



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

ALEX RODRIGUES SILVA SOARES

**TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA
RENDIMENTO DE BANANEIRAS CAVENDISH,
GROS MICHEL E PRATA DE PORTE ALTO**

GUANAMBI
BAHIA – BRASIL
2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

ALEX RODRIGUES SILVA SOARES

**TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA
RENDIMENTO DE BANANEIRAS CAVENDISH,
GROS MICHEL E PRATA DE PORTE ALTO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

GUANAMBI
BAHIA – BRASIL
2021

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596
IF Baiano, Campus Guanambi

S676t Soares, Alex Rodrigues Silva

Trocas gasosas e requerimento em área foliar para rendimento de bananeiras Cavendish, Gros Michel e Prata de porte alto. / Alex Rodrigues Silva Soares.– Guanambi, Ba., 2021.

64f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, 2021.

Orientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

Coorientador: Alessandro de Magalhães Arantes.

1. Banana. 2. Fisiologia. 3. Características agronômicas.
4. Produção. 5. Semiárido Baiano. I. Título.

CDU: 634.772



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

ALEX RODRIGUES SILVA SOARES

**TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA
RENDIMENTO DE BANANEIRAS CAVENDISH,
GROS MICHEL E PRATA DE PORTE ALTO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

APROVADA: 27 de julho de 2021.

Pesq. Dra. Maria Geralda Vilela Rodrigues
Membro da Banca - Epamig Norte –
Nova Porteirinha, MG

Prof. Dr. Pedro Ricardo Rocha Marques
Membro da Banca IFBAIANO –
Guanambi, BA

Prof./Dr. Alessandro de Magalhães Arantes
Coorientador – IFBAIANO – Guanambi, BA

Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato
Orientador – IFBAIANO – Guanambi, BA

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, por me conceder uma vida repleta de bênçãos, sendo a conclusão deste Mestrado a mais recente delas. Obrigado Senhor, por não ter deixado faltar equilíbrio, fé, determinação e coragem durante essa caminhada acadêmica.

Aos meus pais, minha mãe Dulce e meu pai Salvador “Dodô”, pelo incentivo, orações e apoio permanentes. Aos meus irmãos Mário e Mathias, pela torcida positiva em prol das minhas realizações.

A minha esposa Bruna, pelo amor, incentivo, paciência e compreensão, sem o seu apoio eu não teria conseguido concluir essa etapa, obrigado amor. A minha filha Maria Eduarda “Duda”, o seu nascimento me deu ânimo para focar nos estudos e buscar a conclusão desse curso e também para dar continuidade com o ingresso no Programa de Doutorado.

Agradeço imensamente ao meu orientador Sérgio Luiz Rodrigues Donato e também ao meu coorientador Alessandro de Magalhães Arantes, pelos ensinamentos, correções, sugestões, disponibilidade e gentileza em compartilhar informações, experiências e dados que complementaram e contribuíram para a conclusão da pesquisa. Gostaria de enfatizar que o nosso país precisa de profissionais como os senhores que tratam a pesquisa científica de forma séria, com muita dedicação e empenho apesar de todos os percalços do dia-a-dia.

Agradeço também aos membros da banca: a pesquisadora Dra. Maria Geralda Vilela Rodrigues e ao professor Dr. Pedro Ricardo Rocha Marques, pelas sugestões, correções e contribuições. Agradeço também ao demais professores do IFBAIANO e de instituições parceiras que direta ou indiretamente participaram da minha capacitação profissional, pelos conhecimentos transmitidos, incentivo e disponibilidade em ajudar no desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas de turma, pela companhia nas muitas horas de estudo, foram muitas madrugadas dedicadas ao curso, obrigado pelas mensagens de força quanto esta parecia querer chegar ao fim, principalmente por conta das dificuldades ocasionadas pela pandemia do COVID-19.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IFBAIANO) *Campus Guanambi* - BA, pela oportunidade de estudar próximo de casa e da família, com professores de excelência, e poder realizar esse sonho de ingressar e agora concluir o Mestrado.

Agradeço também aos ex-colegas de trabalho da empresa Bahia Mineração (BAMIN), principalmente ao meu antigo Diretor o Sr. Daniel Medeiros, que entendeu o valor transformador que a educação pode gerar nas pessoas, fortalecendo o seu time de colaboradores, o qual incentivou e autorizou o meu ingresso no Mestrado. Obrigado Daniel você é um ser humano diferenciado e merece todo o sucesso na sua carreira.

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

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

ALEX RODRIGUES SILVA SOARES, é natural do município baiano de Piatã na Chapada Diamantina, onde concluiu o ensino médio no Colégio Municipal Dr. Antônio Carlos Magalhães, (1999). Engenheiro Agrônomo graduado pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus Vitória da Conquista-BA*, (2007). Especialista em Engenharia Ambiental pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE), *Campus Vergueiro São Paulo-SP*, (2010). Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Guanambi (UniFG), *Campus Guanambi-BA*, (2015). Em 2019 iniciou o Mestrado Profissional *Stricto Sensu* em Produção Vegetal no Semiárido (MPPVS) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus Guanambi*, concluindo o curso em julho de 2021.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
INTRODUÇÃO GERAL	11
ARTIGO 1.....	13
TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA RENDIMENTO DE BANANEIRAS CAVENDISH E GROS MICHEL	14
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
3.1. Características fitotécnicas	20
3.2. Características fisiológicas	27
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
5. REFERÊNCIAS.....	34
ARTIGO 2.....	39
TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA RENDIMENTO DE BANANEIRAS TIPO PRATA DE PORTE ALTO	40
1. INTRODUÇÃO.....	41
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
3.1. Características fitotécnicas	47
3.2. Características fisiológicas	54
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
5. REFERÊNCIAS	61

RESUMO

SOARES, A. R. S., M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus Guanambi*, Guanambi, julho de 2021. **Trocas gasosas e requerimento em área foliar para rendimento de bananeiras Cavendish, Gros Michel e Prata de porte alto.** Orientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato. Coorientador: Alessandro de Magalhães Arantes.

A avaliação das trocas gasosas e das características agronômicas são fundamentais para a recomendação de cultivares e para subsidiar sistemas de produção específicos. São estudos que envolvem características fitotécnicas e fisiológicas. O trabalho foi dividido em dois experimentos: **no primeiro:** objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o requerimento em área foliar para rendimento de cinco cultivares de bananeiras, uma do tipo Cavendish (Grande Naine) e quatro do tipo Gros Michel (Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 e FHIA-23), em condições semiáridas, sob irrigação. As cinco cultivares, Grande Naine, Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 e FHIA-23, e dois ciclos de produção, foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco repetições e quatro plantas úteis por parcela. Para as características fisiológicas, considerou-se o arranjo fatorial $5 \times 9 \times 2$, com cinco cultivares, nove períodos de avaliação (meses), dois horários de leituras (8 horas e 14 horas). Das vinte características fitotécnicas mensuradas, sete apresentaram interação entre os fatores cultivar e ciclo. As cultivares Bucaneiro e Calipso requerem maior área foliar por unidade produzida e a FHIA-23, menor, o que sugere maior eficiência fotossintética por unidade de folha para esta, comprovada pelas maiores massas de cachos e pencas e maiores quantidades de pencas e frutos. As trocas gasosas variam com as cultivares, épocas de avaliação e horários de leitura. As cultivares FHIA-17 e Calipso, tipo Gros Michel, expressaram, respectivamente, maiores taxa de fotossíntese e transpiração que a Grande Naine, tipo Cavendish. A fotossíntese líquida, condutância estomática, e as eficiências quântica da fotossíntese, instantânea de uso da água e de carboxilação são maiores às 8 horas comparada às 14 horas. O mês de junho possibilitou às cultivares expressarem os maiores valores de taxas de fotossíntese, radiação incidente nas folhas, eficiência de carboxilação e condutância estomática. **No segundo experimento:** objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o requerimento de área foliar e o rendimento de seis cultivares de bananeiras do tipo Prata de porte alto, em condições semiáridas, sob irrigação. As seis cultivares, a variedade Pacovan (AAB), seus híbridos Pacovan Ken, Preciosa, Japira e PV79-34 (AAAB) e o híbrido Garantida (AAAB), derivado da Prata São Tomé, e dois ciclos de produção, foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial, com cinco repetições e quatro plantas úteis por parcela. Para as características fisiológicas, adotou-se o arranjo em esquema fatorial, $6 \times 12 \times 2$, sendo seis cultivares, doze períodos de avaliação (meses) e dois horários de leitura em cada época, dispostos em

delineamento inteiramente casualizado. Das vinte e uma características fitotécnicas mensuradas, sete foram influenciadas pela interação entre os fatores cultivar e ciclo (largura da terceira folha; número de folhas na colheita; número de frutos; razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho; razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas; razão entre a área foliar no florescimento e o número de frutos; e a razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos). A concentração interna de CO₂, a taxa de fotossíntese líquida, as eficiências instantânea de uso da água, de carboxilação e quântica da fotossíntese registradas nas folhas das bananeiras são maiores no período da manhã, favorecidas pela maior condutância estomática e menor temperatura foliar resultante das condições meteorológicas, enquanto no período vespertino a transpiração e a eficiência intrínseca do uso da água se elevam. O híbrido PV79-34 apresenta maior rendimento e eficiência produtiva por unidade de área foliar, associado à elevada transpiração, comparada às cultivares Prata de porte alto estudadas.

Termos para indexação: *Musa* spp., fisiologia, genótipos, clima, caracteres agronômicos, produção, vigor.

ABSTRACT

SOARES, A. R. S., M.Sc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus Guanambi*, Guanambi, julho de 2021. **Gasous exchanges and requirement leaf area for yield in bananas Cavendish, Gros Michel and Prata tall size.** Advisor: Sérgio Luiz Rodrigues Donato. Co-advisor: Alessandro de Magalhães Arantes.

The evaluation of gas exchange and agronomic characteristics are essential for the recommendation of cultivars and to support specific production systems. These are studies that involve phytotechnical and physiological characteristics. The work was divided into two experiments: **in the first one**, the objective was to evaluate the gas exchange and the requirement between leaf area and yield in five banana cultivars, one of the Cavendish type (Grande Naine) and four Gros Michel (Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 and FHIA-23) under semi-arid conditions under irrigation. The five cultivars, Grande Naine, Calypso, Bucaneiro, FHIA-17 and FHIA-23, and two production cycles were arranged in a completely randomized experimental design, in a factorial scheme, with five replications and four useful plants per plot. For the physiological characteristics, a 5x9x2 factorial arrangement was considered, with five cultivars, nine evaluation periods (months), two reading times (8 am and 14 pm). Of the twenty phytotechnical characteristics measured, seven showed interaction between cultivar and cycle factors. Cultivars Bucaneiro and Calypso require larger leaf area per unit produced and FHIA-23, smaller, which suggests a greater photosynthetic efficiency per leaf unit for this one, evidenced by the larger masses of bunches and bunches and larger amounts of bunches and fruits. Gas exchange varies with cultivars, evaluation periods and reading times. Cultivars FHIA-17 and Calipso, type Gros Michel, expressed,

respectively, higher rates of photosynthesis and transpiration than Grande Naine, type Cavendish. The net photosynthesis, stomatal conductance, and quantum efficiencies of photosynthesis, instantaneous water use, and carboxylation are greater at 8 am compared to 14 pm. The month of June allowed the cultivars to express the highest values of photosynthesis rates, incident radiation on leaves, carboxylation efficiency and stomatal conductance. **In the second experiment**, the objective was to evaluate the gas exchange and the requirement between leaf area and yield in six tall cultivars of Prata type banana in semi-arid conditions under irrigation. The six cultivars, the variety Pacovan (AAB), its hybrids Pacovan Ken, Preciosa, Japira and PV79-34 (AAAB) and the hybrid Garantida (AAAB), derived from Prata São Tomé, and two production cycles were arranged in a design. experimental completely randomized in a factorial scheme, with five replications and four useful plants per plot. For the physiological characteristics, a factorial arrangement was adopted, 6x12x2, six cultivars, twelve evaluation periods (months) and two reading times in each period arranged in a completely randomized design. Of the twenty-one phytotechnical characteristics measured, seven were influenced by the interaction between cultivar and cycle factors (width of the third leaf; number of leaves at harvest; number of fruits; ratio between leaf area at harvest and bunch mass; ratio between the leaf area at harvest and the number of bunches; the ratio between the leaf area at flowering and the number of fruits; and the ratio between the leaf area at harvest and the number of fruits). The internal concentration of CO₂, the net photosynthesis rate, the instantaneous water use, carboxylation and quantum efficiencies of photosynthesis recorded in banana leaves are higher in the morning, favored by higher stomatal conductance and lower leaf temperature resulting from the conditions meteorological, while in the afternoon transpiration and the intrinsic efficiency of water use increase. The hybrid PV79-34 has higher yield and production efficiency per unit of leaf area, associated with high transpiration, compared to the tall cultivars Prata studied.

Index terms: *Musa* spp., physiology, genotypes, climate, agronomic characters, production, vigor.

INTRODUÇÃO GERAL

A banana é a fruta mais consumida no mundo, em razão da sua composição química e conteúdo, ser rica em vitaminas e minerais, principalmente potássio, e também pela sua versatilidade em modalidades de uso, seus caracteres de sabor, aroma e higiene. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em 2018 foi produzida em 138 países, incluindo o Brasil, onde apresenta grande importância econômica. Isso indica a existência de produção de banana sob diferentes ambientes e manejos que podem influenciar a produtividade final das cultivares pela variação nos seus fatores de produção.

A avaliação e o entendimento das trocas gasosas é fundamental para a identificação de cultivares adaptadas aos variados ecossistemas (ARANTES et al., 2016). A análise das taxas fotossintéticas, em função dos fatores ambientais como a luz, a temperatura, o vento, entre outros, característicos dos diferentes locais de cultivo, podem justificar a expressão do crescimento e a produtividade das plantas (PAIVA et al., 2005; TURNER et al., 2007; FERRAZ et al., 2012).

As mudanças na temperatura foliar, transpiração, condutância estomática, fotossíntese e eficiência do uso da água, são utilizados como indicadores fisiológicos da presença de estresse na planta (LUCENA, 2013) e possibilitam extrapolar os resultados para fomentar manejos em sistemas de produção específicos e para cultivares em ambientes similares (ARANTES et al., 2016).

Adicionalmente, condições adversas, sejam abióticas como a ocorrência de ventos de velocidade elevada (DONATO et al., 2006; FARIA et al., 2010), ou bióticas como a presença de patógenos causadores de doenças foliares (CAVALCANTE et al., 2014), aceleram a senescência e contribuem para a diminuição da área foliar da bananeira (DONATO et al., 2021) e, conseqüentemente, da fotossíntese. Nessas condições, determinadas cultivares podem apresentar, por ocasião do florescimento, uma quantidade de folhas aquém do requerimento funcional para assegurar produtividade elevada. Assim, sob essas condições adversas, é interessante o uso de cultivares com menor requerimento de área de folha por quantidade unitária produzida de banana, o que pode sugerir maior eficiência fotossintética.

As expressões das características fenotípicas e fisiológicas, resultantes das especificidades ambientais e de manejo, podem fornecer subsídios para a identificação de cultivares com maior adaptação. Diante do exposto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o requerimento de área foliar para maior rendimento em cultivares de bananeira dos tipos Cavendish, Gros Michel e Prata de porte alto, visando, sobretudo, à identificação de cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região semiárida, sob irrigação, com maior produtividade.

Referências

- 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.
- CAVALCANTE, M.J.B.; ANDRADE NETO, R.C.; LEDO, A.S.; GONDIM, T.M.S.; CORDEIRO, Z.J.M. Manejo fitotécnico da bananeira, cultivar D'Angola (AAB), visando ao controle da sigatoka-negra. **Revista Caatinga**, v.27, n.2, p.201-208, 2014.
- DONATO, S. L. R.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; SÔNEGO, M.; MARQUES, P. R. R.; SANTOS, M. R.; ARANTES, A. M.; LICHTEMBERG, L. A. Aspectos da ecofisiologia, fenologia e produção: In: DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M.G. V. (Ed.). **Banana: do plantio à colheita**. 1 ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p.45-76.
- DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O. e; LUCCA FILHO, O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. da S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa spp.*), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.139-144, 2006.
- FAO_Food and Agriculture Organization of United Nations. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 03 de jun. de 2021.
- FARIA, H. C.; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; SILVA, S. O. Avaliação fitotecnica de bananeiras tipo Terra sob irrigação em condições semiáridas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 830-836, 2010.
- FERRAZ, R. L. de S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; JÚNIOR, E. da S. N. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. Pesquisa. **Agropecuaria Tropical**. Goiânia, v. 42, n. 2, p. 181-188, 2012.
- 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.
- PAIVA, A. S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**. v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.
- 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.

ARTIGO 1

TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA RENDIMENTO DE BANANEIRAS CAVENDISH E GROS MICHEL¹

¹Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do Periódico Revista Brasileira de Fruticultura.

TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA RENDIMENTO DE BANANEIRAS CAVENDISH E GROS MICHEL

RESUMO: Objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o requerimento em área foliar para rendimento de cinco cultivares de bananeiras, uma do tipo Cavendish (Grande Naine) e quatro do tipo Gros Michel (Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 e FHIA-23), em condições semiáridas, sob irrigação. As cinco cultivares, Grande Naine, Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 e FHIA-23, e dois ciclos de produção foram dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com cinco repetições e quatro plantas úteis por parcela. Para as características fisiológicas, considerou-se um arranjo fatorial 5 x 9 x 2, com cinco cultivares, nove períodos de avaliação (meses), dois horários de leituras (8 horas e 14 horas). Das vinte características fitotécnicas mensuradas, sete apresentaram interação entre os fatores cultivar e ciclo. As cultivares Bucaneiro e Calipso requerem maior área foliar por unidade produzida e a FHIA-23, menor, o que sugere maior eficiência fotossintética por unidade de folha para esta, comprovada pelas maiores massas de cachos e pencas e maiores quantidades de pencas e frutos. As trocas gasosas variam com as cultivares, épocas de avaliação e horários de leitura. As cultivares FHIA-17 e Calipso, tipo Gros Michel, expressaram, respectivamente, maiores taxa de fotossíntese e transpiração, que a Grande Naine, tipo Cavendish. A fotossíntese líquida, condutância estomática, e as eficiências quântica da fotossíntese, instantânea de uso da água e de carboxilação são maiores às 8 horas comparada às 14 horas. O mês de junho possibilitou às cultivares expressarem os maiores valores de taxas de fotossíntese, radiação incidente nas folhas, eficiência de carboxilação e condutância estomática.

Termos para indexação: *Musa* spp., fisiologia, clima, produção, vigor.

GASEOUS EXCHANGES AND LEAF AREA REQUIREMENT YIELD IN BANANAS CAVENDISH AND GROS MICHEL

ABSTRACT: The objective was to evaluate the gaseous exchanges and the requirement between leaf area and yield in five banana cultivars, one Cavendish (Grande Naine) and four Gros Michel (Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 and FHIA-23) in semi-arid conditions under irrigation. The five cultivars, Grande Naine, Calypso, Bucaneiro, FHIA-17 and FHIA-23, and two production cycles were arranged in a completely randomized experimental design, in a factorial scheme, with five replications and four useful plants per plot. For the physiological characteristics, a 5x9x2 factorial arrangement was considered, with five cultivars, nine evaluation periods (months), two reading times (8 am and 14 pm). Of the twenty phytotechnical characteristics measured, seven showed interaction between cultivar and cycle factors. Cultivars Bucaneiro and Calypso require larger leaf area per unit produced and FHIA-23, smaller, which suggests a greater photosynthetic efficiency per leaf unit for this one, evidenced by the larger masses of

bunches and bunches and larger amounts of bunches and fruits. Gas exchange varies with cultivars, evaluation periods and reading times. Cultivars FHIA-17 and Calipso, type Gros Michel, expressed, respectively, higher rates of photosynthesis and transpiration than Grande Naine, type Cavendish. The net photosynthesis, stomatal conductance, and quantum efficiencies of photosynthesis, instantaneous water use, and carboxylation are greater at 8 am compared to 14 pm. The month of June allowed the cultivars to express the highest values of photosynthesis rates, incident radiation on leaves, carboxylation efficiency and stomatal conductance.

