



**Estado nutricional, trocas gasosas e características
fitotécnicas em bananeiras tipo Prata submetidas a
fontes de fertilizantes para manejo orgânico**

PEDRO RICARDO ROCHA MARQUES

2017

PEDRO RICARDO ROCHA MARQUES

**Estado nutricional, trocas gasosas e características
fitotécnicas em bananeiras tipo Prata submetidas a
fontes de fertilizantes para manejo orgânico**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador:
Abel Rebouças São José
Co-orientador:
Sérgio Luiz Rodrigues Donato

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA - BRASIL

2017

M32e

Marques, Pedro Ricardo Rocha.

Estado nutricional, trocas gasosas e características agrônômicas em bananeiras tipo Prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico. / Pedro Ricardo Rocha Marques, 2017.

102f. ; il. (algumas color.).

Orientador (a): Dr. Abel Rebouças São José.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2017.

Inclui referência F. 99 - 107.

1. Banana prata - Cultivo. 2. Banana - Nutrição. 3. Bananeira - Cultura. I. São José, Abel Rebouças. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia. T. III.

CDD. 634.772

Catálogo na fonte: **Cristiane Cardoso Sousa – CRB 5/1843**
UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia


Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: “Estado nutricional, trocas gasosas e características fitotécnicas em bananeiras tipo Prata submetidas a fontes fertilizantes para manejo orgânico”.

Autor: Pedro Ricardo Rocha Marques

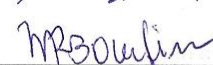
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:




Prof. Abel Rebouças São José, D. Sc., UESB
Presidente



Prof. Alessandro de Magalhães Arantes, D. Sc., IFBAIANO-Guanambi



Profa. Marinês Pereira Bomfim, D. Sc., UFCG-PB



Prof. Raul Castro Carriello Rosa, D. Sc., EMBRAPA Seropédica-RJ



Prof. Quelmo Silva de Novaes, D. Sc., UESB

Data de realização: 26 de julho de 2017.

Ao meu pai, Joaquim Marques (*in
memorian*), e minha irmã, Stella Maris
(*in memorian*), presentes em outro
plano, mas nunca afastados;

À minha esposa, Diana, ao meu filho,
Pedro Joaquim, minha enteada, Diele, e
minha mãe, Diva Rocha, pelo amor e
carinho a mim dedicados.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por SER a minha fonte de força, inspiração e esperança, e à Santa Maria, mãe de Deus, que, por intermédio de Cristo, a porta, é minha advogada.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela contribuição na minha formação acadêmica.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano – campus Guanambi (IFBAINO), pelo apoio para o desenvolvimento do projeto de pesquisa e pelo afastamento parcial e, depois, total para que eu pudesse terminar meus estudos.

À Terra Produtiva Mineradora Ltda, na pessoa do Luiz Dal Bó, pelo fornecimento da farinha de rocha.

Ao prof. Abel Rebouças São José, pelas orientações, contribuições e incentivo.

Ao prof. Sérgio Luiz Rodrigues Donato, pela co-orientação, acompanhamento, dedicação, competência, paciência e incentivo.

À coordenação, às secretárias e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Aos professores da banca examinadora, pela disponibilidade de se fazerem presentes neste ato.

À minha família, pela compreensão e apoio incondicional nesta etapa.

Ao Funcionário do IFBAIANO, José Roberto Rosa Teixeira, pelos dias dedicados na condução dos trabalhos.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, ao pessoal da Biofábrica, pela amizade, atenção, pelas contribuições e orientações no dia a dia da UESB e pelos momentos agradáveis durante o convívio.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para o êxito deste trabalho.

RESUMO

MARQUES, P. R. R. **Estado nutricional, trocas gasosas e características agronômicas em bananeiras tipo Prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico.** Vitória da Conquista, BA: UESB, 2017. 112p. (Tese-Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Estudos agronômicos em condições de ambientes específicos são fundamentais para a melhoria do leque de recomendações de cultivares e para subsidiar sistemas de produção que atendam às demandas do produtor do ponto de vista econômico e também de sustentabilidade. São estudos que envolvem avaliação dos teores foliares, caracteres fisiológicos, caracteres vegetativos e de rendimento. O trabalho foi dividido em quatro partes. **Na primeira**, objetivou-se avaliar o estado nutricional e a produção de bananeiras tipo prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída. Para tanto, dispuseram-se duas cultivares (Prata-Anã e BRS Platina), cinco doses (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O), aportadas por esterco bovino e farinha de rocha Naturalplus®, seis épocas de avaliação (210, 390, 570, 750, 930 e 1.110 dias após o transplântio - DAT), num delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 x 6, com três repetições. Para a produção, consideraram-se três ciclos. Os teores de K e S nas folhas aumentam com as doses de K₂O em interação com as épocas de avaliação e os teores de N, P e Cu com as doses de K₂O. Fertilidade do solo elevada, adubação com farinha de rocha e esterco bovino são insuficientes para manter os teores de Mn na faixa de suficiência para 'Prata-Anã'. As cultivares Prata-Anã e BRS Platina diferem quanto aos teores de K, S, Cu e Zn nas folhas. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produtividade de bananeiras tipo Prata em solos com fertilidade elevada construída. **Na segunda**, objetivou-se avaliar trocas gasosas e a produção de bananeiras tipo prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída. Dispuseram-se, além das duas cultivares e as doses aportadas por esterco bovino e farinha de rocha, dois horários de avaliação das trocas gasosas (8:00 e 14:00 h), num delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2x5x2, com 15 repetições. Para a produção, consideraram-se num delineamento em blocos casualizados quatro ciclos de produção, em esquema fatorial 2x5x4, e três repetições. Em condições de fertilidade alta, as trocas gasosas em bananeiras tipo prata são pouco influenciadas pelas

*Orientador: Abel Rebouças São José, D. Sc., UESB e Co-orientador: Sergio Luiz Rodrigues Donato, D. Sc., IFBAIANO.

adubações com doses crescentes de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. A adubação com doses crescentes de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha determina uma variação quadrática na condutância estomática (8:00 e 14:00 h) e concentração interna de CO_2 em bananeira 'Prata-Anã' e uma variação linear para temperatura foliar e eficiência instantânea do uso da água em bananeira 'BRS Platina'. A eficiência quântica da fotossíntese é maior às 8:00 h, enquanto que a temperatura e transpiração foliar são maiores às 14:00 h. As taxas de fotossíntese e transpiração foliar correlacionam-se diretamente com condutância estomática, eficiência instantânea do uso da água e temperatura foliar, enquanto eficiência instantânea do uso da água e fotossíntese são associadas inversamente com transpiração e temperatura foliar. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produtividade de bananeiras tipo Prata em solos com fertilidade elevada construída. **Por fim**, objetivou-se avaliar as características agrônomicas das bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída. Foram dispostos os fatores doses de fertilizantes, a duas cultivares e quatro ciclos de produção, num delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial $2 \times 5 \times 4$, com três repetições. As doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha influenciaram o vigor vegetativo das bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina'. O segundo ciclo proporcionou maior área foliar total e índice de área foliar em bananeiras tipo Prata comparado ao primeiro, enquanto, no terceiro ciclo, as bananeiras tipo Prata apresentaram maior vigor vegetativo e massas do cacho e das pencas. A cultivar BRS Platina expressou maior comprimento externo do fruto, comprimento do engaço, massa média das pencas, massa do fruto e índice de curvatura do fruto, enquanto a Prata-Anã, maior perímetro do pseudocaule, número de folhas no florescimento e colheita, área foliar, número de frutos e de pencas por cacho e menor período entre florescimento e colheita. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta as variáveis de produção de bananeiras tipo Prata em solos de elevada fertilidade construída.

Palavras-chave: *Musa* spp. Análise de tecido. Esterco. Rochagem. Rendimento. Variáveis fisiológicas.

ABSTRACT

MARQUES, P. R. R. **Nutritional status, gas exchange, agronomic characteristics of Prata type banana plants submitted to fertilizer sources for organic management.** Vitória da Conquista, BA: UESB, 2016. 156p. (Thesis – Doctor degree in Agronomy, Concentration Area Fitotecnia)*

The agronomic study and in conditions of specific environments are fundamental to improve the range of recommendations of cultivars and to subsidize production systems which answer to the demands of the producer from the economic point of view as well as sustainability. These studies involve evaluation of foliar contents, physiological characters, vegetative and yield characters, as well as soil attributes. The work was divided into four stages. **The first one** aimed to evaluate the nutritional status and the production of Prata type banana plants submitted to fertilizer sources for organic management in high fertility soils built. Therefore, it was arranged two cultivars (Prata-Anã and BRS Platina), five doses (0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ year⁻¹ of K₂O) supplied by cattle manure and Naturalplus® rock powder, six evaluation periods (210, 390, 570, 750, 930 and 1.110 days after transplanting - DAT), in a randomized block design in a factorial 2 x 5 x 6, with three replications. For production three cycles were considered. The contents of K and S in the leaves increase with the K₂O rates in interaction with the evaluation times and the contents of N, P and Cu with the doses of K₂O. High soil fertility, fertilizing with rock powder and cattle manure are insufficient to maintain the Mn content in the sufficiency range for 'Prata-Anã'. The cultivars Prata-Anã and BRS Platina differ as to the contents of K, S, Cu and Zn in the leaves. The weights of bunches and hands increase from the first to the third cycle and vary depending on fertilization, but without model adjustment to the biological phenomenon. **In the second** stage, it was aimed to evaluate the gas exchange and the production of Prata type banana submitted to fertilizer sources for organic management in high fertility soils built. For this, it was considered two cultivars (Prata-Anã e BRS Platina), five doses of K₂O (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ year⁻¹) supplied by cattle manure and Naturalplus® rock powder and two hours of evaluation of the gas exchanges (8:00 e 14:00 h), in a completely randomized design, in a 2x5x2 with 15 replications. For the

* Adviser: Abel Rebouças São José, D. Sc., UESB, and Co-Adviser: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D. Sc., IFBAIANO.

production, a randomized block design, four production cycles, in a 2x5x4, and three replications were considered. Under high fertility conditions, gaseous exchanges in *Prata* type banana are little influenced by fertilization with increasing doses of K₂O supplied by cattle manure and rock powder. The fertilization with increasing doses of K₂O supplied by cattle manure and rock powder determines a quadratic variation in the stomatal conductance (8:00 h and 14:00 h) and internal CO₂ concentration in 'Prata-Anã' banana, and a linear variation for leaf temperature and instant efficiency of water use in banana 'BRS Platina'. The quantum efficiency of photosynthesis is higher at 8:00 h while the temperature and leaf transpiration were higher at 14:00 h. The rates of photosynthesis and leaf transpiration correlate directly with stomatal conductance, instantaneous water use efficiency and leaf temperature, while instantaneous efficiency of water use and photosynthesis are inversely associated with transpiration and leaf temperature. Organic fertilization with manure and rock powder does not increase the productivity of banana *Prata* type in high fertility soils built. **In the last** stage, it was aimed to evaluate the agronomic characteristics of *Prata* type banana submitted to fertilizer sources for organic management in high fertility soils built. Two cultivars were arranged (*Prata-Anã* and BRS Platina), five doses (0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ year⁻¹ of K₂O) supplied by cattle manure and Naturalplus® rock powder, and four production cycles, in a randomized block design, in a 2 x 5 x 4 factorial scheme, with three replications. The doses K₂O supplied by cattle manure and rock powder influenced the vegetative vigor of the bananas 'Prata-Anã' and 'BRS Platina'. The second cycle provided a larger total leaf area and leaf area index in *Prata* type banana compared to the first, while in the third cycle the *Prata* type banana showed higher vegetative vigor and weights of bunches and hands. The cultivar BRS Platina expressed greater external length of the fruit, length of the stump, average mass of fruits and hand and index of curvature of the fruit, while the 'Prata-Anã' greater perimeter of the pseudostem, number of leaves in flowering and harvest, foliar area, number of fruits and the hands per bunch and smaller days for flowering and harvest. Organic fertilization with manure and rock powder does not increase the production of banana *Prata* type in high fertility soils built.

Keywords: *Musa* spp. Tissue analysis. Manure. Rocking. Yield. Physiological variables.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Atributos químicos do solo nos blocos (B1, B2 e B3), antes do plantio, nas profundidades 0–20 e 20-40 cm. Guanambi, BA, 2012	31
Tabela 1.2 - Teores médios de potássio (K), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn) e ferro (Fe), em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, submetidas a doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹ Ano ⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha, em diferentes épocas de avaliação (DAT). Guanambi – BA, 2012-2015	39
Tabela 1.3 - Teores médios de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio (dag kg ⁻¹), boro e manganês (mg kg ⁻¹), em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, submetidas a diferentes doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹ Ano ⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha, em diferentes épocas de avaliação (DAT) ⁽¹⁾ . Guanambi - BA, 2012-2015	44
Tabela 1.4 - Massas de cacho e penca avaliadas em bananeiras tipo prata adubadas em função das doses de K ₂ O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha em Guanambi – BA, 2012-2015	45
Tabela 2.1 - Temperatura foliar, transpiração, condutância estomática e eficiência quântica da fotossíntese mensuradas às 8h e 14h na terceira folha de bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina', adubadas com esterco bovino e farinha de rocha no período de janeiro de 2014 a março e maio de 2015. Guanambi-BA.....	66
Tabela 2.2 - Produtividade de cachos e pencas avaliadas em bananeiras tipo prata adubadas em função das doses de K ₂ O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha em Guanambi – BA	71
Tabela 3.1 - Comprimento da terceira folha (CTF3) e largura da terceira folha (LTF3) avaliadas em dois ciclos de produção, nas cultivares de bananeira Prata-Anã e ‘BRS Platina’, submetidas a doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha ⁽¹⁾ . Guanambi – BA, 2012-2015	89
Tabela 3.2 - Área foliar total e índice de área foliar das cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, submetidas a doses de K ₂ O (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha, durante dois ciclos de avaliação ⁽¹⁾ . Guanambi – BA, 2012-2015.....	90
Tabela 3.3 - Massa da quinta penca, número de pencas por cacho, número de frutos por cacho e comprimento externo do fruto avaliados em quatro ciclos de produção, nas cultivares de bananeira Prata-Anã	

	e BRS Platina, submetidas a doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}ano^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha ⁽¹⁾ . Guanambi – BA, 2012-2015 .....92
Tabela 3.4 -	Período de dias para florescimento, para colheita e intervalo entre florescimento e colheita de cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, submetidas a doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}ano^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha, em quatro ciclos de avaliação. Guanambi – BA, 2012-2015 .....93
Tabela 3.5 -	Características vegetativas e de rendimento de cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, submetidas a doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}ano^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha, durante quatro ciclos de avaliação ⁽¹⁾ . Guanambi – BA, 2012-2015 .....95

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1.1 - Cachos de bananeira ‘Prata-Ana’ (a) e (b); ‘BRS Platina’ (c) e (d) nos ciclos II e III Guanambi, BA, 2013-2014.....	24
Figura 1.2 - (a): Esterco bovino proveniente de curral do IFBAIANO – campus Guanambi e (b): Farinha de rocha – Naturalplus® da terra produtiva mineradora, utilizados na fertilização dos solos das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’	32
Figura 1.3 - Superfícies de resposta para os teores médios de potássio (A) e enxofre (B) (dag kg^{-1}) em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, em função das doses de K_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha e épocas de avaliação (DAT). Guanambi, BA, 2012-2015	36
Figura 1.4 - Teores de Manganês (mg kg^{-1}) em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, em função de doses de K_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012-2015.	37
Figura 1.5 - Teores médios de nitrogênio (A), fósforo (B) e cálcio (C), dag Kg^{-1} , e cobre (D), mg kg^{-1} , em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, em função das doses de K_2O ($\text{Kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012-2015.	41
Figura 2.1 - Representação do ciclo da bananeira, com adaptações das durações dos estádios para bananeira Prata. \dot{Y} = gema, desenvolvimento do filho; F10 = Primeira folha com 10 cm de largura; Fm = Primeira folha adulta (DF); F = Emissão da inflorescência; C = Colheita do cacho.	52
Figura 2.2 - A: Precipitação (mm), Evapotranspiração de referência (ET_o - mm) e Déficit de pressão de vapor (DPV - KPa) e B: Temperaturas máximas e mínimas ($^{\circ}\text{C}$) e Umidade relativa do ar (%) registradas na estação meteorológica localizada no IFBaiano, campus Guanambi, no período de janeiro de 2014 a maio de 2015.....	56
Figura 2.3 - Mensuração das trocas gasosas com auxílio do IRGA em bananeiras ‘BRS Platina’ e ‘Prata-Anã’ adubadas com esterco bovino e farinha de rocha.....	58
Figura 2.4- Condutância estomática (g_s) às 8h e 14h avaliadas nas cultivares ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ em função das doses de K_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{Ano}^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, 2014-2015.....	61

Figura 2.5 - A: Temperatura foliar (T_{leaf}), B: eficiência instantânea do uso da água (A/E) e C: concentração interna de CO_2 (C_i) avaliadas nas cultivares 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' em função das doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, 2014-2015.	63
Figura 2.6 - Correlações entre fotossíntese (A) e condutância estomática (g_s), eficiência do uso da água (A/E) e temperatura da folha (T_{leaf}) (A, B, C); correlações entre A/E e taxa de transpiração foliar (E) e T_{leaf} (D, E) e correlação entre E e T_{leaf} (F) em cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, no período de janeiro de 2014 a março e maio de 2015, em adubações com esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2014-2015.	68
Figura 2.7 - Massa do cacho - MCA (A) e Pencas - MPE (B), nas cultivares 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' adubadas em função das doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}ano^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha em quatro ciclos de produção. Guanambi - BA.	70
Figura 3.1- Altura da planta avaliada nas cultivares Prata-Anã (PA) e BRS Platina (PI) durante quatro ciclos (CI, CII, CIII e CIV) em função das doses de K_2O ($Kg\ ha^{-1}ano^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012 a 2015.....	84
Figura 3.2 - Massas da ráquis (A), da primeira penca (B), da segunda penca (C), da terceira penca (D), da quarta penca (E) e do fruto (F) nas cultivares Prata-Anã e BRS Platina em função das doses de K_2O ($Kg\ ha^{-1}ano^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012 a 2015... ..	86
Figura 3.3 - Largura da terceira folha avaliada em bananeiras tipo prata durante dois ciclos em função das doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}ano^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha em Guanambi - BA.....	88

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
CAPÍTULO 1	18
ESTADO NUTRICIONAL E PRODUÇÃO DE BANANEIRA TIPO PRATA COM FONTES DE FERTILIZANTES PARA MANEJO ORGÂNICO.....	18
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 Aspectos socioeconômicos da bananeira.....	22
2.2 Caracterização da ‘BRS Platina’ e ‘Prata-Anã’	23
2.3 Adubação e nutrição da bananeira.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5. CONCLUSÕES.....	46
CAPÍTULO 2	47
TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DE BANANEIRA TIPO PRATA COM FONTES DE FERTILIZANTES PARA MANEJO ORGÂNICO.....	47
1. INTRODUÇÃO.....	49
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	51
2.1 Considerações acerca da ecofisiologia da bananeira	51
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
5. CONCLUSÕES.....	72
CAPÍTULO 3	73
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS BANANEIRA TIPO PRATA COM FONTES DE FERTILIZANTES PARA MANEJO ORGÂNICO.....	73
1. INTRODUÇÃO.....	75
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	77
2.1 Bananeira: aspectos agronômicos, área foliar e produção.....	77
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
5. CONCLUSÕES.....	98
REFERÊNCIAS	99

INTRODUÇÃO GERAL

As respostas nutricionais, fisiológicas, de desenvolvimento e produção da bananeira, bem como de qualquer outro vegetal, são resultantes da atuação do genótipo, ambiente e das práticas de manejo; esse último é exclusivamente produto da ação do homem sobre a planta e o ambiente. A busca por alternativas de manejo que possibilitem maior poder de resiliência ao conjunto solo-planta-atmosfera e que sejam sustentáveis e viáveis economicamente são cada vez mais presentes. Assim, a avaliação da bananeira em condições de manejo específicas é imprescindível para o aumento do portfólio da cultura, juntamente com sua disponibilização aos agricultores.

Apesar de a bananeira ser uma planta conservadora do solo e responder em grande parte pela matéria verde que volta ao solo, há situações de manejo inadequado nas quais há uma perda elevada de nutrientes em relação à adubação (SOUZA e outros, 2016a). Uma das alternativas para a menor perda de nutrientes, bem como para devolver ao solo sua capacidade original ou superior de produção, está no seu manejo orgânico e natural.

O uso de fertilizantes orgânicos é milenar e consiste no uso de resíduos de origem vegetal e animal para o fornecimento de nutrientes às plantas, com o objetivo de aumentar a sua produtividade. Esses contribuem para a melhoria da qualidade química, física e biológica do solo e podem influenciar significativamente os teores de nutrientes da parte aérea dos cultivos, o que acarretaria uma melhor eficiência fisiológica da planta, bem como o teor de matéria seca. Os compostos orgânicos, de forma geral, melhoram as propriedades físicas do solo; no qual, como resultado, tem-se uma maior capacidade de armazenamento de água. Também, há um aumento da solubilidade dos componentes minerais do solo, uma vez que, durante sua decomposição, formam-se ácidos e CO₂ que se dissolvem na água e aceleram esse processo (MALAVOLTA e outros, 1997; FILGUEIRA, 2000).

A farinha de rocha, considerada um fertilizante alternativo, de baixo custo, com presença de potássio, fósforo, cálcio e outros, é utilizada na recuperação ou fertilização de diversos tipos de solos (HARLEY e GILKES, 2000), porém, de baixa solubilidade em água, com a taxa de liberação regulada pela composição da solução do solo, temperatura, regime hídrico, pH, particularmente em solos com pH elevado, e ação das raízes das plantas que afetam sua solubilidade (HARLEY e GILKES, 2000). Contudo, seu uso combinado com esterco bovino, e outros materiais orgânicos, melhora a sua eficiência (OSTERROHT, 2003).

A adição de esterco e de outras fontes orgânicas ao solo reduz a capacidade de adsorção de fósforo, aumenta o teor de fósforo disponível e proporciona uma maior mobilidade no perfil do solo, de formas orgânicas solúveis de fósforo (POS), quando comparada a aplicações na forma de fertilizantes químicos, para doses semelhantes de fósforo aplicadas (NOVAIS e outros, 2007).

A avaliação agrônômica das cultivares em campo e em ecossistemas diversos e a avaliação mercadológica são imprescindíveis para recomendação de novas cultivares para uso pelos agricultores (AZEVEDO e outros, 2010). Para Silva e outros (2011b), a recomendação segura de uma nova cultivar requer a sua avaliação em diferentes ambientes, preferencialmente contrastantes, regiões e repetições de ciclos, com vistas a identificar aquelas com adaptação ampla e ou específica, que está associada à interação entre genótipos e ambientes.

Cultivares de bananeira submetidas a diferentes sistemas e/ou doses de adubação, no mesmo ambiente e na mesma condição de cultivo, podem expressar mudanças na fisiologia, no status nutricional e nas características fenotípicas. Essas alterações podem representar incrementos ou decréscimos no crescimento e no rendimento das cultivares e advêm das diferenças proporcionadas pelas doses de fertilizantes aplicadas sobre os atributos químicos do solo, da variabilidade existente entre os genótipos quanto à eficiência de absorção (SILVA e outros, 2014) ou podem resultar da interação genótipo x ambiente (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2012).

Adicionalmente, sistemas de adubação baseados em esterco bovino e farinha de rocha propõem a diminuição da entrada de insumos externos à propriedade, de custos e a melhoria da qualidade física, química e biológica do solo cultivado. Isso significa conviver-viver com o que se tem, por isso exige menos recursos, menor aporte de tecnologia externa e é ambientalmente mais sustentável na atual relação sociedade natureza (RESENDE e outros, 2002).

Dessa forma, objetiva-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional, as trocas gasosas e a produtividade de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ submetidas a doses de K_2O aportadas por fontes de fertilizantes para manejo orgânico com esterco bovino e farinha de rocha, durante quatro ciclos de produção, em solos de elevada fertilidade construída.

