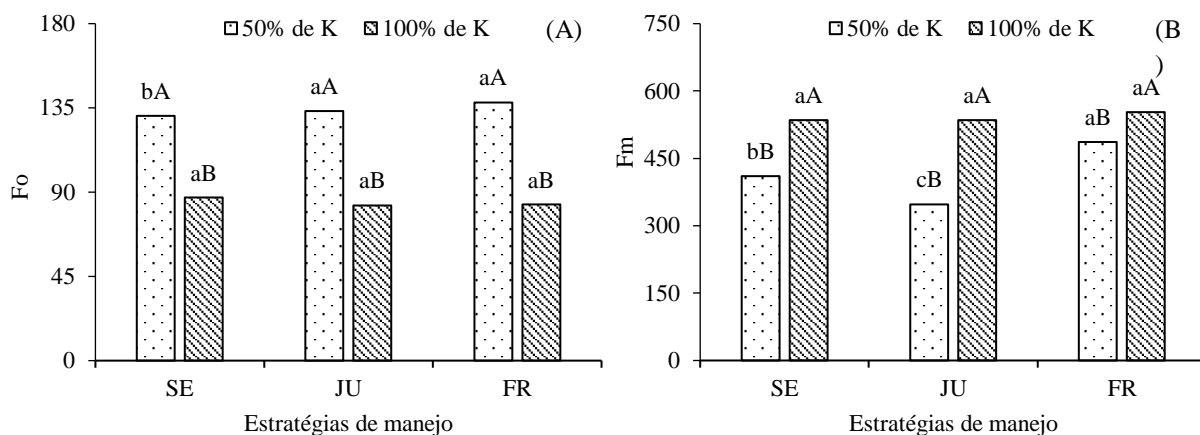
Tabela 2. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), e eficiência quântica do fotossistema II (FSII) da bananeira cv. Nanica sob estratégias de manejo de irrigação e adubação potássica, aos 180 dias após o plantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Fo	Fm	Fv	FSII
Estratégia de manejo (EM)	2	546,06*	12442,86**	13805,81**	0,54**
Doses de potássio (DK)	1	9814,54**	96604,78**	71649,86**	2,96**
Interação (EM \times DK)	2	858,96*	7364,53**	5890,00 ^{ns}	0,10*
Blocos	3	408,25	880,33	803,75	0,02
Resíduo	15	153,05	326,51	1672,99	0,01
CV (%)		11,81	3,78	5,42	8,23

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

Para a fluorescência inicial (Fo) em função da interação entre os fatores (E \times DK) (Figura 1A), verifica-se em todas as estratégias de manejo da irrigação maior Fo quando as plantas receberam a dose correspondente a 50% de K₂O, com reduções na Fo de 33,41; 37,75 e 54,67% quando a plantas receberam adubação potássica equivalente à 100% da recomendação de K₂O nas estratégias sem estresse, com estresse hídrico na fase juvenil e com estresse hídrico na fase de frutificação, respectivamente (Figura 1A). O aumento da Fo significa que houve depauperamento do centro de reação do FSII, ou seja, redução na capacidade de transporte de

elétrons, pelo desacoplamento do complexo antena do FSII e seu respectivo centro de reação, motivado pela fotoinibição (LOPES, 2016).