Index terms: *Musa* spp., physiology, climate, production, vigor.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da bananeira (*Musa* spp.) é realizado em diferentes zonas climáticas, desde os subtropicais frios até os trópicos semiáridos, onde são frequentes os períodos no ano com temperaturas baixas ou estresses por calor e falta de água, respectivamente, que limitam o potencial produtivo da planta (DONATO et al., 2021). Assim, estudos envolvendo práticas de manejo, cultivares e trocas gasosas em ambientes específicos, proporcionam maior entendimento das interações solo-água-planta-atmosfera para subsidiar a proposição de melhorias na produção.

As condições adversas, sejam abióticas como a ocorrência de ventos de velocidade elevada (DONATO et al., 2006a; FARIA et al., 2010), ou bióticas como a presença de patógenos causadores de doenças foliares (CAVALCANTE et al., 2014), aceleram a senescência e contribuem para diminuição da área foliar da bananeira (DONATO et al., 2021) e, conseqüentemente, da fotossíntese. Nessas condições, determinadas cultivares podem apresentar, por ocasião do florescimento, uma quantidade de folhas aquém do requerimento funcional para assegurar produtividade elevada. Assim, é interessante o uso de cultivares com menor requerimento de área de folha por quantidade unitária produzida de banana, o que pode sugerir maior eficiência fotossintética.

Na caracterização fitotécnica de cultivares, normalmente, são avaliados caracteres vegetativos que refletem o vigor das plantas, altura da planta e diâmetro do pseudocaule, e caracteres de rendimento, como: massas dos cachos, das pencas e de frutos, comprimento e diâmetro dos frutos (ARANTES et al., 2017), bem como a suscetibilidade à determinados patógenos (RODRIGUES FILHO et al., 2014).

Do ponto de vista ecofisiológico, existe um ajuste da espécie ao local, clima e solo. Assim, a bananeira realiza suas trocas gasosas em taxas adequadas, quando o ambiente apresenta-se favorável (ARANTES et al., 2016; DONATO et al., 2021). Nesse contexto, salienta-se que o estudo das trocas gasosas é fundamentado no efluxo de água e no influxo de CO₂, processo esse que pode ser aferido, principalmente nas folhas, de maneira precisa e não destrutiva, com medidas instantâneas e pontuais, através de equipamentos que auxiliam na identificação de cultivares adaptadas aos diversos ambientes.

A fotossíntese, a transpiração, a respiração, o crescimento e o desenvolvimento da bananeira são interdependentes e influenciados pelas condições do sítio, solo e clima (DONATO et al., 2021) e pelo manejo. Assim, podem estar associadas às diferenças de rendimento entre cultivares (TURNER et al., 2007; ARANTES, 2016; RAMOS et al., 2018), quando submetidas à diferentes sistemas de irrigação (ARANTES et al., 2018), estratégias de manejo de irrigação (SANTOS et al., 2017), intervalos de irrigação e altura de emissores (LAGE et al., 2020), fertilização com fertilizantes para manejo orgânico (MARQUES et al., 2018), ou à diferentes densidades de plantio (RODRIGUES FILHO et al., 2020) que proporcionam variações na área foliar total e no índice de área foliar (IAF). Isso é importante, pois existe relação entre IAF e fotossíntese (TURNER et al., 2007), área foliar e produtividade com especificidade varietal para Cavendish (SOTO BALLESTERO, 2008; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ et al., 2012), Prata (RODRIGUES et al., 2009) e Plátanos (CAYÓN SALINAS et al., 2000).

Essas variações entre cultivares, manejos e condições meteorológicas ao longo do dia e do ano permitem a compreensão das mudanças nas taxas de fotossíntese, transpiração, condutância estomática, eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação, na temperatura foliar que é consequência da temperatura do ar (DONATO et al., 2021), e seus reflexos no vigor e produtividade da bananeira. Essas alterações constituem indicadores fisiológicos da presença do estresse e possibilitam extrapolação desses resultados para fomentar manejos em sistemas de produção específicos e para as cultivares em ambientes similares (ARANTES et al., 2016). Desse modo, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as trocas gasosas e o requerimento em área foliar para o rendimento de cinco cultivares de bananeiras, uma tipo Cavendish (Grande Naine) e quatro Gros Michel (Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 e FHIA-23), em condições semiáridas, sob irrigação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, localizado no distrito de Ceraíma, no município de Guanambi, Bahia, 14°13'30"S, 42°46'53"W. O solo, cuja classificação original é Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2018), que corresponde a Oxisols (SOIL SURVEY STAFF, 2014), apresentava antes da implantação da cultura, fertilidade elevada construída por ações antrópicas (Tabela 1). O clima é semiárido quente e seco, com temperatura média anual de 25,9 °C e precipitação média anual de 664,7 mm, média dos últimos 39 anos. Os dados meteorológicos do período de condução do experimento encontram-se na Figura 1(A, B e C), sendo os dados de precipitação correspondentes ao período experimental total, do plantio até a colheita do segundo ciclo de produção (Figura 1A), e os dados de temperatura, umidade relativa (Figura 1B) e déficit de pressão de vapor (Figura 1C) referentes ao período de mensuração das trocas gasosas.

Foram utilizadas no plantio, mudas micropropagadas com espaçamento de 3,0 m x 2,5 m. A implantação e os tratos culturais seguiram as recomendações para a cultura, segundo Rodrigues et al. (2008). O sistema de irrigação utilizado foi por microaspersão, com emissores Netafim® autocompensante, vazão 120 L h⁻¹, diâmetro molhado de 7,4 m, com bocal vermelho de 1,57 mm, espaçamento de 6 m entre linhas laterais e 5 m entre emissores. Ressalta-se que além da irrigação as plantas receberam, por precipitação, 1.364,6 mm de água durante todo o período experimental (Figura 1A).

Tabela 1 - Médias dos atributos químicos de duas amostras compostas de solo da área experimental, antes do plantio, Guanambi, BA.

Características	Unidade	0,0-0,20 m	Desvio padrão	0,20-0,40 m	Desvio padrão
pH (H ₂ O)		7,60	0,14	7,60	0,57
P	mg dm ⁻³	318,15	157,47	185,80	21,78
K ⁺	mg dm ⁻³	567,50	45,96	512,50	154,86
Na ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,20	0,00	0,15	0,07
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	3,45	0,49	2,90	0,00
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	1,70	0,28	1,30	0,00
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,00	0,00	0,00
H ⁺ + Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,90	0,00	0,95	0,07
S.B. ¹	cmol _c dm ⁻³	6,75	0,92	5,65	0,35
t ²	cmol _c dm ⁻³	6,75	0,92	5,65	0,35
T ³	cmol _c dm ⁻³	7,65	0,92	6,65	0,21
V ⁴	%	88,00	1,41	85,00	1,41
m ⁵	%	0,00	0,00	0,00	0,00
M.O. ⁶	g dm ⁻³	13,50	21,0	10,00	14,00
B	mg dm ⁻³	0,85	0,07	0,75	0,07
Cu ⁺⁺	mg dm ⁻³	1,05	0,21	0,85	0,21
Fe ⁺⁺	mg dm ⁻³	11,85	2,33	11,35	3,46
Mn ⁺⁺	mg dm ⁻³	48,95	3,75	40,70	11,60
Zn ⁺⁺	mg dm ⁻³	24,25	4,31	13,30	2,40
Prem ⁷	mg L ⁻¹	42,15	0,92	41,40	3,68
CE ⁸	dS m ⁻¹	1,70	0,00	1,95	0,21

¹soma de bases; ²capacidade de troca catiônica efetiva (CTC efetiva); ³CTC a pH 7,0; ⁴satuação por bases; ⁵satuação por alumínio; ⁶matéria orgânica do solo; ⁷fósforo remanescente; ⁸condutividade elétrica.

pH em água; MO: colorimetria; P, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn: extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol/L; H+Al: pH SMP; B: água quente.

A irrigação das plantas foi baseada na evapotranspiração do cultivo (ET_c), que considera a evapotranspiração de referência (ET_o), e os coeficientes de cultivo definidos de acordo com os estádios fenológicos da cultura (COELHO et al., 2015). A ET_o foi determinada diariamente pelo método de Penman-Monteith, a partir dos dados coletados de uma estação meteorológica automática Vantage Pro Integradet Sensor (Davis Instruments, Hayward, CA, EUA) instalada a 100 m da área do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado - DIC, com avaliação de cinco cultivares de bananeiras dos tipos: Cavendish, Grande Naine (triplóide AAA) e Gros Michel, Calipso, Bucaneiro, FHIA-17 e FHIA-23 (tetraplóides AAAA), com cinco repetições, sendo quatro plantas úteis por parcela. O número de tratamentos depende da variável. Os híbridos Bucaneiro e Calipso foram originados do Programa de Melhoramento Genético de Bananeira da Jamaica, enquanto FHIA-17 e FHIA-23 do Programa de Melhoramento Genético de Bananeira da Fundação Hondurenha de Investigação Agrícola. Os quatro tetraploides Gros Michel têm como parental feminino a 'Highgate', e

os da FHIA têm como parental masculino o diploide SH33-62.

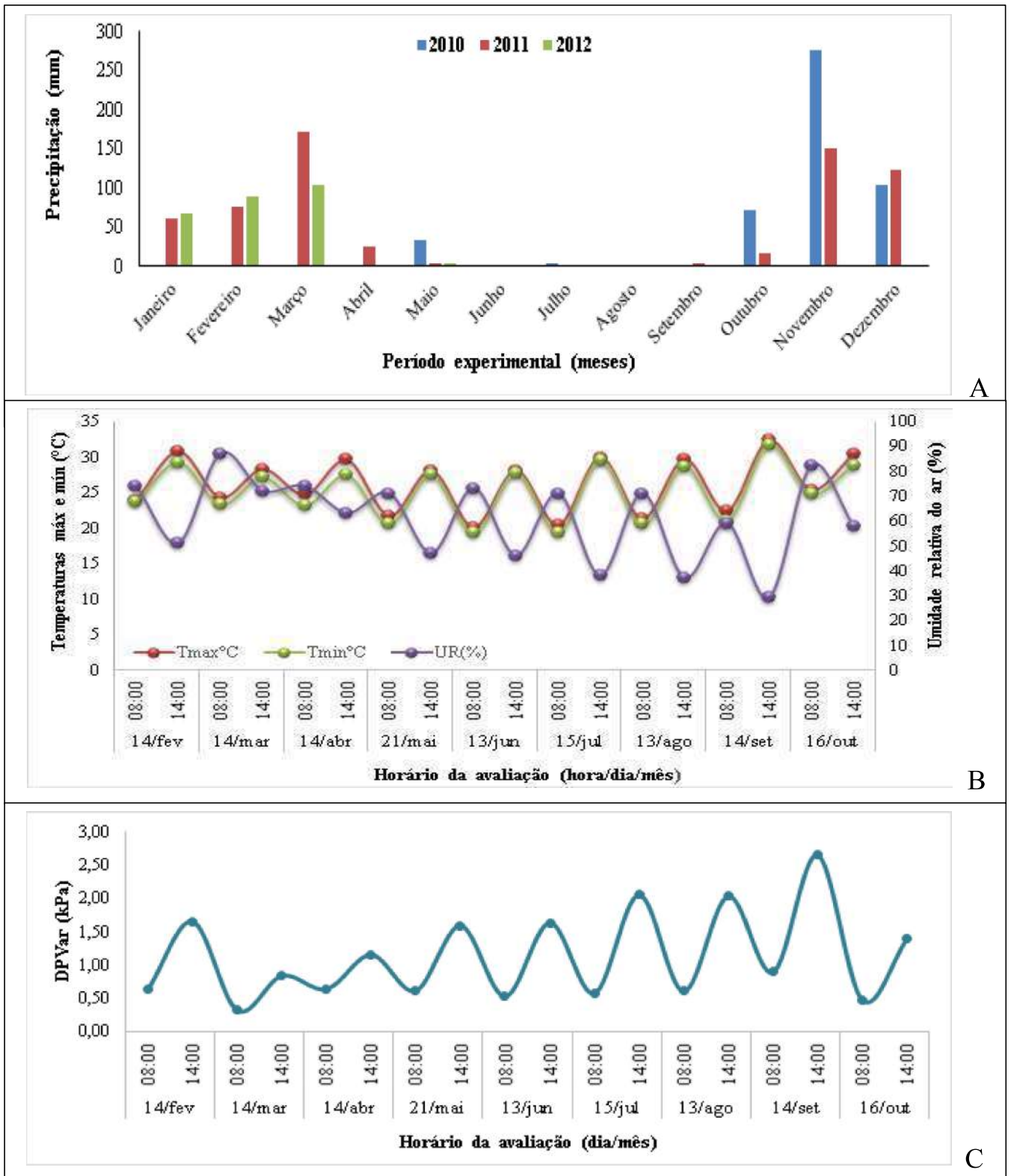


Figura 1 – Registro das precipitações durante o período experimental (A), maio de 2010 até maio de 2012, das temperaturas mínima e máxima, da umidade relativa do ar (B), e do déficit de pressão de vapor (DPVar) (C) mensurados no momento das avaliações fisiológicas, de fevereiro a outubro de 2011, Guanambi, BA.

Fonte: dados coletados na estação meteorológica automática instalada na área experimental do Instituto Federal Baiano.

Referente aos dados fitotécnicos foram avaliadas vinte características: massa do cacho (MCA), das pencas (MPE) e da raquis (MRA), expressas em kg; número de pencas (NPE) e de frutos (NFR); número de folhas no florescimento (NFF) e na colheita (NFC); comprimento (CTF3) e largura da terceira folha (LTF3) (cm); área foliar total (AFT) no florescimento e na colheita (AFTC) (m²) estimada pelo Método do “novo fator” (KUMAR et al., 2002) - $AFT = L \times C \times 0,80 \times N \times 0,662$, em que L e C, largura e comprimento, respectivamente, da terceira folha; 0,80 - fator de correção, constante obtida por integração matemática devido à tendência retangular da folha; N - número de folhas ativas da planta; 0,662 - novo fator; índice de área foliar (IAF), no florescimento e na colheita (IAFC) (m² m⁻²); razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho (AFF/MCA) (m² kg⁻¹); razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas (AFF/MPE) (m² kg⁻¹); razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas (AFF/NPE) (m² penca⁻¹); razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho (AFC/MCA) (m² kg⁻¹); razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas (AFC/MPE) (m² kg⁻¹); razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas (AFC/NPE) (m² penca⁻¹); e a razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos (AFC/NFR) (m² fruto⁻¹).

Foram avaliadas também dez características fisiológicas: a radiação incidente na folha (Q_{Leaf}) expressa em $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$; concentração interna de CO₂ (C_i) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$; temperatura foliar (T_{Leaf}) em °C; condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s) em $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$; transpir\u00e7\u00e3o (E) em $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$; fotoss\u00edntese l\u00edquida (A) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$; efici\u00eancia instant\u00e2nea de uso da \u00e1gua (A/E) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$; efici\u00eancia de carboxila\u00e7\u00e3o (A/C_i) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$; efici\u00eancia qu\u00e2ntica ou fotoqu\u00edmica da fotoss\u00edntese (A/Q_{Leaf}) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} / \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e efici\u00eancia intr\u00ednseca do uso da \u00e1gua (A/g_s) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} / \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

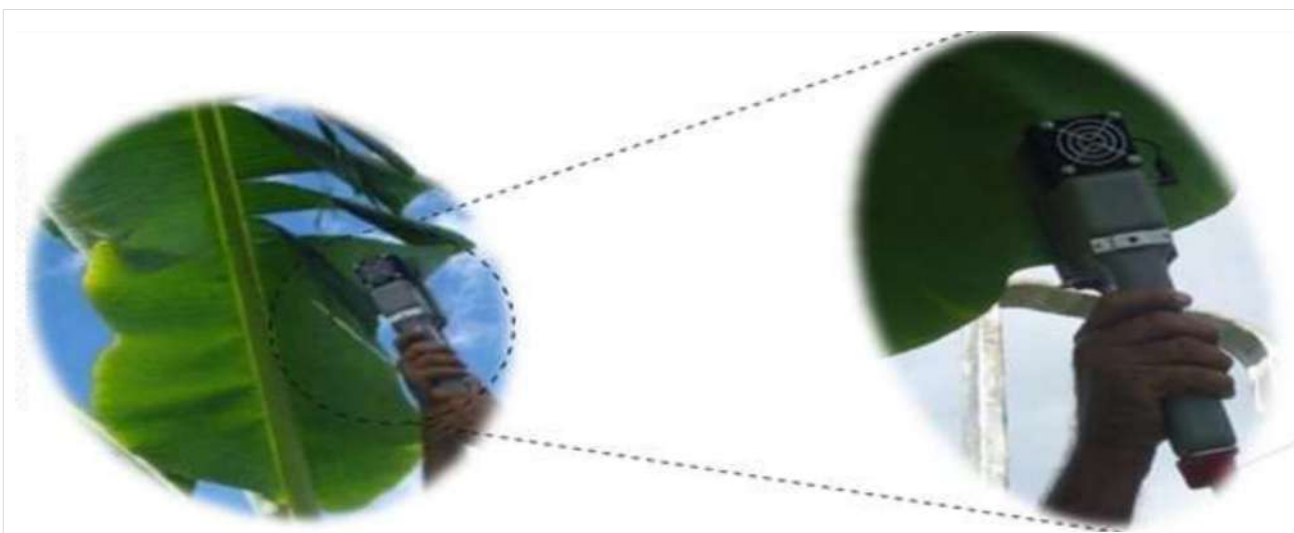
Para a avalia\u00e7\u00e3o das trocas gasosas, da radia\u00e7\u00e3o incidente nas folhas, e da temperatura foliar foram utilizadas sempre a terceira ou quarta folha contando do \u00e1pice para a base (ARANTES et al., 2016; 2018; RAMOS et al., 2018). Foi utilizado analisador de g\u00e1s a infravermelho (IRGA) modelo Lcpro⁺® Portable Photosynthesis System (ADC BioScientific Limited, UK), conforme Figura 2, 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. Foram realizadas nove avalia\u00e7\u00f5es mensais, compreendendo o per\u00edodo de fevereiro a outubro de 2011, em dois hor\u00e1rios de leitura, 8 horas e 14 horas.

Referente \u00e0s an\u00e1lises estat\u00edsticas dos dados das caracter\u00edsticas avaliadas adotou-se o seguinte procedimento:

a) Para as caracter\u00edsticas fitot\u00e9cnicas os tratamentos, formados pelas cinco cultivares e dois ciclos de produ\u00e7\u00e3o foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial. Os dados apresentaram normalidade pelo teste de Lilliefors e foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia (ANOVA) a 5% de signific\u00e2ncia. Nos casos de intera\u00e7\u00f5es significativas entre os fatores cultivares e ciclos foram realizados os desdobramentos com a compara\u00e7\u00e3o das cultivares dentro dos

ciclos pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e dos ciclos dentro de cultivares pelo teste F ($p \leq 0,05$). Na ausência de interações foram estudados os efeitos dos fatores principais com a comparação de médias entre cultivares pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) e dos ciclos pelo teste F ($p \leq 0,05$), com uso do software estatístico SISVAR – UFLA, versão 5.6.

b) Com referência às características fisiológicas, os tratamentos foram constituídos em fatorial $5 \times 9 \times 2$, equivalente a cinco cultivares, nove períodos de avaliação (meses) e dois horários de leitura em cada época, dispostos em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors e não apresentaram normalidade, ou seja, não seguem uma distribuição normal, sendo assim, foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon (para amostras emparelhadas) e o de Kruskal Wallis (para amostras independentes), em que o valor de $p \leq 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. Para essas análises foi utilizado o software estatístico SAEG – UFV, versão 9.1.