CAPÍTULO 1

ESTADO NUTRICIONAL E PRODUÇÃO DE BANANEIRAS TIPO PRATA COM FONTES DE FERTILIZANTES PARA MANEJO ORGÂNICO

Resumo – Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional e a produção de bananeiras tipo prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída. Para tanto, dispuseram-se duas cultivares (Prata-Anã e BRS Platina), cinco doses (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha Naturalplus®, seis épocas de avaliação (210, 390, 570, 750, 930 e 1.110 dias após o transplântio - DAT), num delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 x 6, com três repetições. Para a produção, consideraram-se três ciclos. Os teores de K e S nas folhas aumentam com as doses de K₂O em interação com as épocas de avaliação e os teores de N, P e Cu com as doses de K₂O. Fertilidade do solo elevada, adubação com farinha de rocha e esterco bovino são insuficientes para manter os teores de Mn na faixa de suficiência para ‘Prata-Anã’. As cultivares Prata-Anã e BRS Platina diferem quanto aos teores de K, S, Cu e Zn nas folhas. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produtividade de bananeiras tipo Prata em solos com fertilidade elevada construída.

Palavras-chave: *Musa* spp.. Análise de tecido. Esterco. Rendimento. Rochagem.

NUTRITIONAL STATUS AND PRODUCTION OF PRATA TYPE BANANA PLANTS WITH FERTILIZER SOURCES FOR ORGANIC MANAGEMENT

Abstract - This study evaluates the nutritional status and the production of *Prata* type banana plants submitted to fertilizer sources for organic management in high fertility soils built. Therefore, it was willing two cultivars (Prata-Anã and BRS Platina), five doses (0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ year⁻¹ of K₂O) supplied by cattle manure and Naturalplus® rock powder, six evaluation periods (210, 390, 570, 750, 930 and 1.110 days after transplanting - DAT), in a randomized block design in a factorial 2 x 5 x 6, with three replications. For production they considered three cycles. The contents of K and S in the leaves increase with the K₂O rates in interaction with the evaluation times and the contents of N, P and Cu with the doses of K₂O. High soil fertility, fertilizing with rock powder and cattle manure are insufficient to maintain the Mn content in the sufficiency range for 'Prata-Anã'. The cultivars Prata-Anã and BRS Platina differ as to the contents of K, S, Cu and Zn in the leaves. Organic fertilization with manure and rock powder does not increase the productivity of *Prata* type banana plants in soils with high fertility built.

Key words: *Musa* spp..Tissue analysis. Manure. Yield. Rocking.

1 INTRODUÇÃO

As bananeiras demandam grandes quantidades de nutrientes e uma cinética de disponibilização em fase com a demanda nutricional (DONATO e outros, 2010). O uso de fertilizantes naturais e orgânicos pode constituir-se enquanto alternativa viável e ambientalmente sustentável. Para tanto, é importante o conhecimento do estado nutricional e a produção de bananeiras adubadas com diferentes fontes, sejam minerais, orgânicas ou organominerais.

A análise química do tecido foliar é importante para avaliar o estado nutricional, integrada com análise química do solo e diagnose visual, o que reflete a dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta. A interpretação baseia-se na comparação com padrões nutricionais pré-estabelecidos (NOVAIS e outros, 2007; ARANTES e outros, 2016).

Diversos estudos com adubação orgânica em bananeira (DAMATTO JUNIOR e outros, 2011a e b; RIBEIRO e outros, 2013 e SANTOS e outros, 2014) comprovam a possibilidade de uso dessas fontes. Adicionalmente, a aplicação de materiais orgânicos aos solos aumenta a diversidade, a atividade biológica e promove a supressão de patógenos (GEENSE e outros, 2015). A farinha de rocha é um fertilizante de baixo custo, com vários nutrientes essenciais a plantas em sua composição, principalmente potássio e fósforo, além de cálcio, magnésio, ferro, manganês, sílica, cobre e molibidênio. É usada na recuperação, no rejuvenescimento ou na fertilização de solos pobres e desequilibrados (HARLEY e GILKES, 2000). Contudo, sua eficiência no aproveitamento desses minerais é maior quando a sua aplicação é feita combinada com esterco (OSTERROHT, 2003).

A adição de esterco e de outras fontes orgânicas ao solo reduz a capacidade de adsorção, aumenta os teores de fósforo, nitrogênio e enxofre disponíveis,

proporcionando maior mobilidade no perfil do solo, de formas orgânicas solúveis de fósforo, quando comparada aos fertilizantes químicos, para doses semelhantes de fósforo aplicadas (NOVAIS e outros, 2007). Apesar disso, o esterco é uma fonte pobre em potássio, em contraste com a elevada exigência da bananeira para esse nutriente (SILVA, 2015). A aplicação de elevadas quantidades de materiais orgânicos aumenta a adsorção de zinco, cobre e boro (NOVAIS e outros, 2007), o que requer por parte do produtor maior atenção quanto à situação nutricional do cultivo.

Sistemas de adubação baseados em esterco bovino e farinha de rocha são complementares para suprir nutrientes às plantas, melhoram a qualidade física e biológica do solo e possibilitam a diminuição da entrada de insumos externos à propriedade. Asseguram, assim, maior sustentabilidade e resiliência para o agrossistema bananal a longo prazo. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional e a produção das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico com esterco bovino e farinha de rocha em solos de elevada fertilidade construída.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos socioeconômicos da bananeira

Bananas, juntamente com os plátanos (bananas de cocção), são as frutas mais produzidas e consumidas no mundo, com aproximadamente 144,80 milhões de toneladas; ocupam uma área total de, aproximadamente, 9,90 milhões de hectares no ano de 2014. Índia, Uganda, Filipinas, China, Equador e Brasil respondem por cerca de 60% da produção mundial (FAO, 2017). São constituintes básicos da alimentação, tanto em áreas rurais quanto urbanas, de várias regiões do mundo, especialmente em países mais pobres ou em desenvolvimento.

O Brasil, atualmente, é o quinto maior produtor mundial, quando se consideram bananas, com uma área de, aproximadamente, 489 mil hectares e produção de 7,0 milhões de toneladas em 2014 (FAO, 2017). Seu cultivo é explorado em diversas escalas, em quase todo o território brasileiro, o que torna o país um grande produtor (MOREIRA, 1999).

O mercado brasileiro apresenta características bastante peculiares, com consumo, principalmente, de variedades de sobremesa. A região Sudeste tem preferência por variedades do subgrupo Cavendish (AAA); posteriormente, variedades AAB, como 'Maçã', e, em menor quantidade, variedades 'Prata' e 'Prata-Anã'. Na região Sul, predominam as variedades Cavendish e as do tipo Prata, nessa ordem, e, na região Centro-Oeste, as do tipo Prata e 'Maçã'. Entretanto, no Brasil, predomina o cultivo de variedades tipo Prata, o que evidencia a tradição de seu cultivo e a sua boa aceitação comercial (DONATO e outros, 2009).

O semiárido brasileiro, apesar da escassez e irregularidade de distribuição de chuvas, é uma região bastante favorável à bananicultura. Os fatores climáticos, como energia disponível e temperatura, aliados ao uso de irrigação, proporcionam

uma boa produtividade da cultura da bananeira. Nas regiões Norte e Nordeste, predominam variedades AAB, como 'Pacovan', 'Prata-Anã', contudo a 'BRS Platina' pode constituir-se enquanto uma alternativa à 'Prata-Anã' em áreas com incidência de mal-do-panamá e 'Terra' (plátano) (DONATO e outros, 2009; LUCENA, 2013).

2.2 Caracterização da 'BRS Platina' e 'Prata-Anã'

O Programa Brasileiro de Melhoramento Genético da Bananeira – coordenado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura – e outras iniciativas de melhoramento de bananeira no País desenvolveram variedades derivadas da 'Prata-Anã', por hibridação: 'Maravilha' (Fhia-01), 'BRS Fhia-18', 'Prata-Graúda' (SH36-40), 'Fhia-18' (Galil-18) e 'BRS Platina' (PA42-44) (BORGES e outros, 2012); ou por seleção: 'Prata-Catarina' (SCS451 Catarina), Epagri (LICHTEMBERG e LICHEMBERG, 2011) e 'Prata-Gorutuba', técnicos do Norte de Minas (RODRIGUES e outros, 2011). Essas cultivares apresentam variação no grau de aceitabilidade em toda a cadeia produtiva da banana, agricultores, atravessadores, varejistas e consumidores.

A 'BRS Platina' recomendada recentemente (BORGES e outros, 2014) apresenta vantagens comparativas, como resistência à Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá, além de frutos com melhor classificação comercial e bastante parecidos com a genitora. Os genótipos utilizados neste estudo, ilustrados na Figura 1.1, são do tipo Prata e caracterizados da seguinte forma:



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 1.1- Cachos de bananeira ‘Prata-Anã’ (a) e (b); ‘BRS Platina’ (c) e (d) nos ciclos II e III Guanambi, BA, 2013-2014. Foto: Sérgio Donato.

A ‘BRS Platina’ é um tetraploide AAAB, derivado da ‘Prata-Anã’ (‘Prata-Anã’ x M53), desenvolvido pela EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical, com planta e fruto tipo Prata-Anã, porte médio, produtividade média e resistente à Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá; com relação à Sigatoka-negra, é considerada moderadamente suscetível e, ao moko e aos nematóides, é suscetível (BORGES e outros, 2012). Entretanto, antes do lançamento da cultivar, Cavalcante e outros (2003) relataram baixos índices de severidade da doença apresentados pelo genótipo

até a floração do primeiro ciclo, enquanto Oliveira e outros (2008) constataram maior retenção de folhas na colheita e maior peso do cacho, para 'BRS Platina' comparada à 'Prata-Anã', em presença de Sigatoka-negra.

A 'BRS Platina' foi avaliada quanto aos caracteres fitotécnicos em comparação a diversas cultivares (DONATO e outros, 2006, 2009; LÉDO e outros, 2008; OLIVEIRA e outros, 2008; BORGES e outros, 2011), diferenciada de outros genótipos pelo uso de marcadores moleculares (JESUS e outros, 2006) e comparada quanto às características físico-químicas do fruto à 'Prata-Anã' (PIMENTEL e outros, 2010; CASTRICINI e outros, 2012; OLIVEIRA e outros, 2013). Foi submetida a diferentes sistemas de irrigação e comparada com a 'Prata-Anã' quanto aos teores de nutrientes nas folhas (DONATO e outros, 2010), quanto às características agronômicas (MARQUES e outros, 2011), estudada junto com a 'Prata-Anã' em casa de vegetação, com solução nutritiva completa (macro e micronutrientes) (SILVA e outros, 2014 e SOUZA e outros, 2016b), submetida à diferentes lâminas de irrigação e comparadas a outras cultivares (CRUZ, 2012); ainda foi estudada por Guimarães e outros (2013), que estimaram equações para predição da sua colheita. Lucena (2013) estabeleceu estratégias para o seu manejo de irrigação baseadas em coeficientes de transpiração e área foliar, e Arantes e outros (2016, 2017), que mensuraram trocas gasosas, estimaram equações para predição do estado nutricional e avaliaram as características agronômicas.

2.3 Adubação e nutrição da bananeira

A adubação é uma das técnicas agronômicas que mais influenciam a elevação da produtividade dos cultivos. Esse fato é evidenciado por Stewart e outros (2005) ao descreverem incrementos da ordem de 30 a 50% no rendimento de cultivos anuais em experimentos de longo prazo sob condições de clima temperado,

atribuídos aos nutrientes de fertilizantes comerciais N, P, K e de até 80% em regiões tropicais.

A fertilização orgânica consiste no uso de resíduos de origem vegetal e animal para o fornecimento de nutrientes às plantas, com o objetivo de aumentar a sua produtividade. Contribui para a melhoria da qualidade química, física e biológica do solo e com influência significativa nos teores de nutrientes da parte aérea dos cultivos, bem como no teor de matéria seca. A melhora nas propriedades físicas do solo resulta em maior capacidade de armazenamento de água no mesmo e diminui o processo erosivo; também aumenta a solubilidade dos componentes minerais do solo, uma vez que, durante sua decomposição, forma ácidos e CO₂ que se dissolvem na água e aceleram esse processo (MALAVOLTA e outros, 1997; FILGUEIRA, 2000).

Além das melhorias físicas e químicas, o composto orgânico resulta em incremento no controle biológico pela microbiota do solo e no menor ataque de pragas. Apesar da liberação mais lenta de nutrientes por compostos orgânicos quando comparados às formulações químicas, esses favorecem o equilíbrio fisiológico das plantas (FILGUEIRA, 2000; GALLO e outros, 2002; ALTIERI e outros, 2003).

Na mesma linha de fertilizantes não químicos ou industriais, tem-se a farinha de rocha, que é considerada um fertilizante alternativo, de baixo custo, e possui vários elementos em sua composição. É usada como alternativa na recuperação, no rejuvenescimento ou na fertilização de solos pobres e desequilibrados. Os nutrientes das farinhas são de baixa solubilidade em água, com a taxa de liberação regulada pela composição da solução do solo, temperatura, regime hídrico, pH e ação das raízes das plantas, que afetam sua solubilidade (HARLEY e GILKES, 2000). A presença de ácidos orgânicos, geralmente produzidos por microrganismos do solo ou presentes na matéria orgânica (OSTERROHT, 2003), influencia na disponibilização dos nutrientes.

Nesse sentido, a adição de fontes orgânicas ao solo, como o esterco, reduz a capacidade de adsorção de fósforo, aumenta o teor de fósforo disponível e proporciona uma maior mobilidade no perfil do solo, de formas orgânicas solúveis de fósforo, quando comparada a aplicações na forma de fertilizantes químicos, para doses semelhantes de fósforo aplicadas (NOVAIS e outros, 2007).

O acompanhamento dos teores foliares de nutrientes das bananeiras permite informações sobre disponibilidade de nutrientes no solo e o diagnóstico do estado nutricional das plantas antes da ocorrência de sintomas, além das avaliações das trocas gasosas, que observariam o comportamento das principais variáveis fisiológicas nessas condições.

Damatto Junior e outros (2011a, b) repetiram as mesmas doses de composto orgânico em 'Prata-Anã' em cinco ciclos consecutivos. Damatto Júnior e outros (2011a) verificaram que: a maior parte dos macronutrientes presentes nas folhas não foi influenciada pelo incremento de doses de composto orgânico; no decorrer dos ciclos avaliados, os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, ferro e manganês decresceram, enquanto o cálcio e o magnésio acumularam-se nas plantas. Damatto Junior e outros (2011b) constataram que as doses de composto orgânico não causaram alterações nas características de crescimento das plantas; os cachos com massa mais elevada foram obtidos com as duas maiores quantidades de compostos aplicadas, o que, economicamente, indica que a melhor dose a ser recomendada é a de 129 kg de composto por planta, que fornece 290,5 g de K₂O por planta.

Moniem et al. (2008) estudaram o efeito de nitrogênio de compostos orgânicos combinados, N de fertilizantes minerais e extratos celulares de algas, sobre rendimento e a qualidade de frutos da bananeira 'Williams', nos terceiro e quarto ciclos de produção. Os melhores rendimentos foram obtidos em plantas que receberam N via composto orgânico e mineral, com 50% de cada. Adubação nitrogenada orgânica com 50% de composto de banana + 50% de fonte mineral,

associada à pulverização de extratos celulares com concentração acima de 50%, promoveram incrementos satisfatórios no rendimento da 'Williams'. Adubação orgânica com esterco de bovino ou composto de banana favoreceu a qualidade do fruto expresso por aumento do peso dos frutos, do teor de sólidos solúveis totais, da porcentagem de açúcares totais e no decréscimo da porcentagem de amido e de acidez total.

Ribeiro e outros (2013) compararam as cultivares Caipira, Maravilha, Pacovan Ken, Prata-Anã, Thap Maeo e Tropical em sistemas de cultivo convencional e orgânico. O sistema de cultivo afetou os parâmetros agronômicos da bananeira, com destaque para a cultivar Thap Maeo, que apresentou superioridade para algumas características agronômicas e, por isso, pode ser facilmente utilizado em sistema orgânico de cultivo. As cultivares apresentaram diferenças agronômicas, independentemente do sistema de manejo adotado. O tipo de manejo afetou a maioria das variáveis, exceto para massa do cacho, massa total da penca, número de frutos por penca, despencamento e firmeza do fruto com casca.

No que diz respeito à pós-colheita, o sistema de cultivo orgânico também não alterou as características físico-químicas das bananas, com exceção dos teores de umidade, de açúcares não redutores, sólidos solúveis, comprimento e diâmetro do fruto para algumas cultivares (RIBEIRO e outros, 2012).

Por ser uma planta que absorve grande quantidade de nutrientes, a bananeira restitui ao solo dois terços de sua fitomassa, que é rica em nutrientes. Entretanto, a depender da fertilidade inicial do solo, necessita de fertilização em abundância, devido à sua grande absorção pela planta e exportação pelos frutos (BORGES e outros, 2016). Apesar de haver diferenças nas exigências nutricionais entre as variedades, o potássio e o nitrogênio são os nutrientes mais absorvidos e necessários para o crescimento e a produção da planta (MOREIRA, 1999; SOTO BALLESTERO, 2008).

Bébe e outros (2010,) em estudo realizado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico no estado da Bahia, observaram tendências de maior absorção de nutrientes na 'Prata-Anã' e maior eficiência de utilização de nutrientes na 'BRS Platina', sendo que as produtividades foram similares. Silva e outros (2014) observaram que as deficiências de N para 'Prata-Anã' e Mg para 'BRS Platina' foram as que mais limitaram o crescimento em solução nutritiva. O acúmulo de nutrientes correspondeu à ordem $N > K > Ca > P > Mg > S$ para 'Prata-Anã' e à $N > K > Ca > P > S > Mg$ para 'BRS Platina'. Os autores observaram que a 'BRS Platina' apresentou maior eficiência de absorção de todos os macronutrientes, em solução completa. As cultivares não se diferiram quanto à eficiência de transporte dos macronutrientes, exceto na omissão de Mg, em que a maior eficiência ocorreu para 'BRS Platina'. A omissão de P, K, Ca, Mg e S na nutrição de ambas as cultivares resulta em maior eficiência de utilização, comparada com a das plantas nutridas adequadamente.

De acordo com Hoffmann e outros (2010b), os percentuais de macronutrientes exportados pelos frutos variam de 17 a 51% para N, 22 a 56% de P, 14 a 23% de K, 5 a 14% de Ca, 11 a 17% para Mg e 15 a 33% de S nas variedades 'Prata-Anã', 'Grande Naine', 'Pacovan' e 'Terrinha'. Em média, o P foi o macronutriente mais exportado, e Ca, o menos exportado. Para os micronutrientes, os percentuais de exportação pelos frutos em ordem decrescente foram Cu (18%), Zn (17%), B (10%), Fe (9%) e Mg (6%) (HOFFMANN e outros, 2010a).

Os órgãos da planta também variam quanto ao acúmulo de nutrientes, o N aparece em maior quantidade na folha, no pseudocaule e nos frutos; P, no pseudocaule e nos frutos; K, no pseudocaule; Ca, no pseudocaule e nas folhas; Mg, no pseudocaule; e rizoma e enxofre, no pseudocaule. Entretanto, para todos os nutrientes citados acima, as menores quantidades foram encontradas no engaço (BORGES e outros, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, A fraco, textura média. A área localiza-se no Instituto Federal Baiano, *Campus* Guanambi, BA, latitude de 14° 17' 27'' S, longitude de 42° 46' 53'' W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680mm e temperatura média anual de 26 °C (Clima tipo Aw - Köppen).

No transplântio, em 21/08/2012, utilizaram-se mudas micropropagadas em espaçamento de 2,5 m x 2,0 m. As práticas culturais seguiram as recomendações de Rodrigues e outros (2015). A área foi subsolada, arada, gradeada, sulcada, e os fertilizantes, incorporados à terra de abertura da cova de plantio, conforme doses previstas nos tratamentos.

O sistema de irrigação utilizado foi a microaspersão, com emissores Netafim, modelo autocompensante (Netafim Israel, Kibutz Hatzerim, Israel), vazão 130 L h⁻¹, diâmetro molhado de 7,4m, bocal vermelho de 1,57mm, espaçamento de 5m entre laterais e emissores. As irrigações foram realizadas com base na evapotranspiração da cultura, através do produto da evapotranspiração de referência (ET_o), calculada pelo método de Penman-Monteith modificado e o coeficiente da cultura variável com o estágio fenológico no primeiro ciclo e com valor fixo de 1,4 a partir do florescimento da bananeira, conforme Coelho e outros (2012).

Os tratamentos consistiram de duas cultivares (Prata-Anã, AAB; BRS Platina, AAAB), cinco doses de adubação compostas por esterco bovino e farinha de rocha (EB-FR, Mg ha⁻¹ ano⁻¹; 0,00-0,00; 40,00-3,25; 80,00-6,50; 120,00-9,75; 160,00-13,00), definidas com base no aporte correspondente de 0-0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, seis épocas de avaliação (210, 390, 570, 750, 930 e 1.110 dias após o transplântio - DAT). Foram dispostos num delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 x 6, com três repetições. As parcelas

experimentais foram constituídas por 20 plantas, sendo as seis centrais consideradas úteis. Antes da implantação, coletaram-se amostras de solo em cada bloco experimental, cujos atributos químicos caracterizam alta fertilidade atual (Tabela 1.1), conferida por modificações antrópicas.

Tabela 1.1 - Atributos químicos do solo nos blocos (B1, B2 e B3), antes do plantio, nas profundidades 0–20 e 20-40cm. Guanambi, BA, 2012

.....Composição Química.....																			
Prof.	pH ¹	MO ²	P ³	K ³	Na ³	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	H+Al ⁵	SB	t	T	V	m	B ⁶	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³
cm	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³	.....cmol _c dm ⁻³.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
B1	7,2	1,2	463,7	439	0,1	4,3	1,8	0,0	0,8	7,4	7,4	8,1	91	0	0,7	2,1	19,4	47,7	42,4
B2	7,6	1,5	502,6	520	0,1	5,1	1,6	0,0	0,8	8,1	8,1	8,9	91	0	1,2	2,0	18,0	46,7	51,8
B3	7,5	1,0	438,7	520	0,1	4,3	1,6	0,0	0,8	7,4	7,4	8,1	91	0	0,9	2,6	29,4	45,1	28,3
B1	7,2	0,2	233,4	359	0,1	3,3	1,3	0,0	0,8	5,6	5,6	6,4	88	0	1,0	1,1	25,6	28,3	9,5
B2	7,4	0,2	294,3	439	0,1	3,9	1,0	0,0	0,8	6,2	6,2	6,9	89	0	0,9	1,3	19,9	26,5	10,7
B3	7,4	0,1	159,5	318	0,1	3,4	1,1	0,0	0,7	5,4	5,4	6,1	89	0	1,1	1,2	35,0	28,4	6,0

Prof. = profundidade da camada de solo; B1 = bloco 1; B2 = bloco 2; B3 = bloco 3; ¹pH em água; ²Colorimetria; ³Extrator: Mehlich-1; ⁴Extrator: KCl 1 mol L⁻¹; ⁵pH SMP; ⁶Extrator: BaCl₂; ⁷Extrator: Ca(H₂PO₄)₂, 500 mg⁻¹ L de P em HOAc 2 mol L⁻¹; ⁸Solução equilíbrio de P; SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7; V, Saturação por bases; m, Saturação por alumínio; dag kg⁻¹ = %; mg dm⁻³ = ppm; cmol_c dm⁻³ = meq 100 cm⁻³.

O esterco utilizado (Figura 1.2a) apresentava, em média, em base seca (65⁰C) umidade de 16,72%, teor de matéria orgânica de 63,73 g kg⁻¹ e os seguintes teores de macronutrientes (g kg⁻¹): Ca = 1,7, Mg = 0,2, K = 2,5, N = 5,2, S = 2,3 (EPA 3051 / APHA 3120B) e P (APHA 4500-PC); e micronutrientes (mg kg⁻¹): B = 2,1, Cu = 45,2, Zn = 200,5, Mn = 391,8 e Fe = 1.932,4 (EPA 3051 / APHA 3120B). O pH era 7,42 (Método oficial - MA), e a densidade, 0,38 g cm⁻³. A farinha de rocha (Figura 1.2b), terra natural de Ipirá, Naturalplus® (fertilizante natural) da Terra Produtiva Mineradora Ltda, contém 30,0 g kg⁻¹ de K₂O (total), 10,0 g kg⁻¹ de P₂O₅, 52,0 g kg⁻¹ de CaO, 30,0 g kg⁻¹ de MgO, 63,0 g kg⁻¹ de Fe₂O₃, 1,5 g kg⁻¹ de MnO, 630 g kg⁻¹ de SiO₂, 69mg kg⁻¹ de Zn (ICP95A – Fusão com Metaborato de Lítio –ICP OES), 127mg kg⁻¹ de Cu e 5mg kg⁻¹ de MO (IMS95A - Fusão com Metaborato de Lítio – ICP MS).