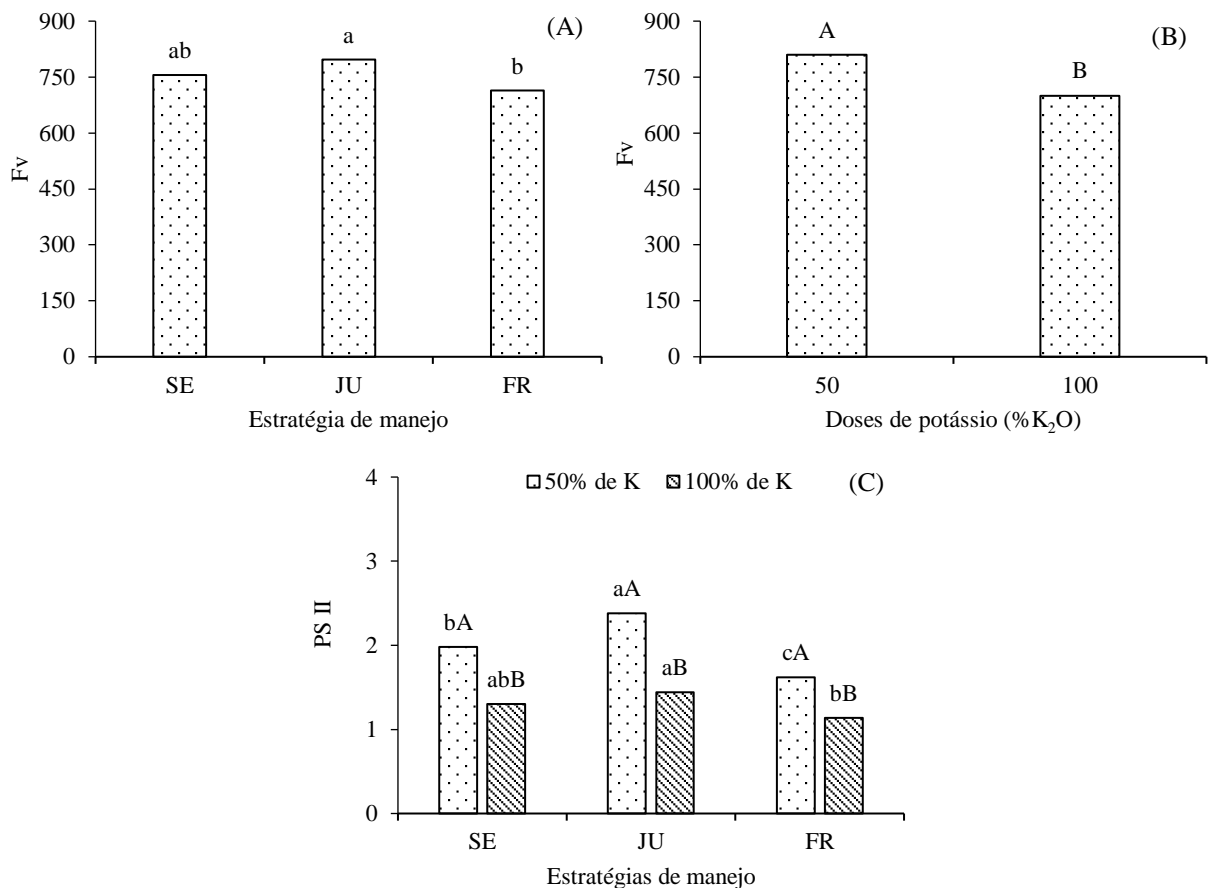


Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as estratégias de manejo de irrigação, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias das doses de adubação potássica não diferem entre si pelo teste de Tukey, $p \leq 0,05$. SE -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

Figura 1. Fluorescência inicial – Fo (A) e fluorescência máxima – Fm (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.

A fluorescência máxima (Fm) também foi influenciada de maneira significativa entre os fatores (EM \times DK) (Figura 1B), sob adubação potássica correspondente a 50% da recomendação de K_2O , observa-se que, a maior Fm quando as plantas receberam estresse hídrico durante a fase de frutificação (486,33), sendo estatisticamente superior ao resultado obtido nas plantas sem estresse hídrico e quando as plantas receberam estresse hídrico na fase juvenil com Fm de 410,00 e 347,33, respectivamente. Observa-se não haver diferença estatística na Fm das estratégias de manejo quando as plantas receberam 100% da recomendação de K_2O (Figura 1B). A fluorescência máxima é um indicador do estado fotoquímico das folhas ou mesmo de estresses ambientais quando relacionado a fluorescência variável (SILVA et al., 2015). Assim, o suprimento parcial, equivalente a 50% da recomendação de K_2O associado ao déficit hídrico ocasionado principalmente na fase juvenil promoveu redução da Fm das plantas de bananeira.