Fotos: Alessandro de M. Arantes, 2011.

Figura 2 – Analisador de gás a infravermelho (IRGA) modelo Lcpro+® Portable Photosynthesis System (ADC Bio Scientific Limited, UK), utilizado na mensuração das trocas gasosas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características fitotécnicas

As 20 características fitotécnicas mensuradas no trabalho apresentaram distribuição normal e, portanto, foram submetidas à análise de variância (Tabela 2). Com base na análise de variância (ANOVA) foi possível constatar que as características fitotécnicas: comprimento da terceira folha (CTF3), massa do cacho (MCA), massa das pencas (MPE), massa da ráquis (MRA), razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho (AFF/MCA), razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas (AFF/MPE) e a razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas (AFF/NPE), mensuradas nas bananeiras Cavendish e Gros Michel, foram influenciadas de forma

significativa ($p \leq 0,05$), pela interação entre os fatores: cultivar e ciclo. Dessas características, MCA, MPE, MRA, AFF/MCA, AFF/MPE e AFF/NPE também variaram de forma independente com as cultivares e os ciclos ($p \leq 0,05$), e o CTF3 variou apenas com as cultivares. O número de folhas no florescimento (NFF), número de pencas (NPE), número de frutos (NFR), razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho (AFC/MCA), razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas (AFC/MPE), as razões entre a área foliar na colheita com o número de pencas (AFC/NPE) e com o número de frutos (AFC/NFR), variaram de forma independente com as cultivares e com os ciclos ($p \leq 0,05$).

A largura da terceira folha (LTF3) e o número de folhas na colheita (NFC) variaram de forma independente com as cultivares. Já o índice de área foliar no florescimento (IAF) variou com os ciclos, entretanto, a área foliar total no florescimento (AFT) e na colheita (AFTC), e o índice de área foliar na colheita (IAFC) não foram influenciados pelos fatores estudados ($p \geq 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo das análises de variância, com respectivos quadrados médios, médias e coeficientes de variação, para as características fitotécnicas avaliadas no florescimento e na colheita de dois ciclos de produção de cultivares de bananeiras dos tipos Cavendish e Gros Michel, em Guanambi, BA.

Grau de liberdade	Fontes de variação				Unidades	Médias	CV (%)
	Cultivares (A)	Ciclos (B)	Interação (A x B)	Resíduo			
	4	1	4	40			
NFF	5,29 *	12,25 *	1,57 ns	1,78	(kg)	13,15	10,15
CTF3	4225,35 **	269,86 ns	945,35 **	119,59	(cm)	239,44	4,57
LTF3	88,24 *	2,06 ns	17,16 ns	28,27	(cm)	90,18	5,90
AFT	4,7 ns	9,53 ns	6,35 ns	4,29	(m ²)	15,01	13,8
IAF	0,23 ns	0,74 *	0,15 ns	0,13	(m ² m ⁻²)	2,57	13,86
NFC	4,57 **	2,38 ns	1,36 ns	0,71	(unid)	9,01	9,35
AFTC	4,06 ns	1,23 ns	5,05 ns	2,78	(m ²)	11,23	14,85
IAFC	0,11 ns	0,03 ns	0,14 ns	0,08	(m ² m ⁻²)	1,87	14,84
MCA	586,57 **	235,84 **	112,84 **	24,02	(kg)	34,33	14,28
MPE	436,90 **	191,84 **	97,61 **	20,80	(kg)	30,15	15,13
MRA	12,059 **	2,27 **	0,77 *	0,30	(kg)	4,18	13,02
NPE	62,18 **	103,94 **	1,50 ns	0,68	(unid)	10,96	7,54
NFR	23118,97 **	54401,17 **	833,90 ns	421,96	(unid)	204,62	10,04
AFF/MCA	0,09 **	0,143 **	0,03 **	0,01	(m ² kg ⁻¹)	0,46	15,07
AFC/MCA	0,04 **	0,05 **	0,00 ns	0,00	(m ² kg ⁻¹)	0,34	15,90
AFF/MPE	0,121 **	0,20 **	0,03 **	0,01	(m ² kg ⁻¹)	0,53	15,68
AFC/MPE	0,05 **	0,07 **	0,01 ns	0,00	(m ² kg ⁻¹)	0,39	16,29
AFF/NPE	1,02 **	2,94 **	0,15 *	0,05	(m ² peca ⁻¹)	1,46	15,4
AFC/NPE	0,38 **	1,25 **	0,01 ns	0,03	(m ² peca ⁻¹)	1,08	16,77
AFC/NFR	0,001 **	0,006 **	0,0001 ns	0,00	(m ² fruto ⁻¹)	0,06	15,48

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste F; "ns", não significativo; NFF: número de folhas no florescimento; CTF3: comprimento da terceira folha; LTF3: largura da terceira folha; AFT: área foliar total; IAF: índice de área foliar; NFC: número de folhas na colheita; AFTC: área foliar total na colheita; IAFC: índice de área foliar na colheita; MCA: massa do cacho; MPE: massa das pencas; MRA: massa da ráquis; NPE: número de pencas; NFR: número de frutos; AFF/MCA: razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho; AFC/MCA: razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho; AFF/MPE: razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas; AFC/MPE: razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas; AFF/NPE: razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas; AFC/NPE: razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas; AFC/NFR: razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos; CV: coeficiente de variação.

As cultivares que apresentaram os maiores comprimentos da terceira folha (CFT3) foram 'FHIA-23' e 'FHIA-17', oriundas do programa de melhoramento de Honduras (FHIA), os valores intermediários foram observados para 'Calipso' e 'Bucaneiro', já o menor valor foi apresentado pela

‘Grande Naine’ (Tabela 3). No segundo ciclo ocorreu uma pequena variação sendo que a bananeira com maior comprimento da terceira folha foi a mesma do ciclo anterior. Destaca-se que esta característica reflete diferenças genótípicas, já que as bananeiras do tipo Gros Michel têm folhas com maior comprimento que a ‘Grande Naine’ (SOTO BALLESTERO, 2008).

A massa do cacho é uma das principais características que expressa a produtividade da bananeira, porém deve ser associada a outros aspectos que exerçam influência no mercado consumidor, tais como: o tamanho e o sabor dos frutos (MATSUURA et al., 2004). A massa do cacho depende do número de pencas por cacho, do número de frutos por penca e da massa média dos frutos (BORGES et al., 2011).

A cultivar que produziu os cachos mais pesados, no primeiro e segundo ciclos, foi a ‘FHIA-23’ com 48,89 kg (Figura 3) e 42,21 kg, respectivamente, conforme Tabela 3. A ‘FHIA-17’, ‘Grande Naine’ e ‘Calipso’ apresentaram massas intermediárias, e a menor massa foi observada em ‘Bucaneiro’ com 22,83 kg, ainda no primeiro ciclo (Tabela 3). No segundo ciclo o menor valor foi apresentado pela ‘Grande Naine’ com 32,88 kg (Tabela 3).



Figura 3 – Cachos produzidos pelas cultivares dos tipos Cavendish (Grande Naine) e Gros Michel (FHIA-23, FHIA-17, Calipso e Bucaneiro) no primeiro ciclo produtivo. Guanambi, BA.

Na ‘FHIA-23’ registrou-se a maior média para a massa das pencas (MPE), tanto no primeiro (43,10 kg) quanto no segundo ciclo de produção (36,63 kg). As cultivares FHIA-17, Grande Naine e Calipso, apresentaram valores intermediários e os menores valores foram observados em ‘Bucaneiro’ com 19,88 kg e 28,98 kg, nos dois ciclos, respectivamente (Tabela 3).

Assim como neste trabalho, de forma geral, os híbridos de Gros Michel, ‘FHIA-23’ e ‘FHIA-17’, apresentam maior massa de cacho e pencas que cultivares tipo Cavendish, por exemplo, Williams, derivada da ‘Grande Naine’, no primeiro e segundo ciclo de produção, como registrado no

Kenya (NJUGUNA et al., 2008), ou apenas no primeiro ciclo, como na Austrália (SMITH et al., 2014). ‘Grande Naine’ e ‘Nanicão’ foram mais produtivas que os híbridos de Gros Michel, ‘Bucaneiro’ e ‘Calipso’, em dois ciclos de produção em Guanambi, BA (DONATO et al., 2006a), enquanto ‘FHIA-23’ e ‘FHIA-17’ apresentaram maior produção, seguidas da ‘Grande Naine’, e das tipo Gros Michel, ‘Bucaneiro’ e ‘Calipso’ com massas de cachos e pencas similares entre si, e, no terceiro ciclo, maior produção da ‘FHIA-17’ e ‘Bucaneiro’, seguido da ‘Grande Naine’ e ‘Calipso’ (ARANTES et al., 2017). Esses resultados mostram uma variação grande em função do ciclo e das condições sítio-específicas, mas, de forma geral, indicam maior produção para as cultivares tipo Gros Michel da FHIA, contudo, ‘FHIA-17’ e ‘FHIA-23’ são muito tardias, com maior período do plantio à colheita que ‘Grande Naine’, ‘Bucaneiro’ e ‘Calipso’ (ARANTES et al., 2017), que Williams (SMITH et al., 2014) e que cultivares tipo Prata e ‘BRS Tropical’ (LUCENA, 2013), e essa diferença aumenta com os ciclos (ARANTES et al., 2017; LUCENA, 2013), o que sugere menor produtividade por unidade de tempo.

As maiores massas da raquis (MRA) observadas nos dois ciclos produtivos foram apresentadas por ‘FHIA-23’, sendo 5,79 kg e 5,58 kg, respectivamente, e os menores valores pela cultivar Bucaneiro, com 2,95 kg, no primeiro ciclo e por ‘Grande Naine’, com 3,13 kg, no segundo ciclo. Verificou-se também massas intermediárias para ‘FHIA-17’, ‘Grande Naine’ e ‘Calipso’, nos dois ciclos (Tabela 3). O ideal é que a cultivar expresse menor razão massa da raquis / massa do cacho, o que confere maior massa líquida do cacho, ou seja, massa das pencas que é a parte comercial. A participação percentual da massa da raquis na massa do cacho foi menor na ‘Grande Naine’ em ambos os ciclos, 11,22% no primeiro e 9,52% no segundo ciclo, compatível com a descrição de Donato et al. (2006b), pois esta é uma característica de alta herdabilidade.

Os maiores valores para as razões entre a área foliar no florescimento e as massas do cacho (AFF/MCA), das pencas (AFF/MPE) e o número de pencas (AFF/NPE), no primeiro ciclo, foram observados nas cultivares tipo Gros Michel originadas da Jamaica, ‘Bucaneiro’ e ‘Calipso’. No segundo ciclo, as razões AFF/MCA e AFF/MPE foram maiores para a cultivar Calipso e menores na ‘FHIA-17’, enquanto AFF/NPE foi maior para ‘Calipso’ comparado à ‘FHIA-17’ e ‘FHIA-23’ (Tabela 3).

Os resultados evidenciam maior necessidade de área foliar para produção de frutos para as cultivares Bucaneiro e Calipso. A área foliar da bananeira varia com as dimensões e o número de folhas (KUMAR et al., 2002), assim, fatores como estresses hídricos, nutricional e por vento, além de fatores bióticos, como ocorrência de sigatocas, que afetam a área foliar, afetam também a produção. Isso sugere que cultivares com maior necessidade de área foliar para produção de frutos são menos eficientes, e portanto, menos recomendadas para ambientes com predominância de fatores que concorrem para redução da área foliar. A cultivar Grande Naine demanda menor área foliar no florescimento para produção (RODRÍGUEZ GONZÁLEZ et al., 2012) comparada à Prata-Anã (RODRIGUES et al., 2009) e, no presente trabalho, na maior parte dos casos foi mais eficiente que ‘Calipso’ e ‘Bucaneiro’.

As cultivares de bananeira diferiram significativamente para as características fitotécnicas NFF; LTF3; NFC; NPE; NFR; AFC/MCA; AFC/MPE; AFC/NPE e AFC/NFR, independentemente do ciclo produtivo (Tabela 4).

O maior número de folhas funcionais no florescimento (NFF) foi observado na cultivar Grande Naine comparada à ‘Calipso’, enquanto o número de folhas funcionais na colheita (NFC) foi maior nas cultivares FHIA-17 e Grande Naine comparadas à ‘Calipso’. Quanto à largura da terceira folha, componente que também determina a área foliar total (KUMAR et al., 2002), o maior valor foi registrado na ‘Calipso’ comparada à ‘FHIA-17’, e as cultivares Bucaneiro, FHIA-23 e Grande Naine apresentaram valores intermediários. Vale salientar que o número de folhas vivas nas bananeiras influencia a área foliar e o índice de área foliar. Esse quantitativo depende das condições climáticas, fitossanitárias e de manejo, estando relacionado à absorção de luz e energia pela planta. O número de folhas vivas no florescimento é uma das características de vigor mais importantes da planta, tendo em vista que incrementa a atividade fisiológica (OLIVEIRA et al., 2013).

O número de folhas na bananeira pode ser impactado por diversos fatores, tais como: ação intensa dos ventos em cultivares de porte alto, ataques de insetos e doenças foliares (causadores da destruição foliar, como a Sigatoka), maior pressão na desfolha por conta do maior número de folhas estragadas, dilaceração e quebra do pecíolo. Segundo Soto Ballesterero (2008), a bananeira necessita de no mínimo oito folhas ativas por planta para que haja desenvolvimento normal do cacho, pois o enchimento dos frutos está diretamente ligado ao número de folhas ativas na colheita.

Desde a floração, não há emissão de folhas, que diminui em número até a colheita pelo processo natural de senescência foliar, ou através da desfolha para controle da infestação de Sigatoka (OLIVEIRA et al., 2013). O número de folhas vivas na colheita é uma característica importante no que diz respeito à resistência às doenças e está diretamente relacionado ao tamanho dos frutos e produtividade (LIMA et al., 2005). Quanto menor a quantidade de folhas na colheita, menor a eficiência fotossintética foliar, o que reduz a disponibilidade de fotoassimilados para o completo enchimento dos frutos, diminuindo a sua massa e, conseqüentemente, a das pencas (CAVATTE et al., 2012; ROQUE et al., 2014).

Quanto ao número de pencas (NPE) e número de frutos (NFR) a cultivar que apresentou as maiores médias foi a ‘FHIA-23’, seguida da ‘FHIA-17’ (Tabela 4). Esses componentes definem a massa do cacho, pois representa grande parte deste e está relacionado à produtividade (DONATO et al., 2006b).

Tabela 3 – Características fitotécnicas avaliadas no florescimento e na colheita em dois ciclos de produção, em cultivares de bananeiras Cavendish e Gros Michel. Guanambi, BA.

		Características												
Cultivares	CTF3 (cm)	MCA (kg)		MPE (kg)		MRA (kg)		AFF/MCA (m ² kg ⁻¹)		AFF/MPE (m ² kg ⁻¹)		AFF/NPE (m ² penca ⁻¹)		
		1° ciclo	2° ciclo	1° ciclo	2° ciclo	1° ciclo	2° ciclo	1° ciclo	2° ciclo	1° ciclo	2° ciclo	1° ciclo	2° ciclo	
Calipso	235,90 Bb	251,60 Aa	23,88 Cb	33,35 Ba	20,75 Cb	29,26 Aa	3,13 Cb	4,09 Ba	0,66 Aa	0,47 Ab	0,76 Aa	0,53 Ab	2,21 Aa	1,54 Ab
Bucaneiro	221,10 Bb	244,15 Aa	22,83 Cb	32,89 Ba	19,88 Cb	28,98 Aa	2,95 Cb	3,91 Ba	0,66 Aa	0,45 ABb	0,76 Aa	0,52 ABb	2,06 Aa	1,35 ABb
FHIA-23	267,90 Aa	255,35 Aa	48,89 Aa	42,21 Ab	43,10 Aa	36,63 Ab	5,79 Aa	5,58 Aa	0,35 Ba	0,36 ABa	0,39 Ba	0,41 ABa	1,26 Ba	0,98 BCa
FHIA-17	261,25 Aa	241,32 Ab	36,66 Ba	41,18 Aba	31,92 Ba	35,94 Aa	4,74 Ba	5,24 Aa	0,46 Ba	0,33 Bb	0,52 Ba	0,38 Bb	1,51 Ba	0,92 Cb
Grande Naine	199,45 Cb	216,42 Ba	28,53 BCa	32,88 Ba	25,32 BCa	29,76 Aa	3,20 Ca	3,13 Ba	0,47 Ba	0,45 ABa	0,53 Ba	0,49 ABa	1,49 Ba	1,32 ABCa
Média	239,44		34,33		30,15		4,18		0,46		0,53		1,46	
CV (%)	4,57		14,28		15,13		13,02		15,07		15,68		15,40	

¹Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas para cultivares, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, e de mesmas letras minúsculas nas linhas para ciclos, não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

²CTF3: comprimento da tereira folha; MCA: massa do cacho; MPE: massa das pencas; MRA: massa da ráquis; AFF/MCA: razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho; AFF/MPE: razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas; AFF/NPE: razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas; CV: coeficiente de variação.

As maiores médias para a razão entre a área foliar na colheita com a massa do cacho (AFC/MCA) e com a massa das pencas (AFC/MPE) foram observadas na cultivar Bucaneiro, seguida da ‘Calipso’. Por outro lado, os menores valores foram apresentados por ‘FHIA-23’. As cultivares Calipso, Grande Naine e FHIA-17 apresentaram valores intermediários (Tabela 4).

As cultivares que apresentaram a maior razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas (AFC/NPE) foram ‘Calipso’ e ‘Bucaneiro’ sem diferir da ‘Grande Naine’, já a menor média foi verificada em ‘FHIA-23’ (Tabela 4). As cultivares que expressaram as maiores razões entre a área foliar na colheita e o número de frutos (AFC/NFR) foram ‘Bucaneiro’ e ‘Calipso’. Já a menor média foi observada em ‘FHIA-23’ que foi similar a ‘FHIA-17’.

Tabela 4 - Características fitotécnicas avaliadas no florescimento e na colheita em bananeiras dos tipos Cavendish e Gros Michel. Guanambi, BA.

Cultivares	Características								
	NFF (unid)	LTF3 (cm)	NFC (unid)	NPE (unid)	NFR (unid)	AFC/MCA (m ² kg ⁻¹)	AFC/MPE (m ² kg ⁻¹)	AFC/NPE (m ² penca ⁻¹)	AFC/NFR (m ² fruto ⁻¹)
Calipso	12,62 b	94,50 a	8,02 b	8,57 d	163,70 c	0,38 ab	0,44 ab	1,29 a	0,07 a
Bucaneiro	13,05 ab	91,90 ab	9,06 ab	9,03 cd	167,65 c	0,42 a	0,48 a	1,28 a	0,071 a
FHIA-23	12,77 ab	89,16 ab	8,93 ab	14,24 a	273,03 a	0,27 d	0,31 d	0,86 b	0,04 c
FHIA-17	12,91 ab	87,52 b	9,12 a	12,91 b	236,57 b	0,30 cd	0,35 cd	0,93 b	0,05 bc
Grande Naine	14,42 a	87,82 ab	9,92 a	10,02 c	182,15 c	0,35 bc	0,39 bc	1,07 ab	0,06 b
Média	13,15	90,18	9,01	10,95	204,62	0,34	0,39	1,09	0,06
CV (%)	10,15	5,90	9,35	7,54	10,04	15,90	16,29	16,77	15,48

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

²NFF: número de folhas no florescimento; LTF3: largura da terceira folha; NFC: número de folhas na colheita; NPE: número de pencas; NFR: número de frutos; AFC/MCA: razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho; AFC/MPE: razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas; AFC/NPE: razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas; AFC/NFR: razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos; CV: coeficiente de variação.