(a)



(b)

Figura 1.2 – (a): Esterco bovino proveniente de curral do IFBAIANO – campus Guanambi e (b): Farinha de rocha – Naturalplus® da terra produtiva mineradora, utilizados na fertilização dos solos das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’. Fotos: Pedro Ricardo Rocha Marques.

Para estabelecimento das doses, fixou-se a recomendação máxima de nitrogênio da literatura (SOUTO e outros, 1997), $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nitrogênio (N), por se tratar de adubação orgânica, com disponibilização lenta de N comparada à adubação mineral; a partir dessa dose, definiram-se cinco doses, com intervalos de $175 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N até a dose zero ($700; 525; 350; 175; 0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N); fixou-se a dose máxima de K_2O como $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ com intervalos de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O ($800; 600; 400; 200; 0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O); fixou-se a relação N/ K_2O em 1,7/1; com base no teor de N do esterco bovino, definiu-se a dose de esterco ($160 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), para atender ao requerimento de $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N; calculou-se a

quantidade de K_2O ($405 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O) aportada por aquela dose de esterco; com base no teor de K_2O na farinha de rocha, calculou-se a dose de farinha de rocha ($13 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) para fornecer $395 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O para complementar o requerimento de $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O . Repetiram-se esses procedimentos para definição das doses intermediárias, aportando ao solo ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) P_2O_5 -Ca-Mg-S (0,00-0,00-0,00-0,00; 401-228-105-77; 801-456-211-155; 1.202-685-316-232; 1.603-913-421-310). Essas foram parceladas em seis aplicações, a cada 60 dias, dividindo por $2.000 \text{ plantas ha}^{-1}$.

Foram aplicadas no primeiro ciclo, na fase vegetativa, 40g de ácido bórico, 60g de sulfato de zinco e 80g de ureia em pulverização por máquina costal e, a cada 60 dias, 10g família⁻¹ de sulfato de zinco e 10g família⁻¹ de ácido bórico via rizoma. Sulfato de cobre (3 g família⁻¹) em três doses e 30g família⁻¹ de sulfato de magnésio durante o segundo ciclo (NOMURA e outros, 2011; RODRIGUES e outros, 2015).

Realizaram-se amostragens de folhas de acordo com Rodrigues e outros (2010) aos 210, 390, 570, 750, 930 e 1.110 dias após o transplântio (DAT), correspondentes aos estágios fenológicos de florescimento do primeiro ciclo (225 DAT), colheita do primeiro ciclo (397 DAT), florescimento do segundo ciclo (478 DAT), colheita do segundo ciclo (630 DAT) e florescimento do terceiro ciclo (770 DAT), colheita do terceiro ciclo (912 dias) e florescimento do quarto ciclo (1.020 dias), respectivamente. Em cada planta útil, num total de seis, das repetições dos tratamentos, foram coletadas amostras simples de folha para integrar a amostra composta em cada parcela.

Determinaram-se teores de N, P, K, Ca, Mg e S (dag kg^{-1}) e de B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg^{-1}): N, digestão sulfúrica (método Kjeldahl); P, K, S, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, digestão nitricoperclórica; e B, digestão via seca. Procedeu-se às interpretações dos teores, para avaliação do estado nutricional da cultura, pela técnica das faixas de suficiência, com base em Silva (2015) para a cultivar 'Prata-Anã': macronutrientes, em dag kg^{-1} - N (2,50-2,90); P (0,15-0,19); K (2,70-3,50); S (0,17-

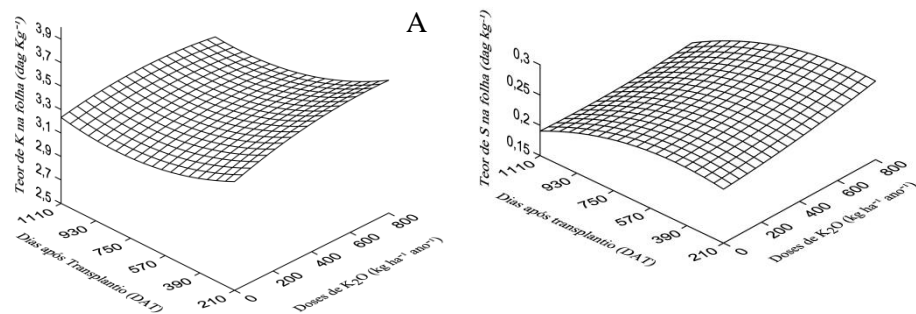
0,20); Ca (0,45-0,75); Mg (0,24-0,40); e, micronutrientes, em mg kg⁻¹ - B (12,0-25,0); Cu (2,6-8,8); Fe (72-157); Mn (173-630) e Zn (14-25). Foram avaliadas ainda as massas dos cachos e das pencas em três ciclos de produção.

Submeteram-se os dados à análise de variância. As interações significativas foram desdobradas; as médias, agrupadas pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade para épocas de avaliação, comparadas pelo teste F para cultivares; e procedeu-se às análises de regressão para doses de adubação e para interação com épocas de avaliação. Na ausência de interações, estudaram-se os efeitos dos fatores principais considerando-se os testes de média e regressões. Nos modelos de regressão, consideraram-se adequação ao fenômeno estudado, coeficientes de determinação e significância dos parâmetros da regressão pelo teste t.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interações ($P \leq 0,05$) entre doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) aportadas pelo esterco bovino e farinha de rocha e as épocas de avaliação, para os teores de potássio (K) e enxofre (S) nas folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ (Figura 1.3); entre adubação e cultivar para manganês (Mn) (Figura 1.4); entre cultivares e épocas para os teores de K, S, cobre (Cu), zinco (Zn) e ferro (Fe) (Tabela 1.2). As doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) influenciaram de forma independente ($P \leq 0,05$) os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), Cálcio (Ca) e Cu (Figura 1.5). Os teores de N, P, Ca, magnésio (Mg), boro (B) e Mn foram influenciados ($P \leq 0,05$) pelas épocas de forma independente (Tabela 1.3); as massas dos cachos e das pencas variaram com a época de avaliação (Tabela 1.4) e com a adubação, de forma independente.

Para os teores de K nas folhas de bananeiras (Figura 1.3A), ajustou-se uma superfície de resposta em função das doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) e épocas de avaliação (DAT). Os teores de K aumentam com o incremento das doses e diminuem em função dos DAT. Os teores médios de K para as doses de K_2O variaram entre 3,24 e 3,39 $dag\ kg^{-1}$, dentro da faixa de suficiência (SILVA, 2015). Para épocas de avaliação, aos 390 DAT, foi constatada a maior média, acima de 3,5 $dag\ kg^{-1}$. No presente trabalho, 50,68 % do K_2O aportado derivou do esterco. Apesar da menor concentração de K nesse, todo o K dos adubos orgânicos de origem animal encontra-se mineralizado, apresentando, assim, comportamento semelhante ao K de fertilizantes minerais, enquanto a liberação de K das rochas é mais lenta devido à baixa solubilidade (NOVAIS e outros, 2007).



$$K(\text{Teor}) = 3,6229 - 0,001070y + 0,00000006472y^2 + 0,0006240x - 0,00000002455xy - 0,000000039484x^2$$

$$S(\text{Teor}) = 0,22179 + 0,0001078y - 0,0000000122y^2 + 0,000003695x - 0,00000000457xy - 0,000000002976x^2$$

Figura 1.3 - Superfícies de resposta para os teores médios de potássio (A) e enxofre (B) (dag kg^{-1}) em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, em função das doses de K_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha e épocas de avaliação (DAT). Guanambi, BA, 2012-2015.

Incremento linear nos teores de K em folhas de ‘Prata-Anã’ em função de doses de K_2O no solo em quatro ciclos, porém com fonte mineral, foram observados por Silva e outros (2011), Silva e outros (2013) e Silva e Simão (2015). Por outro lado, Damatto Júnior e outros (2011a) não constataram influência das doses de composto orgânico, com doses até $630,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O , nos teores de K nas folhas de ‘Prata-Anã’ em cinco ciclos de produção.

O teor de K nas folhas decresceu dos 210 aos 750 DAT e voltou a crescer até os 1.110 DAT. Contribuíram para isso a adubação, a ciclagem do potássio da palhada, pois de 60 a 86% do K absorvido é restituído ao solo (HOFFMANN e outros 2010b) e favore, dessa forma, a economia nutricional, a melhoria da regulação hídrica e osmótica e a proteção contra estresses (MARSCHNERS, 2012).

Para os teores de S nas folhas das bananeiras, também ajustou-se uma superfície de resposta entre doses de K_2O ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e DAT (Figura 1.3B), com aumento dos teores em função do incremento das doses de K_2O e aumento até os 570 DAT seguido de decréscimo, num ajuste quadrático aos dois fatores. Os teores médios variaram entre 0,22 a 0,23 e 0,19 a 0,29 dag kg^{-1} para doses de K_2O e os

DAT respectivamente e se situaram acima da faixa de suficiência (SILVA, 2015). Esse incremento está relacionado à presença do nutriente no esterco, pois, para cada dose de K_2O , são adicionados 0, 77, 155, 232 e 310 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de S. A ciclagem de S colabora, restituindo ao solo até 85% na ‘Prata-Anã’ (HOFFMANN e outros 2010b).

Os teores de Mn nas folhas da bananeira ‘Prata-Anã’ ajustaram-se a um modelo quadrático em função das doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) aportadas ao solo via esterco bovino e farinha de rocha (Figura 1.4). O modelo estima um teor mínimo de 62,83 $mg\ kg^{-1}$ quando se aplica a dose de 394, 81 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de K_2O e teores de 82,50 $mg\ kg^{-1}$ para as doses 0 e 800 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$, o que evidencia o decréscimo inicial e o retorno ao mesmo valor. Para a ‘BRS Platina’, o teor médio foi de 78,88 $mg\ kg^{-1}$ sem ajuste de modelo. Em ambas as cultivares, os teores de Mn foram deficientes (SILVA, 2015), contudo sem expressão de sintomas pelas bananeiras.

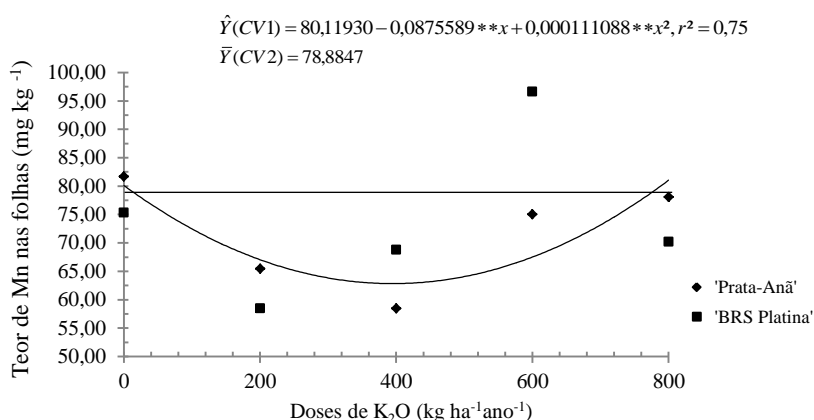


Figura 1.4 - Teores de Manganês ($mg\ kg^{-1}$) em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, em função de doses de K_2O ($kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012-2015. *Significativo a 5% e ** Significativo a 1%, pelo teste t.

Damatto Junior e outros (2011a) não constataram influência das doses de composto orgânico nos teores de Mn na folha de ‘Prata-Anã’. Entretanto, os teores estavam na faixa adequada, e, para algumas doses, houve aparecimento de sintomas

de toxidez. O pH inicial do solo utilizado por esses autores era 5,9. No presente trabalho, o decréscimo do teor de Mn pode decorrer do pH inicial do solo (Tabela 1.1), em média, 7,4 na camada de 0-20 cm, pois um dos fatores que mais afetam a disponibilidade de Mn^{++} é o pH do solo. Aliado a isso, ocorre incremento das cargas superficiais negativas no solo, pela dissociação dos grupamentos funcionais carboxílicos e fenólicos das substâncias húmicas do esterco adicionado e da palhada da bananeira, que, inicialmente, aumenta a adsorção de cátions metálicos como manganês, zinco e cobre (NOVAIS e outros, 2007). Contudo, a partir da dosagem de 394, 81 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, os teores de Mn aumentam, pois tanto o esterco quanto a farinha de rocha constituem fontes de Mn.

Adicionalmente, o Mn é o micronutriente mais acumulado pela bananeira, e a maioria das cultivares apresenta baixa exportação, sendo 90% do Mn absorvido, devolvido ao solo (HOFFMANN e outros, 2010a). Isso pode ser comprovado ao analisarmos a Tabela 1.3, em que os teores de Mn são maiores aos 390, 750 e 1.110 DAT, épocas de avaliação correspondentes ou após as colheitas do primeiro ao terceiro ciclo, respectivamente, quando já há contribuição pela decomposição da palhada. A despeito do fornecimento constante de Mn via adubação com os fertilizantes de fontes orgânicas e da ciclagem, o teor de Mn situa-se na faixa de deficiência (SILVA, 2015), pois o pH aumenta em função das doses de esterco e da água de irrigação, fatores tidos como limitantes à absorção do nutriente.

Houve interação entre cultivares e épocas de avaliação para K e S nas folhas das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, com identificação de dois e quatro agrupamentos para ‘Prata-Anã’ e três e quatro na ‘BRS Platina’, respectivamente, pelo critério de Scott-Knott ($P \leq 0,05$) (Tabela 1.2). Na ‘Prata-Anã’, os maiores teores ficaram entre 3,25 e 3,41 dag kg⁻¹, aos 210, 390, 570 e 1.110 DAT, para K e 0,28 dag kg⁻¹ (390 DAT) para S. Na ‘BRS Platina’, os teores de K foram maiores aos 210 e 390 DAT (3,70 e 3,71 dag kg⁻¹), e os de S, aos 390 DAT (0,30 dag kg⁻¹). Os teores médios de K e S estão acima ou dentro da faixa de suficiência.

Tabela 1.2 - Teores médios de potássio (K), enxofre (S), cobre (Cu), zinco (Zn) e ferro (Fe), em folhas de bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina', submetidas a doses de K₂O (kg ha⁻¹Ano⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha, em diferentes épocas de avaliação (DAT)⁽¹⁾. Guanambi – BA, 2012-2015

Nutriente		DAT (dias após transplantio)						CV (%)
		210	390	570	750	930	1.110	
K (dag kg ⁻¹)	PA	3,28 Ab	3,41 Ab	3,33 Aa	3,07 Bb	3,18 Ba	3,25 Aa	5,81
	PL	3,70 Aa	3,71 Aa	3,17 Cb	3,37 Ba	3,32Ba	3,33 Ba	
S (dag kg ⁻¹)	PA	0,22 Cb	0,28 Ab	0,26 Ba	0,21 Ca	0,17 Db	0,21 Ca	10,03
	PL	0,24 Ca	0,30 Aa	0,27 Ba	0,22 Ca	0,21 Da	0,20 Da	
Cu (mg kg ⁻¹)	PA	10,59 Aa	10,03 Ab	8,10 Ba	6,04 Ca	5,88 Ca	7,40 Ba	16,23
	PL	10,13 Ba	11,10 Aa	6,47 Db	6,37 Da	4,95 Eb	7,98 Ca	
Zn (mg kg ⁻¹)	PA	20,18 Ba	25,18 Ab	18,10 Ba	19,23 Ba	15,86 Ca	20,12 Bb	20,51
	PL	22,88 Ba	30,36 Aa	16,13 Da	18,61 Ca	14,52 Da	23,51 Ba	
Fe (mg kg ⁻¹)	PA	70,20 Aa	135,58 Aa	87,12 Aa	148,98 Aa	64,52 Aa	81,97 Ab	112,48
	PL	86,44 Ba	159,31 Ba	91,11 Ba	166,55 Ba	82,05 Ba	278,80 Aa	

PA ('Prata-Anã' e PL ('BRS Platina'); ⁽¹⁾Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas para cultivares, não diferem entre si pelo teste de F, e maiúsculas nas linhas para épocas de avaliação, pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

Donato e outros (2010), em condições análogas ao presente estudo, observaram teores próximos para K e S aos 180 e 360 DAT, períodos fenológicos semelhantes. Damatto Junior e outros (2006) também constaram no florescimento e colheita do primeiro ciclo teores de K e S semelhantes para 'Prata-Anã', porém com tendência de queda entre florescimento e colheita.

'Prata-Anã' e 'BRS Platina' diferiram-se entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$), nos períodos 210, 390, 570 e 750 DAT para K; 210, 390 e 930 DAT para S, com maiores teores para a 'BRS Platina', exceto aos 570 dias para K (Tabela 1.2). Donato e outros (2010) observaram maiores teores de K na 'BRS Platina' aos 180 e 360 DAT. Borges e outros (2006) também constataram diferenças entre 'Prata-Anã' e híbridos tipo prata, para K e S no primeiro ciclo, com menores valores para 'Prata-Anã'. Isso pode ser justificado por Silva e outros (2014), que verificaram melhor eficiência de mudas de 'BRS Platina' comparadas com a 'Prata-Anã' com omissão de macronutrientes.

Quanto aos micronutrientes, ocorreram interações entre cultivares e épocas de avaliação com formação de três e cinco agrupamentos, respectivamente, para

‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ para Cu, três e quatro para Zn e dois para ‘BRS Platina’ para Fe, pelo critério de Scott-Knott ($P \leq 0,05$) (Tabela 1.2). Na ‘Prata-Anã’, as maiores médias foram: 10,59 e 10,03 mg kg⁻¹ aos 210 e 390 DAT para Cu; 25,18 mg kg⁻¹ aos 390 DAT para Zn. Na ‘BRS Platina’, os maiores teores de Cu e Zn, 11,10 e 30,36 mg kg⁻¹, respectivamente, ocorreram aos 390 DAT e 278,80 mg kg⁻¹ aos 1.110 DAT para Fe, com valores na faixa de suficiência.

Damatto Junior e outros (2006) observaram teores médios abaixo para Cu e Zn, e Donato e outros (2010), teores semelhantes para Zn e inferiores para Cu, comparados ao presente trabalho. Adubações com Zn via sulfato de zinco e Cu com sulfato de cobre realizadas no rizoma dos filhos desbastados contribuem para justificar os teores desses micronutrientes na folha, a despeito do pH elevado que favorece a adsorção desses nutrientes no solo.

‘Prata-Anã’ e BRS Platina diferiram entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$) para os teores de Cu, Zn e Fe nas folhas (Tabela 1.2). A ‘BRS Platina’ expressou maiores teores aos 390 DAT para Cu e Zn, Zn e Fe aos 1.110 DAT, enquanto a ‘Prata-Anã’ apresentou maiores teores de Cu aos 570 e 930 DAT. Borges e outros (2006) observaram diferenças entre a ‘Prata-Anã’ e seus híbridos para os mesmos nutrientes, e Donato e outros (2010) observaram maiores teores na ‘BRS Platina’ em comparação com sua genitora para Cu (360 DAT).

Para os teores de N, P e Cu nas folhas das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, foram ajustados modelos lineares crescentes em função das doses de K₂O kg ha⁻¹ ano⁻¹ aportados por esterco bovino e farinha de rocha. Para o Ca, ajustou-se um modelo cúbico (Figura 1.5).

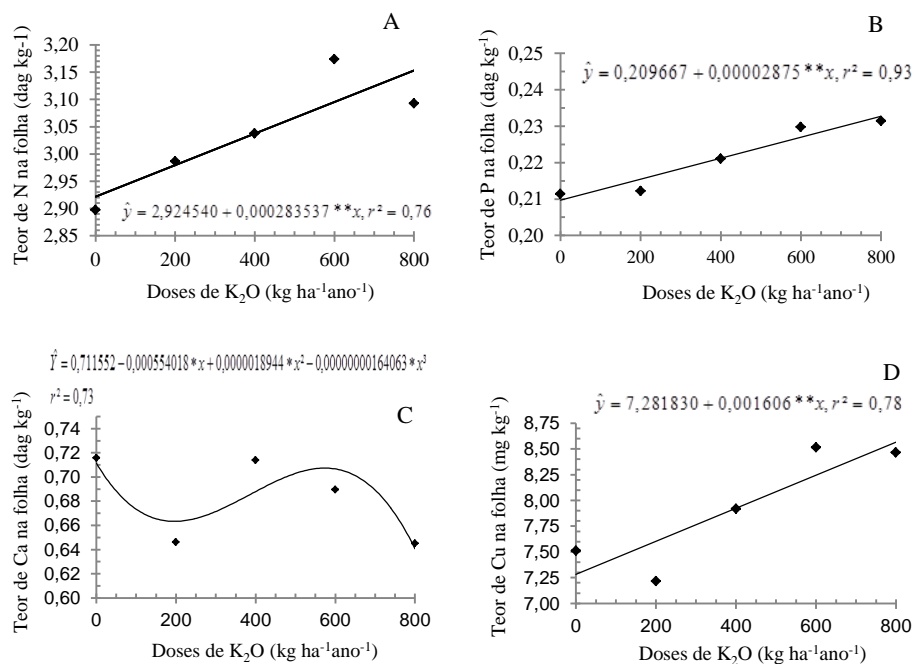


Figura 1.5 - Teores médios de nitrogênio (A), fósforo (B) e cálcio (C), dag Kg⁻¹, e cobre (D), mg kg⁻¹, em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, em função das doses de K₂O (kg ha⁻¹ano⁻¹) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012-2015. *Significativo a 5% e ** Significativo a 1%, pelo teste t.

Apesar da variação cúbica, os teores de Ca nas folhas foram maiores, 0,72 e 0,71 dag kg⁻¹, nas doses zero e 400 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 1.5C), e se enquadram na faixa de suficiência (SILVA, 2015). Melo e outros (2014) verificaram decréscimo do Ca em função das doses de K₂O, valores na faixa de deficiência e menores que os deste trabalho.

A bananeira é sensível ao desequilíbrio entre cátions no solo, sendo a relação Ca/(K+Ca+Mg) ideal de 0,6 a 0,8 (SILVA, 2015). No presente trabalho, a relação inicial é 0,6 (Tabela 1.1), contudo o aporte de K, ainda que com suprimento de Ca, tende a favorecer a maior absorção do cátion monovalente em detrimento do bivalente, o que justifica os decréscimos nos teores de Ca nas folhas nas doses mais

elevadas de K_2O . Contribuem para a manutenção dos valores de Ca na faixa de suficiência as adubações que aportam ao solo 0, 228, 456, 685 e 913 $kg\ ha^{-1}$ de Ca para as doses de 0, 200, 400, 600 e 800 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de K_2O , respectivamente, sendo 74,93% do Ca originado da farinha de rocha e 25,07%, do esterco. A ciclagem de nutrientes colabora, pois cerca de 72 a 95% do Ca absorvido é restituído, com até 95% na ‘Prata-Anã’ (HOFFMANN e outros, 2010b).

O modelo ajustado estima um incremento de 0,00028 $dag\ kg^{-1}$ de N para cada $kg\ ha^{-1}$ de K_2O adicionado, que corresponde à diferença de 7,8% entre a ausência de aplicação e a dose de 800 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de K_2O (Figura 1.5A). O aumento nos teores de N está associado à sua presença no esterco bovino. Os teores estão acima da faixa de suficiência, nas doses de 525 e 700 $kg\ ha^{-1}$ de N, muito elevadas (SILVA, 2015), o que pode induzir a um consumo de luxo, relação em que há aumento do teor foliar acima da faixa de suficiência, sem provocar toxidez, mas com poucas variações significativas da produtividade. Também contribui a ciclagem (HOFFMANN e outros, 2010b), com até 83% restituídos após a colheita na ‘Prata-Anã’. Damatto Junior e outros (2011a) aplicaram 0; 157,6; 315,2; 464,8 e 630,4 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de K_2O em ‘Prata-Anã’ em cinco ciclos, a partir de composto orgânico, e constataram teor médio 2,5 $dag\ kg^{-1}$ de N, menor que os valores do presente trabalho.

O modelo estima um incremento de 0,0000287 $dag\ kg^{-1}$ de P para cada $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de K_2O adicionado, que corresponde a 10,95% entre a ausência de aplicação e a dose de 800 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de K_2O (Figura 1.5B). O aumento nos teores de P, acima da faixa de suficiência para todas as doses, está associado ao seu elevado teor inicial no solo (Tabela 1.1) e à contribuição esterco bovino e farinha de rocha, pois, para a dose 800 $kg\ ha^{-1}$ de K_2O , são adicionados 1.603 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ de P_2O_5 , originados 91,8% do esterco bovino.