Para a fluorescência variável (Fv), observa-se que, o estresse hídrico ocasionado na fase juvenil proporcionou maior Fv, equivalente a 796,5, contudo não diferiu estatisticamente de quando as plantas foram cultivadas sob irrigação plena (755,16) (Figura 2A). A Fv observada na fase juvenil foi 10,43% (83,09) superior a Fv observada nas plantas sob déficit hídrico durante a fase de floração. Analisando os valores da Fv em função da adubação potássica (Figura 2B), observa-se que, a dose correspondente a 50% da recomendação proporcionou maior Fv, equivalente a 809,66. Este valor é 13,49% (109,28) superior ao valor observado quando as plantas receberam 100% da recomendação de K_2O .



Em cada estratégia de manejo, barras com a mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre as estratégias de manejo de irrigação, barras com mesma letra maiúscula indicam que as médias das doses de adubação potássica 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. Fluorescência variável – Fv em função das estratégias de manejo de irrigação (A) e adubação potássica (B) e eficiência quântica do fotossistema II – PSII (C) 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.

Para a eficiência quântica do fotossistema II (FSII) observa-se efeito significativo da interação entre os fatores (EM \times DK) (Figura 2C). Sob adubação potássica correspondente à 50% da recomendação de K₂O, observa-se que, a maior FSII foi observada quando as plantas receberam estresse hídrico na fase juvenil (2,38), diferindo-se estatisticamente de quando as plantas não sofreram estresse (1,98) e receberam estresse hídrico na fase de floração (1,62). Estes valores são 16,80% e 31,93%, respectivamente, inferior quando comparado ao resultado obtido quando as plantas receberam estresse hídrico na fase juvenil. Quando as plantas receberam 100% da recomendação de K₂O, observa-se que, o maior valor foi obtido quando as plantas receberam estresse hídrico na fase juvenil (1,44), sendo estatisticamente superior ao resultado obtido quando as plantas receberam estresse hídrico na fase de floração (1,14). Não houve diferença significativa quando comparado o resultado obtido na fase juvenil ao de quando as plantas não foram submetidas ao estresse hídrico (Figura 2C). Silva et al. (2015), mencionam que valores da eficiência quântica do fotossistema II variando de 0,75 a 0,85

indicam que o aparato fotossintético está intacto, os valores de PSII encontrados neste estudo independente dos tratamentos aplicados estão acima do proposto. Com isto, pode-se inferir que, apesar da restrição hídrica, e da redução da dose de K_2O utilizada no estudo, a PSII da bananeira 'Nanica' não foi comprometido.

CONCLUSÕES

A irrigação com déficit hídrico reduz significativamente eficiência fotossintética da bananeira durante a fase de formação da produção. A adubação com 50% de K_2O resultou na maior fluorescência variável da bananeira cv. Nanica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. Ed. Viçosa: UFV 2019. 545 p.

BRASIL, E. C.; OEIRAS, A. H. L; MENEZES, J. E. A.; VELOSO, C. A. C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1-14, 2000.

CAKMAK, I. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.168, p.521-530, 2005.

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.

DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. DE M.; SILVA, S. DE O.; CORDEIRO, Z. J. M. Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p. 1608-1615, 2009.

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.

LOPES, M. **Ecofisiologia, nutrição e análise econômica da palma forrageira sob diferentes manejos no Semiárido Brasileiro**. Tese. (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, Fortaleza, 2016.

MAATHUIS, F. J. M. Physiological functions of mineral macronutrients. **Curr. Opin. Plant Biol.**, 12, 250–258. 2009.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3 ed. San Diego: USA, Elsevier, 2012. 651p.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F. DE; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAUJO, I. C. S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente**, v. 9, p. 111-118, 2015.

SILVA, F. G. D.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. D.; FILGUEIRAS, L.; MELO, A. S. D. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 946-952, 2015.

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.

VAN WESEMAEL, J., KISSEL, E., EYLAND, D., LAWSON, T., SWENNEN, R., AND CARPENTIER, S. Using growth and transpiration phenotyping under controlled conditions to select water efficient banana genotypes. **Frontiers in Plant Science**, v.10, p.1-14, 2019.

WANG, X.; JIANG, D.; LANG, X. Future extreme climate changes linked to global warming intensity. **Sci. Bull.**, v.62, n.24, p.1673-1680, 2017.