Como discutido para a época do florescimento, as razões entre área foliar e produção expressas pelas massas do cacho, das pencas, número de pencas e número de frutos mostram maiores valores para as cultivares tipo Gros Michel originadas da Jamaica, ‘Bucaneiro’ e ‘Calipso’, comparadas às cultivares tipo Gros Michel da ‘FHIA’ e à ‘Grande Naine’, cultivar tipo Cavendish. Esses resultados ilustram o maior requerimento em área foliar por unidade produzida para ‘Bucaneiro’ e ‘Calipso’, o que sugere menor eficiência fotossintética por unidade de folha, e possibilita inferir ser estas cultivares menos adaptadas às condições que tendem a contribuir para a diminuição da área foliar, como ação intensa dos ventos, ataques de insetos e doenças foliares. Por outro lado, cultivares com menores valores para essas relações, que indicam menor necessidade de área foliar para produção, como a ‘FHIA-23’ na maior parte dos casos, apresentaram maior massa de cachos e pencas (Tabela 3) e maior quantidade de pencas e frutos (Tabela 4).

O índice de área foliar (IAF) das bananeiras variou com o ciclo independentemente da cultivar, com os maiores valores para o primeiro ciclo (Tabela 5). Vale destacar que, quanto maior o IAF, menor o custo com o controle de plantas invasoras, pois o sombreamento diminui a emergência dessas ervas (LANZA et al., 2017), e mantém um microclima mais favorável sob a copa da cultura comercial. O IAF expressa a relação entre a área foliar e a área de solo ocupada pela cultura. O IAF representa a eficiência fotossintética das plantas, como fator condicionante da produtividade e, também, para análise do crescimento, pois através dele, pode ser definida a capacidade do dossel em interceptar a radiação solar, converter em matéria seca através da fotossíntese, além de determinar o potencial produtivo da cultura (BATTISTI et al., 2013; ZANON et al., 2016). Normalmente as bananeiras aumentam o porte, o vigor, a massa do cacho, o número de pencas e frutos entre os ciclos (DONATO et al., 2006b, 2009), contudo, o IAF, muitas vezes, não difere entre ciclos ou pode expressar pequeno aumento do primeiro para o segundo ciclo, como comprovado por Arantes et al. (2017), que estudaram 24 cultivares de diferentes subgrupos e observaram aumentos de IAF em apenas seis cultivares sendo três tipo Prata (BRS-FHIA-18, Maravilha e Prata-Anã) e três tipo Maçã (BRS Princesa, BRS Tropical e Maçã).

Tabela 5 – Índice de área foliar avaliado em dois ciclos de produção, em bananeiras dos tipos Cavendish e Gros Michel. Guanambi, BA.

Ciclos	Índice de área foliar (m ² m ⁻²)
1° Ciclo	2,69 a
2° Ciclo	2,45 b
Média	2,57
CV (%)	13,86

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

²CV: coeficiente de variação.

3.2. Características fisiológicas

Referente às características fisiológicas os dados não apresentaram distribuição normal, sendo, portanto, submetidos à análises não paramétricas (Tabelas 6, 7 e 8). Observaram-se nas variações significativas pelo Teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância entre as cultivares de bananeira dos tipos Cavendish e Gros Michel para transpiração (E), condutância estomática (g_s), fotossíntese Líquida (A) e eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) (Tabela 6); e entre épocas de avaliação (meses) para radiação incidente na folha (Q_{Leaf}), temperatura foliar (T_{Leaf}), concentração interna de CO₂ (C_i), E , g_s , A , A/g_s , eficiência instantânea de uso da água (A/E), eficiência de carboxilação (A/C_i) e eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{Leaf}) (Tabela 7); e, para estas mesmas variáveis, com exceção da (Q_{Leaf}), variação entre horários de leitura pelo teste de Wilcoxon a 5% de significância (Tabela 8).

Do mesmo modo que no presente trabalho, Arantes et al. (2016) e Ramos et al. (2018) observaram variação das taxas de fotossíntese e transpiração de forma independente com cultivares tipo Prata e tipo Maçã, respectivamente.

Tabela 6 - Características fisiológicas avaliadas na terceira folha em bananeiras dos tipos Cavendish e Gros Michel. Guanambi, BA.

Cultivares	Características			
	E (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	g_s (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	A (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	A/g_s (μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)(mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) ⁻¹
Calipso	6,24 A	0,44 A	18,40 AB	45,20 C
Bucaneiro	5,68 AB	0,39 AB	17,39 AB	48,32 BC
FHIA-23	5,61 AB	0,36 AB	16,42 AB	49,23 ABC
FHIA-17	5,53 AB	0,42 A	18,50 A	47,66 BC
Grande Naine	4,94 B	0,32 B	15,99 B	54,45 A
Média	5,60	0,39	17,34	48,97
CV (%)	43,39	50,78	34,26	24,83

¹Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, nas colunas para cultivares, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

² E - transpiração; g_s - condutância estomática; A - fotossíntese líquida; A/g_s - eficiência intrínseca do uso da água; CV: coeficiente de variação.

A taxa de fotossíntese líquida (A) foi maior na cultivar FHIA-17 comparada à ‘Grande Naine’, a transpiração (E) foi maior para ‘Calipso’ que ‘Grande Naine’, a condutância estomática (g_s) maior para ‘Calipso’ e ‘FHIA-17’ que para ‘Grande Naine’. Por outro lado, a cultivar Grande Naine mostrou-se como a mais eficiente para uso intrínseco da água (A/g_s) comparada à ‘Calipso’, ‘Bucaneiro’ e ‘FHIA-17’.

As maiores taxas de fotossíntese e transpiração podem estar associadas ao maior rendimento como encontrado por Ramos et al. (2018) para cultivares tipo Maçã, ou apresentarem baixa correlação (BARRERA-VIOLETH et al., 2020). Contudo, no presente trabalho, a maior taxa de transpiração da cultivar Calipso (Tabela 6), menos produtiva (Tabela 3), comparada à ‘Grande Naine’, pode decorrer da maior dimensão da folha (Tabela 3), com maior área, já que as bananeiras do tipo Gros Michel têm folhas com maior comprimento que a ‘Grande Naine’ (Soto Ballesterro, 2008), embora isso seja dependente também da densidade estomática (ROBINSON; GALÁN SAÚCO, 2012), pois o processo de trocas gasosas realizado pelos estômatos depende da superfície foliar e da sua densidade (SILVERE et al., 2017), e pode ser afetada por fatores ambientais, como: temperatura, CO₂, intensidade de luz, e disponibilidade de água (KERBAUY, 2008; MCAINSH; TAYLOR, 2017).

A ‘FHIA-17’, segunda cultivar com maior produtividade, expressou maior taxa de fotossíntese o que corrobora com Ramos et al. (2018). A despeito da menor taxa de fotossíntese registrada para a cultivar Grande Naine, 15,99 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, os valores são compatíveis com os observados por Barrera-Violeth et al. (2020) para a cultivar tipo Cavendish Williams que variou de 12,07 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ a 23,94 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, quando a densidade de plantio mudou de 3.500 plantas ha⁻¹ para 2.000 plantas ha⁻¹ sob condições tropicais úmidas da Colômbia.

Os maiores valores de condutância estomática (g_s) foram registrados para as cultivares de bananeira nos meses de março, maio, junho, julho, agosto e outubro, e o menor no mês de fevereiro que não diferiu dos valores observados em abril, maio, setembro e outubro (Tabela 7). Quando-se comparam os horários de avaliação, a g_s mensurada na bananeira foi maior pela manhã do que à tarde (Tabela 8), consequência do maior déficit de pressão de vapor no período vespertino (Figura 1C), com valores frequentemente maiores que 1,5 kPa. A redução da g_s entre horários foi de 32,61% passando de 0,46 mol H₂O m⁻² s⁻¹ para 0,31 mol H₂O m⁻² s⁻¹, contudo, a transpiração aumentou 17,47% como mecanismo de defesa ao estresse térmico, pois a T_{Leaf} aumentou 13,39%. Entretanto, reduções severas de g_s , indicando fechamento estomático em bananeira são registrados quando há associação entre déficit hídrico e elevado DPV, como constatado para bananeira ‘BRS Princesa’ irrigada com lâmina de 50% da evapotranspiração do cultivo sob DPV maior que 1,60 kPa (COELHO et al., 2019) em que a redução da g_s foi de 89,23% passando de 0,52 mol H₂O m⁻² s⁻¹ para 0,056 mol H₂O m⁻² s⁻¹.

A condutância estomática está relacionada ao uso da água e à fotossíntese líquida, pois com o aumento da temperatura e do déficit de pressão de vapor (DPV_{ar}), ocasionados à tarde, seus valores diminuem, conforme podemos verificar nas Figuras 1B e 1C, respectivamente. As cultivares que possuem estômatos com sensibilidade ao déficit de pressão de vapor podem restringir a abertura estomática no período vespertino e, dessa forma, podem ser consideradas econômicas em água, e possivelmente, mais tolerantes à seca (TURNER, 2013).

Com relação à taxa de fotossíntese líquida (A) o maior valor foi registrado no mês de junho e não diferiu das taxas registradas em agosto, enquanto o menor valor foi anotado em fevereiro com similaridade com os meses de março, abril, maio, setembro e outubro (Tabela 7). Referente aos horários, a maior taxa foi registrada pela manhã com redução de 29,91% no período vespertino (Tabela 8). Esse decréscimo na fotossíntese está associado mais ao aumento da temperatura foliar, consequência da temperatura do ar, como comprovado para cultivares tipo Prata (ARANTES et al., 2016), tipo Maçã (RAMOS et al., 2018) e para ‘BRS Princesa’ (COELHO et al., 2019), o que compromete o funcionamento da membrana e limita a atividade carboxilase da rubisco (DONATO et al., 2021) pois, como argumentam Wang et al. (2015), os processos fisiológicos são diretamente influenciados pela temperatura, e o estresse ocasionado pelo calor que inibe a fotossíntese devido à redução na ativação da rubisco. Adicionalmente, o processo fotossintético pode ser beneficiado no período matutino, pois a radiação predominante às 8 horas apresenta comprimento de onda na faixa do vermelho e do vermelho distante, dessa forma, apresentam melhor efeito para a fotossíntese, enquanto as radiações predominantes à partir das 10 horas, podem causar fotoinibição, pois possuem maior quantidade de energia (DONATO et al., 2016).

Conforme Tabela 8, o aumento da temperatura foliar (T_{Leaf}) de 33,60 °C, registrado às 8 horas, para 38,10 °C às 14 horas, decorrente da elevação da temperatura do ar, ocasionou a elevação da

transpiração (E), de $5,15 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para $6,05 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, e diminuição da eficiência instantânea de uso da água (A/E), de $4,25 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para $2,78 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Esse mecanismo é realizado pela bananeira favorecido pela umidade do solo proveniente da irrigação, e tem por objetivo o resfriamento da planta para diminuir o estresse térmico, mesmo sob menor condutância estomática (g_s). Referente às épocas de avaliação, a transpiração (E) foi maior em julho com valor de $7,96 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ com similaridade com os meses de junho e agosto, e menor em abril, $3,60 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, que não diferiu das taxas mensuradas em fevereiro e setembro.

A maior temperatura foliar (T_{Leaf}) foi registrada nas bananeiras no mês de julho ($38,25 \text{ }^\circ\text{C}$) o que indica condições para fechamento estomático (ROBINSON; GALÁN SAÚCO, 2012), com similaridade para os meses de março, agosto e outubro, enquanto o menor valor foi anotado em setembro ($34,38 \text{ }^\circ\text{C}$) que não diferiu dos meses de fevereiro, março, abril, maio e agosto (Tabela 7).

Essa menor temperatura foliar no mês de setembro é incomum para a época, que historicamente registra na região do estudo, altas temperaturas para o referido mês (DONATO et al., 2016, 2021) e contradiz os dados de temperatura do ar apresentados (Figura 1B). Entretanto, ressalta-se que as medidas do IRGA são pontuais e variam com o horário de leitura, devido às condições hídricas e térmicas do solo e da atmosfera (ARANTES et al., 2018; RAMOS et al., 2018). Os valores das trocas gasosas registradas nesses meses corroboram com as argumentações de pesquisadores como Lucena (2013), Santos et al. (2013) e Arantes et al. (2016), os quais mencionam que a influência das condições atmosféricas e umidade do solo, no dia e horário da mensuração, podem não refletir o histórico de manejo pelo qual a bananeira esteja submetida, influenciando dessa forma nos valores das taxas.

A elevação da temperatura acompanhada de declínio na umidade relativa, caracteriza uma condição de alto déficit de pressão de vapor da atmosfera (DPV $2,65 \text{ kPa}$), conforme pode ser observado nas Figuras 1B e 1C, respectivamente, no mês de setembro, que registrou a maior média de temperatura ($32 \text{ }^\circ\text{C}$) e grande declínio da umidade relativa do ar (UR 29%), resultando no aumento da demanda evapotranspirométrica e influenciando diretamente em todos os processos metabólicos e fisiológicos da planta. Nesse contexto, vale mencionar que em plantas C_3 , como a bananeira, a produtividade quântica da fotossíntese é elevada até próximo dos $30 \text{ }^\circ\text{C}$ e decresce bastante, em locais com temperatura acima de $34 \text{ }^\circ\text{C}$ (ROBINSON; GALÁN SAÚCO, 2012). É comum no semiárido local, o aumento da temperatura aliado à baixa umidade relativa do ar, condições de alto déficit de pressão de vapor da atmosfera, principalmente nos meses de setembro, outubro e fevereiro (DONATO et al., 2015; 2021). Essas condições ilustradas na Figura 1B, ocasionam o aumento da demanda de evapotranspiração e afeta todos os processos metabólicos e fisiológicos da planta, comprovados por variações nas características fisiológicas das bananeiras influenciadas pelas épocas de avaliação (Tabela 7) e horário de leitura (Tabela 8).

Observa-se na Tabela 7 que as bananeiras apresentaram os maiores valores para concentração interna de CO₂ (C_i) no mês de outubro, com 232,88 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, similar aos meses de março, abril, setembro e outubro, já os menores valores foram observados em junho com 214,23 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, similar a maio, julho e agosto. Segundo Arantes et al. (2016), a concentração de dióxido de carbono (CO₂) no ambiente determina a concentração interna de CO₂ na planta, já que este gás movimenta-se do meio mais concentrado para o menos, por difusão, regulado pela abertura e fechamento estomático, sendo também um fator que influencia no fechamento estomático. De acordo com Marengo et al. (2014), a maior concentração interna de CO₂ (C_i) favorece a fotossíntese, enquanto que a menor C_i pode provocar mudança na atividade da enzima rubisco de carboxilase para oxigenase, ou seja, aumentando a fotorrespiração e diminuindo a fotossíntese líquida. Isso ocorre em decorrência do K_m (constante de Michaelis e Mentem) elevado para a atividade carboxilase da rubisco, o que indica a necessidade de elevada concentração de CO₂. Contudo, a C_i mais alta no período vespertino pode indicar menor atividade carboxilase da rubisco, o que pode ser comprovado com a redução da eficiência de carboxilação (Tabela 8).

As cultivares apresentaram, no mês de junho, a maior média de eficiência de carboxilação (A/C_i) com 1,03 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, valor similar ao registrado no mês de agosto, enquanto o menor valor foi observado em fevereiro, 0,62 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$, similar aos meses de março, abril, maio, julho, setembro e outubro (Tabela 7).

Na avaliação vespertina, verificou-se redução da A/C_i de 30,43%, possivelmente decorrente do aumento da temperatura foliar (T_{Leaf}) das bananeiras (Tabela 8), que pode causar aumento nas taxas de fotorrespiração, e na atividade da oxigenase da rubisco e, conseqüentemente, reduzindo a síntese de ATP. Sob concentração de CO₂ ambiental, o aumento na temperatura modifica as constantes cinéticas da rubisco e aumenta a taxa de oxigenação, preferencialmente à carboxilação, eleva a fotorrespiração, diminuindo a taxa de fotossíntese líquida (TAIZ et al., 2017).

As bananeiras apresentaram variação significativa da eficiência instantânea de uso da água (A/E) entre os meses (Tabela 7) e os horários avaliados (Tabela 8). Nesse sentido, apresentaram no mês de abril o maior valor para A/E com 5,34 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, similar ao registrado no mês de setembro, enquanto o menor valor foi observado em julho com 2,57 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, similar aos anotados nos meses de fevereiro, março agosto e outubro (Tabela 7). Entre horários de leitura a A/E reduziu 34,58% das 8 horas para as 14 horas, indicando forte decréscimo na taxa de fotossíntese, pois a transpiração aumentou (Tabela 8), corroborando com os resultados encontrados por Arantes et al. (2016), Ramos et al (2018) e Coelho et al. (2019).

A maior eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s), 52,06 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, foi mensurada no mês de setembro, que diferiu apenas de março, com o menor valor, 40,33 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, similar aos meses julho e outubro (Tabela 7). Por outro lado, a A/g_s apresentou

pequena elevação, 4,80%, das 8 horas para as 14 horas, ilustrando um ganho de eficiência fotossintética com a redução da g_s e sendo pouco afetada pela temperatura, corroborando Lucena (2013).

Valores elevados da eficiência instantânea do uso da água, registrados para uma cultivar, podem indicar maior tolerância a possíveis estresses hídricos, ou turno de rega mais longos, além de maior produção de massa seca por grama de água transpirada (BAPTISTA et al., 2001), quando em condições ideais de manejo. Segundo Zhengbin et al. (2011), as plantas com maior eficiência no uso da água são aquelas que apresentam melhores ajustes osmóticos, por manterem a estabilidade da membrana plasmática e das enzimas antioxidantes ativas, ou seja, melhoram as funções fisiológicas, utilizando menores quantidades de água, implicando em eficiência fotossintética e maior acúmulo de matéria seca.

Com relação à eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{Leaf}), as bananeiras apresentaram as maiores médias no mês de julho, com $1,24 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, e os menores valores em junho, com $0,15 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, que não diferiu dos valores registrados nos meses de fevereiro, março, abril e maio (Tabela 7). Quanto aos horários de leitura, houve redução de 40,38% na A/Q_{Leaf} (Tabela 8), provavelmente pela qualidade da radiação que implica em maior quantidade de energia não utilizável, favorecendo a dissipação não fotoquímica (TAIZ et al., 2017).

Segundo Turner et al. (2007), a radiação incidente na folha (Q_{Leaf}) recomendada para a maior eficiência fotossintética da bananeira está entre $1.500 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $2.000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Entretanto, no experimento foi observado que apenas em um período foi registrado, nas folhas das cultivares, média dentro desse intervalo, no mês de junho com $1.503,6 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, medida atípica para a época que é caracterizada por apresentar temperaturas mais amenas, valor de Q_{Leaf} que não diferiu dos valores mensurados em março e maio (Tabela 7). Já o menor valor de Q_{Leaf} foi observado em julho, com apenas $433,19 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, que não diferiu do valor registrado em setembro, o que pode ser consequência do momento da mensuração, pois as medidas do IRGA são pontuais (SANTOS et al., 2013).

Tabela 7 - Características fisiológicas avaliadas na terceira folha de bananeiras tipos Cavendish e Gros Michel, em diferentes épocas. Guanambi, BA.