Silva e Rodrigues (2013) observaram aumento linear de P em solo com 4,6 $mg\ dm^{-3}$ de P inicial, com ‘Prata-Anã’ durante quatro ciclos, com adubação

fosfatada, cujo teor de P aumentou até 140 mg dm^{-3} na dosagem máxima, $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de P_2O_5 . Contudo, diferente do observado no presente trabalho, a aplicação de P não influenciou o teor do nutriente na folha, com teor médio de $0,16 \text{ dag kg}^{-1}$, dentro da faixa de suficiência. Os autores concluíram que a bananeira 'Prata Anã', mesmo quando cultivada em solo com baixo teor de P, responde à aplicação desse nutriente somente no primeiro ciclo.

A despeito disso e dos altos teores de fósforo no solo, em média, $468,33 \text{ mg dm}^{-3}$ (Tabela 1.1), o que pode proporcionar valores acima da faixa de suficiência mesmo sem adubação, caracterizando, assim, como no nitrogênio, um consumo de luxo; como relatam Novais e outros (2007), a adição de esterco e outras fontes orgânicas ao solo reduz a adsorção de fósforo, aumenta o teor disponível e proporciona maior mobilidade no perfil do solo de formas orgânicas solúveis de fósforo. A ciclagem de nutrientes também contribui (HOFFMANN e outros, 2010b), pois cerca de 78% do P absorvido pela 'Prata-Anã' é restituído ao solo.

O modelo estima um incremento de $0,0016 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu para cada kg ha^{-1} de K_2O adicionado, diferença de 17,58% entre a ausência de aplicação e a dose de $800 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de K_2O (Figura 1.5D). O aumento nos teores de Cu e a sua manutenção na faixa de suficiência estão associados à sua presença no esterco e na farinha de rocha e às adubações realizadas no segundo ciclo com sulfato de cobre aplicado no rizoma do filho desbastado, para evitar as prováveis deficiências induzidas pelo pH elevado e pela adsorção decorrente da adição de matéria orgânica, comum aos cátions metálicos (MARSCHNERS, 2012). Adicionalmente, como constatado (HOFFMANN e outros, 2010a), 82% do Cu absorvido pela 'Prata-Anã' pode retornar ao solo.

Donato e outros (2010) obtiveram teores semelhantes para as bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina', com suprimento de cobre via rizoma (NOMURA e

outros, 2011). Damatto Junior e outros (2011a) não observaram diferenças nos teores de Cu na folha com a aplicação de composto orgânico.

Os teores médios de N, P, Ca e Mg nas folhas das bananeiras tipo prata diferiram entre épocas de avaliação formando quatro agrupamentos para N e Ca e três para P e Mg pelo critério de Scott-Knott ($P \leq 0,05$) (Tabela 1.3). Os teores acima da faixa de suficiência ocorreram aos 390 DAT. Os elevados teores de P, Ca e Mg iniciais no solo e as adubações realizadas com altos aportes de N e P proporcionaram um consumo de luxo até os 390 DAT.

Tabela 1.3 - Teores médios de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio (dag kg^{-1}), boro e manganês (mg kg^{-1}), em folhas de bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, submetidas a diferentes doses de K_2O ($\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) aportadas por esterco e farinha de rocha, em diferentes épocas de avaliação (DAT)⁽¹⁾. Guanambi - BA, 2012-2015

Teores foliares	Épocas de avaliação (DAT) – dias após o transplântio						CV(%)
	210	390	570	750	930	1.110	
N	3,18 B	3,60 A	2,95 C	2,74 D	2,74 D	2,99 C	6,21
P	0,22 B	0,25 A	0,22 B	0,20 C	0,19 C	0,22 B	8,65
Ca	0,51 D	0,95 A	0,58 C	0,63 C	0,58 C	0,81 B	17,92
Mg	0,35 C	0,67 A	0,44 B	0,42 B	0,39 C	0,48 B	24,10
B	13,73 D	22,58 C	28,12 B	34,25 A	23,03 C	30,12 B	27,77
Mn	64,07 C	100,30 A	61,59 C	83,18 B	48,45 D	79,16 B	28,09

⁽¹⁾ Épocas de avaliação (DAT = dias após o transplântio); Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas, pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Os teores dos micronutrientes B e Mn nas folhas das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ formaram quatro grupos pelo critério de Scott-Knott ($P \leq 0,05$) (Tabela 1.3), sendo as maiores médias $34,25 \text{ mg kg}^{-1}$ para B aos 750 DAT e $100,30 \text{ mg kg}^{-1}$ para Mn aos 390 DAT. Os teores estão acima da faixa de suficiência para B e deficientes para Mn. Donato e outros (2010), aos 360 DAT, e Borges e outros (2006) encontraram teores superiores. O maior teor de B aos 750 DAT deve-se às constantes adubações com B via rizoma a cada 60 dias.

Referente à produção, ocorreu aumento ($P \leq 0,05$) das massas dos cachos e das pencas das bananeiras tipo prata ao longo dos ciclos, de forma independente (Tabela 1.4). O ciclo III foi o mais produtivo, com valor médio de 39,23 t ha⁻¹ para massa do cacho e 35,48 t ha⁻¹ para massa das pencas. As médias das produtividades são ajustadas à produtividade real, obtida pela multiplicação da população efetivamente colhida (76%) da densidade média inicial (2000 plantas ha⁻¹), pois houve perdas por vento e outros fatores não relacionados aos tratamentos.

Donato e outros (2015) relatam que bananais bem manejados e implantados em posições da paisagem com melhores condições de solo apresentam produtividade superior a 40 t ha⁻¹ ano⁻¹ (alta produtividade - >32 t ha⁻¹ ano⁻¹).

Tabela 1.4 - Massas de cacho e das pencas avaliadas em bananeiras tipo prata adubadas em função das doses de K₂O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha em Guanambi – BA, 2012-2015

Característica	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	CV (%)
Massa do cacho (t ha ⁻¹)	24,11 C	34,21 B	39,23 A	11,42
Massa das pencas (t ha ⁻¹)	21,31 C	30,38 B	35,48 A	11,98

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Silva & Simão (2015) obtiveram massa do cacho semelhante, porém menor produtividade, pela menor população utilizada, 1.235 plantas ha⁻¹, em experimento com fertilização à base de K. Damatto Junior e outros (2011b), com adubação orgânica, relataram aumento da massa do cacho do primeiro para o segundo ciclo, com valores menores e redução no terceiro ciclo, sob alegação de esgotamento de nutrientes no solo.

5 CONCLUSÕES

1. Os teores de K e S nas folhas das bananeiras tipo prata aumentam com as doses de K_2O aportadas por esterco e farinha de rocha em interação com as épocas de avaliação, e os teores de N, P e Cu, de forma independente.
2. Fertilidade do solo elevada, adubação com farinha de rocha e esterco bovino são insuficientes para manter os teores de Mn nas folhas das bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' na faixa de suficiência.
3. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produtividade de bananeiras tipo Prata em solos com fertilidade elevada construída.

CAPÍTULO 2

TROCAS GASOSAS E PRODUÇÃO DE BANANEIRAS TIPO PRATA COM FONTES DE FERTILIZANTES PARA MANEJO ORGÂNICO

Resumo - Objetivou-se com o presente trabalho avaliar trocas gasosas e produção de bananeiras tipo prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída. Para tanto, dispuseram-se duas cultivares (Prata-Anã e BRS Platina), cinco doses de K_2O (0, 200, 400, 600 e 800 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha Naturalplus® e dois horários de avaliação das trocas gasosas (8h e 14h), num delineamento inteiramente casualizado, em fatorial $2 \times 5 \times 2$, com 15 repetições. Para a produção, consideraram-se num delineamento em blocos casualizados quatro ciclos de produção, num $2 \times 5 \times 4$, e três repetições. Em condições de fertilidade alta, as trocas gasosas em bananeiras tipo prata são pouco influenciadas pelas adubações com doses crescentes de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. A adubação com doses crescentes de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha determinam uma variação quadrática na condutância estomática (8:00 e 14:00 h) e concentração interna de CO_2 em bananeira 'Prata-Anã' e uma variação linear para temperatura foliar e eficiência instantânea do uso da água em bananeira 'BRS Platina'. A eficiência quântica da fotossíntese é maior às 8:00 h, enquanto que a temperatura e a transpiração foliar são maiores às 14:00 h. As taxas de fotossíntese e transpiração foliar correlacionam-se diretamente com condutância estomática, eficiência instantânea do uso da água e temperatura foliar, enquanto eficiência instantânea do uso da água e a fotossíntese são associadas inversamente com transpiração e temperatura foliar. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produtividade de bananeiras tipo Prata em solos com fertilidade elevada construída.

Palavras-chave: *Musa* spp.. Cultivares. Esterco. Rochagem. Rendimento. Variáveis fisiológicas.

GAS EXCHANGE AND PRODUCTION OF PRATA TYPE BANANA PLANTS WITH FERTILIZER SOURCES FOR ORGANIC MANAGEMENT

Abstract - The objective of this work was to evaluate the gas exchange and the production of *Prata* type banana submitted to fertilizer sources for organic management in high fertility soils built. Therefore, it was arranged two cultivars (Prata-Anã e BRS Platina), five doses of K₂O (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ year⁻¹) supplied by cattle manure and Naturalplus® rock powder and two hours of evaluation of the gas exchanges (8 a.m. and 2 p.m.), in a completely randomized design, in a 2x5x2 with 15 replications. For the production, a randomized block design, four production cycles, in a 2x5x4, and three replications were considered. Under high fertility conditions, gaseous exchanges in *Prata* type banana are little influenced by fertilization with increasing doses of K₂O supplied by cattle manure and rock powder. The fertilization with increasing doses of K₂O supplied by cattle manure and rock powder determines a quadratic variation in the stomatal conductance (8:00 and 14:00 h) and internal CO₂ concentration in 'Prata-Anã' banana tree, and a linear variation for leaf temperature and instant efficiency of water use in banana tree 'BRS Platina'. The quantum efficiency of photosynthesis is higher at 8:00 h while the temperature and leaf transpiration were higher at 14:00 h. The rates of photosynthesis and leaf transpiration correlate directly with stomatal conductance, instantaneous water use efficiency and leaf temperature, while instantaneous efficiency of water use and photosynthesis are inversely associated with transpiration and leaf temperature. Organic fertilization with manure and rock powder does not increase the productivity of banana tree *Prata* type in high fertility soils built.

Key-words: *Musa* spp.. Cultivars. Manure. Rocking. Yield. Physiological variables.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da bananeira abrange diferentes zonas climáticas, entre eles, os trópicos semiáridos, e com diferentes estresses abióticos, que limitam a produção (DONATO e outros, 2016). Melhorias na produção nessas condições demandam, além de ações no melhoramento, estudos em práticas de manejo que permitam maior resiliência entre as interações do solo-água-planta-atmosfera. Entre as ações, a fertilização natural e orgânica aumenta a diversidade e a atividade biológica e promove a supressão de patógenos (GEENSE e outros, 2015).

O estudo das trocas gasosas é fundamental na identificação de cultivares em diversos ambientes, pois permite estabelecer uma variação genotípica de respostas fisiológicas às condições locais (TURNER e outros, 2007). Essas variações permitiram inferir sobre mudanças nas taxas de temperatura foliar, transpiração, condutância estomática, fotossíntese e eficiência do uso da água como indicadores fisiológicos de presença do estresse (LUCENA, 2013) e possibilitam extrapolação desses resultados para fomentar manejos em sistemas de produção específicos e para as cultivares em ambientes semelhantes (ARANTES e outros, 2016).

A farinha de rocha, um fertilizante de baixo custo, com presença de potássio, fósforo, cálcio e outros, é utilizada na recuperação ou fertilização de diversos tipos de solos (HARLEY e GILKES, 2000); é de lenta disponibilização no solo, particularmente em solos com pH elevado, contudo seu uso combinado com esterco bovino, e outros materiais orgânicos, melhora a sua eficiência (OSTERROHT, 2003).

Diversos estudos com adubação orgânica em bananeira (DAMATTO JUNIOR e outros, 2011; MONIEM e outros, 2008; RIBEIRO e outros, 2013) comprovam a possibilidade de uso dessas fontes, porém há necessidade do estudo de

características fisiológicas em ensaios de adubação; pois esses estudos são predominantes em cultivares tipo Cavendish (ROBINSON e GÁLAN SAÚCO, 2012), apesar de haver alguns resultados disponíveis para cultivares tipo Prata (ARANTES e outros, 2016) envolvendo cultivares e sistemas de irrigação.

Sistemas de adubação baseados em materiais orgânicos podem possibilitar melhoria nutricional, no crescimento da planta, nas trocas gasosas e na produtividade da bananeira. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as trocas gasosas e a produção das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações acerca da ecofisiologia da Bananeira

O cultivo da bananeira no mundo está situado entre as latitudes 30° S e 30° N do Equador, e os limites climáticos para sua atividade para o seu pleno crescimento e desenvolvimento são encontrados entre 15° de latitude ao Sul e ao Norte do Equador (SOTO BALLESTERO, 2008). Todavia, existem cultivos nos subtrópicos frios ou nos trópicos semiáridos, onde são comuns períodos no ano com temperaturas baixas ou estresses por calor e falta de água que limitam o potencial produtivo. No Brasil, segue-se essa mesma linha, com cultivos em ecossistemas variados, com predominância de diferentes fatores de estresse abióticos (DONATO e outros, 2016; ARANTES e outros, 2016).

Condições ideais de crescimento e desenvolvimento nem sempre são as mesmas de que a planta precisa; do ponto vista ecofisiológico, existe um ajuste da espécie às condições ambientais do local, clima e solo. Assim, a bananeira realiza suas trocas gasosas em taxas adequadas, quando há condições ambientais favoráveis (DONATO e outros, 2016). A planta consome uma grande quantidade de água, em função direta da absorção de CO₂ para a fotossíntese. A maior parte da água absorvida pelas raízes (97%) é transportada pela planta e evaporada das superfícies foliares por transpiração, enquanto uma pequena parte (2%) permanece na planta para atender às demandas de crescimento, da fotossíntese e de outros processos metabólicos (1%) (TAIZ e outros, 2017).

A bananeira não é uma planta perene, mas uma touceira ou família sim; pode ser cultivada por vários ciclos, e são acometidas variações com as condições ambientais e de manejo (MOREIRA, 1999). As fases de cada ciclo fenológico são

atualizadas por Soto Ballester (2008), de linguagem de cunho popular e, geralmente, não descritas nos livros de botânica, mas aceitas pela literatura internacional e de uso pelos produtores, como, por exemplo, planta-mãe, planta-filha, abordadas numa adaptação na Figura 2.1 (DONATO e outros, 2016). O entendimento dessas fases e a forma de atuação dos estresses abióticos nessas são significativos no momento da tomada de decisão em vista do manejo a ser adotado.

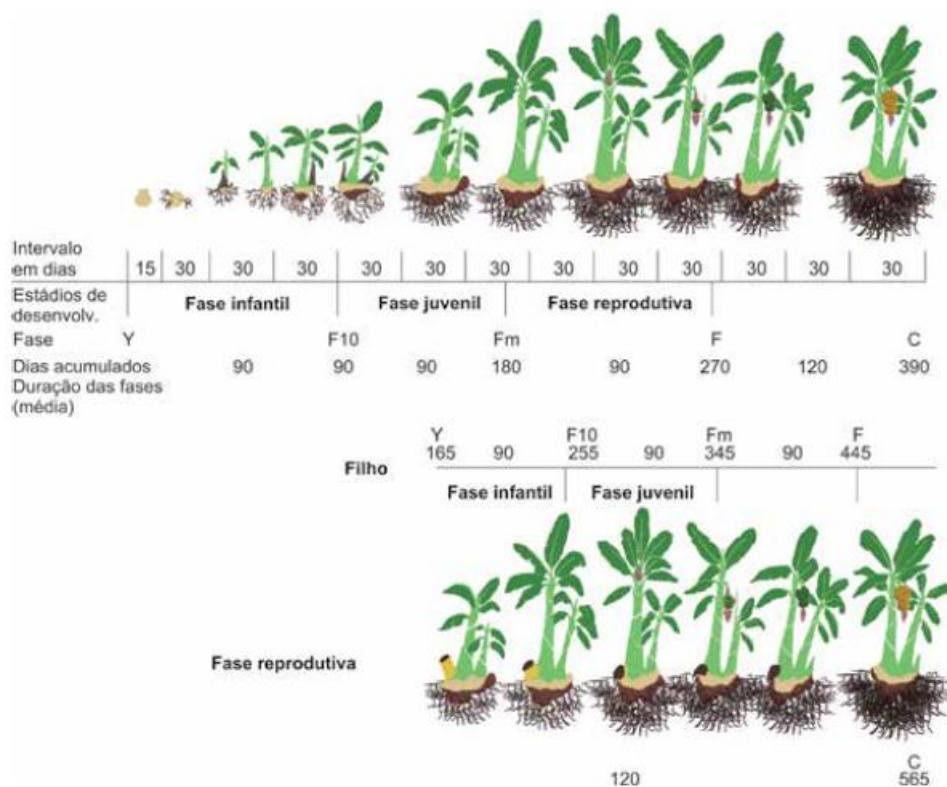


Figura 2.1 - Representação do ciclo da bananeira, com adaptações das durações dos estágios para bananeira Prata. Y = gema, desenvolvimento do filho; F10 = Primeira folha com 10 cm de largura; Fm = Primeira folha adulta (Diferenciação floral); F = Emissão da inflorescência; C = Colheita do cacho. Fonte: Adaptação das denominações das fases ou estágios de desenvolvimento adaptadas de Soto Ballester (2008) – Donato e outros, 2016.

Bananeiras sob estresse hídrico podem sofrer perturbações nas relações hídricas, na dinâmica de absorção de nutrientes, inibição do crescimento, no ciclo fenológico, nas trocas gasosas e no rendimento. O processo mais afetado pelo déficit hídrico é o da expansão celular, que afeta diretamente o crescimento da planta, dependente do turgor celular, ou seja, do potencial de pressão (Ψ_p) (TAIZ e outros, 2017). Dentre as variáveis das trocas gasosas afetadas pelo déficit hídrico, destacam-se, além da fotossíntese, a transpiração e a condutância estomática (TURNER e outros 2007; MAHOUACHI, 2009).

Os extremos de temperatura podem afetar as trocas gasosas; na fotossíntese, por exemplo, afetam o transporte de elétrons, a distribuição de energia, a estrutura das membranas dos tilacóides, o balanço iônico e a cinética enzimática, que acabam causando desnaturação de proteínas (DONATO e outros, 2016). As temperaturas mínima e máxima para o desenvolvimento e crescimento de bananeiras são bastantes controversas; de acordo com Soto Ballesterro (2008), os limites ficam entre 15,6 e 37,8 °C, enquanto que Moreira (1999) indica entre 15 e 35 °C. Entretanto, Turner e outros (2007) e Robinson e Galán Saúco (2010) demonstram que há um consenso entre as médias favoráveis para crescimento e desenvolvimento e ainda indicam que os limites extremos, a partir dos 14 e 35 °C, podem dar início aos possíveis estresses.

Além dos estresses por déficit hídrico e temperatura, as regiões semiáridas podem apresentar problemas causados por excessos de vento, que prejudicam os bananais de diversas formas, como na distribuição de água sobre o solo, com efeito em sistemas de aspersão e microaspersão, provocando arraste e diminuindo a eficiência de aplicação da água; e na diminuição das taxas fotossintéticas pelo rasgamento intenso da área foliar, o que acarretaria perdas na produtividade, e também pelo tombamento das plantas, principalmente em cultivares de porte mais alto, que afetaria a produção das touceiras ou famílias em ciclos posteriores (DONATO e outros, 2016).

O entendimento do comportamento da bananeira frente às condições de estresses abióticos é significativo para a adoção de estratégia de manejo no intuito de melhorar as condições de cultivo e também para o incremento na produtividade dos bananais. As estratégias vão desde o manejo da irrigação, à densidade de plantio e, no caso específico do presente trabalho, ao uso de cultivares adaptadas às condições locais, acrescido do uso de adubo orgânico, que, juntamente à deposição da palhada sobre o solo, podem diminuir a evaporação, minimizar a compactação, melhorar os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, as trocas gasosas e a eficiência do uso de água (ARANTES e outros, 2016; DONATO e outros, 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área do Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, BA. Originalmente, o solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, A fraco, textura média, localizado na latitude de 14°17'27" S, longitude de 42°46'53" W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680 mm e temperatura média anual de 26 °C (Clima tipo Aw - Köppen), cujas variáveis meteorológicas medidas durante o período experimental constam na Figura 2.2.

O experimento foi implantado em 21/08/2012 com mudas micropropagadas (espaçamento de 2,5 m x 2,0 m) e com práticas culturais consoante às recomendações de Rodrigues et al. (2015). A área foi subsolada, arada, gradeada, sulcada, e os fertilizantes, incorporados na cova de plantio, conforme tratamentos.

A irrigação foi a microaspersão com emissores Netafim (modelo autocompensante - Netafim Israel, Kibutz Hatzerim, Israel), vazão 130 L h⁻¹, diâmetro molhado de 7,4 m e espaçamento de 5 m entre laterais e emissores. As irrigações foram realizadas com base na evapotranspiração da cultura, através do produto da evapotranspiração de referência (ET_o), calculada pelo método de Penman-Monteith modificado e o coeficiente da cultura variável com o estágio fenológico no primeiro ciclo e com valor fixo de 1,4 a partir do florescimento da bananeira conforme Coelho e outros (2012).

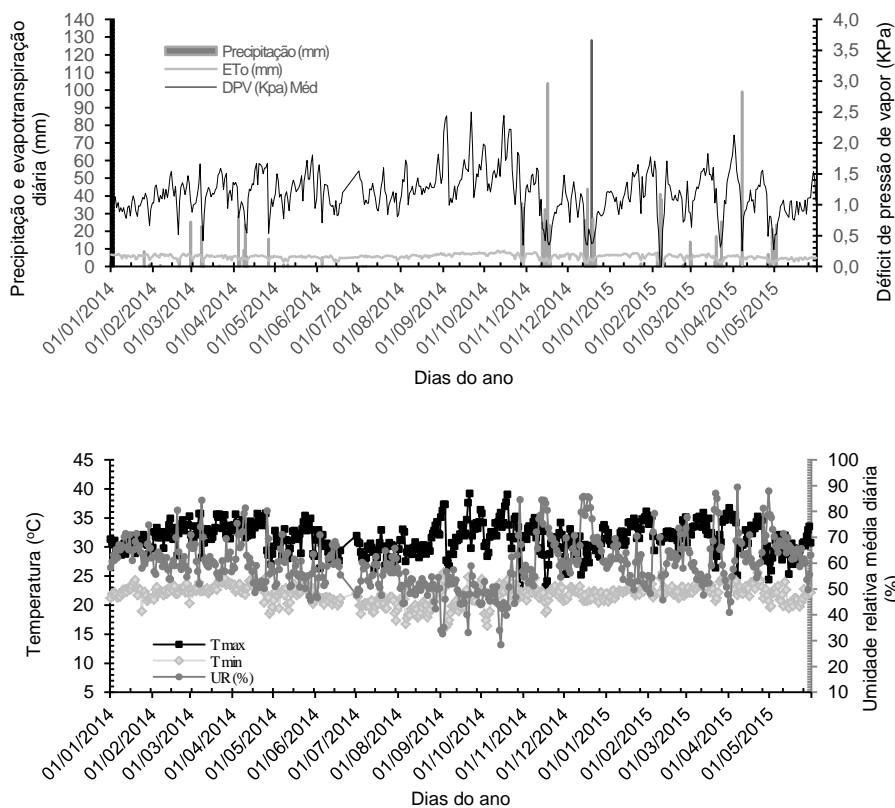


Figura 2.2 - A: Precipitação (mm), Evapotranspiração de referência (ETo - mm) e Déficit de pressão de vapor (DPV – KPa) e B: Temperaturas máximas e mínimas (°C) e Umidade relativa do ar (%) registradas na estação meteorológica localizada no IF Baiano *campus* Guanambi no período de janeiro de 2014 a maio de 2015.

Os tratamentos, duas cultivares (Prata-Anã e BRS Platina), cinco doses de K_2O (0, 200, 400, 600 e 800 $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha Naturalplus® e dois horários de avaliação das trocas gasosas (8:00 e 14:00 h) foram dispostos num delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5x2, com 15 repetições. Para a produção, consideraram-se um delineamento em blocos casualizados, quatro ciclos de produção num esquema fatorial 2x5x4, e três repetições.