Características	Meses												Média	CV (%)
	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Outubro	Outubro	Outubro		
Q_{Leaf}	794,87 C	1.223,59 AB	1.004,1 BC	1.212,23 AB	1.503,6 A	433,19 D	888,97 C	650,50 CD	828,7 C	948,86	63,69			
T_{Leaf}	35,28 BCD	36,28 ABCD	34,99 CD	35,00 CD	34,55 CD	38,25 A	36,09 ABCD	34,38 D	37,83 A	35,85	10,24			
C_i	227,44 ABC	229,55 ABC	226,27 ABC	222,01 BCD	214,23 D	219,57 CD	218,18 CD	232,81 A	232,9 A	224,77	8,10			
E	4,51 CDE	5,37 BC	3,60 E	5,74 BC	6,87 AB	7,96 A	7,21 AB	3,89 DE	5,25 C	5,60	43,32			
g_s	0,28 D	0,45 A	0,35 BCD	0,39 ABCD	0,45 A	0,44 AB	0,42 AB	0,32 CD	0,39 ABCD	0,39	50,49			
A	13,72 D	17,39 BCD	16,20 CD	17,44 BCD	21,91 A	18,33 BC	19,86 AB	15,27 CD	15,93 CD	17,34	34,26			
A/E	3,07 CD	3,82 BC	5,34 A	3,22 BCD	3,33 BC	2,57 D	3,06 CD	4,19 ABC	3,03 CD	3,51	46,66			
A/C_i	0,062 D	0,077 BCD	0,072 CD	0,079 BCD	0,103 A	0,084 BCD	0,091 AB	0,067 CD	0,070 CD	0,078	36,82			
A/Q_{Leaf}	0,021 CDE	0,018 DE	0,021 CDE	0,019 DE	0,015 E	0,124 A	0,093 BC	0,036 C	0,029 CD	0,042	141,56			
A/g_s	50,57 A	40,33 B	51,09 A	50,75 A	50,67 A	47,67 AB	50,47 A	52,06 A	47,14 AB	48,97	24,83			

¹Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, nas colunas para meses, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

² Q_{Leaf} - radiação incidente na folha ($\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$); T_{Leaf} - temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$); C_i - concentração interna de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$); E - transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$); g_s - condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A - fotossíntese líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A/E - eficiência instantânea de uso da água ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$); A/C_i - eficiência de carboxilação ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1})$); A/Q_{Leaf} - eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1})$); A/g_s - eficiência intrínseca do uso da água ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$); CV: coeficiente de variação.

Tabela 8 - Características fisiológicas avaliadas na terceira folha de bananeiras tipos Cavendish e Gros Michel, em diferentes horários. Guanambi, BA.

Características	Horários		Média	CV (%)	$\Delta(08:00-14:00)$ (%)
	08:00 h	14:00 h			
T_{Leaf} - temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$)	33,60 B	38,10 A	35,85	10,24	13,39
C_i - concentração interna de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)	222,42 B	227,12 A	224,77	8,10	2,11
E - transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	5,15 B	6,05 A	5,60	43,39	17,48
g_s - condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	0,46 A	0,31 B	0,39	50,26	-32,61
A - fotossíntese líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	20,39 A	14,29 B	17,34	34,26	-29,92
A/E - eficiência instantânea de uso da água ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$)	4,25 A	2,78 B	3,52	46,59	-34,59
A/C_i - eficiência de carboxilação ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1})$)	0,092 A	0,064 B	0,078	36,92	-30,43
A/Q_{Leaf} - eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2} \text{s}^{-1})$)	0,052 A	0,031 B	0,042	140,48	-40,38
A/g_s - eficiência intrínseca do uso da água ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})/(\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$)	47,82 B	50,12 A	48,97	24,83	4,81

¹Médias seguidas da letra A, apresentaram valores maiores e pela letra B menores e diferem significativamente a 1% e 5% de probabilidade pelo teste de Wilcoxon; $\Delta(08:00-14:00)$, representa a variação percentual da variável fisiológica, quando comparada as mensurações realizadas às 08:00 horas e 14:00 horas; (+) representam decréscimos e (-) acréscimos; CV: coeficiente de variação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cultivares Bucaneiro e Calipso requerem maior área foliar por unidade produzida e a 'FHIA-23', menor, o que sugere maior eficiência fotossintética por unidade de folha para esta, comprovada pelas maiores massas de cachos e pencas e maiores quantidades de pencas e frutos.

As trocas gasosas variam com as cultivares, épocas de avaliação e horários de leitura.

As cultivares FHIA-17 e Calipso, tipo Gros Michel, expressaram, respectivamente, maiores taxa de fotossíntese e de transpiração que a 'Grande Naine', tipo Cavendish.

A fotossíntese líquida, condutância estomática, e as eficiências quântica da fotossíntese, instantânea de uso da água e de carboxilação são maiores às 8 horas comparadas às 14 horas.

O mês de junho possibilitou às cultivares expressarem os maiores valores de taxa de fotossíntese, eficiência de carboxilação e condutância estomática.

5. REFERÊNCIAS

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L.; COELHO, E. F. Gas exchange in 'Pome' banana plants grown under different irrigation systems. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.38, n.2, p.197-207, 2018.

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.39, n.1, p.1-12, 2017.

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L. de; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in different varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.38, n.2, e-600, 2016.

BARRERA-VIOLETH, J. L.; CARTAGENA-VALENZUELA, J. R.; NANCLARES-GÓMEZ, O. A. Estimation of physiological parameters on high density plantations and population arrangements of Musa AAA Simmonds. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas - Vol. 14 - No. 3*, pp. 342-354, September – December, 2020.

BAPTISTA, J. M.; ALMEIDA, M. do C.; VIEIRA, P.; SILVA, A. C. M.; RIBEIRO, R.; FERNANDO, R. M.; SERAFIM, A.; ALVES, I.; CAMEIRA, M. do R. **Programa nacional para o uso eficiente da água**. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2001. 212 p.

BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C.; PILAU, F. G.; WOLLMANN, C. A. Climatic efficiency for soybean and wheat crops in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, in different sowing date. (In Portuguese, with English abstract.) **Ciência Rural**, v. 43, p. 390-396, 2013.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S.; CORDEIRO, Z. J. M. (Ed.). **Sistema orgânico de produção para a cultura da banana**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/SistemaOrganicoCultivoBanana_2ed/expediente.htm>. Acesso em: 12 mai. 2021.

CAVALCANTE, M.J.B.; ANDRADE NETO, R.C.; LEDO, A.S.; GONDIM, T.M.S.; CORDEIRO, Z.J.M. Manejo fitotécnico da bananeira, cultivar D'Angola (AAB), visando ao controle da sigatoka-negra. **Revista Caatinga**, v.27, n.2, p.201-208, 2014.

CAVATTE, R. P. Q.; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; PETERNELLI, L. A.; CAVATTE, P. C. Redução do porte e produção das bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA-01' tratadas com paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal v. 34, n. 2, p. 356-365, 2012.

CAYON SALINAS, D. G.; MORALES, H.; CELIS, L. D. Respuestas del platano Dominico-Harton (*Musa* AAB Simmonds) a la defoliacion selectiva en la zona cafetera central. **Acta Agronómica**, v. 50, n. 1/2, p. 20-25, 2000.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P. da; DONATO, S. L. R.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; OLIVEIRA, P. M. Sistemas de irrigação localizada e manejo de água em bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.36, n.288, p.62-73, 2015.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R. dos; DONATO, S. L. R.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, Polyanna Mara de; CASTRICINI, A. Soil-water-plant relationship and fruit yield under partial root-zone drying irrigation on banana crop. *Scientia Agricola*, 76 (5), pp. 362-367, 2019. doi: 10.1590 / 1678-992x-2017-0258.

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

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O. E.; FILHO, O. A. L.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. da S. Correlações entre caracteres da planta e do cacho em bananeira (*Musa* spp.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.21-30, jan.fev. 2006b.

DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; SILVA, S. O.; CORDEIRO, Z. J. Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1508-1515, dez. 2009.

DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; ARANTES, A. de M.; RODRIGUES, M. G. V. Eficiência de uso da água em bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.36, n.288, p.46-61, 2015.

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.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; SÔNEGO, M.; MARQUES, P. R. R.; SANTOS, M. R.; ARANTES, A. M.; LICHTEMBERG, L. A. Aspectos da ecofisiologia, fenologia e produção: In: DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M.G. V. (Ed.). **Banana: do plantio à colheita**. 1 ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p.45-76.

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

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431p.

- KUMAR N. V.; KRISHNAMOORTHY, L.; NALINA, K.; SOORIANATHA SUNDHARAM, L. A new factor for estimating total leaf area in banana. **Infomusa**, v.11, n.2, p.42-43, 2002.
- LAGE, G. G. A.; SOUZA, J. A. A.; COTRIM, C. E.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M. Physiological and productive characteristics of banana 'Prata-anã' submitted to different irrigation intervals and emitter heights. **Acta Scientiarum-Sgronomy**, v.42, p. e44000-e44000, 2020.
- LANZA, T. R.; MACHADO, A. F. L.; MARTELLETO, L. A. P. Effects of planting densities of 'BRS Princess' banana tree in the suppression weeds. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.35, p.e017162958, 2017.
- LIMA, M. B.; SILVA, S. O.; JESUS, O. N.; OLIVEIRA, W. S. J.; GARRIDO, M. S.; AZEVEDO, R. L. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira no Recôncavo Baiano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 515-520, 2005.
- 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.
- MARENCO, R. A.; ANTEZANA-VERA, S. A.; GOUVÊA, P. R. dos S.; CAMARGO, M. A. B.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTOS, J. K. da S. Fisiologia das espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, Suplemento, p.786-799, 2014.
- MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R.; SÃO JOSÉ, A. R.; ARANTES, A. de M.; ROSA, Raul C. C. Gas exchange and yield of Prata-type banana plants with fertilizer sources for organic management. **African Journal of Agricultural Research**, v.13, n.5, p.272-280, 2018.
- MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P. da; FOLEGATTI, M. I. da S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 48-52, 2004.
- MCAINSH, M. R.; TAYLOR, J. E. Stomata. **Plant Sciences**, 2 ed. v. 1, p.1459-1466, 2017.
- NJUGUNA, J.; NGUTHI, F.; WEPUKHULU, S.; WAMBUGU, F.; GITAU, D.; KARUOYA, M.; KARAMURA, D. Introduction and evaluation of improved banana cultivars for Agronomic and yield characteristics in Kenya. **African Crop Science Journal**, Vol. 16, No. 1, pp. 35 – 40, 2008.
- 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.
- RAMOS, A. G. O.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. de M.; COELHO FILHO, M. A.; RODRIGUES, M. G. V. Evaluation of gas exchanges and production of genotypes of Maçã banana type cultivated in the semi-arid region of Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.40, n.1, e-500, 2018. Epub June 11, 2018.
- ROBINSON, J. C.; GÁLÁN SAÚCO, V. **Plátanos y bananos**. 2.ed. España: Ediciones Mundi- Prensa, 2012. 321p.
- RODRIGUES FILHO, V. A.; DONATO, S. L. R.; SILVA, T. S.; AMORIM, E. P. Características agronômicas e ocorrência de mal-do-Panamá em bananeiras tipo Pacovan. **Revista Brasileira de**

Fruticultura, Jaboticabal, v.36, n.2, p.515-519, 2014.

RODRIGUES FILHO, V. A.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; COELHO FILHO, M. A.; LIMA, M. B. Growth, yield and gas exchange of 'D'Angola' plantain under different planting densities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.24, n.7, p.490-496, 2020.

RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; RUGGIERO, C.; LICHTENBERG, L. A. Planejamento, implantação e manejo do bananal. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 245, p. 14-22, 2008.

RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Influência de diferentes níveis de desfolha na produção e qualidade dos frutos da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.755-762, 2009.

RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, C.; CAYÓN SALINAS, D. G.; MIRA CASTILLO, J. J. Efecto del número de hojas funcionales a la floración sobre la producción de banano Gran Enano (*Musa* AAA Simmonds). **Revista da Facultad Nacional de Agronomía de Medellín**, Medellín, v.65, n.2, p.6585-6591, jun./dic. 2012.

ROQUE, R. L.; AMORIM, T. B.; FERREIRA, C. F.; LEDO, C. A. da S.; AMORIM, E. P. Desempenho agrônômico de genótipos de bananeira no recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 598-609, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. 2018. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 356p.

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

SANTOS, M. R. dos; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. de M.; COELHO, E. F.; OLIVEIRA, Polyanna Mara de. Gas exchange in 'BRS Princesa' banana (*Musa* spp.) under partial rootzone drying irrigation in the north of Minas Gerais, Brazil. **Acta Agronômica**, Palmira, v.66, n.3, p.378-384, 2017.

SILVERE, R. M. et al. Temporal dynamics of stomatal behavior: modeling and implications for photosynthesis and water use. **Plant Physiology**, v.174, p.603-613, 2017.

SMITH, M. K.; LANGDON, P. W.; PEGG, K.G.; DANIELLS, J. W. Growth, yield and Fusarium wilt resistance of six FHIA tetraploid bananas (*Musa* spp.) grown in the Australian subtropics. **Scientia Horticulturae**, 170, pp. 176–181, 2014.

SOIL SURVEY STAFF. Keys to soil taxonomy. 12th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture, **Natural Resources Conservation Service**; 2014.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. Guacimo: EARTH, 2008. 1 CD-ROM.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

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

TURNER, D. W. Crop physiology and cultural practices - a synergy in banana and plantain (*Musa* spp.). In: **Symposium on bananas and plantains: towards sustainable global production and improved uses**, 2013. Proceedings. 2013. p. 986.

WANG, X., DINLER B. S., VIGNEJEI C. M., JACOBSEN S., & WOLLENWEBER B. 2015. Physiological and proteome studies of responses to heat stress during grain filling in contrasting wheat cultivares. **Plant Science** 23:33-50.

ZANON, A. J.; STRECK, N. A.; GRASSINI, P. Climate and management factors influence soybean yield potential in a subtropical environment. **Agronomy Journal**, 2016.

ZHENGBIN, Z.; PING, X.; HONGBO, S.; MENGJUN, L.; ZHENYAN, F.; LIYE, C. Advances and prospects: biotechnologically improving crop a water use efficiency. **Critical Reviews in Biotechnology**, Edinburgh, v.31, n.3, p.1-13, 2011.

ARTIGO 2

TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA RENDIMENTO DE BANANEIRAS TIPO PRATA DE PORTE ALTO²

²Artigo a ser ajustado para submissão ao Comitê Editorial do Periódico Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

TROCAS GASOSAS E REQUERIMENTO EM ÁREA FOLIAR PARA RENDIMENTO DE BANANEIRAS TIPO PRATA DE PORTE ALTO

RESUMO: Objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o requerimento em área foliar para rendimento de seis genótipos de bananeiras do tipo Prata de porte alto, em condições semiáridas, sob irrigação. Os seis genótipos avaliados foram a variedade Pacovan (AAB), seus híbridos Pacovan Ken, Preciosa, Japira e PV79-34 (AAAB) e o híbrido Garantida (AAAB), derivado da Prata São Tomé, em dois ciclos de produção, dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado. em esquema fatorial, com cinco repetições e quatro plantas úteis por parcela. Para as características fisiológicas adotou-se o arranjo em esquema fatorial 6 x 12 x 2, com seis genótipos, doze períodos de avaliação (meses) e dois horários de leitura (8 e 14 h) em cada época, dispostos em delineamento inteiramente casualizado. Das vinte e uma características fitotécnicas mensuradas, sete foram influenciadas pela interação entre os fatores cultivar e ciclo (largura da terceira folha; número de folhas na colheita; número de frutos; razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho; razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas; razão entre a área foliar no florescimento e o número de frutos; e a razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos). A concentração interna de CO₂, a taxa de fotossíntese líquida, as eficiências instantânea de uso da água, de carboxilação e quântica da fotossíntese registradas nas folhas das bananeiras são maiores no período da manhã, favorecidas pela maior condutância estomática e menor temperatura foliar resultante das condições meteorológicas, enquanto no período vespertino a transpiração e a eficiência intrínseca do uso da água se elevam. O híbrido PV79-34 apresenta maior rendimento e eficiência produtiva por unidade de área foliar, associados à elevada transpiração, comparada às cultivares Prata de porte alto estudadas.

Termos para indexação: *Musa* spp., fisiologia, genótipos, caracteres agronômicos, produção.

GASOUS EXCHANGES AND LEAF AREA REQUIREMENT IN BANANA CAVENDISH, GROS MICHEL AND PRATA TALL SIZE

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the gasous exchanges and the requirement between leaf area and yield in six tall cultivars of Prata type banana in semi-arid conditions under irrigation. The treatments, six cultivars, the variety Pacovan (AAB), its hybrids Pacovan Ken, Preciosa, Japira and PV79-34 (AAAB) and the hybrid Garantida (AAAB), derived from Prata São Tomé, and two production cycles were arranged in a design experimental completely randomized in a factorial scheme, with five replications and four useful plants per plot. For the physiological characteristics, a factorial arrangement was adopted, 6x12x2, six cultivars, twelve evaluation periods (months) and two reading times in each period arranged in a completely randomized design. Of the twenty-three phytotechnical characteristics measured, seven were influenced by the interaction between cultivar and cycle factors (width of the third leaf; number of leaves at harvest; number of fruits; ratio between leaf area at harvest and bunch mass; ratio between the leaf area at harvest and the number of bunches; the ratio between the leaf area at flowering and the number of fruits; and the ratio between the leaf area at harvest and the number of fruits). The internal concentration of CO₂, the net photosynthesis rate, the instantaneous water use, carboxylation and quantum efficiencies of photosynthesis recorded in banana leaves are higher in the morning, favored by higher stomatal conductance and lower leaf temperature resulting from the conditions meteorological, while in the afternoon transpiration and the intrinsic efficiency of water use increase. The hybrid PV79-34 has higher yield and production efficiency per unit of leaf area, associated with high transpiration, compared to the tall cultivars Prata studied.

Index terms: *Musa* spp., physiology, genotypes, climate, agronomic characters, production, vigor.

1. INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.), cujo fruto é o mais consumido no mundo, pertencente à família Musaceae, apresenta cerca de 30 espécies conhecidas do gênero *Musa* e mais de 700 variedades (ASMAR et al., 2013). A facilidade de propagação e o manejo do cultivo, além do amplo consumo mundial do fruto, tornam a cultura de grande relevância econômica e social, principalmente, nas regiões tropicais (COELHO JUNIOR, 2013), onde constitui alimento básico para inúmeras famílias, sejam residentes na zona rural ou urbana.

No Brasil, as cultivares tipo Prata são as mais difundidas incluindo Prata-Anã e Pacovan, embora esta tenha maior presença ainda na região Nordeste (LICHTEMBERG; LICHTEMBERG, 2011). Apesar da aceitação, a ‘Pacovan’ apresenta problemas com porte elevado e suscetibilidade ao

tombamento, à quebra do pseudocaule e à suscetibilidade a doenças como murcha de *Fusarium* e sigatokas (SILVA et al., 2008). Nesse sentido foram recomendados para plantio híbridos tipo Pacovan com resistência a esses problemas fitossanitários, contudo, todos mantendo o porte alto. Dentre esses, o híbrido PV79-34 apresenta porte menor, maior vigor expresso pelo perímetro do pseudocaule, contudo mostrou susceptibilidade à fusariose (RODRIGUES FILHO et al., 2014), o que dificultou a sua recomendação.