O esterco utilizado apresentava em média em base seca (65⁰C) umidade de 16,72%, teor de matéria orgânica de 63,73 g kg⁻¹ e os seguintes teores de macronutrientes (g kg⁻¹): Ca = 1,7, Mg = 0,2, K = 2,5, N = 5,2, S = 2,3 (EPA 3051 / APHA 3120B) e P (APHA 4500-PC); e micronutrientes (mg kg⁻¹): B = 2,1, Cu = 45,2, Zn = 200,5, Mn = 391,8 e Fe = 1.932,4 (EPA 3051 / APHA 3120B). O pH era 7,42 (Método oficial - MA), e a densidade, 0,38 g cm⁻³. A farinha de rocha (Figura 1.2b), terra natural de Ipirá, Naturalplus® (fertilizante natural) da Terra Produtiva Mineradora Ltda, contém 30,0 g kg⁻¹ de K₂O (total), 10,0 g kg⁻¹ de P₂O₅, 52,0 g kg⁻¹ de CaO, 30,0 g kg⁻¹ de MgO, 63,0 g kg⁻¹ de Fe₂O₃, 1,5 g kg⁻¹ de MnO, 630 g kg⁻¹ de SiO₂, 69mg kg⁻¹ de Zn (ICP95A – Fusão com Metaborato de Lítio – ICP OES), 127mg kg⁻¹ de Cu e 5mg kg⁻¹ de MO (IMS95A - Fusão com Metaborato de Lítio – ICP MS).

As doses foram estabelecidas com base na recomendação máxima de nitrogênio da literatura (SOUTO e outros, 1997), 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio (N); a partir dessa dose, definiram-se cinco doses, com intervalos de 175 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N até a dose zero (700; 525; 350; 175; 0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N); fixou-se a dose máxima de K₂O como 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ com intervalos de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O (800; 600; 400; 200; 0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O); fixou-se a relação N/K₂O em 1,7/1; definiu-se a dose de esterco (160 Mg ha⁻¹ ano⁻¹), para atender ao requerimento de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N; calculou-se a quantidade de K₂O (405 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) aportada por aquela dose de esterco; com base no teor de K₂O na farinha de rocha, calculou-se a dose de farinha de rocha (13 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) para fornecer 395 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O para complementar o requerimento de 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O. Essas foram parceladas em seis aplicações, a cada 60 dias, dividindo por 2.000 plantas ha⁻¹. Ainda foram aplicados a cada 60 dias 10 g família⁻¹ de sulfato de zinco e 10 g família⁻¹ de ácido bórico via rizoma (RODRIGUES et al., 2015) e, durante o segundo ciclo, sulfato de cobre (3 g família⁻¹) em três doses e 30 g de sulfato de magnésio.

Foram mensuradas, sempre na terceira ou quarta folha, a contar do ápice para a base (ARANTES e outros, 2016), a radiação incidente na folha (Q_{leaf}) expressa em $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$; temperatura foliar (T_{leaf}), $^{\circ}\text{C}$; concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 (C_i), $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s), $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, transpira\u00e7\u00e3o (E), $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, fotoss\u00edntese l\u00edquida (A), $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$, efici\u00eancia instant\u00e2nea de uso da \u00e1gua (A/E), $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, efici\u00eancia de carboxila\u00e7\u00e3o (A/C_i) e efici\u00eancia qu\u00e2ntica ou fotoqu\u00edmica da fotoss\u00edntese (A/Q_{leaf}), $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Para tanto, foi utilizado o analisador de g\u00e1s infravermelho (IRGA) modelo Lcpro⁺ Portable Photosynthesis System (ADC BioScientific Limited, UK), com temperatura e irradi\u00e2ncia ambiente e fluxo de ar de 200 ml min^{-1} , sempre com o escudo de radia\u00e7\u00e3o voltado para o sol, como demonstrada na Figura 2.3.



Figura 2.3 – Mensura\u00e7\u00e3o das trocas gasosas com aux\u00edlio do IRGA em bananeiras ‘BRS Platina’ e ‘Prata-An\u00e3’ adubadas com esterco bovino e farinha de rocha. Fotos: Alessandro Arantes

Nas an\u00e1lises estat\u00edsticas, adotou-se o seguinte procedimento: para as caracter\u00edsticas fisiol\u00f3gicas, foi utilizado um arranjo em esquema fatorial $2 \times 5 \times 2$, duas cultivares, cinco doses de esterco bovino + farinha de rocha e dois hor\u00e1rios de leitura das trocas gasosas, com 15 repeti\u00e7\u00f5es (\u00e9pocas de avalia\u00e7\u00e3o - janeiro de 2014 - florescimento do segundo ciclo, 510 DAT a maio de 2015 - florescimento do quarto ciclo (990 DAT)); para a produtividade de massa do cacho e das pencas, um esquema fatorial $2 \times 5 \times 4$, com quatro ciclos de produ\u00e7\u00e3o.

Os dados foram submetidos à análise de variância; procedeu-se ao desdobramento das interações conforme a sua significância. Para as interações e efeito independente de doses de K_2O , realizaram-se análises de regressão. Na ausência de interações, as médias das cultivares e horários foram comparadas pelo teste F, e as dos ciclos, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Também, foram realizados estudos de correlação entre as variáveis de trocas gasosas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As trocas gasosas avaliadas na terceira folha de bananeiras tipo prata apresentaram interações tripla considerando-se a cultivar, dose e horário para condutância estomática (Figura 2.4) e dupla cultivar e dose para temperatura foliar, eficiência instantânea de uso da água e transpiração (Figura 2.5). A temperatura foliar, a transpiração e a eficiência quântica da fotossíntese em bananeiras tipo Prata variaram com o horário de avaliação, independentemente da cultivar ou dose (Tabela 2.1). As associações entre as trocas gasosas em bananeiras tipo Prata foram moderadas e positiva para $A \times g_s$ e $A \times A/E$ e moderada e negativa para $A \times T_{leaf}$ (Figura 2.6). As correlações $A/E \times T_{leaf}$, $A/E \times E$ e $E \times T_{leaf}$ de alta magnitude e negativa, média magnitude e negativa e média magnitude e positiva, respectivamente, estão apresentadas na Figura 2.6. As massas do cacho e pencas interagiram entre cultivar e dose (Figura 2.7) e variaram com a época de avaliação de forma independente.

Poucas variáveis fisiológicas foram influenciadas pelos tratamentos, provavelmente, devido à fertilidade inicial do solo elevada, cujos teores médios antes do plantio são de 468,33 e 493 mg dm⁻³ para P e K. Também contribuiu para isso o caráter pontual das medidas fisiológicas medidas no campo, pois essas variam com as condições atmosféricas e umidade do solo no momento da mensuração e podem não refletir as condições impostas pelos tratamentos (SANTOS e outros, 2013; ARANTES e outros, 2016).

A cultivar Prata-Anã, às 8:00 h, apresentou um comportamento quadrático decrescente para as taxas de g_s (Figura 2.4). O modelo estima um valor mínimo de 0,59 mol H₂O m⁻²s⁻¹ na g_s quando se aplica a dose de 401,13 kg ha⁻¹ano⁻¹ de K₂O e taxas de 0,78 e 0,80 mmol H₂O m⁻²s⁻¹ na ausência de adubação e na máxima dose, respectivamente. Para a mesma cultivar, no horário das 14:00 h, o comportamento foi

inverso, com crescimento inicial e chegando a uma condutância máxima de 0,57 mol H₂O m⁻²s⁻¹ quando se aplicou a dose de 315,47 kg ha⁻¹ano⁻¹ de K₂O, e decrescendo em seguida, chegando a um valor de 0,4208 mol H₂O m⁻²s⁻¹ para máxima dose. Para ‘BRS Platina’, nos dois horários, a média das taxas de g_s foram de 0,64 e 0,52 mol H₂O m⁻²s⁻¹, respectivamente, e sem ajustamento de curva.

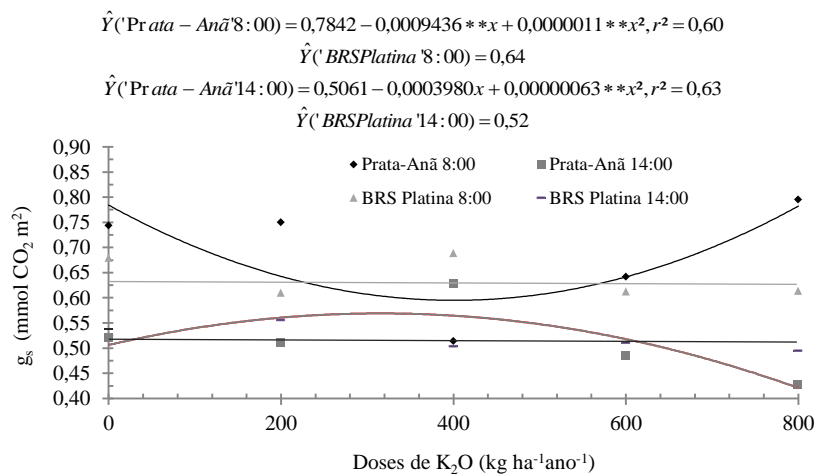


Figura 2.4 - Condutância estomática (g_s) às 8:00 e às 14:00 h avaliadas nas cultivares ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ em função das doses de K₂O (kg ha⁻¹ano⁻¹) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, 2014-2015. * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%, pelo teste t.

As quantidades de N e K₂O aportadas pelo esterco bovino e pela farinha de rocha contribuíram para explicar as taxas de g_s nos dois horários, como constatado pelo trabalho de Melo e outros (2009) com doses de nitrogênio e potássio em fertirrigação. Esses autores verificaram valores de até 0,51 mol H₂O m⁻²s⁻¹ para g_s para doses de 580 kg ha⁻¹ano⁻¹ de K₂O e valores menores quando a quantidade de K₂O é diminuída e a de N, aumentada. Isso evidencia a importância da calibração correta das doses N e K na osmorregulação estomática da bananeira e que excessos de N e ausência de potássio reduzem a g_s. Ainda que, no presente trabalho, fixou-se a relação N/K₂O em 1,7/1, a quantidade de N aportada foi bastante aumentada.

Outros fatores, como o aumento do déficit de pressão de vapor (DPV), também influenciaram as taxas de g_s nas folhas e, conseqüentemente, a abertura e o fechamento estomático, principalmente nos horários de maior estresse, como é o caso das 14:00 h (TURNER e outros, 2007; MAHOUACHI e outros, 2014; DZOMEKU e outros, 2016).

Nas condições de maior estresse com fechamento estomático, há efluxo de potássio nas células-guarda, induzido pela produção de ABA pelas raízes e, posteriormente, pela extrusão do malato pelas células-guarda (SHIMAZAKI e outros, 2007), provocado pelo aumento do DPV, que é conseqüência da baixa umidade relativa, da irradiância e da elevada temperatura do ar sobre as folhas (EKANAYAKE e outros, 1994; TURNER e outros, 2007; DONATO e outros, 2016). Nas épocas mais estressantes, como setembro e outubro, a temperatura máxima ambiente durante o período alcançou 39,2 °C, a umidade relativa do ar foi em torno de 30 a 35%, o que caracteriza condições de alto DPV, com valores registrados acima de 2,5 KPa (Figura 2.2) e a radiação incidente na folha chegou a 1.998 $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Essas condições situam-se acima do ótimo para a fotossíntese em bananeira (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2012), e o decréscimo nas taxas pode decorrer do fechamento estomático ou de problemas enzimáticos com diminuição da eficiência de carboxilação (ARANTES e outros, 2016). Por outro lado, em condições mais amenas, o potássio acumula-se nas células-guarda; conseqüentemente, o seu potencial osmótico é aumentado, e, juntamente à água, aumenta-se também a turgidez, o que favorece a abertura estomática; assim, explica-se o comportamento quadrático positivo às 8h.

A temperatura foliar (T_{leaf}) aumentou linearmente ($p < 0,05$) na ‘BRS Platina’ e com incremento de 0,003043 °C para cada kg de K_2O adicionado, com um acréscimo de 8,1% considerando-se a ausência da adubação até dose máxima. Na

cultivar Prata-Anã, não houve ajuste de modelo, a média da T_{leaf} foi de 35,35 °C (Figura 2.5 A).

Entretanto, devido às condições proporcionadas pelo esterco e pela farinha de rocha na manutenção da umidade do solo e também pelo fornecimento de K, que, juntos, ajudaram a manter a atividade estomática por maior tempo, favoreceu-se a refrigeração da folha, e diminuiu-se a possibilidade de atingir a temperatura de dano termal, com ocorrência de lesões.

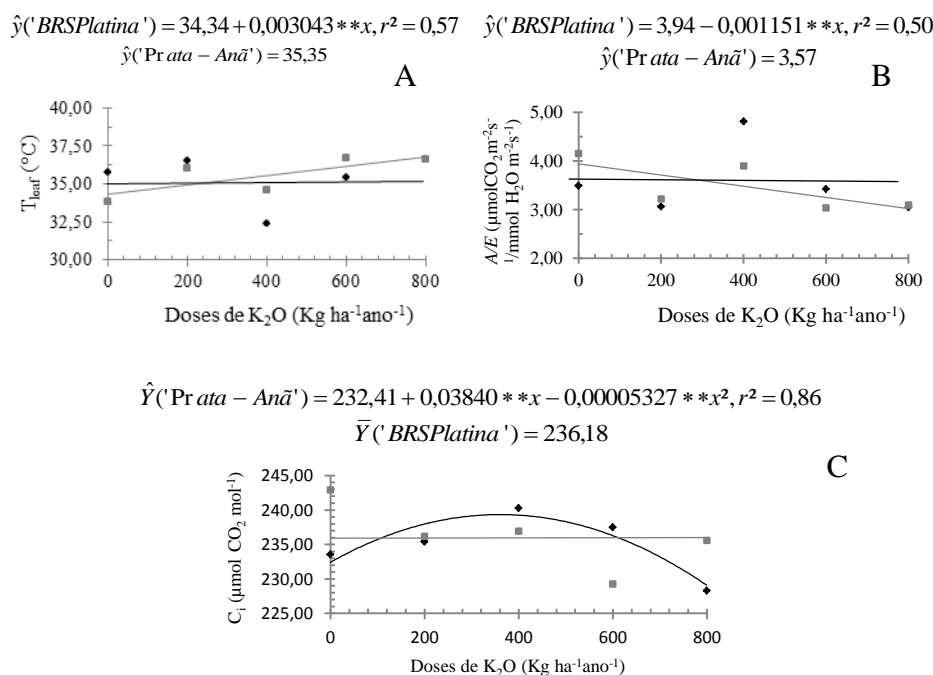


Figura 2.5 - A: Temperatura foliar (T_{leaf}), B: eficiência instantânea do uso da água (A/E) e C: concentração interna de CO₂ (C_i) avaliadas nas cultivares ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ em função das doses de K₂O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, 2014-2015. * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%, pelo teste t.

Al-Busaidi (2015) constatou que plantas adubadas com esterco de vaca tinham menos perda de eletrólitos nos tecidos foliares em função do aumento da temperatura, o que significa que houve menos alterações que no manejo

convencional; tal fato pode ser atribuído à capacidade do composto de fornecer nutrientes por muito tempo, como Ca, que é importante nas membranas celulares, e K, na regulação osmótica. Além da regulação osmótica, o K está associado à flexão dos semilimbos foliares coordenados pela banda pulvinular e, assim, diminui o estresse por temperatura e luz (SOTO BALLESTERO, 2008).

Do ponto de vista fisiológico, com aumento da temperatura foliar, ocorre a diminuição da eficiência instantânea do uso da água e concentração interna de CO₂, fato que é observado nas Figuras 2.5 B e C, respectivamente. A temperatura do ar (Figura 2.2), que também influencia na T_{leaf} (LUCENA, 2013; DONATO e outros, 2017), pode ter afetado as variáveis A/EeC_i . Contudo, para essas condições, ocorreria uma menor atividade estomática, o que, provavelmente, não ocorreu de imediato, porque as taxas médias de condutância continuaram elevadas (acima de 0,50 mol H₂O m⁻² s⁻¹), como demonstradas na Figura 2.4. A manutenção de umidade do solo, promovida pela deposição da palhada, e as adubações a cada 60 dias podem contribuir para justificar os valores elevados.

A eficiência instantânea do uso da água (A/E) na cultivar ‘BRS Platina’ decresceu linearmente ($p < 0,05$) em função das doses de K₂O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. O decréscimo foi de -0,00115 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹/mmol H₂O m⁻² s⁻¹ para cada kg de K₂O adicionado. Na ‘Prata-Anã’, não houve ajuste de modelo; nela, a média foi de 3,57 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹/mmol H₂O m⁻² s⁻¹ (Figura 2.5 B).

O aumento da temperatura foliar, como observado na Figura 2.5 A, diminui a A/E (DONATO e outros, 2016), mesmo em condições de lâminas de irrigação adequadas e em condições onde o aporte de fertilização orgânica é maior. O fato de estar no semiárido, onde os aumentos da temperatura e radiação ambiente são comuns e persistentes em determinadas épocas do ano, corrobora para menores taxas de A/E muito mais pelo decréscimo da eficiência de carboxilação pela rubisco, consequência da elevação da temperatura, pois a transpiração aumenta (ARANTES e outros, 2016; DONATO e outros, 2017).

Em bananais onde o manejo da palhada aliado ao aporte de adubos orgânicos contribui para a maior emissão de raízes e melhora os atributos químicos, físicos e biológicos do solo (DONATO e outros, 2016), há amenização das situações com excesso de luz e aumento da temperatura. Logo, o fornecimento de K e N provenientes do esterco e farinha de rocha é essencial, pois esse está relacionado com a regulação hídrica e osmótica da planta e protege contra fatores abióticos (SHIMAZAKI e outros, 2007). Melo e outros (2009) indicam que o aumento das adubações potássicas propicia à bananeira menores relações N/K e contribuem para a manutenção da A/E .

A concentração interna de CO_2 (C_i) ajustou modelo quadrático crescente na ‘Prata-Anã’ (Figura 2.5C) em função das doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha, onde foi observada uma C_i máxima de $239,34 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$ para uma adubação de $360,42 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, e, a partir dessa dose, houve decréscimo na C_i . Na ‘BRS Platina’, não houve ajuste da curva ao fenômeno observado, sendo sua média de $236,18 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$.

Melo e outros (2009) constataram aumento da C_i com o aumento da taxa de abertura estomática, pois, durante o processo de trocas gasosas, os estômatos regulam a C_i e a mantêm relativamente constante e, durante o processo de fechamento estomático, restringem a entrada de CO_2 e, conseqüentemente, a atividade fotossintética (FARQUHAR e SHARKEY, 1982). A presença crescente de N e K_2O em função das doses pode ter influenciado o aumento inicial da C_i na ‘Prata-Anã’ e posteriores decréscimos nas cultivares, já que esses nutrientes estão relacionados à abertura e fechamento estomático. O aumento na temperatura da folha provocada pelas condições na atmosfera (Figura 2.2) também pode ter influenciado os decréscimos de C_i , já que a T_{leaf} tem influência nos processos de abertura estomática, no funcionamento de enzimas e na transpiração (TURNER e outros, 2007; DONATO e outros, 2016).

As taxas de T_{leaf} , E , e A/Q_{leaf} diferenciaram-se pelo teste de F ($p < 0,05$) entre as 8:00 e as 14:00 h, independente da cultivar e dose de K_2O (Tabela 2.1). Às 14:00 h, as taxas de T_{leaf} e E foram maiores, e, ao contrário, às 8:00 h, para as taxas de A/Q_{leaf} . As taxas T_{leaf} e E apresentaram, respectivamente, um aumento de 16,13 e 32,34 % entre as 8:00 e as 14:00 h. Donato e outros (2016) e Arantes e outros (2016) constataram maiores taxas para essas mesmas variáveis também às 14h.

O aumento da T_{leaf} está relacionado com o aumento da temperatura ambiente entre o período das 8:00 e das 14:00 h, como comprovado para a ‘Prata-Anã’ clone Gorutuba (DONATO e outros, 2017), com influência também na E , pois esta é influenciada pelas duas temperaturas (DONATO e outros, 2016). Lucena (2013) encontrou correlação elevada, positiva, entre a transpiração e a temperatura do ar, para ‘BRS Platina’ e ‘Prata-Anã’. O decréscimo da eficiência quântica da fotossíntese (Tabela 2.1) entre os dois horários, fato também observado por Lucena (2013), dá-se pelo aumento do déficit de pressão de vapor no período da tarde e por mudanças na qualidade da radiação, com comprimentos de onda mais favoráveis para a fotossíntese no início da manhã se comparados com o período da tarde.

Tabela 2.1 - Temperatura foliar, transpiração, condutância estomática e eficiência quântica da fotossíntese mensuradas às 8:00 e às 14:00 h na terceira folha de bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina', adubadas com esterco bovino e farinha de rocha no período de janeiro de 2014 a março e maio de 2015. Guanambi-BA

Variáveis	8h	14h	CV(%)
$T_{Leaf}(^{\circ}C)$	32,34 b	38,56 a	7,18
E (mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)	5,96 b	8,77 a	26,10
A/Q_{leaf} (μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}/\mu mol$ fótons $m^{-2}s^{-1}$)	0,0189 a	0,0148 b	58,08

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo Teste F, a 5% de probabilidade, respectivamente.

O DPV é influenciado pelo aumento da temperatura ambiente, luminosidade e diminuição da umidade relativa do ar, ocorre naturalmente durante o dia e culmina às 14:00 h; fato que é constatado quando se observam as outras variáveis, T_{leaf} e E (Tabela 2.1). Concomitante ao DPV, as radiações incidentes na folha às 14:00 h,

juntamente ao aumento da temperatura na folha, podem ter restringido em parte a atuação enzimática da rubisco e gerado como consequência a diminuição da fixação do CO₂; assim, culminou-se com a redução A/Q_{leaf} .

Há uma associação direta entre A e g_s (Figura 2.6A), cujos índices de correlação foram 0,72 e 0,78 para ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ e 0,64 e 0,71 para A e A/E (Figura 2.6 B) para as duas cultivares, respectivamente. Também ocorreu correlação entre A e T_{leaf} (Figura 2.6 C), entretanto, de forma inversa e de moderada magnitude, com índices de -0,58 e -0,55, respectivamente, para ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, o que vai ao encontro de Arantes e outros (2016).

Na correlação $A \times g_s$ na ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, respectivamente, há acréscimos de 17,70 e 20,58 unidades de A para cada acréscimo na g_s . De modo semelhante, para $A \times A/E$, as cultivares tiveram acréscimos de 2,80 e 2,58 unidades de A para cada aumento da A/E . Na correlação $A \times T_{leaf}$, houve decréscimos de 0,9246 e 0,8517 unidades de A para cada acréscimo de T_{leaf} . Lucena (2013), em condições locais semelhantes, encontrou resultado semelhante para $A \times g_s$ (0,77 às 8h e 0,88 às 14h), porém as taxas de A e g_s foram inferiores ao presente trabalho.

Estudos de correlação, com relação inversa, também foram feitos para $A/E \times E$ (Figuras 2.6 D), cujos índices de correlação foram -0,69 e -0,68 para ambas as cultivares; $A/E \times T_{leaf}$ (Figura 2.6 E), cujos índices de correlação foram -0,92 para as duas cultivares e associação direta para $E \times T_{leaf}$ (Figura 2.6 F) com índices de 0,73 e 0,78, respectivamente, para ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’.

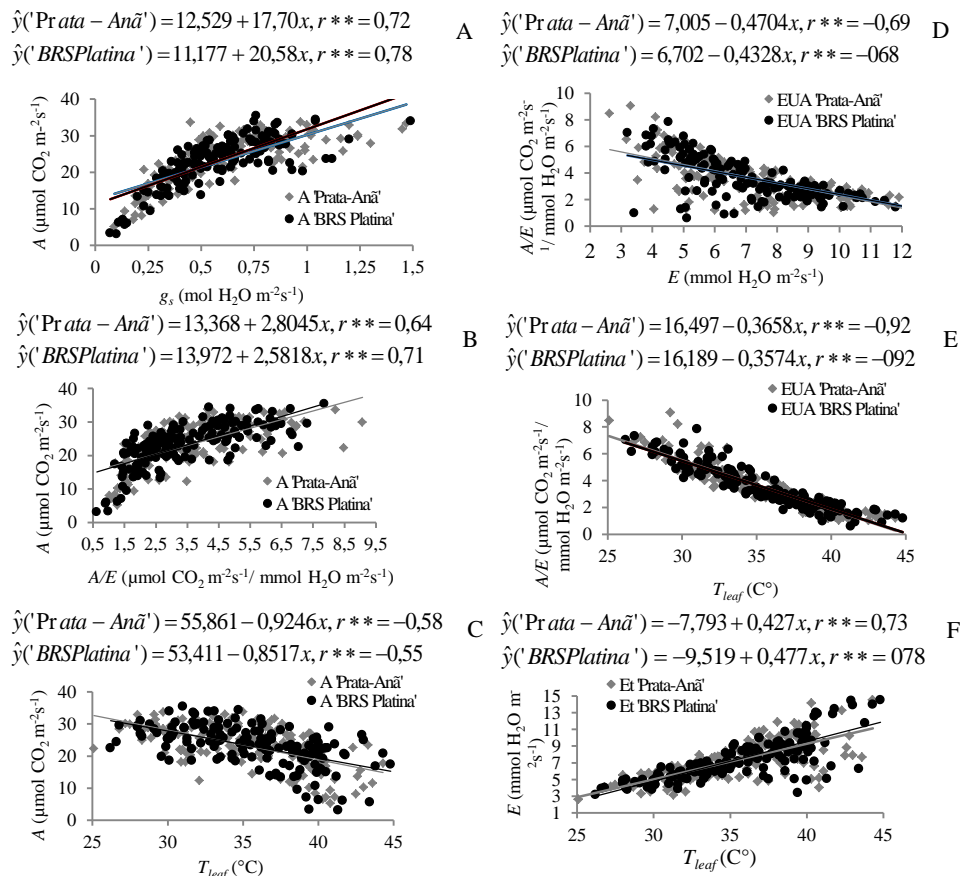


Figura 2.6 - Correlações entre fotossíntese (A) e condutância estomática (g_s), eficiência do uso da água (A/E) e temperatura da folha (T_{leaf}) (A, B, C); correlações entre A/E e taxa de transpiração foliar (E) e T_{leaf} (D, E) e correlação entre E e T_{leaf} (F) em cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, no período de Janeiro de 2014 a março e maio de 2015, em adubações com esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2014-2015.

Na correlação $A/E \times E$, há decréscimos de $-0,4704$ e $-0,4328$, na 'Prata-anã' e 'BRS Platina', respectivamente, unidades de A/E para cada acréscimo na E . Para $A/E \times T_{leaf}$, as cultivares tiveram decréscimos de $0,3658$ e $0,3574$ unidades de A/E para cada aumento da T_{leaf} , e, na correlação $E \times T_{leaf}$, houve acréscimos de $0,427$ e $0,477$ unidades de E para cada acréscimo de T_{leaf} .

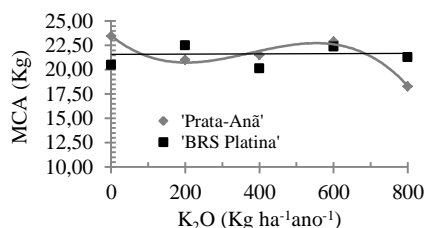
As Figuras 2.6D, 2.6E e 2.6F demonstram que a T_{leaf} crescente, que depende da temperatura do ar (DONATO e outros, 2016; 2017), restringe a atuação enzimática da rubisco, diminuindo a fotossíntese, contudo aumenta a taxa transpiratória diminuindo A/E , mesmo em condição de umidades de solo favoráveis (DONATO e outros, 2016). Arantes e outros (2016), trabalhando com ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ e outras cultivares, constataram correlações entre $A/E \times T_{leaf}$ e $E \times T_{leaf}$ semelhantes ao presente trabalho.

Com relação às variáveis de produção avaliadas nos quatro ciclos, a ‘Prata-Anã’ apresentou um desempenho cúbico ($p < 0,05$) para massa do cacho (MCA) e pencas (MPE) (Figura 2.7). Para MCA e MPE houve, respectivamente, uma queda entre menor (23,45 e 20,27 Kg ha⁻¹) e a maior dose (18,27 e 16,28 kg), com diminuição de 22,1 e 22,32% para MCA e MPE. Apesar da influência das doses de K₂O, a ‘BRS Platina’ não apresentou ajuste de curva para MCA e MPE; suas médias foram 21,35 e 19,05 kg. Donato e outros (2006; 2009) em dois ciclos, Marques e outros (2011) em três ciclos, em mesmas condições locais, encontraram valores semelhantes para ‘BRS Platina’, contudo, com densidades de plantio menores, 1.666 e 1.333 plantas ha⁻¹, o que resulta em produtividades menores por unidade de área.

A diminuição das médias na ‘Prata-Anã’ para os caracteres massa do cacho e pencas entre a ausência de adubação e as demais doses deve-se, provavelmente, à condição inicial do solo, com teores médios antes do plantio de 468,33 e 493 mg dm⁻³ para P e K, resultado dos sucessivos cultivos de banana, o que proporcionou uma grande ciclagem de nutrientes. Corroboraram esse fato as quantidades crescentes de matéria orgânica, que aumentam o teor de N, advinda do esterco bovino juntamente com os nutrientes adicionados ao solo P e K, provenientes da combinação esterco bovino e farinha de rocha.

$$\hat{Y}(\text{'Prata-Anã'}) = 23,51 - 0,031x^{**} + 0,0001x^2^{**} - 0,00000000008x^3^{**}, r^2 = 0,98$$

$$\hat{Y}(\text{'BRS Platina'}) = 21,35$$



$$\hat{Y}(\text{'Prata-Anã'}) = 21,08 - 0,028x^{**} + 0,004x^2^{**} - 0,00000000008x^3^{**}, r^2 = 0,98$$

$$\hat{Y}(\text{'BRS Platina'}) = 19,05$$

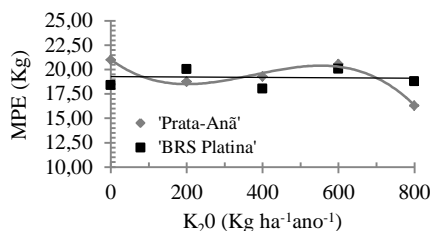


Figura 2.7 - Massa do cacho - MCA (A) e Pencas - MPE (B), nas cultivares 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' adubadas em função das doses de K₂O (kg ha⁻¹ ano⁻¹) aportados por esterco bovino e farinha de rocha em quatro ciclos de produção. Guanambi - BA. * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%, pelo teste t.

Diversos autores encontraram ausência de resposta na produção quando há aumento de nitrogênio nas adubações. Silva e outros (2003) e Santos e outros (2009), em solos com teores considerados médios de matéria orgânica e doses crescentes de N, detectaram redução linear na massa dos cachos no ciclos II e III e não verificaram efeito significativo na produção. Borges e outros (2016), em Latossolo vermelho amarelo (LVA) e Latossolo vermelho (LV), com crescentes doses de N em 'Prata-Anã' e com teores respectivos de Matéria Orgânica de 1,1 e 2,8 dag Kg⁻¹, verificaram redução de forma quadrática da massa do cacho no 2º ciclo e médias não significativas para o ciclo III no LVA e, para LV, em nenhum dos ciclos. Nos trabalhos de Silva e outros (2003), Santos e outros (2009) e Borges e outros (2016), o processo de ciclagem da palhada nos ciclos posteriores provocou aumento da matéria

orgânica e, posteriormente, o excesso de nutrientes, o que levou esses bananais a uma ausência de resposta ou à redução da produção.

Houve diferença entre as médias ($p < 0,05$) para produtividades das MCA e MPE quando observado o efeito de ciclo isoladamente (Tabela 2.2). O terceiro ciclo foi o mais produtivo, com valor médio de 39,23 t ha⁻¹ para MCA e 35,48 t ha⁻¹ para MPE. As médias das produtividades são ajustadas para a produtividade real, obtida pela multiplicação da população efetivamente colhida (76%) da densidade de plantio inicial, pois houve perdas por vento e outros fatores não relacionados aos tratamentos.

Tabela 2.2 - Produtividade de cachos e pencas avaliadas em bananeiras tipo prata adubadas em função das doses de K₂O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha em Guanambi – BA

Característica	Ciclo I	Ciclo II	Ciclo III	Ciclo IV	CV (%)
Massa do cacho (t ha ⁻¹)	24,11 C	34,21 B	39,23 A	33,95 B	11,42
Massa das pencas (t ha ⁻¹)	21,31 C	30,38 B	35,48 A	30,39 B	11,98

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Donato e outros (2015) relatam que bananais bem manejados e implantados em paisagens com melhores condições de solo apresentam produtividade superior a 40 t ha⁻¹ ciclo⁻¹ (alta produtividade - >32 t ha⁻¹ ciclo⁻¹). Silva e Simão (2015) constataram MCA semelhante, porém, com menor produção, pela menor população (1.235 plantas ha⁻¹), em experimento com fertilização à base de K. Damatto Junior et al. (2011b), com adubação orgânica, relataram aumento da MCA do primeiro para o segundo ciclo, com valores menores ao presente trabalho e redução no terceiro ciclo, alegando esgotamento de nutrientes no solo.

5 CONCLUSÕES

1. Em condições de fertilidade alta, as trocas gasosas em bananeiras tipo prata são pouco influenciadas pelas adubações com doses crescentes de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha.
2. A adubação com doses crescentes de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha determinam uma variação quadrática na condutância estomática (8h e 14h) e concentração interna de CO_2 em 'Prata-Anã' e uma variação linear para temperatura foliar e eficiência instantânea do uso da água em 'BRS Platina'.
3. A eficiência quântica da fotossíntese é maior às 8h, enquanto que a temperatura e transpiração foliar são maiores às 14h independentemente de cultivar e adubação.
4. As taxas de fotossíntese e transpiração foliar correlacionam-se diretamente com condutância estomática, eficiência instantânea do uso da água e temperatura foliar, enquanto eficiência instantânea do uso da água e a fotossíntese são associadas inversamente com transpiração e temperatura foliar.
5. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produtividade de bananeiras tipo Prata em solos com fertilidade elevada construída.

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE BANANEIRAS TIPO PRATA COM FONTES DE FERTILIZANTES PARA MANEJO ORGÂNICO

Resumo – Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as características agronômicas das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída. Foram dispostas duas cultivares (Prata-Anã e BRS Platina), cinco doses (0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha Naturalplus® e quatro ciclos de produção, num delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 x 4, com três repetições. As doses de K₂O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha influenciaram o vigor vegetativo das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’; o segundo ciclo proporcionou maior área foliar total e índice de área foliar em bananeiras tipo Prata comparado ao primeiro, enquanto, no terceiro ciclo, as bananeiras tipo Prata apresentaram maior vigor vegetativo e massas do cacho e das pencas; a cultivar BRS Platina expressou maior comprimento externo do fruto, comprimento do engaço, massa média das pencas, massa do fruto e índice de curvatura do fruto, enquanto a Prata-Anã, maior perímetro do pseudocaule, número de folhas no florescimento e colheita, área foliar, número de frutos e de pencas por cacho e menor período entre florescimento e colheita; a adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produção de bananeiras tipo Prata em solos de elevada fertilidade construída.

Palavras-chave: *Musa* spp.. Esterco. Rendimento. Rochagem. Vigor.

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF PRATA TYPE BANANA PLANTS WITH FERTILIZER SOURCES FOR ORGANIC MANAGEMENT

Abstract - The objective of this work was to evaluate the agronomic characteristics of *Prata* type banana submitted to fertilizer sources for organic management in high fertility soils built. It was arranged two cultivars (*Prata-Anã* and BRS Platina), five doses (0, 200, 400, 600 and 800 kg ha⁻¹ year⁻¹ of K₂O) supplied by cattle manure and Naturalplus® rock powder, and four production cycles, in a randomized block design, in a 2 x 5 x 4 factorial scheme, with three replications. The doses K₂O supplied by cattle manure and rock powder influenced the vegetative vigor of the bananas '*Prata-Anã*' and '*BRS Platina*'. The second cycle provided a larger total leaf area and leaf area index in *Prata* type banana compared to the first, while in the third cycle the *Prata* type banana showed higher vegetative vigor and weights of bunches and hands. The cultivar BRS Platina expressed greater external length of the fruit, length of the stump, average mass of fruits and hand and index of curvature of the fruit, while the '*Prata-Anã*' greater perimeter of the pseudostem, number of leaves in flowering and harvest, leaf area, number of fruits and the hands per bunch and smaller days for flowering and harvest. Organic fertilization with manure and rock powder does not increase the production of banana tree *Prata* type in high fertility soils built.

Key-words: *Musa* spp.. Manure. Yield. Rocking. Vegetative vigor.

1 INTRODUÇÃO

A adição de adubos orgânicos e naturais aos solos tropicais proporcionam melhorias em seus atributos físicos, químicos e biológicos e respostas da bananeira à sua aplicação (BORGES e outros, 2016). Bananeiras extraem grandes quantidades de nutrientes, ainda que cerca de dois terços do absorvido sejam restituídos ao solo (DONATO e outros, 2010; BORGES e outros, 2016), pois apenas o cacho é exportado da área. A avaliação das características vegetativas e de produção de bananeiras pode comprovar a contribuição da adubação com diferentes fontes, sejam minerais, orgânicas ou organominerais.

O crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da bananeira variam com o solo, clima, manejo e genótipo. Assim, sistemas de manejo, entre eles, a adubação orgânica, podem influenciar no incremento do desenvolvimento e rendimento da bananeira (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2012; MARQUES e outros, 2011). O manejo da adubação orgânica em bananeira foi estudado por diferentes autores (DAMATTO JUNIOR e outros, 2006 e 2011; RIBEIRO e outros, 2013 e SANTOS e outros, 2014), que comprovam a possibilidade de uso dessas fontes. Sabe-se que a aplicação de materiais orgânicos aos solos aumenta a diversidade, a atividade biológica e promove a supressão de patógenos (GEENSE e outros, 2015).

A farinha de rocha é um fertilizante de baixo custo, com vários nutrientes em sua composição, principalmente potássio e fósforo, além de cálcio, magnésio, ferro, manganês, sílica, cobre e molibidênio. É utilizada na recuperação, rejuvenescimento ou fertilização de solos de baixa fertilidade e desequilibrados (HARLEY e GILKES, 2000). Contudo, sua eficiência no aproveitamento desses minerais é maior quando a sua aplicação é feita combinada com esterco (OSTERROHT, 2003).

Segundo Novais e outros (2007), a adição de esterco e de outras fontes orgânicas ao solo promove a redução da capacidade de adsorção de fósforo, aumenta os teores do fósforo, nitrogênio e enxofre, proporciona maior mobilidade no perfil do solo, de formas orgânicas solúveis de fósforo, quando comparada aos fertilizantes químicos, para doses semelhantes de fósforo aplicadas. Por outro lado, aumenta a adsorção de zinco, cobre e boro, o que requer por parte do produtor maior atenção quanto à situação nutricional do cultivo, particularmente para esses nutrientes. Apesar disso, o esterco é uma fonte pobre em potássio, em contraste com a elevada exigência da bananeira para esse nutriente (SILVA, 2015).

Nessa lógica, o manejo de adubação baseado em esterco bovino e farinha de rocha é complementar para suprir nutrientes às plantas, principalmente para o potássio, além de melhoria da qualidade física e biológica do solo. Em consequência, pode melhorar o crescimento e a produção da planta, diminuir a entrada de insumos externos à propriedade e garantir maior sustentabilidade e resiliência para o agrossistema bananal no longo prazo. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as características agronômicas das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’ submetidas à adubação com esterco bovino e farinha de rocha em solos de elevada fertilidade construída.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Bananeira: aspectos agronômicos, área foliar e produção

A bananeira caracteriza-se por ser uma planta herbácea, apresenta elevados níveis de água em seus tecidos. É originária de lugares úmidos, por isso, altamente sensível a mudanças de ambiente; dessa forma, fatores de clima, solo e manejo, aliados de forma harmoniosa às características genéticas, são imprescindíveis para o seu desenvolvimento e sua produção (CAYÓN SALINAS, 2004).

Ela possui pseudocaule aéreo, que se origina de talos carnosos, rizoma, de onde se desenvolvem numerosos calos, os quais, posteriormente, dão origem aos filhos. Estes apresentam-se em torno do talo ou rizoma em função da filotaxia da planta, e inicia-se o processo de independência da planta-mãe a partir do aparecimento da folha F10, primeira folha com 10 cm de largura de limbo; esse processo termina com o aparecimento da folha FM, primeira folha com as dimensões foliares características da cultivar, na fase de diferenciação floral (SOTO BALLESTERO, 2008; DONATO e outros, 2016).

A bananeira apresenta desenvolvimento contínuo até o florescimento. Para tanto, a planta passa por uma fase de crescimento vegetativo e pela fase de diferenciação floral, com a formação do cacho no interior do pseudocaule, cerca de 90 a 100 dias antes da emissão da inflorescência. A partir desse estágio fenológico, cessa-se a emissão de folhas e raízes. Dessa maneira, condições climáticas (luz, temperatura e vento), nutrientes e água, próximas ao ótimo, são determinantes para o seu crescimento e desenvolvimento (MOREIRA, 1999; SOTO BALLESTERO, 2008; DONATO e outros, 2016).

Soto Ballester (2008) relata que a área foliar, o ângulo e a forma da folha influenciam bastante no aproveitamento e na captação de luz. Esse autor afirma que a superposição das folhas causa problema também na captação da luz, principalmente em condições de baixa luminosidade. Nessas condições, ocorre alongamento do pseudocaule das plantas, que afeta o sincronismo do crescimento e desenvolvimento dos sistemas foliares e radiculares e acarreta problemas no tamanho e na qualidade dos frutos. Uma das maneiras de verificar a correlação entre esses fatores é por meio da estimativa da área foliar, que reflete toda a capacidade de captação de energia por parte da planta (CAYÓN SALINAS, 2004). Baseados na importância da área foliar para produção, foram desenvolvidos diferentes métodos para estimativa de área foliar em bananeira (MARQUES e outros, 2011). Entretanto, Zucoloto e outros (2008) desenvolveram um método utilizado para variedades tipo prata.

Os trabalhos de avaliação e caracterização de genótipos de bananeira utilizam descritores morfológicos e fisiológicos padrão (IPGR, 1996), como caracteres vegetativos (altura da planta, diâmetro do pseudocaule, número de folhas vivas no florescimento e na colheita e número de filhos emitidos), de ciclo (período do plantio ao florescimento e à colheita e do florescimento à colheita) e de rendimento (peso do cacho e das pencas, número de pencas e de frutos, comprimento e diâmetro dos frutos). Esses descritores apresentam relação direta e indireta com a produção, são de natureza genética e sofrem influência dos diferentes ambientes de cultivo. Alguns deles apresentam correlações significativas com variações diretas e inversas entre si.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento em Latossolo Vermelho-Amarelo, originalmente distrófico com textura média. A área localiza-se no Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, BA, latitude de 14° 17' 27'' S, longitude de 42° 46' 53'' W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680 mm e temperatura média anual de 26 °C (Clima tipo Aw - Köppen).

No transplântio, em 21/08/2012, utilizaram-se mudas micropropagadas em espaçamento de 2,5 m x 2,0 m. As práticas culturais seguiram as recomendações (RODRIGUES e outros, 2015). A área foi subsolada, arada, gradeada, sulcada, e os fertilizantes, incorporados à terra de abertura da cova de plantio, conforme doses previstas nos tratamentos.

O sistema de irrigação utilizado foi microaspersão, com emissores Netafim, modelo autocompensante (Netafim Israel, Kibutz Hatzerim, Israel), vazão 130 L h⁻¹, diâmetro molhado de 7,4 m, bocal vermelho de 1,57 mm, espaçamento de 5 m entre laterais e emissores. As irrigações foram realizadas com base na evapotranspiração da cultura, através do produto da evapotranspiração de referência (ET_o), calculada pelo método de Penman-Monteith modificado, e o coeficiente da cultura variável com o estágio fenológico no primeiro ciclo e com valor fixo de 1,4 a partir do florescimento da bananeira, conforme Coelho e outros (2012).

Os tratamentos consistiram de duas cultivares (Prata-Anã, AAB; BRS Platina, AAAB), cinco doses de adubação compostas por esterco bovino e farinha de rocha (EB-FR, Mg ha⁻¹ ano⁻¹; 0,00-0,00; 40,00-3,25; 80,00-6,50; 120,00-9,75; 160,00-13,00), definidas com base no aporte correspondente de 0-0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O, quatro ciclos de avaliação, dispostos num delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5 x 4, com três repetições. Entretanto, para a variável área foliar, índice de área foliar, largura e comprimentos da terceira

folha, foram considerados apenas os dois primeiros ciclos. As parcelas experimentais são constituídas por 20 plantas, sendo as seis centrais consideradas úteis. Antes da implantação, coletaram-se amostras de solo, cujos atributos químicos caracterizam alta fertilidade atual (Tabela 1.1), conferida por modificações antrópicas.

O esterco utilizado apresentava, em média, em base seca (65⁰C) umidade de 16,72%, teor de matéria orgânica de 63,73 g kg⁻¹ e os seguintes teores de macronutrientes (g kg⁻¹): Ca = 1,7, Mg = 0,2, K = 2,5, N = 5,2, S = 2,3 (EPA 3051 / APHA 3120B) e P (APHA 4500-PC); e micronutrientes (mg kg⁻¹): B = 2,1, Cu = 45,2, Zn = 200,5, Mn = 391,8 e Fe = 1.932,4 (EPA 3051 / APHA 3120B). O pH era 7,42 (Método oficial - MA), e a densidade, 0,38 g cm⁻³. A farinha de rocha (Figura 1.2b), terra natural de Ipirá, Naturalplus® (fertilizante natural) da Terra Produtiva Mineradora Ltda, contém 30,0 g kg⁻¹ de K₂O (total), 10,0 g kg⁻¹ de P₂O₅, 52,0 g kg⁻¹ de CaO, 30,0 g kg⁻¹ de MgO, 63,0 g kg⁻¹ de Fe₂O₃, 1,5 g kg⁻¹ de MnO, 630 g kg⁻¹ de SiO₂, 69mg kg⁻¹ de Zn (ICP95A – Fusão com Metaborato de Lítio – ICP OES), 127mg kg⁻¹ de Cu e 5mg kg⁻¹ de MO (IMS95A - Fusão com Metaborato de Lítio – ICP MS).

Para estabelecimento das doses, fixou-se a recomendação máxima de nitrogênio da literatura (SOUTO e outros, 1997), 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio (N), por tratar-se de adubação orgânica, com disponibilização lenta de N comparada à adubação mineral; a partir dessa dose, definiram-se cinco doses, com intervalos de 175 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N até a dose zero (700; 525; 350; 175; 0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N); fixou-se a dose máxima de K₂O como 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ com intervalos de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O (800; 600; 400; 200; 0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O); fixou-se a relação N/K₂O em 1,7/1; com base no teor de N do esterco bovino, definiu-se a dose de esterco (160 Mg ha⁻¹ ano⁻¹), para atender ao requerimento de 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N; calculou-se a quantidade de K₂O (405 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O) aportada por aquela dose de esterco; com base no teor de K₂O na farinha de rocha, calculou-se a dose de farinha de rocha (13 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) para fornecer 395 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O para complementar o

requerimento de 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O. Repetiram-se esses procedimentos para definição das doses intermediárias, aportando ao solo (kg ha⁻¹ ano⁻¹) P₂O₅-Ca-Mg-S (0,00-0,00-0,00-0,00; 401-228-105-77; 801-456-211-155; 1.202-685-316-232; 1.603-913-421-310). Essas foram parceladas em seis aplicações, a cada 60 dias, dividindo por 2.000 plantas ha⁻¹.

Foram aplicadas no primeiro ciclo, na fase vegetativa, 40 g de ácido bórico, 60 g de sulfato de zinco e 80 g de ureia por máquina costal e, a cada 60 dias, 10 g família⁻¹ de sulfato de zinco e 10 g família⁻¹ de ácido bórico via rizoma. Sulfato de cobre (3 g família⁻¹) em três doses e 30 g família⁻¹ de sulfato de magnésio durante o segundo ciclo (NOMURA e outros, 2011; RODRIGUES e outros, 2015).

As mensurações foram realizadas à época do florescimento e da colheita, nos quatro ciclos de produção. Avaliaram-se, nas plantas úteis de todas as repetições dos tratamentos, os descritores fenotípicos-padrão conforme Descriptors for banana (1996). À época do florescimento, mensuraram-se as características vegetativas: altura das plantas (comprimento do pseudocaule), perímetro do pseudocaule a 30 cm do solo, número de folhas vivas, comprimento e largura da terceira folha, área foliar total e índice de área foliar, período em dias para o florescimento.

A quantidade de folhas vivas presentes na planta foi avaliada também à época da colheita dos cachos. A área foliar total da planta (AFT), expressa em metros quadrados, foi estimada pela equação de regressão, ajustada para a 'Prata-Anã' (ZUCOLOTO e outros, 2008), $AFT = 0,5187 (C \times L \times N) + 9603,5$, $R^2 = 0,89$ ($p < 0,05$), em que: C e L representam o comprimento e largura da terceira folha, respectivamente; N é o número de folhas vivas; e 0,5187 é o fator de correção. Estimou-se a área foliar total apenas para a planta da família representativa do ciclo avaliado.