De forma geral, há uma relação inversa entre porte e produtividade em bananeira (DONATO et al. 2006b). Esses autores encontraram correlações significativas, negativas e de alta magnitude, entre altura da planta e massas do cacho (-0,78), da ráquis (-0,78) e das pencas (-0,77), número de pencas (-0,91) e de frutos (-0,82), e diâmetro do fruto (-0,72) quando avaliaram 13 cultivares de três subgrupos diferentes, incluindo Prata de porte alto. Embora Arantes et al. (2010) corroborarem esses resultados para cultivares tipo Terra, apenas para D'Angola e Terrinha, nas quais as plantas mais altas foram menos produtivas, com correlações, respectivamente de -0,57 e -0,67, entre altura da planta e massa do cacho. Rodrigues Filho et al. (2014) observaram maior produtividade em Pratas de porte alto, na cultivar mais baixa, e Donato et al. (2006a) constataram que, independentemente do grupo genômico, os genótipos de porte mais baixo foram mais produtivos que os de porte mais alto.

Uma das razões para essa relação inversa entre produtividade e porte é que os efeitos do vento são mais intensos nas cultivares de porte mais alto, pois a planta fica mais sujeita ao solapamento e ao rompimento de raízes, o que diminui a absorção de água e nutrientes (SOTO BALLESTERO et al., 2008), à quebra do pseudocaule e tombamento de plantas (DONATO et al., 2016), à maior dilaceração do limbo, o que pode reduzir as taxas de fotossíntese (ROBINSON; GALÁN SAÚCO, 2012), à aceleração da senescência e perda de folhas (MAGALHÃES et al., 2020), o que pode deixar a planta com área foliar insuficiente para atender ao requerimento funcional para produtividades econômicas.

Isso assume importância capital em regiões com predominância de ventos com velocidade elevada como o semiárido Brasileiro (DONATO et al., 2021), ainda mais com o uso de cultivares de porte alto. Donato et al. (2016) descrevem para a região de Guanambi, taxa de fotossíntese de 26,67 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ mensurada na cultivar BRS FHIA-18, Prata de porte mais baixo, valor 36% maior comparado a 17,05 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, registrado na cultivar, JV42-135, Prata de maior porte, embora com variações nesse padrão nas cultivares de porte intermediário, o que pode ser justificado por diferenças estritamente genotípicas.

Embora, como argumentam Arantes et al. (2016), a produtividade da bananeira nem sempre está relacionada diretamente às taxas de fotossíntese, a análise da sua variação ao longo do dia, mês e ano permite avaliar a capacidade de autorregulação fisiológica da planta frente aos estímulos ambientais e permite comparar o desempenho fisiológico de diferentes cultivares em um mesmo ambiente. Nesse sentido, o estudo das taxas fotossintéticas e do desempenho fisiológico é ferramenta básica para

determinar o potencial produtivo de cultivares em programas de melhoramento, além de dar subsídios à recomendação de práticas culturais específicas para compor sistemas de produção das diversas cultivares e diferentes ambientes.

De toda forma, condições ambientais que favoreçam a redução da área foliar afetam a fotossíntese e podem reduzir a produtividade. Nessas condições, determinadas cultivares podem apresentar, por ocasião do florescimento, uma quantidade de folhas insuficiente para assegurar produtividades econômicas. Assim, essas cultivares não teriam adequada adaptação ambiental a essas condições, o que pode ser verificado pela avaliação das trocas gasosas e da relação área foliar e produtividade, pois é recomendável o uso de cultivares com menor requerimento em área de folha por quantidade unitária produzida de banana, o que pode sugerir maior eficiência fotossintética. Essa compreensão é crucial para cultivares de porte alto, mais sujeitas aos efeitos deletérios do vento.

Estudos foram empreendidos envolvendo cultivares Prata de porte alto na região de Guanambi (DONATO, et al., 2006a; AZEVEDO et al. 2010; RODRIGUES FILHO et al., 2014; ARANTES et al., 2017), entretanto, restritos aos caracteres agronômicos. Dessa forma, objetivou-se avaliar as trocas gasosas e o requerimento de área foliar para o rendimento de seis genótipos de bananeiras, de porte alto, do tipo Prata, a saber: a variedade Pacovan (AAB), seus híbridos Japira, Preciosa, PV79-34 e Pacovan Ken (AAAB) e o híbrido Garantida (AAAB), derivado da Prata São Tomé.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área do Instituto Federal Baiano, *Campus Guanambi*, Bahia, em 11 de maio de 2010 e conduzido até 12 de fevereiro de 2012. As leituras fisiológicas e fitotécnicas foram realizadas entre os meses de novembro de 2010 a outubro de 2011, Figura 1 (B e C). O solo, cuja classificação original é Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2018), que corresponde a Oxisols (SOIL SURVEY STAFF, 2014), apresentava, antes da implantação da cultura, fertilidade elevada construída por ações antrópicas realizadas anteriormente no local (Tabela 1). O clima é semiárido quente e seco, com temperatura média anual de 25,9 °C e precipitação média anual de 664,7 mm, referente à média dos últimos 39 anos. A Figura 1(A) ilustra a distribuição hídrica durante os anos da condução do experimento.

A precipitação pluvial, umidade relativa, temperaturas mínimas e máximas, além do déficit de pressão de vapor do ar (DPVar), registradas no período experimental, constam na Figura 1A, 1B e 1C, respectivamente. Os dados foram coletados na estação meteorológica automática instalada na área experimental do Instituto Federal Baiano de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus Guanambi*, BA.

Tabela 1 - Médias dos atributos químicos de duas amostras compostas de solo da área experimental, antes do plantio, Guanambi, BA.

Características	Unidade	0,0-0,20 m	Desvio padrão	0,20-0,40 m	Desvio padrão
pH (H ₂ O)		7,60	0,14	7,60	0,57
P	mg dm ⁻³	318,15	157,47	185,80	21,78
K ⁺	mg dm ⁻³	567,50	45,96	512,50	154,86
Na ⁺	cmol _c dm ⁻³	0,20	0,00	0,15	0,07
Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	3,45	0,49	2,90	0,00
Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	1,70	0,28	1,30	0,00
Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,00	0,00	0,00	0,00
H ⁺ + Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	0,90	0,00	0,95	0,07
S.B. ¹	cmol _c dm ⁻³	6,75	0,92	5,65	0,35
t ²	cmol _c dm ⁻³	6,75	0,92	5,65	0,35
T ³	cmol _c dm ⁻³	7,65	0,92	6,65	0,21
V ⁴	%	88,00	1,41	85,00	1,41
m ⁵	%	0,00	0,00	0,00	0,00
M.O. ⁶	g dm ⁻³	13,50	21,0	10,00	14,00
B	mg dm ⁻³	0,85	0,07	0,75	0,07
Cu ⁺⁺	mg dm ⁻³	1,05	0,21	0,85	0,21
Fe ⁺⁺	mg dm ⁻³	11,85	2,33	11,35	3,46
Mn ⁺⁺	mg dm ⁻³	48,95	3,75	40,70	11,60
Zn ⁺⁺	mg dm ⁻³	24,25	4,31	13,30	2,40
Prem ⁷	mg L ⁻¹	42,15	0,92	41,40	3,68
CE ⁸	dS m ⁻¹	1,70	0,00	1,95	0,21

¹soma de bases; ²capacidade de troca catiônica efetiva (CTC efetiva); ³CTC a pH 7,0; ⁴Ssaturação por bases; ⁵saturação por alumínio;

⁶matéria orgânica do solo; ⁷fósforo remanescente; ⁸ condutividade elétrica.

pH em água; MO: colorimetria; P, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn: extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol/L; H+Al: pH SMP; B: água quente.

No plantio, em 11/05/2010, utilizaram-se mudas micropropagadas com espaçamento de 3,0 m x 2,5 m (equivalente a 1.333 plantas ha⁻¹). A implantação e os tratos culturais seguiram as recomendações para a cultura, segundo Rodrigues et al. (2008). As plantas foram irrigadas por microaspersão, com emissores Netafim[®] autocompensantes, vazão 120 L h⁻¹, diâmetro molhado de 7,4 m, com bocal vermelho de 1,57 mm, espaçamento de 6 m entre linhas laterais e 5 m entre emissores. Ressalta-se que além da irrigação as bananeiras receberam, por precipitação, 1.260,6 mm de água durante todo o período experimental, Figura 1(A).

Na irrigação das plantas considerou-se a (ET_o) - evapotranspiração de referência determinada diariamente pelo método de Penman-Monteith, e nos dados coletados de uma estação meteorológica automática Vantage Pro Integradet Sensor (Davis Instruments, Hayward, CA, EUA) instalada a 100 m da área do experimento. Os coeficientes de cultivo para determinação da evapotranspiração do cultivo (ET_c) foram definidos de acordo com os estádios fenológicos da cultura, conforme Coelho et al. (2015).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado - DIC, com 12 tratamentos resultantes da combinação, em fatorial, de seis genótipos de bananeiras do tipo Prata de porte alto, com dois ciclos produtivos. Os genótipos avaliadores foram: Pacovan (AAB), seus híbridos Pacovan Ken, Preciosa, Japira, PV79-34 (AAAB), além do híbrido Garantida (AAAB), derivado da Prata São Tomé, com cinco repetições, sendo quatro plantas úteis por parcela.

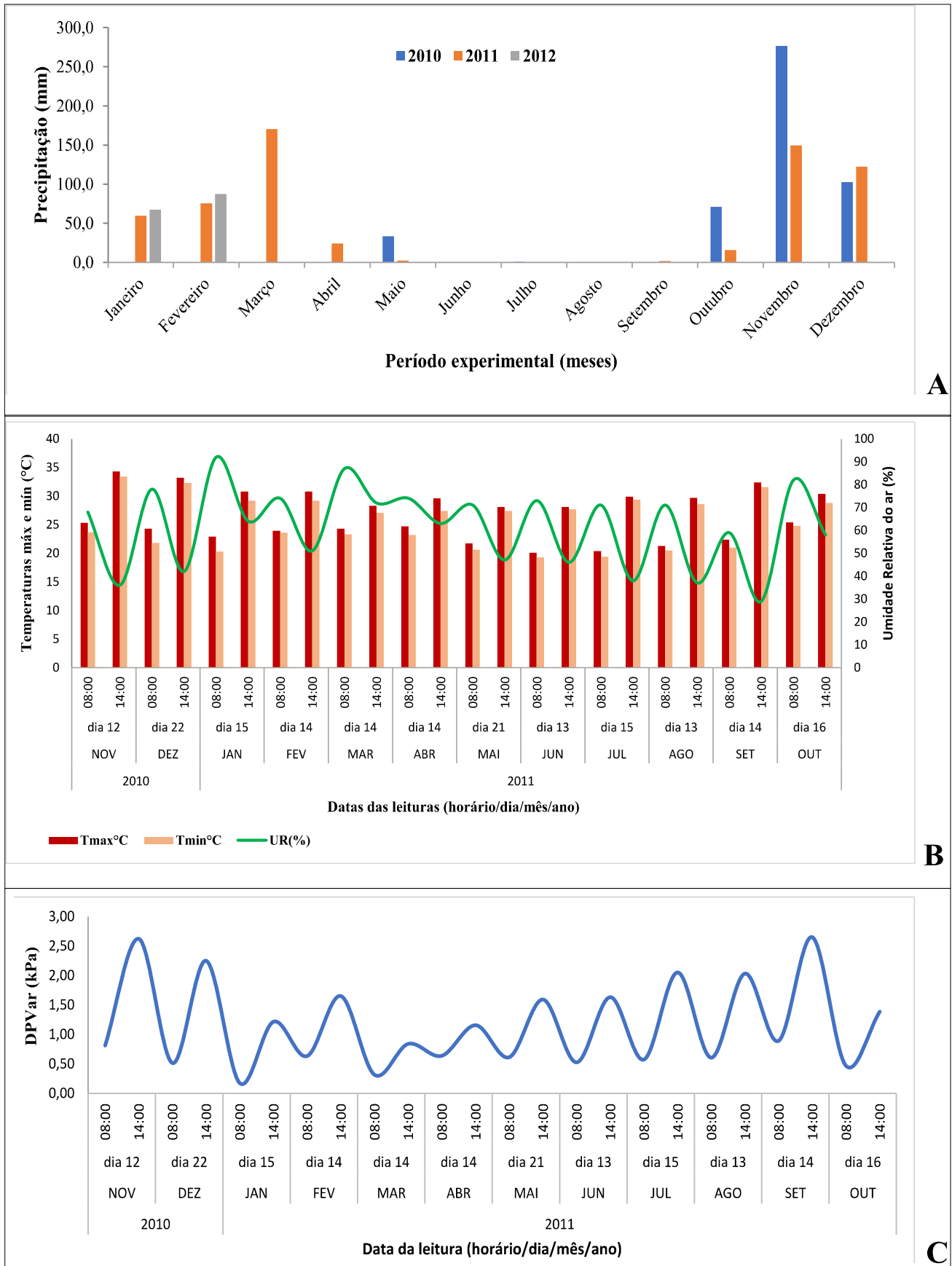


Figura 1 – Registro das precipitações durante o período experimental (A), maio de 2010 até fevereiro de 2012, das temperaturas mínima e máxima, da umidade relativa do ar (B), e do déficit de pressão de vapor (DPVar) (C) mensurados no momento das avaliações fisiológicas de novembro de 2010 a outubro de 2011, Guanambi, BA.

Fonte: dados coletados na estação meteorológica automática instalada na área experimental do Instituto Federal Baiano.

Com relação aos aspectos fitotécnicos, foram avaliadas vinte e uma características: massa do cacho (MCA), das pencas (MPE) e da ráquis (MRA), expressas em kg; número de pencas (NPE) e de frutos (NFR); número de folhas no florescimento (NFF) e na colheita (NFC); comprimento (CTF3) e largura da terceira folha (LTF3), em cm; área foliar total (AFT) no florescimento e na colheita, em m², estimada pela fórmula $AFT = 0,5187 (C \times L \times N) + 9603,5$ (ZUCOLOTO et al., 2008), em que L e C, largura e comprimento, respectivamente, da terceira folha; 0,5187 é o fator de correção, N é o número de folhas ativas da planta no florescimento e na colheita; índice de área foliar (IAF), no florescimento e na colheita em m² m⁻²; razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho (AFF/MCA), em m² kg⁻¹; razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas (AFF/MPE), em m² kg⁻¹; razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas (AFF/NPE), em m² penca⁻¹; razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho (AFC/MCA), em m² kg⁻¹; razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas (AFC/MPE), em m² kg⁻¹; razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas (AFC/NPE), em m² penca⁻¹; razão entre a área foliar no florescimento e o número de frutos (AFF/NFR), em m² fruto⁻¹; e a razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos (AFC/NFR), em m² fruto⁻¹.

Foram avaliados, também, dez parâmetros fisiológicos: a radiação incidente na folha (Q_{Leaf}) expressa em $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$; a concentração interna de CO₂ (C_i), em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$; a temperatura foliar (T_{Leaf}), em °C; a condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s), em $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$; a transpira\u00e7\u00e3o (E), em $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$; a fotoss\u00edntese l\u00edquida (A), em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$; a efici\u00eancia instant\u00e2nea de uso da \u00e1gua (A/E), em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$; a efici\u00eancia de carboxila\u00e7\u00e3o (A/C_i), em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$; a efici\u00eancia qu\u00e2ntica ou fotoqu\u00edmica da fotoss\u00edntese (A/Q_{Leaf}), em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e a efici\u00eancia intr\u00ednseca do uso da \u00e1gua (A/g_s), em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Para avaliar as trocas gasosas nas bananeiras foi utilizada sempre a terceira ou a quarta folha das plantas, contando do \u00e1pice para a base (ARANTES et al., 2016; 2018; RAMOS et al., 2018). Foi utilizado 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. Foram realizadas doze avalia\u00e7\u00f5es mensais, compreendendo o per\u00edodo de novembro de 2010 a outubro de 2011, em dois hor\u00e1rios de leitura, 8 horas e 14 horas.

Para as an\u00e1lises estat\u00edsticas dos dados das caracter\u00edsticas avaliadas, adotou-se o seguinte procedimento:

a) Para as caracter\u00edsticas fitot\u00e9cnicas utilizou-se 12 tratamentos formados pela combina\u00e7\u00e3o em fatorial, de seis gen\u00f3tipos e dois ciclos produtivos, dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados apresentaram normalidade pelo teste de Lilliefors e foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia (ANOVA) a 5% de signific\u00e2ncia. Nos casos de intera\u00e7\u00f5es significativas entre os fatores gen\u00f3tipos e ciclos foram realizados os desdobramentos com a compara\u00e7\u00e3o dos gen\u00f3tipos dentro dos

ciclos pelo critério de Skott-Knott ($p \leq 0,05$) e dos ciclos dentro dos genótipos pelo teste F ($p \leq 0,05$). Na ausência de interações foram estudados os efeitos dos fatores principais com a comparação de médias entre genótipos pelo critério de Skott-Knott ($p \leq 0,05$) e dos ciclos pelo teste F ($p \leq 0,05$), com uso do software estatístico SISVAR – UFLA, versão 5.6.

b) Com relação aos parâmetros fisiológicos, adotou-se o arranjo em esquema fatorial, $6 \times 12 \times 2$, referentes aos seis genótipos, doze períodos de avaliação (meses) e dois horários de leitura (8 h e 14 h) em cada época. Os tratamentos foram dispostos em DIC. Os dados foram submetidos ao teste de Lilliefors e não apresentaram normalidade, ou seja, não têm distribuição normal, sendo assim, foram utilizados os testes não paramétricos de Wilcoxon (para amostras emparelhadas), horários de avaliação, e o de Kruskal Wallis (para amostras independentes), cultivares e épocas de avaliação, em que o valor de $p \leq 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. Para essas análises foi utilizado o software estatístico SAEG – UFV, versão 9.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características fitotécnicas

As 21 características fitotécnicas mensuradas no trabalho apresentaram distribuição normal e, portanto, foram submetidas à análise de variância (Tabela 2). Com base na análise de variância (ANOVA) constatou-se que sete características fitotécnicas: largura da terceira folha (LTF3); número de folhas na colheita (NFC); número de frutos (NFR); razão entre a área foliar no florescimento e o número de frutos (AFF/NFR); razão entre a área foliar na colheita com a massa do cacho (AFC/MCA), com o número de pencas (AFC/NPE) e com o número de frutos (AFC/NFR), mensuradas nas bananeiras do tipo Prata de porte alto, foram influenciadas de forma significativa ($p \leq 0,05$) pela interação entre os fatores genótipo e ciclo. Dessas características, LTF3, NFC, NFR, AFC/NPE, AFF/NFR, AFC/NFR e AFF/NPE também variaram de forma independente com os genótipos e os ciclos ($p \leq 0,05$), e AFC/MCA, apenas com os genótipos.

O número de folhas no florescimento (NFF), a área foliar total no florescimento (AFT) e na colheita (AFTC), o índice de área foliar no florescimento (IAF) e na colheita (IAFC), as massas do cacho (MCA), das pencas (MPE) e da ráquis (MRA), o número de pencas (NPE) e a razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas (AFF/NPE), variaram de forma independente com os genótipos e os ciclos ($p \leq 0,05$) (Tabela 2). A razão entre a área foliar no florescimento e as massas do cacho (AFF/MCA), e das pencas (AFF/MPE), e a razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas (AFC/MPE), variaram de forma independente com os genótipos, já o comprimento da terceira folha (CTF3) variou com os ciclos.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância, com respectivos quadrados médios, médias e coeficientes de variação das características fitotécnicas avaliadas no florescimento e na colheita em dois ciclos de produção, em bananeiras do tipo Prata de porte alto. Guanambi, BA.