À época da colheita, foram determinados: massa do cacho e das pencas; massa média das pencas; massa da primeira, segunda, terceira, quarta e quinta pencas; número de frutos e de pencas por cacho; massa, diâmetro, comprimento do

fruto, massa da ráquis, comprimento do engaço e relação engaço/cacho. Essas características foram mensuradas no fruto central da fileira externa de frutos da segunda penca, que foi utilizado como critério de colheita dos cachos, com um calibre mínimo de 32 mm. Ainda foram estimados os períodos para a colheita e do florescimento até a colheita.

Submeteram-se os dados à análise de variância. As interações significativas foram desdobradas, as médias, comparadas pelo teste de Tukey e F a 5% de probabilidade para ciclos e cultivar, e procedeu-se às análises de regressão para doses de adubação em interação com ciclos e/ou cultivar. Para as características área foliar, índice de área foliar e largura e comprimento da terceira folha, as comparações foram feitas pelo teste F para cultivares em interação com ciclos.

Na ausência de interações, estudaram-se os efeitos dos fatores principais considerando-se testes de média e regressões conforme os fatores fossem qualitativos ou quantitativos. Nos modelos de regressão, consideraram-se adequação ao fenômeno estudado, coeficientes de determinação e significância dos parâmetros da regressão pelo teste t.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da planta (comprimento do pseudocaule) foi influenciada pela interação entre cultivar e doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha e ciclo de produção (Figura 3.1). Já as massas da ráquis e da primeira até a quarta penca e a massa do fruto variaram com as doses de K_2O e as cultivares (Figura 3.2). A largura da terceira folha das bananeiras tipo Prata variou com doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha de forma independente (Figura 3.3). O comprimento e a largura da terceira folha foram influenciados pela interação entre ciclo e cultivar (Tabela 3.1), enquanto a área foliar total variou de forma independente com os ciclos e cultivares e o índice de área foliar apenas com os ciclos (Tabela 3.2).

A massa da quinta penca, o número de frutos, o comprimento externo do fruto, os períodos para florescimento e do florescimento à colheita foram influenciados pela interação ciclo e cultivar (Tabelas 3.3 e 3.4). O perímetro do pseudocaule, o número de folhas no florescimento, o comprimento do engaço, a massa média das pencas, a massa do fruto foram influenciados pelas cultivares e também pelo ciclo, com exceção do número de folhas na colheita, que variou apenas com as cultivares. O número de filhos emitidos, as massas do cacho, das pencas, da ráquis, da primeira, segunda, terceira e quarta pencas e a relação engaço/cacho foram influenciadas pelos ciclos de forma independente (Tabela 3.5).

A altura da bananeira ‘Prata-Anã’ reduziu de forma linear com as doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha no terceiro e quarto ciclos de produção (Figura 3.1). O decréscimo foi de 0,0046 e 0,0781 cm para cada $kg\ ha^{-1}$ de K_2O adicionado nos ciclos III e IV, respectivamente. Para os ciclos I e II, não houve ajuste de modelo, sendo as médias de 252,59 e 322,61 cm, respectivamente, com uma variação de 21,7% do primeiro para o segundo. Fato inverso ocorreu para a

altura da ‘BRS Platina’ no ciclo III com aumento linear da ordem de 0,043 cm para cada kg ha⁻¹ de K₂O adicionado, e, para os ciclos I, II e IV, respectivamente, as médias foram 264,96; 346,83 e 397,09 cm (Figura 3.1).

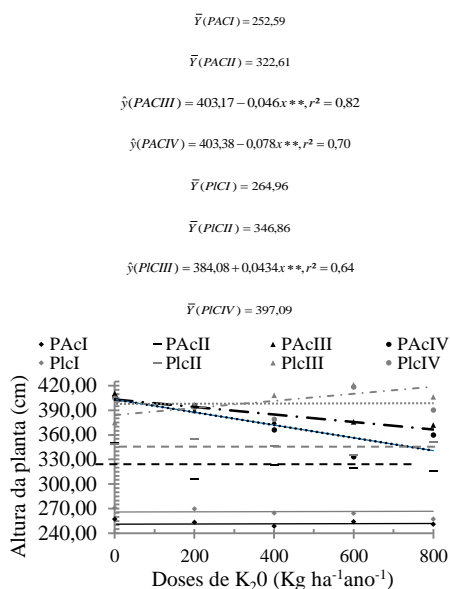


Figura 3.1- Altura da planta avaliada nas cultivares Prata-Anã (PA) e BRS Platina (PI) durante quatro ciclos (CI, CII, CIII e CIV) em função das doses de K₂O (Kg ha⁻¹ ano⁻¹) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012 a 2015. *Significativo a 5% e ** Significativo a 1%, pelo teste t.

Apesar de haver aumento da altura da planta entre os ciclos, fato comumente relatado na literatura (SOUZA e outros, 2011; OLIVEIRA e outros, 2013; ARANTES e outros, 2017), o aporte de K₂O pelo esterco e pela farinha de rocha é acompanhado de N; ainda que, no presente trabalho, fixou-se a relação N/K₂O em 1,7/1, a quantidade de N aportada foi bastante aumentada, pois as doses de 0; 200; 400; 600 e 800 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de K₂O correspondem, respectivamente, a 0; 175; 325; 525 e 700 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, e, como observado por Silva e outros (2003), a aplicação de doses crescentes de N reduziu o crescimento e a produção da bananeira ‘Prata-Anã’ de forma linear no segundo ciclo de produção.

Contudo, há variações entre genótipos, como registrado para a ‘BRS Platina’ no ciclo III, o que pode sugerir um melhor aproveitamento do nutriente na fase vegetativa por parte dessa cultivar; isso corrobora os resultados de Silva e outros (2014), que constataram que a ‘BRS Platina’ apresentou maior eficiência de absorção de todos os macronutrientes, em solução completa, e, possivelmente, de utilização desses.

Damatto Junior e outros (2011), em trabalho com adubação orgânica e com presença de esterco bovino na cultivar Prata-Anã, também verificaram aumento da altura da planta do ciclo I para o III, com posterior decréscimo no ciclo IV em diante. Do mesmo modo, Negreiros (2013), trabalhando com bananeira ‘Nanica’ e com doses e diferentes tipos de composto orgânico, também não constatou influência das doses sobre a altura da planta, apenas aumento na ordem de 15% entre o primeiro e o segundo ciclo de produção.

A cultivar Prata-Anã apresentou decréscimo de forma linear das massas da ráquis, da primeira, segunda, terceira e quarta pencas, e massa do fruto em função das doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha (Figura 3.2). A massa da ráquis, da primeira e da segunda pencas, decresceram 0,0005 kg, e a massa da terceira e da quarta pencas reduziram 0,0004 kg, e massa do fruto, 0,0241 kg para cada $kg\ ha^{-1}ano^{-1}$ de K_2O adicionado. Contudo, para a ‘BRS Platina’, não houve ajuste de modelo em função das doses de K_2O , para as características citadas acima. As médias foram 2,25; 2,65; 2,38; 2,24; 2,15; 2,08 kg e 141,21 g, respectivamente, para massas da ráquis, da primeira, segunda, terceira e quarta pencas, e massa do fruto (Figura 3.2).

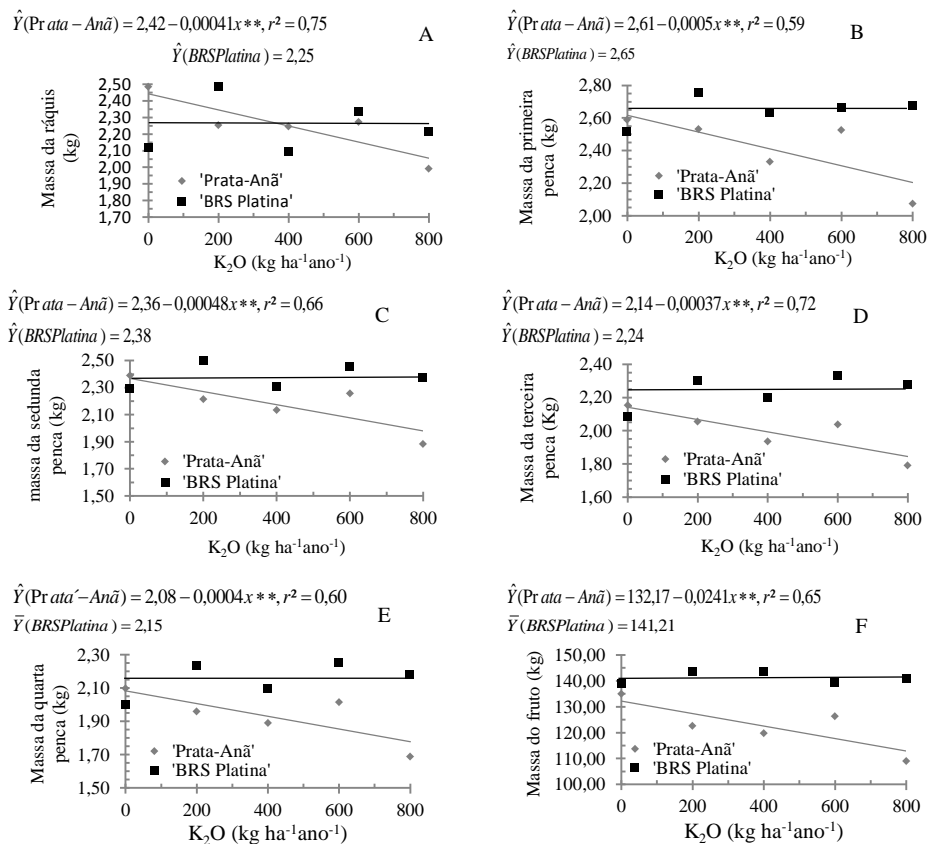


Figura 3.2 - Massas da ráquis (A), da primeira penca (B), da segunda penca (C), da terceira penca (D), da quarta penca (E) e do fruto (F) nas cultivares Prata-Anã e BRS Platina em função das doses de K₂O (Kg ha⁻¹ano⁻¹) aportadas por esterco bovino e farinha de rocha. Guanambi, BA, 2012 a 2015. *Significativo a 5% e ** Significativo a 1%, pelo teste t.

A diminuição do rendimento evidenciada pelos caracteres descritos acima na cultivar Prata-Anã deve-se aos altos teores de P e K do solo, que, antes do plantio, foram, respectivamente, de 468,33 e 493 mg dm⁻³, resultado dos sucessivos cultivos de banana, que proporcionaram uma grande ciclagem de nutrientes, pois cerca de 2/3 da parte vegetativa da bananeira são devolvidos ao solo por conta das práticas culturais na fase vegetativa e colheita (SOUZA e outros, 2016a), e, desses, 68 a 86,

83 e 78% de K, N e P, respectivamente, ficam disponíveis no solo para o cultivo atual (HOFFMANN e outros, 2010b).

O decréscimo das características de rendimento também pode estar associado ao elevado aporte de N junto ao aumento do K_2O e corrobora os dados de Silva e outros (2003), que encontraram decréscimo na produção da bananeira ‘Prata-Anã’ com incremento das doses de N mineral. Aliado a esse fato, as demais doses proporcionadas pela adubação orgânica, a qual fornece grandes quantidades de N, P e K ao solo, pode levar a planta a um consumo de luxo e, conseqüentemente, a uma ausência de resposta aos tratamentos.

Diversos autores encontraram resultados que evidenciam ausência de resposta na produção quando há aumento de nitrogênio nas adubações. Silva e outros (2003) e Santos e outros (2009), estudando solos com teores considerados médios de matéria orgânica e doses crescentes de N, detectaram redução linear na massa dos cachos nos ciclos II e III e não verificaram efeito significativo na produção e massa média do fruto, respectivamente.

Borges e outros (2016), trabalhando em Latossolo vermelho amarelo (LVA) e Latossolo vermelho (LV) e em crescentes doses de N com ‘Prata-Anã’, com teores respectivos de Matéria Orgânica de 1,1 e 2,8 dag kg^{-1} , verificaram redução de forma quadrática da massa do cacho no ciclo II e médias não significativas para o ciclo III no LVA, e, para o LV, não houve significância em nenhum dos ciclos. Os mesmos autores afirmam que os adubos orgânicos são de liberação lenta, e Damatto Junior e outros (2011) corroboram essa afirmação ao constatarem que, na bananeira ‘Prata-Anã’, os resultados com adubação orgânica só ocorreram com, no mínimo, cinco ciclos e com média bem inferior ao presente trabalho (13,96 kg de massa do cacho para uma aplicação de 630,40 $kg\ ha^{-1}ano^{-1}$ de K_2O).

Para a largura da terceira folha de bananeiras tipo Prata, foi ajustado um modelo quadrático em função das doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha (Figura 3.3). O modelo estima um valor máximo de 80,97 cm para

uma dose de 452,94 Kg ha⁻¹ano⁻¹. O aumento na largura da folha, provavelmente, é devido ao aumento do vigor da planta, que é consequência do remanejamento dos fotoassimilados através das relações fonte-dreno provocados pela fotossíntese (DONATO e outros, 2016) e também da nutrição da planta, evidenciados pelo aporte do esterco e da farinha de rocha.

Marques e outros (2011) e Arantes e outros (2017), em condições locais semelhantes e com manejo convencional de adubação, encontraram valores menores que o presente trabalho. Isso comprova uma melhor contribuição dos adubos orgânicos e naturais, pelo menos na melhoria das condições de solo, que reflete no desempenho das plantas, corroborando Ribeiro e outros (2013), os quais detectaram desempenho superior de características vegetativas em manejo orgânico comparado ao convencional.

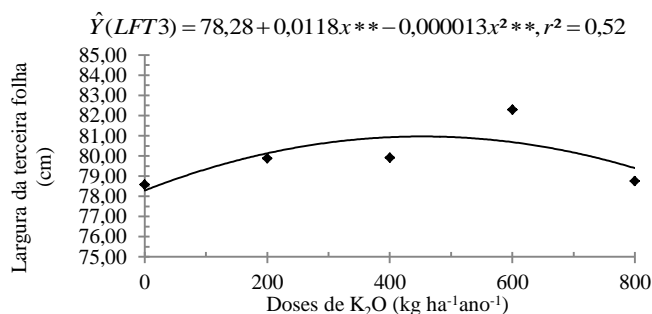


Figura 3.3 - Largura da terceira folha avaliada em bananeiras tipo prata durante dois ciclos em função das doses de K₂O (kg ha⁻¹ano⁻¹) aportados por esterco bovino e farinha de rocha em Guanambi – BA. *Significativo a 5% e ** Significativo a 1%, pelo teste t.

Nos dois ciclos de produção, o comprimento e a largura da terceira folha nas duas cultivares avaliadas diferenciaram-se, sendo que, no ciclo II, os valores foram maiores em relação aos demais (Tabela 3.1). Marques e outros (2011), Lucena (2013) e Arantes e outros (2017) apresentaram dados de comprimento e largura da terceira folha com aumento progressivo em função dos ciclos e com médias

inferiores ao presente trabalho, com exceção para Arantes e outros (2017). Por serem características vegetativas, é natural que ocorra aumento progressivo em função dos ciclos, pois reflete o vigor da planta. Outros autores verificaram aumento de características vegetativas em função do ciclo (DONATO e outros, 2006 e 2009; DAMATTO JUNIOR e outros, 2011; SOUZA e outros, 2011; OLIVEIRA e outros, 2013).

Tabela 3.1 - Comprimento da terceira folha (CTF3) e largura da terceira folha (LTF3) avaliadas em dois ciclos de produção, nas cultivares de bananeira Prata-Anã e ‘BRS Platina’, submetidas a doses de K₂O (kg ha⁻¹ano⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha ⁽¹⁾. Guanambi – BA, 2012-2015

Ciclos	Comprimento da terceira folha (cm)		Largura da terceira folha (cm)	
	‘Prata-Anã’	‘BRS Platina’	‘Prata-Anã’	‘BRS Platina’
I	175,25Bb	188,00Ba	75,74Ba	74,49Ba
II	232,57Aa	233,24Aa	83,91Aa	85,39Aa
CV (%)	1,83	2,07	10,96	9,12

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade, respectivamente.

As cultivares BRS Platina e Prata-Anã diferenciaram-se entre si para as características comprimento e largura da terceira folha (Tabela 3.1). A ‘BRS Platina’ apresentou maiores valores em comparação à ‘Prata-Anã’ para o comprimento da terceira folha apenas no ciclo I. Arantes e outros (2017) verificaram desempenho superior da ‘Prata-Anã’ no ciclo II para largura da terceira folha, e Marques e outros (2011) também verificaram desempenho superior da ‘Prata-Anã’ no ciclo II e o contrário no ciclo III, o que demonstra que essa e outras características vegetativas podem não depender exclusivamente do fator genótipo, mas também do ambiente e manejo aos quais são submetidas.

A maior área foliar total foi expressa pela ‘Prata-Anã’; a área foliar total e o índice de área foliar aumentaram do primeiro para o segundo ciclo (Tabela 3.2). Esses resultados convergem com os de Marques e outros (2011) e Arantes e outros (2017).

Tabela 3.2 - Área foliar total e índice de área foliar das cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, submetidas a doses de K₂O (kg ha⁻¹ ano⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha, durante dois ciclos de avaliação ⁽¹⁾. Guanambi – BA, 2012-2015

	Ciclo I	Ciclo II	‘Prata-Anã’	‘BRS Platina’	CV (%)
Área foliar total (m ²)	13,97 B	19,51 A	17,30 A	16,18 B	9,53
Índice de área foliar	2,73 B	3,90 A	-	-	13,31

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

A cultivar Prata-Anã expressou maiores desempenhos nos ciclos III e IV para número de pencas por cacho, no ciclo IV, para número de frutos e, nos ciclos II, III e IV, para comprimento externo do fruto (Tabela 3.3). Para a massa da quinta penca, não houve diferenças entre os ciclos avaliados. Na ‘BRS Platina’, a massa da quinta penca, o número de pencas por cacho, o número de frutos e o comprimento externo do fruto foram maiores, respectivamente, nos ciclos III, III e IV, IV e II, III. E, independente da significância, o terceiro ciclo foi o que apresentou maiores médias entre os ciclos para ambas as cultivares.

O fato do terceiro ciclo e, às vezes, o quarto aparecerem com maiores médias para as variáveis acima é devido à manutenção da fertilidade do solo pelo aporte da adubação orgânica e pela ciclagem de nutrientes da bananeira (HOFFMAN e outros, 2010b). Damatto Junior e outros (2011), Ribeiro e outros (2013), em trabalhos com adubação orgânica, e Marques e outros (2011), em trabalho com as mesmas cultivares e mesmas condições locais, observaram médias para as características de produção com ápices até o segundo ciclo e raras exceções no terceiro ciclo e também com médias inferiores ao presente trabalho.

Com relação ao desempenho das cultivares em cada ciclo (Tabela 3.3), a cultivar Prata-Anã apresentou maior média para o número de pencas e o número de frutos do que a ‘BRS Platina’ em todos os ciclos, com 16,78 e 22,43% a mais para ‘Prata-Anã’ na média geral para essas duas variáveis, respectivamente. Entretanto, a

‘BRS Platina’ apresentou maiores valores em todos os ciclos para comprimento externo do fruto e com 9,68% superior na média geral em comparação à ‘Prata-Anã’. Para a massa da quinta penca, as duas cultivares não diferiram. Donato e outros (2009) e Marques e outros (2011) também encontraram maiores valores para a ‘Prata-Anã’ em comparação à ‘BRS Platina’ para o número de pencas e o número de fruto, e Arantes e outros (2017), para o número de pencas no ciclo II. Silva e outros (2003), Donato e outros (2009) e Marques e outros (2011) observaram maiores valores para ‘BRS Platina’ para o comprimento externo do fruto.

Tabela 3.3 - Massa da quinta penca, número de pencas por cacho, número de frutos por cacho e comprimento externo do fruto avaliadas em quatro ciclos de produção, nas cultivares de bananeira Prata-Anã e BRS Platina, submetidas a doses de K₂O (kg ha⁻¹ano⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha ⁽¹⁾. Guanambi – BA, 2012-2015

Ciclo	Massa da quinta penca		Número de pencas		Número de frutos		Comprimento externo do fruto	
	'Prata-Anã'	'BRS Platina'	'Prata-Anã'	'BRS Platina'	'Prata-Anã'	'BRS Platina'	'Prata-Anã'	'BRS Platina'
I	1,48 Aa	1,66 Ba	9,34 Ca	7,92Cb	137,25 Ca	106,68Cb	15,86 Bb	17,70 Ba
II	1,95 Aa	2,20ABa	10,60 Ba	8,98Bb	163,69 BCa	133,39Cb	16,35 ABb	18,50 Aa
III	2,09 Aa	2,52 Aa	11,71 Aa	9,69Ab	189,87 Ba	154,66ABb	16,89 Ab	18,86 Aa
IV	1,80 Aa	1,91ABa	12,22 Aa	9,91Ab	224,79 Aa	160,31Ab	16,57 ABb	17,63Ba
CV(%)	11,48		5,33		17,49		4,33	

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de F e Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade.

As variáveis número de dias até o florescimento, número de dias até a colheita e período florescimento-colheita diferiram em função dos ciclos (Tabela 3.4). Houve aumento progressivo do ciclo I ao IV para número de dias até o florescimento e número de dias até a colheita nas duas cultivares. A variação do número de dias até o florescimento e também na colheita entre os ciclos para as duas variáveis citadas já era esperada, pois esses dias são acumulativos entre um ciclo e outro (ARANTES e outros, 2017). Porém, esse mesmo autor encontrou valores maiores no primeiro ciclo, semelhantes no terceiro para número de dias até o florescimento e semelhantes nos três ciclos para número de dias até a colheita em condições locais semelhantes.

Tabela 3.4 - Período de dias para florescimento, para colheita e intervalo entre florescimento e colheita de cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, submetidas a doses de K₂O (kg ha⁻¹ano⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha, em quatro ciclos de avaliação. Guanambi – BA, 2012-2015

Ciclos	Período para floração (dias)		Período para colheita (dias)		Período florescimento-colheita (dias)	
	Prata-Anã	BRS Platina	Prata-Anã	BRS Platina	Prata-Anã	BRS Platina
I	227,86 Da	223,92 Da	406,32 Da	387,73 Db	178,45 Aa	163,81 Ab
II	493,04 Ca	463,59 Cb	656,62 Ca	604,57 Cb	167,59 Aa	152,53 ABa
III	818,36 Ba	723,24 Bb	954,67 Ba	870,85 Bb	136,30 Ba	147,60 ABa
IV	1018,41 Aa	1022,78 Aa	1154,15 Aa	1161,67 Aa	136,04 Ba	140,57 Ba
CV(%)	6,07		4,47		11,74	

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de F e Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente.

A precocidade, principalmente na época da floração, é uma característica importante, pois diminui o tempo de exposição da planta aos patógenos, o que pode determinar maior número de folhas no momento da diferenciação floral e favorecer maior quantidade de flores femininas na inflorescência (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2012); como resultado, têm-se cachos com maior número de pencas.

Com relação ao período florescimento-colheita, os dois últimos ciclos para a ‘Prata-Anã’ e o ciclo IV para a ‘BRS Platina’ foram os mais precoces (Tabela 3.4). Melo e outros (2010) observaram a antecipação de 103 dias na colheita no primeiro ciclo da bananeira ‘Prata-Anã’, quando utilizaram

conjuntamente 1.016 kg ha⁻¹ de N e 1.200 kg ha⁻¹ de K₂O e afirmaram que o ciclo dessa cultivar é prolongado em situações de deficiência de N e K. Apesar da utilização de fonte orgânica, de liberação mais lenta de nutrientes, com doses menores de N e K₂O que o trabalho citado acima, o presente trabalho demonstra que solos já bem fertilizados e com aporte constantes de fontes N e K₂O melhoram a eficiência produtiva dos bananais pela diminuição do ciclo (FARIA e outros, 2010), pois esses teriam melhor qualidade de cacho e menor exposição a pragas e doenças.

A ‘BRS Platina’ apresentou maior precocidade em relação à ‘Prata-Anã’ nos ciclos II e III para número de dias até o florescimento, nos três primeiros para número de dias até a colheita e apenas no primeiro ciclo para o período florescimento-colheita (Tabela 3.4). Arantes e outros (2017) também observaram maior precocidade para ‘BRS Platina’ para as características número de dias até o florescimento e número de dias até a colheita; dessa maneira, demonstra-se uma melhor eficiência da ‘BRS Platina’ para esses caracteres.