Graus de liberdade	Fontes de variação				Unidades	Médias	CV (%)
	Genótipos (A)	Ciclos (B)	Interação (A x B)	Resíduo			
	5	1	5	48			
NFF	29,44**	52,41**	0,47 ^{ns}	1,99	(kg)	14,51	9,75
CTF3	198,87 ^{ns}	9770,84**	506,24 ^{ns}	393,84	(cm)	242,69	8,18
LTF3	70,25**	377,55**	46,09**	12,82	(cm)	68,57	5,22
AFT	15,14**	19,70*	4,44 ^{ns}	3,92	(m ²)	13,52	14,65
IAF	0,42**	0,54*	0,12 ^{ns}	0,11	(m ² m ⁻²)	2,25	14,65
NFC	19,26**	23,55**	3,23**	1,00	(unid)	9,40	10,64
AFTC	11,18**	11,28**	3,08 ^{ns}	1,61	(m ²)	9,03	14,05
IAFC	0,31**	0,31**	0,08 ^{ns}	0,04	(m ² m ⁻²)	1,51	14,5
MCA	82,09**	71,59**	6,95 ^{ns}	3,99	(kg)	17,89	11,16
MPE	64,58**	39,19**	4,60 ^{ns}	3,36	(kg)	15,52	11,82
MRA	1,38**	5,33**	0,24 ^{ns}	0,12	(kg)	2,39	14,54
NPE	7,64**	2,08**	0,54 ^{ns}	0,23	(unid)	7,9	6,1
NFR	1605,14**	1898,43**	247,07**	66,95	(unid)	113,37	7,22
AFF/MCA	0,10**	0,006 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02	(m ² kg ⁻¹)	0,78	20,33
AFC/MCA	1,065**	0,00019 ^{ns}	0,013*	0,009	(m ² kg ⁻¹)	0,52	18,58
AFF/MPE	0,015**	0,0014 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,043	(m ² kg ⁻¹)	0,90	20,79
AFC/MPE	1,092**	0,0003 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,012	(m ² kg ⁻¹)	0,60	18,52
AFF/NPE	0,375**	0,878**	0,125 ^{ns}	0,078	(m ² penca ⁻¹)	1,73	16,19
AFC/NPE	0,265**	0,485**	0,091*	0,032	(m ² penca ⁻¹)	1,16	15,46
AFF/NFR	0,0013**	0,0081**	0,0009*	0,0003	(m ² fruto ⁻¹)	0,12	16,20
AFC/NFR	0,0010**	0,0043**	0,0006**	0,0001	(m ² fruto ⁻¹)	0,08	15,74

** e *significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste F; "ns", não significativo; NFF: número de folhas no florescimento; CTF3: comprimento da terceira folha; LTF3: largura da terceira folha; AFT: Área foliar total; IAF: índice de área foliar; NFC: número de folhas na colheita; AFTC: área foliar total na colheita; IAFC: índice de área foliar na colheita; MCA: massa do cacho; MPE: massa das pencas; MRA: massa da ráquis; NPE: número de pencas; NFR: número de frutos; AFF/MCA: razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho; AFC/MCA: razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho; AFF/MPE: razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas; AFC/MPE: razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas; AFF/NPE: razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas; AFC/NPE: razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas; AFF/NFR: razão entre a área foliar no florescimento e o número de frutos; AFC/NFR: razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos; CV: coeficiente de variação.

As bananeiras que apresentaram as maiores larguras da terceira folha (LTF3) foram: ‘Pacovan Ken’ e ‘Preciosa’ no primeiro ciclo, e ‘Preciosa’, ‘Japira’ e ‘Garantida’ no segundo ciclo (Tabela 3). Os menores valores foram apresentados por PV79-34, ‘Garantida’, ‘Japira’ e ‘Pacovan’, no primeiro ciclo, e por ‘Pacovan’, PV79-34 e ‘Pacovan Ken’, no segundo.

Os genótipos que apresentaram os maiores valores para número de folhas na colheita (NFC), no primeiro ciclo, foram ‘Pacovan’ (Figura 5A), ‘Pacovan Ken’ e ‘Japira’, que agruparam, enquanto no segundo ciclo, agruparam com as maiores médias de ‘Pacovan’ e ‘Pacovan Ken’ (Tabela 3). Os menores valores foram registrados para ‘Preciosa’, ‘Garantida’ e PV79-34 (Figura 5B), no primeiro ciclo, e ‘Garantida’ e ‘Preciosa’, no segundo ciclo (Tabela 3). O número de folhas vivas influencia a área (ZUCOLOTO et al., 2008) e o índice de área foliar da bananeira, que são dependentes das condições ecológicas e de manejo e estão relacionadas à captação de luz, para produção de energia (TURNER et al., 2007; SOTO BALLESTERO, 2008).

Referente ao número de frutos (NFR) produzidos pelas bananeiras, o genótipo PV79-34 apresentou as maiores médias, enquanto os menores valores foram constatados na ‘Garantida’, nos dois ciclos produtivos (Tabela 3). Azevedo et al. (2010) também constataram maior número de frutos para PV79-34 em Sebastião Laranjeiras, BA, região com características próximas ao deste trabalho, contudo, com menor velocidade de vento.

Os menores valores para a razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho (AFC/MCA), foram observados no genótipo PV79-34, no primeiro ciclo ($0,35 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$), e no segundo por PV79-34 ($0,44 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$), seguido por ‘Preciosa’ ($0,45 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$). Por outro lado, os maiores valores foram observados em ‘Garantida’ e ‘Pacovan Ken’ que formaram o mesmo agrupamento no primeiro ciclo, enquanto no segundo agruparam ‘Pacovan Ken’, ‘Pacovan’, ‘Japira’ e ‘Garantida’ (Tabela 3).

Os menores valores para a razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas (AFC/NPE) foram observados, no primeiro ciclo, em PV79-34, e no segundo agruparam ‘Garantida’, PV79-34 e ‘Preciosa’ (Tabela 3). No primeiro ciclo agruparam, com os maiores valores, os genótipos ‘Pacovan Ken’, ‘Garantida’, ‘Japira’, ‘Pacovan’ e ‘Preciosa’, enquanto no segundo ciclo, esse grupo foi formado pela ‘Pacovan’, ‘Pacovan Ken’ e ‘Japira’.

Para a razão entre a área foliar no florescimento e o número de frutos (AFF/NFR), os menores valores foram observados em PV79-34 no primeiro ciclo de produção, a cultivar Pacovan Ken apresentou os maiores valores, e as demais formaram um grupo intermediário (Tabela 3). No segundo ciclo os genótipos foram similares, formando agrupamento único para esta variável.

Para a razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos (AFC/NFR), PV79-34 apresentou as menores médias no primeiro ciclo, enquanto no segundo agrupou com ‘Garantida’ e ‘Preciosa’. O grupo formado pelas cultivares Pacovan Ken e Garantida expressaram os maiores valores para AFC/NFR no primeiro ciclo. De forma geral, da análise das interações entre genótipos e ciclos (Tabela 3), depreende-se que o híbrido PV79-34 apresenta maior eficiência produtiva, pois expressou maior rendimento representado pelo quantidade de frutos, corroborando Azevedo et al. (2010), e demanda menor área foliar para rendimento expresso por massa de cacho, número de pencas e frutos, o que atesta maior adaptabilidade ambiental para condições que contribuem para redução da área foliar, como predominância de ventos (DONATO et al., 2021) e patógenos causadores de doenças foliares (CAVALCANTE et al., 2014).



Fotos: Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

Figura 5 – A – Cacho da cultivar Pacovan (AAB); B – Híbrido PV79-34 (AAAB). Guanambi, BA.

A cultivar que apresentou a maior média para o número de folhas no florescimento (NFF) foi a Pacovan (16,9), enquanto a menor foi observada em ‘Garantida’ (12,14) (Tabela 4). Contudo, esses valores estão dentro do requerido para a cultivar do tipo Prata, a ‘Prata-Anã’, que produziu cachos mais pesados quando foi mantido o mínimo de 12 folhas na planta e cachos com maior número de pencas e de frutos com a manutenção de, pelo menos, dez folhas a partir do florescimento (RODRIGUES et al., 2009). O quantitativo de folhas da bananeira no florescimento pode influenciar o desenvolvimento do cacho, pois este depende diretamente da taxa fotossintética realizada pela planta (SOTO BALLESTERO, 2008). Adicionalmente, a planta não emite mais folhas a partir do florescimento.

As cultivares Pacovan e Pacovan Ken apresentaram as maiores médias para as características: área foliar total no florescimento (AFT), índice de área foliar no florescimento (IAF) e índice de área foliar na colheita (IAFC). Os menores valores foram apresentados por ‘Preciosa’, ‘Japira’, PV79-34 e ‘Garantida’, que formaram um agrupamento (Tabela 4). Para Zucoloto et al. (2008), a maior área foliar total pode ser explicada pelas maiores quantidades de folhas e dimensões foliares que serão produzidas pelas cultivares, pois área foliar é proporcional ao número de folhas e às dimensões das folhas das bananeiras.

Com relação à razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas (AFF/NPE), as maiores médias foram apresentadas pelas cultivares Pacovan Ken, Pacovan, Preciosa e Japira, enquanto os menores valores foram observados em PV79-34 e ‘Garantida’ (Tabela 4).

Da análise da Tabela 4, verifica-se que o híbrido PV79-34 expressou maior rendimento, com

valores de 21,85 kg de massa do cacho (MCA); 18,77 kg de massa das pencas (MPE); 3,08 kg de massa da ráquis (MRA) e 9,57 pencas (NPE), dados que estão de acordo com Azevedo et al. (2010). Por outro lado, o requerimento em área de folha para proporcionar esse maior rendimento foi menor, com valores de $0,61 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$; $0,71 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$, $0,46 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ e $1,39 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$, respectivamente, para razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho (AFF/MCA), razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas (AFF/MPE), razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas (AFC/MPE) e razão entre área foliar no florescimento e número de pencas. Como discutido anteriormente, foram registrados no PV79-34 menores valores para AFF/NFR no primeiro ciclo, e AFC/MCA, AFC/NPE e AFC/NFR nos dois ciclos (Tabela 3), o que atesta sua maior eficiência produtiva quando comparado às demais Pratas de porte alto estudadas. Isso é crucial para cultivos em regiões com velocidade de vento elevada (DONATO et al., 2021).

A despeito do maior rendimento e da maior eficiência produtiva por unidade de área foliar do híbrido PV79-34 ante as cultivares Prata de porte alto estudadas (Tabelas 3 e 4), do menor porte, maior vigor e produtividade (AZEVEDO et al., 2010), e da resistência à Sigatoka-amarela, esta bananeira é suscetível ao fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense*, causador da fusariose (RODRIGUES FILHO et al., 2014). Isso dificulta a indicação ou recomendação do híbrido para plantios na região pelos bananicultores.

O comprimento da terceira folha das bananeiras apresentou maior valor no segundo ciclo produtivo, com aumento significativo, de 11,10%, do primeiro para o segundo ciclo (Tabela 5). As demais características, NFF, AFT, IAF, AFTC, IAFC, MCA, MPE, MRA e AFF/NPE, decresceram entre os ciclos, respectivamente, 11,94%, 8,09%, 7,69%, 9,09%, 9,49%, 11,54%, 9,93%, 22,01% e 12,97%. Normalmente há incrementos entre o primeiro e o segundo ciclo para as massas do cacho e das pencas na maioria das cultivares de bananeira (DONATO et al., 2006b; 2009; MARQUES et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2020), contudo, isso necessariamente não ocorre para cultivares Prata de porte alto, corroborando Azevedo et al. (2010) e Arantes et al. (2017), principalmente em regiões com velocidade e frequência de ventos elevadas (DONATO et al., 2021), pois essas cultivares são mais sujeitas à interferência do vento (DONATO et al., 2016), cujos efeitos são maiores no segundo ciclo de produção pelo incremento no porte das plantas (DONATO et al., 2006a; AZEVEDO et al., 2010; ARANTES et al., 2017). A redução da AFT e do IAF, tanto no florescimento quanto na colheita, contribui para justificar essa redução na produção.

Tabela 3 - Características fitotécnicas avaliadas no florescimento e na colheita, em dois ciclos de produção, em genótipos de bananeiras tipo Prata de porte alto. Guanambi, BA.

Características														
Genótipos	LTF3 (cm)		NFC (unid)		NFR (unid)		AFC/MCA (m ² kg ⁻¹)		AFC/NPE (m ² penca ⁻¹)		AFF/NFR (m ² fruto ⁻¹)		AFC/NFR (m ² fruto ⁻¹)	
	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo	1º ciclo	2º ciclo
Garantida	69,65 Ba	67,72 Aa	9,35 Ba	6,42 Db	87,80 Cb	101,05 Ba	0,63 Aa	0,56 Ab	1,34 Aa	0,90 Bb	0,14 Ba	0,11 Ab	0,10 Aa	0,07 Bb
Japira	69,70 Ba	68,57 Aa	10,25 Aa	8,35 Cb	105,20 Ba	114,47 Aa	0,49 Ba	0,54 Aa	1,28 Aa	1,16 Aa	0,13 Ba	0,12 Aa	0,09 Ba	0,08 Aa
PV79-34	66,60 Ba	63,10 Ba	9,50 Ba	9,27 Ba	135,75 Aa	131,73 Aa	0,35 CB	0,44 Ba	0,87 Ba	0,91 Ba	0,10 Ca	0,10 Aa	0,06 Ca	0,06 Ba
Pacovan Ken	77,00 Aa	64,52 Bb	11,00 Aa	10,53 Aa	104,70 Bb	124,53 Aa	0,64 Aa	0,58 Aa	1,52 Aa	1,20 Ab	0,16 Aa	0,10 Ab	0,11 Aa	0,08 Ab
Preciosa	73,50 Aa	70,10 Aa	8,80 Ba	6,97 Db	99,40 Bb	122,85 Aa	0,49 Ba	0,45Ba	1,24 Aa	0,96 Bb	0,14 Ba	0,11 Ab	0,09 Ba	0,06 Bb
Pacovan	70,00 Ba	62,35 Bb	11,25 Aa	11,10 Aa	113,60 Ba	119,32 Aa	0,49 Ba	0,55 Aa	1,25 Aa	1,28 Aa	0,13 Ba	0,13 Aa	0,09 Ba	0,09 Aa
CV (%)	5,22	10,64	10,64	7,22	18,59	15,46	16,20	15,74						
Média	68,57	9,40	113,37	0,52	1,16	0,12	0,08							

¹Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas para genótipos, pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de significância, e de mesmas letras minúsculas nas linhas para ciclos, não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

²LTF3: largura da terceira folha; NFC: número de folhas na colheita; NFR: número de frutos; AFC/MCA: razão entre a área foliar na colheita e a massa do cacho; AFC/NPE: razão entre a área foliar na colheita e o número de pencas; AFF/NFR: razão entre a área foliar no florescimento e o número de frutos; AFC/NFR: razão entre a área foliar na colheita e o número de frutos; CV: coeficiente de Variação.

Tabela 4 - Características fitotécnicas avaliadas no florescimento e na colheita em bananeiras do tipo Prata de porte alto. Guanambi, BA.

Genótipos	Características												
	NFF (unid)	AFT (m ²)	IAF (m ² m ⁻²)	AFTC (m ²)	IAFC (m ² m ⁻²)	MCA (kg)	MPE (kg)	MRA (kg)	NPE (unid)	AFF/MCA (m ² kg ⁻¹)	AFF/MPE (m ² kg ⁻¹)	AFC/MPE (m ² kg ⁻¹)	AFF/NPE (m ² penca ⁻¹)
Garantida	12,14 d	11,56 b	1,93 b	7,77 b	1,30 b	13,24 d	11,19 c	2,06 b	7,07 c	0,90 a	1,06 a	0,70 a	1,66 b
Japira	13,87 c	13,35 b	2,22 b	9,17 b	1,53 b	17,92 c	15,70 b	2,21 b	7,53 b	0,76 a	0,86 a	0,59 b	1,77 a
PV79-34	15,15 b	13,23 b	2,20 b	8,49 b	1,41 b	21,85 a	18,77 a	3,08 a	9,57 a	0,61 b	0,71 b	0,46 c	1,39 b
Pacovan Ken	15,62 b	14,79 a	2,46 a	10,38 a	1,73 a	17,13 c	14,92 b	2,30 b	7,68 b	0,88 a	1,01 a	0,70 a	1,94 a
Preciosa	13,35 c	13,29 b	2,22 b	8,23 b	1,37 b	17,91 c	15,40 b	2,17 b	7,55 b	0,76 a	0,87 a	0,54 b	1,77 a
Pacovan	16,90 a	14,91 a	2,49 a	10,14 a	1,69 a	19,63 b	17,11 a	2,52 b	8,02 b	0,76 a	0,88 a	0,60 b	1,86 a
CV (%)	9,75	14,65	14,65	14,05	14,05	11,16	11,82	14,54	6,10	20,33	20,79	18,52	16,19
Média	14,51	13,52	2,25	9,03	1,51	17,89	15,12	2,39	7,90	0,78	0,90	0,60	1,73

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo agrupamento pelo critério de Scott-Knott a 5% de significância.

²NFF: número de folhas no florescimento; AFT: área foliar total no florescimento; IAF: índice de área foliar no florescimento; AFTC: área foliar total na colheita; IAFC: índice de área foliar na colheita; MCA: massa do cacho; MPE: massa das pencas; MRA: massa da ráquis; NPE: número de pencas; AFF/MCA: razão entre a área foliar no florescimento e a massa do cacho; AFF/MPE: razão entre a área foliar no florescimento e a massa das pencas; AFC/MPE: razão entre a área foliar na colheita e a massa das pencas; AFF/NPE: razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas; CV: coeficiente de Variação.

Tabela 5 - Características fitotécnicas avaliadas no florescimento e na colheita em dois ciclos de produção, em bananeiras do tipo Prata de porte alto. Guanambi, BA.

Ciclos	Características									
	CTF3 (cm)	NFF (unid)	AFT (m ²)	IAF (m ² m ⁻²)	AFTC (m ²)	IAFC (m ² m ⁻²)	MCA (kg)	MPE (kg)	MRA (kg)	AFF/NPE (m ² penca ⁻¹)
1º ciclo	229,93 b	15,41 a	14,09 a	2,35 a	9,46 a	1,58 a	18,98 a	16,32 a	2,68 a	1,85 a
2º ciclo	255,45 a	13,57 b	12,95 b	2,16 b	8,60 b	1,43 b	16,79 b	14,70 b	2,09 b	1,61 b
CV (%)	8,18	9,75	14,65	14,65	14,05	14,05	11,16	11,82	14,54	16,19
Média	242,69	14,51	13,52	2,25	9,03	1,51	17,89	15,12	2,39	1,73

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste F a 5% de significância.

²CTF: comprimento da terceira folha; NFF: número de folhas no florescimento; AFT: área foliar total no florescimento; IAF: índice de área foliar no florescimento; AFTC: área foliar total na colheita; IAFC: índice de área foliar na colheita; MCA: massa do cacho; MPE: massa das pencas; MRA: massa da ráquis; AFF/NPE: razão entre a área foliar no florescimento e o número de pencas; CV: coeficiente de variação.

3.2. Características fisiológicas

Os dados das características fisiológicas não apresentaram distribuição normal, sendo, portanto, submetidos às análises não paramétricas (Tabelas 6, 7 e 8). Observaram-se nas variações significativas, pelo Teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância, entre os genótipos de bananeira do tipo Prata de porte alto para temperatura foliar (T_{Leaf}), transpiração (E) e eficiência instantânea de uso da água (A/E) (Tabela 6); e entre épocas de avaliação (meses) para radiação incidente na folha (Q_{Leaf}), temperatura foliar (T_{Leaf}), concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E), condutância estomática (g_s), fotossíntese líquida (A), eficiência instantânea de uso da água (A/E), eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{Leaf}), eficiência de carboxilação (A/C_i) e eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) (Tabela 7); e, para estas mesmas variáveis, com exceção da (Q_{Leaf}), variação entre horários de leitura pelo teste de Wilcoxon a 5% de significância (Tabela 8).