A adubação promovida pela adição de esterco bovino e farinha de rocha influenciou as massas dos cachos e das pencas das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, independentemente de ciclo e cultivar. Entretanto, não se ajustaram modelos ao fenômeno biológico, cujas médias foram, respectivamente, 21,48 e 19,19 kg. Como já citado anteriormente, a fertilidade atual do solo, com valor médio de K na faixa de 493 mg dm⁻³ na camada de 0-20 cm de profundidade, o elevado aporte de N por conta da adubação (SILVA e outros, 2003) justificam esses resultados.

Damatto Junior e outros (2011), em avaliação de cinco ciclos, constataram aumento da massa do cacho da ‘Prata-Anã’ adubada com composto orgânico apenas no último ciclo e em solos com menores valores de K e com média bem inferiores ao presente trabalho (13,96 kg de massa do cacho para uma aplicação de 630,40 kg ha⁻¹ano⁻¹ de K₂O). Entretanto, Silva e Simão (2015) verificaram crescimento quadrático nos ciclos II e III para ‘Prata-Anã’, e Silva e

outros (2011), na mesma cultivar e com duas fontes de K, constataram aumento quadrático da massa do cacho e produtividade.

As características vegetativas perímetro do pseudocaule, número de folhas vivas no florescimento e número de filhos emitidos diferenciaram-se quanto aos ciclos de produção (Tabela 3.5); sendo que o maior valor de perímetro do pseudocaule é alcançado no ciclo III.

Tabela 3.5 - Características vegetativas e de rendimento de cultivares de bananeiras Prata-Anã e BRS Platina, submetidas a doses de K₂O (kg ha⁻¹ ano⁻¹) aportadas por esterco e farinha de rocha, durante quatro ciclos de avaliação⁽¹⁾. Guanambi – BA, 2012-2015

Características	Ciclos				Cultivares		CV(%)
	I	II	III	IV	Prata-Anã	BRS Platina	
Perímetro do pseudocaule	72,72 d	92,86 c	109,84 a	104,91b	96,08 a	94,09 b	5,26
Número de folhas no florescimento	19,00 a	18,44 a	14,42 b	14,64 b	17,65 a	15,59 b	9,36
Número de folhas na colheita	-	-	-	-	12,26 a	10,04 b	7,36
Número de filhos emitidos	5,79 a	3,39 b	2,66 c	2,76 c	-	-	14,54
Massa do cacho	15,74 c	22,33 b	25,61 a	22,21 b	-	-	11,88
Massa das pencas	13,91 c	19,83 b	23,16 a	19,84 b	-	-	12,57
Massa da ráquis	1,82 b	2,39 a	2,45 a	2,34 a	-	-	12,94
Massa da primeira penca	1,91 c	2,87 a	2,91 a	2,42 b	-	-	14,83
Massa da segunda penca	1,80 c	2,54 a	2,62 a	2,14 b	-	-	11,82
Massa da terceira penca	1,70 c	2,30 a	2,45 a	1,98 b	-	-	11,07
Massa da quarta penca	1,66 d	2,19 b	2,37 a	1,92 c	-	-	11,26
Relação engajo/cacho	11,69 a	10,97 a	9,69 b	11,07a	-	-	12,43
Comprimento do engajo	44,67 a	42,31ab	43,03 ab	41,75 b	41,79 b	44,08 a	9,66
Número de frutos por penca	14,70 b	15,12b	16,03ab	17,28a	16,47 a	15,09 b	18,32
Massa média das pencas	1,68 b	2,03 a	2,18 a	1,77 b	1,77 b	2,06 a	15,47
Massa do fruto	120,75 b	143,91 a	146,71a	116,11b	12,00 b	12,68 a	9,77
Diâmetro do fruto	34,79 a	35,36 a	35,13 a	33,49 b	-	-	4,18

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste F para cultivares e Tukey para ciclo, a 5% de probabilidade.

As médias para número de folhas vivas no florescimento foram maiores nos dois primeiros ciclos, juntamente com o número de filhos; entre esses, a

maior média foi no ciclo I. Damatto Junior e outros (2011) verificaram incremento na circunferência do pseudocaule a 30 cm do solo durante cinco ciclos com a aplicação de doses de composto orgânico apenas no 1º para o 2º ciclo, fato semelhante ao presente trabalho, porém com valores menores. Marques e outros (2011) e Arantes e outros (2017), com adubação convencional, porém nas mesmas condições locais, observaram médias maiores até o ciclo III para essas mesmas cultivares, porém, com raras exceções, sem diferenças estatísticas para o perímetro do pseudocaule e número de folhas vivas no florescimento.

Os caracteres de rendimento, massa cacho, das pencas, da ráquis, da primeira, segunda, terceira e quarta pencas, relação engajo-cacho, comprimento do engajo, número de frutos, massa média das pencas e do fruto e diâmetro lateral do fruto também se diferenciaram quanto aos ciclos de produção (Tabela 3.5). As médias foram maiores no ciclo III para massa cacho, das pencas, da quarta e massa média das pencas. Os ciclos II e III com maiores médias para a massa da ráquis, segunda e terceira pencas, massa do fruto e o comprimento do engajo, diâmetro do fruto, número de frutos por penca e relação engajo-cacho com as médias maiores nos ciclos I; I, II, III; IV e I, III e IV, respectivamente.

Como se observa na Tabela 3.5, com algumas exceções, os ciclos II e III apresentaram de forma geral as maiores médias para as variáveis citadas acima. O bom desempenho dessas variáveis e a perduração da produção até o ciclo III dá-se pelas condições iniciais do solo e pelas constantes reposições feitas pelas adubações. Damatto Junior e outros (2011) e Marques e outros (2011) demonstraram maiores médias para algumas das características de rendimento citadas acima apenas no ciclo II. Com relação às médias das variáveis avaliadas, Ribeiro e outros (2013), comparando cultivo orgânico com o convencional, observaram para o diâmetro do fruto e a massa do cacho e pencas valores médios inferiores ao presente trabalho para ‘Prata-Anã’ e em híbridos tetraploides tipo prata.

A cultivar Prata-Anã diferiu da ‘BRS Platina’ independente de ciclo ou adubação (Tabela 3.5). Na ‘Prata-Anã’, os caracteres perímetro do pseudocaule, número de folhas vivas no florescimento e colheita e número de frutos por penca apresentaram maiores médias que a ‘BRS Platina’, enquanto que a ‘BRS Platina’ foi superior à ‘Prata-Anã’ para comprimento do engaço, massa média das pencas e dos frutos.

Marques e outros (2011), para número de folhas no florescimento e colheita em três ciclos, encontraram resultados semelhantes. Arantes e outros (2017) encontraram para as duas cultivares resultados favoráveis à ‘BRS Platina’ em relação à ‘Prata-Anã’ nos ciclos II e III para o perímetro do pseudocaule, número de folhas vivas no florescimento e melhor desempenho para ‘Prata-Anã’ nos ciclos II e III para número de folhas na colheita. Esses resultados demonstram que, independente das condições locais e de manejo, há variabilidade entre os genótipos, mesmo entre parentais.

5 CONCLUSÕES

1. As doses de K_2O aportadas por esterco bovino e farinha de rocha influenciaram o vigor vegetativo das bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’.
2. O segundo ciclo proporcionou maior área foliar total e índice de área foliar em bananeiras tipo Prata comparado ao primeiro, enquanto, no terceiro ciclo, as bananeiras tipo Prata apresentaram maior vigor vegetativo e massas do cacho e das pencas.
3. A cultivar BRS Platina expressou maior comprimento externo do fruto, comprimento do engaço, massa média das pencas, massa do fruto e índice de curvatura do fruto, enquanto a ‘Prata-Anã’, maior perímetro do pseudocaule, número de folhas no florescimento e colheita, área foliar, número de frutos e de pencas por cacho e menor período entre florescimento e colheita.
4. A adubação orgânica com esterco e farinha de rocha não aumenta a produção de bananeiras tipo Prata em solos de elevada fertilidade construída.

REFERÊNCIAS

- AL-BUSAIDI, K. T. S. Heat tolerance of Dwarf Cavendish banana (Musa AAA cv. Malindi) plants. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10 (14), p. 1780-1784, 2015.
- ALTIERI, M. A., SILVA, E. N., NICHOLLS, C. I. (Eds.). **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos. 2003. 226p.
- ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L. de; AMORIM, E. P.; RODRIGUES FILHO, V. A. Chlorophyll index for real-time prediction of nutritional status of 'Prata' banana. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 20, p. 99–106, 2016.
- ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SILVA, T. S.; RODRIGUES FILHO, V. A.; AMORIM, E. P. Agronomic evaluation of banana plants in three production cycles in southwestern state of Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 1-12, 2017.
- AZEVEDO, V. F.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. de M.; Maia, V. M.; SILVA, S. de O. Avaliação de bananeiras tipo Prata, de porte alto, no semiárido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1372-1380, nov./dez. 2010.
- BEBÉ, F.V.; ARANTES, A. de M. DONATO, S. L. R.; LÉDO, A. A.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F. Dinâmica de Ca, Mg e K em solo sob cultivo de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICORRIZA DO SOLO, 11; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. **Fonte de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais**. Viçosa, Mg: SBCS, 2010. 1 CD-ROM. FERTIBIO 210.
- BORGES, A. L.; ALBUQUERQUE, A. F. A.; AMORIM, E. P.; ROCHA, H. S.; PEREIRA, M. E. C.; RODRIGUES, M. G. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O. e.; CORDEIRO, Z. J. M. Sistema de Produção, 20 - 1ª edição - **Sistema de Produção Cultivo da Bananeira 'BRS Platina'**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2012 (Sistema de Produção - Versão Eletrônica). disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaBRSPlatina/index.htm>> acesso: 06.mai.2017.
- BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. da; OLIVEIRA, A. M. G.; D'OLIVEIRA, P. S. Nutrição e Adubação. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O. E; AMORIN, E.

P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **O agronegócio da banana**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. Cap. 11, p. 331-498.

BORGES, A. L.; SILVA S. de O. e; CALDAS, C. R.; LEDO, C. A. da S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 314-318, 2006.

CASTRICINI, A.; COELHO, E. F.; RODRIGUES, M. G. V.; COUTINHO, R. C. Caracterização pós-colheita de frutos de bananeira 'BRS Platina' de primeiro ciclo, sob regulação do déficit de irrigação. **Revista Brasileira Fruticultura**. [online]. 2012, v. 34, n. 4, pp. 1013-1021. disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n4/07.pdf>> acesso: 06.mai.2017.

CAYÓN, D. G. S. Ecofisiología y productividad del plátano (*Musa* AAB Simmonds). In: ACORBAT REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA COOPERACIÓN EM INVESTIGACIÓN DE BANANO EN EL CARIBE Y EN AMÉRICA TROPICAL, 16., 2004, Oaxaca. **Anais...**Oaxaca: ACORBAT, 2004. p. 172-183.

CAVALCANTE, M. J. B.; OLIVEIRA, T. K.; AZEVEDO, F. F. Avaliação de genótipos de bananeira e plátano em relação a sigatoka-negra em Rio Branco, AC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 5., 2003, Paracatu. **Anais...** Cruz das Almas: Nova Civilização, 2003. v. 1, p. 245.

COELHO, E. F.; DONATO, S. L. R.; OLIVEIRA, P. M.; CRUZ, A. J. de S. Relações hídricas II: evapotranspiração e coeficiente de cultura. In: COELHO, E. F. (Org.). **Irrigação da bananeira**. 1ª ed. v. único. Brasília: Embrapa, 2012, p. 85-117.

CRUZ, A. J de S. **Crescimento e produção de genótipos de bananeira sob diferentes lâminas de irrigação**. 2012. 82p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal no semiárido) –Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Avaliação nutricional em folhas de bananeira 'Prata-Anã' adubadas com composto orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 546-549, 2006.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEONEL, S.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J. Crescimento e produção de bananeira prata--anã adubada com composto orgânico durante cinco safras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial. p. 713-721, 2011b.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J.; GARCIA, V. A. Alterações nos teores nutricionais foliares de

bananeira 'Prata Anã' adubadas com composto orgânico em cinco ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, p. 692-698, 2011a.

IPGRI-INIBAP/CIRAD. **Descriptors for banana (*Musa spp.*)**. IPGRI, Roma: Itália; INIBAP, Montpellier: France; CIRAD, Montpellier: France, 1996. 55 p.

DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. de M.; RODRIGUES FILHO, V. A.; RODRIGUES, M. G. V.; RODRIGUES, F. E. Aspectos de ecofisiologia e estratégias de manejo da bananeira. In: **Fruticultura Tropical: diversificação e consolidação**. ZUCOLOTO, M.; BONOMO, R. (org.). Alegre: CAUFES, p.57-73, 2017.

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

DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; MARQUES, P. R. R.; ARANTES, A. de M. Considerações ecológicas, fisiológicas e de manejo. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O. e; AMORIN, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **O agronegócio da banana**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. Cap. 03, p. 45-110.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O.; LUCCA FILHO, O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa spp.*), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 139-144, 2006.

DONATO, S. L. R.; LÉDO, A. A.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F.; COTRIM, C. E. Estado nutricional de bananeiras tipo prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 980-988, 2010.

DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, M. G. V.; Souza, de I. Considerações sobre índices técnicos e econômicos de produção para a cultura da bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p. 116-126, 2015.

DZOMEKU, B. M.; SARKORDIE-ADDO, J.; DARKEY, S. K.; BAM, R. K.; J. WÜNSCHE, J.; STAVAR, C. Responses of leaf stomatal parameters to induced water stress and its relationship with stomatal conductance in false horn plantain. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 12(2): p. 1-14, 2016.

EKANAYAKE, I. J.; ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. R. Influence of leaf age, soil moisture, VPD and time of day on leaf conductance of various *Musa* genotypes in a humid forest-moist savanna transition site. **Annals of Botany**, London, v. 74, p. 173-178, 1994.

FAO. **Food and Agricultural Organization**. Faostat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 33, p. 317-345, 1982.

FARIA, H. C. de; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; SILVA, S. de O. e. Avaliação fitotécnica de bananeiras tipo Terra sob irrigação em condições semi-áridas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 830-836, 2010.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG. 2000. 402p.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p

GEENSE, P.; PATTISON, A. B.; KUKULIES, T. L.; SCHOLBERG, J. M. S.; MOLINA, A. B. Can Changes in Soil Properties in Organic Banana Production Suppress Fusarium Wilt? **Natural Resources**, v. 6, p. 181-195, 2015.

GUIMARÃES, B. V. C.; DONATO, S. L. R.; MAIA, V. M.; ASPIAZÚ, I.; RODRIGUES, M.G.V.; MARQUES, P.R. R. Simple and multiple linear regressions for harvest prediction of Prata type bananas. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 6300-6308, 2013.

HARLEY, A. D.; GILKES, R. J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rock powders: a geological overview. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 56, p. 11-36, 2000.

HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T. de; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. P. de; ARRUDA, J. A. de. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 536-544, 2010a.

HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T. de; SOUZA, A. P. de; GHEYI, H. R.; SOUZA JUNIOR, R. F. de. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 268-275, 2010b.

JESUS, O. N.; CÂMARA, T. R.; FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O. e; PESTANA, K. N.; SOARES, T. L. Diferenciação molecular de cultivares elites de bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1739-1748, dez. 2006.

LÉDO, A. da S.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; LEDO, C.A. da S.; SILVA, S. de O. e. Avaliação de genótipos de bananeira na região do Baixo São Francisco, Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 691-695, 2008.

LICHTEMBERG, L. A; LICHTEMBERG, P. S. F. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. especial, p. 29-36, 2011.

LUCENA, C. C. **Estratégias de manejo de irrigação de bananeiras baseadas em coeficientes de transpiração e área foliar**. 2013. 152 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 201p.

MAHOUACHI, J. Changes in nutrient concentrations and leaf gas exchange parameters in banana plantlets under gradual soil moisture depletion. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 120, n. 4, p. 460-466, 2009.

MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F.; ARANTES, A. de M. Características agronômicas de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 852-859, 2011.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Third Edition. London: Elsevier, 2012, 651p.

MELO, A. S. de; SILVA JÚNIOR, C. D. da; FERNANDES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, 2009.

MELO, A. S. de; SILVA JÚNIOR, C. D.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SOBRAL, L. F.; SUASSUNA, J. F.; VIÉGAS, P. R. A.; FERRAZ, R. L. S. Chlorophyll and macronutrients content in leaf issue of *Musa* sp. 'Prata-Anã' under fertigation. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 1714-1720, 2014.

MELO, A. S. de; SOBRAL, L. S.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A. Aspectos técnicos e econômicos da bananeira 'prata-anã' sob fertirrigação nos tabuleiros costeiros de Sergipe. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 564-571, 2010.

MELO JUNIOR, A. P.; ALVES, A. S.; SILVA, P. F.; LIMA JUNIOR, B. C.; FARIAS, M. S. S. Eficiência das trocas gasosas em bananeira sob diferentes fontes e níveis de nitrogênio e potássio. In: II INOVAGRI INTERNATIONAL

MEETING, 2014. **Anais...** Fortaleza, 2014.
<http://dx.doi.org/10.12702/ii.inovagri.2014-a147>. Acesso em: 10/10/2016.

MONIEM, E. A. EL; ABD-ALLAH, A. S. E.; AHMED, M. A. The Combined Effect of Some Organic Manures, Mineral N Fertilizers and Algal Cells Extract on Yield and Fruit Quality of Williams Banana Plants. **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci**, Dokki, Giza, Egypt, v. 4 (4), p. 417-426, 2008.

MOREIRA, R. S. **Banana, Teoria e Prática de Cultivo**. 2 ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999. 1 CD-ROM.

NEGREIROS, K.V. de. **Estudo comparativo dos efeitos de biofertilizantes no crescimento e produção da bananeira nanica em dois ciclos sucessivos**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Centro de ciências humanas e agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2013.

NOMURA, E. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; BOARETTO, R. M.; GARCIA, V. A.; FUZITANI, E. J.; DAMATTO JUNIOR, E. T.; SAES, L. A.; MATTOS JUNIOR, D. Aplicação de boro em bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 608-617, 2011.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N.. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 472-550.

OLIVEIRA, J. M.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; Crescimento da bananeira Grande Naine submetida a diferentes lâminas de irrigação em tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n. 10, p. 1038-1046, 2013.

OLIVEIRA, T. K.; LESSA, L. S.; SILVA, S. de O. e; OLIVEIRA, J. P. Características agrônômicas de genótipos de bananeira em três ciclos de produção em Rio Branco, AC. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1003-1010, 2008.

OSTERROHT, M.. Rochagem para quê? In: OLIVEIRA, J. P. Rochagem-I: adubação com rochas silicatadas moídas, 20. **Agroecologia**, 2003. Cap. 3, p. 12-15.

PIMENTEL, R. M. A.; GUIMARÃES, F. N.; SANTOS, V. M.; RESENDE, J. C. F. Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e 'Prata-Anã' cultivados no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 32, n. 2, p. 407-413, 2010.

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J. L. . Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.

de; MELLO, J. W. V. de; COSTA, L. M. da (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. v. 2. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 593-643.

RIBEIRO, L. R.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, S. de O. e; BORGES, A. L. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 34, n. 3, p.774-782, 2012.

RIBEIRO, L. R.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, S. de O. e; BORGES, A. L. Avaliação de cultivares de bananeira em sistema de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 508-517, 2013.

ROBINSON, J. C.; GÁLAN SAÚCO, V. **Plátanos y bananos**. 2nd ed. España: Ediciones Mundi-prensa, 2012. 321p.

RODRIGUES, M. G. V.; DONATO, S. L. R.; LICHTEMBERG, L. A; DIAS, M. S. C. Implantação e manejo do bananal. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p. 27-44, 2015.

RODRIGUES, M. G. V.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, F. E. Panorama del Sector bananeiro e nel Norte de Minas Gerais, Brasil. **Boletín Musalac**, Costa Rica: Bioversity International, v. 2, n. 2, p. 2-5, 2011.

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. da. Amostragem foliar da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 321-325, 2010.

RODRIGUES, M. G. V.; RUGGIERO, C.; NATALE, W.; PACHECO, D. D. Nutrição e produção da bananeira 'Prata-anã' adubada com zinco e boro diretamente no rizoma, via muda desbastada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 29, p. 645-651, 2007.

SANTOS V. P. dos; FERNANDES P. D.; MELO A. S. de; SOBRAL L. F.; BRITO M. E. B.; DANTAS J. D. M.; BONFIM L. V. Fertirrigação da bananeira cv. Prata-Anã com N e K em um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 567-573, jun. 2009.

SANTOS, M. R; MARTINEZ, M. A.; DONATO, S. L. R. Gas exchanges of Tommy Atkins mango trees under different irrigation treatments. **Bioscience Journal**, v. 29, p. 1141-1153, 2013.

SANTOS, J. G. R.; ANDRADE, R.; GALDINO, P. O.; LINHARES, A. S. F.; MAIA, P. M. E.; LIMA, A. S. de. Qualidade da produção da bananeira Nanicão em função do uso de biofertilizantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 387-393, 2014.

- SILVA, E. B.; SOUZA, B. P.; DONATO, S. L. R.; AMORIM, E. P.; CARVALHO, F. P.; ALMEIDA, M. O. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional de mudas de bananeira tipo Prata. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 82-92, 2014.
- SILVA, I. P.; SILVA, J. T. A.; PINHO, P. J.; RODAS, C. L.; CARVALHO, J. G. de. Vegetative development and yield of the banana cv. 'Prata-Anã' as a function of magnesium and potassium fertilization. **Idesia** v. 31, p. 83-88, 2013.
- SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; CARVALHO J. G.; DAMASCENO J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira Prata Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 152-155, 2003.
- SILVA, J. T. A. da; SIMÃO, F. R. Produção, nutrição e incidência do mal do Panamá em bananeira 'Prata-Anã' adubada com potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 807-813, 2015.
- SILVA, J. T. A. da; PEREIRA, R. D.; SILVA, I. P.; OLIVEIRA, P. M. de. Produção da bananeira 'Prata-Anã'(AAB) em função de diferentes doses e fontes de potássio. **Revista Ceres**, v. 58, p. 817-822, 2011a.
- SILVA, J. T. A. da; PEREIRA, R. D.; RODRIGUES, M. G.V. Adubação da bananeira 'Prata-Anã' com diferentes doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1314-1320, 2012.
- SILVA, J. T. A. da; RODRIGUES, M. G. V. Produção da bananeira 'Prata-Anã' em função da aplicação de adubo fosfatado, em quatro ciclos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 613-618, 2013.
- SILVA, J. T. A. da. Solo, adubação e nutrição para bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p.74-83, 2015.
- SILVA, S. O.; MATOS, A. P.; CORDEIRO, Z. J. M.; LIMA, M. J. C.; AMORIM, E. P. Avaliação de genótipos tetraplóides de bananeira cultivadas em área infestada pelo agente causal do mal-do-Panamá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 137-143, mar., 2011b.
- SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. In: Escuela de Agricultura de La Región Tropical Húmeda. Guácimo, Costa Rica, 2008.
- SOUZA, L. da S.; BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. da. Solo manejo e conservação. In: FERREIRA, C. F.; SILVA, S. de O. e; AMORIN, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA.

O agronegócio da banana. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016a. Cap. 10, p. 45-110.

SOUZA, M. E.; LEONEL, S.; MARTIN, R. L. Caracterização do cultivar de bananeira ‘Figo-Cinza’ em dois ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 461-465, 2011.

SOUZA, B. P. de; SILVA, E. B.; CRUZ, M. do C. M.; AMORIM, E. P.; DONATO, S. L. R. Deficiências de micronutrientes no estado nutricional de mudas de bananeira prata. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 3: (e-884), 2016b.

SOUTO, R. F.; RODRIGUES, M. G. V.; ALVARENGA, C. D.; SILVA, J. T. da A.; MAENO, P.; GONZAGA, V. Sistema de Produção para a Cultura da Banana Prata-Anã no Norte de Minas. Belo Horizonte: EPAMIG, 1997. 32 p. (**EPAMIG. Boletim Técnico**, 48).

SHIMAZAKI, K. I. et al. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, p. 219-247, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TURNER, D. W.; FORTESCUE, J. A.; THOMAS, D. S. Environmental physiology of the bananas (*Musa* spp.). **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 19, p. 463-484, 2007.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J. S. de S.; COELHO, R. I. Modelo matemático para estimativa da área foliar total de bananeira ‘Prata-Anã’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1152-1154, 2008.