A cultivar Pacovan Ken apresentou o maior registro de temperatura foliar (T_{Leaf}), com 38,6 °C, em comparação à ‘Japira’, com menor valor, 35,95 °C (Tabela 6). Conforme Tabela 8, houve aumento da temperatura foliar (T_{Leaf}) de 34,99 °C, registrado às 8 horas, para 40,32 °C às 14 horas, decorrente da elevação da temperatura do ar, que ocasionou a elevação da transpiração (E), de 5,9416 mmol H₂O m⁻²s⁻¹ para 7,16 mmol H₂O m⁻²s⁻¹, e diminuição da eficiência instantânea de uso da água (A/E), de 3,68 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹/mmol H₂O m⁻²s⁻¹ para 2,00 μmol CO₂ m⁻²s⁻¹/mmol H₂O m⁻²s⁻¹. Esse mecanismo é realizado pela bananeira favorecido pela umidade do solo proveniente da irrigação, e tem por objetivo o resfriamento da planta para diminuir o estresse térmico (ARANTES et al., 2016; 2018), mesmo sob menor condutância estomática (g_s).

A transpiração (E) foi maior em quatro genótipos: PV79-34, ‘Pacovan’, ‘Pacovan Ken’ e ‘Preciosa’, e menor na cultivar Japira (Tabela 6). Novembro (2010) e janeiro (2011) foram os meses que proporcionaram às cultivares apresentarem os maiores valores para transpiração (E), já as menores médias foram verificadas nos meses de fevereiro e maio de 2011 (Tabela 7). Foi observado que no

período vespertino, às 14 horas, as bananeiras registraram as maiores médias de E , com $7,16 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, e as menores às 8 horas, com $5,94 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Tabela 8).

A cultivar Japira apresentou-se como a mais eficiente para o uso da água (A/E), comparada à ‘Pacovan Ken’, ‘Pacovan’, ‘Preciosa’ e PV79-34 (Tabela 6). As maiores médias para (A/E) foram registradas nas bananeiras no mês de agosto (2011), com $3,75 ((\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1})(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1})$, enquanto as menores foram nos meses de novembro (2010) e Janeiro (2011) (Tabela 7). No período matutino, às 8 horas, foram observadas as maiores taxas de (A/E), $3,68 ((\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1})(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1})$, e às 14 horas as menores, $3,68 ((\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1})(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1})$ (Tabela 8).

A despeito da menor eficiência de uso da água, demonstrando maior custo hídrico por mol de carbono fixado, a elevada taxa de transpiração do híbrido PV79-34 (Tabela 6) sugere maior turgor celular, defesa ao estresse térmico, e estar associada ao seu maior vigor (AZEVEDO et al., 2010), o que corrobora o maior rendimento e eficiência produtiva por unidade de área foliar discutido anteriormente. Entretanto, Ramos et al. (2018) registraram maior produtividade na cultivar tipo Maçã com maior taxa fotossintética e maior A/E . Para Larcher (2013), a melhor relação para se obter valores máximos de A/E é estabelecendo uma boa razão entre máxima absorção de CO_2 e menor perda de H_2O , que é obtida quando os estômatos estão parcialmente fechados, ocasionando melhor uso da água pela planta, contudo, estômatos abertos podem concorrer para maior produtividade.

Tabela 6 - Características fisiológicas avaliadas na terceira folha em bananeiras do tipo Prata de porte alto. Guanambi, BA.

Genótipos	Características		
	T_{Leaf} (°C)	E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	A/E ($(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1})(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$)
Japira	35,95 C	5,55 B	3,40 A
Garantida	37,09 BC	6,36 AB	3,02 AB
PV79-34	38,02 AB	7,06 A	2,69 BC
Preciosa	38,12 AB	6,62 A	2,69 BC
Pacovan	38,16 AB	6,99 A	2,63 BC
Pacovan Ken	38,6 A	6,72 A	2,57 C
Média	37,66	6,55	2,84
CV (%)	10,54	36,64	41,77

¹Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, nas colunas para genótipos, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

² T_{Leaf} - temperatura foliar; E - transpiração; A/E - eficiência instantânea de uso da água; CV: coeficiente de variação.

As bananeiras apresentaram variação significativa da eficiência instantânea de uso da água (A/E) entre os meses (Tabela 7) e os horários avaliados (Tabela 8). Em abril apresentaram o maior valor para A/E com $5,34 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, similar ao registrado em setembro, enquanto o menor valor foi observado em julho com $2,57 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, similar aos anotados nos meses de fevereiro, março, agosto e outubro (Tabela 7). Entre horários de leitura a A/E reduziu

34,58% das 8 horas para as 14 horas, indicando forte decréscimo na taxa de fotossíntese, em função do aumento da transpiração (Tabela 8), corroborando com os resultados encontrados por Arantes et al. (2016), Ramos et al (2018) e Coelho et al. (2019).

O comportamento fisiológico da bananeira varia com as condições climáticas. No Semiárido baiano as estações do ano são bem definidas, com verão quente e chuvoso, e inverno frio e seco. Na primavera, meses de novembro e dezembro, há registro de maior precipitação (Figura 1A) e maior umidade, associadas à elevadas temperaturas do ar (Figura 1B) e elevado DPVar (Figura 1C), os registros da radiação incidente na folha (Q_{Leaf}) das bananeiras mostraram valores intermediários, 1.417,45 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 1.155,82 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente, ao passo que a temperatura foliar (T_{Leaf}), apresentou maiores valores, 40,67 °C; 39,81 °C, respectivamente (Tabela 7). Ressalta-se que o nível ideal de luz para a produtividade fotossintética é aquele onde a densidade de fluxo de f\u00f3tons fotossint\u00e9ticos \u00e9 elevado o suficiente para saturar a assimila\u00e7\u00e3o de CO_2 , mas baixo o suficiente para induzir a aclima\u00e7\u00e3o ao sombreamento e para reduzir a fotoinibi\u00e7\u00e3o (SENEVIRATHNA et al., 2008). Segundo, Turner et al. (2007), a radia\u00e7\u00e3o fotossinteticamente ativa recomendada para bananeira est\u00e1 entre 1.500 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e 2.000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$, com redu\u00e7\u00e3o dr\u00e1stica da fotoss\u00edntese abaixo de 1.000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

A associa\u00e7\u00e3o das condi\u00e7\u00f5es clim\u00e1ticas nos meses de novembro e dezembro proporcionaram \u00e0s bananeiras comportamento fisiol\u00f3gico semelhante, exceto para a transpira\u00e7\u00e3o (E), com maiores valores em novembro (8,69 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e menores em dezembro (6,9 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

No v\u00e9r\u00e3o, meses com registro de precipita\u00e7\u00e3o m\u00ednima superior a 50 mm (Figura 1A), elevadas temperaturas e umidade do ar (Figura 1B) e menores DPVar (Figura 1C), as maiores m\u00e9dias de radia\u00e7\u00e3o incidente na folha (Q_{Leaf}) foram registradas nas bananeiras no m\u00eas de fevereiro, com 1.614,56 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ comparadas \u00e0 menor no m\u00eas de mar\u00e7o, com 1.408,952 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Tabela 7). Per\u00edodo esse caracterizado pelo registro dos maiores valores de temperatura foliar (T_{Leaf}), e menores valores de concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 (C_i). Apesar das semelhan\u00e7as, comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de signific\u00e2ncia, a efici\u00eancia de uso da \u00e1gua (A/E), a efici\u00eancia fotoqu\u00edmica (A/Q_{leaf}) e a taxa de fotoss\u00edntese l\u00edquida (A), esta \u00faltima caracter\u00edstica apresentou varia\u00e7\u00e3o percentual de 45,12% do menor valor absoluto em fevereiro (12,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) para o maior valor em janeiro (18,14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$). As taxas de transpira\u00e7\u00e3o foram maiores em janeiro (8,69 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), enquanto a efici\u00eancia intr\u00ednseca do uso da \u00e1gua (A/g_s) foi menor ((45,94 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)⁻¹). As bananeiras apresentaram menor condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s) (0,23 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em fevereiro comparado aos demais meses da esta\u00e7\u00e3o.

No outono, com precipita\u00e7\u00e3o registrada apenas no m\u00eas de maio (Figura 1A), temperaturas e umidade relativa do ar intermedi\u00e1rias (Figura 1B) e menores DPVar (Figura 1C), o registro da radia\u00e7\u00e3o incidente nas folhas de bananeiras (Q_{Leaf}), no m\u00eas de junho foi maior (1.530,39 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

comparado aos outros meses da estação, enquanto que a temperatura foliar foi menor (35,35 °C). Apesar das semelhanças indicadas pelo teste estatístico para a concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E), taxas de fotossíntese líquida (A), eficiência de uso da água (A/E) e eficiência fotoquímica (A/Q_{leaf}); a condutância estomática (g_s) foi maior em abril (0,49 mol H₂O m⁻² s⁻¹) e menor em maio (0,30 mol H₂O m⁻² s⁻¹), mês que as bananeiras apresentaram também menor eficiência de carboxilação ((0,0580 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(μmol CO₂ mol⁻¹)⁻¹) e maior eficiência intrínseca do uso da água ((52,55 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹).

O período que compreende o inverno, caracterizado pela ausência de precipitação (Figura 1A), temperaturas amenas e menor umidade relativa do ar (Figura 1B) e valores intermediários de DPVar (Figura 1C), as bananeiras apresentaram temperatura foliar (T_{Leaf}), concentração interna de CO₂ (C_i), transpiração (E) e condutância estomática (g_s) semelhantes. As taxas de fotossíntese líquida (A) e de eficiência de uso da água (A/E) foram maiores em agosto ((20,2 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) e (3,75 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹), respectivamente; comparados aos menores valores em julho ((16,12 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) e ((2,65 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹), respectivamente. A eficiência fotoquímica (A/Q_{leaf}) registrada nas bananeiras foi maior em setembro ((0,0532 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(μmol fótons m⁻² s⁻¹)⁻¹), enquanto que a eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) foi menor ((45,04 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹). Mensurações da eficiência de carboxilação (A/C_i) em bananeiras no inverno registraram maiores valores nos meses de agosto e setembro, 0,0951((μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(μmol CO₂ mol⁻¹)⁻¹) e 0,09145 ((μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(μmol CO₂ mol⁻¹)⁻¹).

As trocas gasosas mensuradas em bananeiras tipo Prata de porte alto diferiram entre horários de avaliação (Tabela 8). A qualidade da radiação, maior umidade relativa e menor temperatura do ar (Figura 1B), assim como menor DPVar (Figura 1C) às 8 horas, comparado às 14 horas, possibilitaram maior conforto térmico para as bananeiras, que expressaram valores menores de temperatura foliar, 34,99 °C e 40,32 °C, respectivamente; maior concentração interna de CO₂ (C_i), provavelmente, em função da maior condutância estomática (g_s); maiores taxas de fotossíntese líquida (A), o que evidencia a maior interferência da condutância estomática (g_s), e se traduz em um valor 41,67% superior às 8 horas; diferentemente das menores taxas de transpiração (E), evidenciando a menor interferência da condutância estomática (g_s); maior eficiência de uso da água (A/E), fotoquímica (A/Q_{leaf}) e de carboxilação (A/C_i). As condições ambientais no período vespertino exigiram das bananeiras taxas de transpiração 20,54% maiores, para manutenção do status hídrico e pressão de turgor, assim como para sua refrigeração. Associada à redução da taxa de fotossíntese líquida da ordem de 33,04%, a eficiência do uso da água é menor nesse período, com decréscimo de 45,40%. A queda da fotossíntese neste caso está mais associada à questão estomática, pois a redução na eficiência de carboxilação foi apenas de 4,76%, diferentemente do reportado por Donato et al. (2021) que constataram decréscimo de 47,05% em A/C_i , quando a temperatura aumentou em 10,2 °C, variando de 30,2 °C, temperatura próxima do

ótimo para a fotossíntese em bananeira (ROBINSON; GALÁN SAÚCO, 2012), às 8 horas para 40,4 °C às 14 horas, o que evidencia mais um problema enzimático, com aumento da atividade oxigenase na rubisco, enquanto no presente trabalho a temperatura da folha variou de 34,9 °C para 40,3 °C.

Também associado a isso, tem-se o fato de que o período matutino favorece o processo fotossintético pela predominância, às 8 horas, de radiação com comprimento de onda na faixa do vermelho e do vermelho distante, com melhor efeito para a fotossíntese, enquanto as radiações predominantes à partir das 10 horas podem causar fotoinibição, pois possuem maior quantidade de energia (DONATO et al., 2016).

É recorrente no semiárido local, o aumento da temperatura aliado à baixa umidade relativa do ar, condições que resultam em alto déficit de pressão de vapor da atmosfera, observadas principalmente nos meses de setembro, outubro e fevereiro (DONATO et al., 2015; 2021). Essas condições ilustradas nas Figuras 1B e 1C, acarretam a elevação da demanda de evapotranspiração, afetando todos os processos metabólicos e fisiológicos da planta, comprovado por variações nas características fisiológicas das bananeiras influenciadas pelas épocas de avaliação (Tabela 7) e horário de leitura (Tabela 8).

A quantidade de dióxido de carbono (CO_2) no ambiente determina a concentração interna desse gás na planta que, por sua vez, movimenta-se do meio mais concentrado para o menos, por difusão, regulado pela abertura e fechamento dos estômatos, sendo também um fator que tem influência no fechamento estomático (ARANTES et al., 2016). Segundo Marengo et al. (2014), a fotossíntese é favorecida pela maior concentração interna de CO_2 (C_i), por outro lado, valores baixos de C_i podem alterar a atividade da enzima rubisco de carboxilase para oxigenase, ocasionando aumento da fotorrespiração e diminuição da fotossíntese líquida.

As relações hídricas e as trocas gasosas estão diretamente relacionadas, pois o movimento de abertura e fechamento dos estômatos é o principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores (SILVA et al., 2015), que são influenciadas pelas condições climáticas (MELO et al. 2010; TAIZ et al., 2017). Dessa forma, os valores registrados podem estar associados às oscilações ocorridas na radiação solar acumulada e na temperatura do ar, bem como, nas variações de umidade relativa do ar e precipitações ocorridas no período experimental.

Segundo Taiz et al. (2017), uma taxa elevada de fotossíntese, na maior parte dos casos, é devida ao aumento na condutância estomática (g_s), o que permite maior absorção e consequente fixação de dióxido de carbono, o que justifica os valores de fotossíntese registrados pela manhã no presente estudo, pois a temperatura já se encontrava fora do ótimo para fotossíntese em bananeira (ROBINSON; GALÁN SAÚCO, 2012). De acordo com Gago et al. (2020), a fotossíntese foliar é dependente da disponibilidade de CO_2 nos locais de carboxilação e, portanto, é fortemente influenciada por g_s . Corroborando com Lucena (2013), a eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) apresentou pequena

elevação, de 6,35%, das 8 horas para as 14 horas, ilustrando um ganho de eficiência fotossintética com a redução da g_s e sendo pouco afetada pela temperatura.

A eficiência fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{Leaf}) é uma característica que avalia a eficiência das plantas em converter luz solar em energia (ATP). No presente estudo, a eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{Leaf}), registrada nas folhas das bananeiras, quanto aos horários de leitura, reduziu 32,22% das 8 horas para as 14 horas (Tabela 8).

Tabela 7 - Características fisiológicas avaliadas na terceira folha de bananeiras tipo Prata de porte alto, em diferentes épocas. Guanambi, BA.

Características	Mês / ano												Média	CV (%)
	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro		
Q_{Leaf}	1417,45 B	1155,82 CD	1542,91 AB	1614,56 A	1408,95 B	1095,77 CD	1323,43 C	1530,39 AB	1323,46 C	1422,31 B	1020,09 D	945,62 D	1288,184	37,76
T_{Leaf}	40,67 A	39,81 A	40,44 A	38,13 AB	38,28 AB	37,78 AB	37,36 B	35,35 C	36,90 BC	34,22 C	36,35 BC	37,1 B	37,66	10,54
C_i	205,82 C	216,44 BC	215,72 BC	217,06 BC	210,39 C	227,34 AB	223,42 AB	220,65 B	217,74 BC	212,56 BC	211,84 BC	231,75 A	218,65	8,33
E	8,69 A	6,61 BC	8,58 A	5,17 C	6,17 BC	6,27 BC	4,74 C	6,46 BC	6,32 BC	5,8 BC	6,49 B	6,92 B	6,55	36,64
g_s	0,34 B	0,27 BC	0,42 AB	0,23 C	0,32 B	0,49 A	0,30 BC	0,43 AB	0,35 B	0,41 AB	0,44 AB	0,45 AB	0,38	52,63
A	18,03 AB	15,17 B	18,14 AB	12,5 B	16,18 B	19,19 AB	12,91 B	18,92 AB	16,12 B	20,2 A	19,47 AB	18,54 AB	17,23	35,46
A/E	2,28 C	2,40 BC	2,31 C	2,80 BC	2,71 BC	3,44 AB	2,67 BC	3,12 AB	2,65 BC	3,75 A	2,96 AB	2,89 B	2,84	41,77
A/Q_{Leaf}	0,0135 C	0,0156 BC	0,0121 CD	0,0081 D	0,0130 C	0,0215 B	0,0120 CD	0,0135 C	0,0130 C	0,0147 BC	0,0532 A	0,0405 A	0,0208	154,92
A/C_i	0,0876 B	0,0720 C	0,0843 B	0,0591 D	0,0774 C	0,0854 B	0,0580 D	0,0860 B	0,0739 C	0,0951 A	0,09145 A	0,0808 BC	0,0794	36,12
A/g_s	54,74 AB	59,28 A	45,94 BC	55,55 AB	53,99 AB	40,35 C	52,55 AB	48,45 B	51,60 AB	53,15 AB	45,04 BC	50,68 B	50,68	25,49

¹Médias seguidas por letras iguais maiúsculas, nas colunas para meses, não diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.

² Q_{Leaf} - radiação incidente na folha ($\mu\text{mol f\otimes\text{ons m}^{-2} \text{s}^{-1}$); T_{Leaf} - temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$); C_i - concentração interna de CO_2 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$); E - transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$); g_s - condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A - fotossíntese líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A/E - eficiência instantânea de uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A/Q_{Leaf} - eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A/C_i - eficiência de carboxilação ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A/g_s - eficiência intrínseca do uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$); A/g_s - coeficiente de variação.

Tabela 8 - Características fisiológicas avaliadas na terceira folha de bananeiras tipo Prata de porte alto, em diferentes horários. Guanambi, BA.

Características	Horários		Média	CV (%)	$\Delta(08:00-14:00)$ (%)
	08:00 h	14:00 h			
T_{Leaf}	34,99 B	40,32 A	37,66	10,54	15,23
C_i	221,52 A	215,79 B	218,65	8,33	-2,59
E	5,94 B	7,16 A	6,55	36,64	20,54
g_s	0,48 A	0,28 B	0,38	53,42	-41,67
A	20,64 A	13,82 B	17,23	35,46	-33,04
A/E	3,67 A	2,00 B	2,84	41,77	-45,50
A/C_i	0,021 A	0,020 B	0,0205	154,92	-4,76
A/Q_{Leaf}	0,096 A	0,065 B	0,0794	36,12	-32,29
A/g_s	47,14 B	54,20 A	50,68	25,49	14,98

¹Médias seguidas da letra A, apresentaram valores maiores e pela letra B menores e diferem significativamente a 1% e 5% de significância pelo teste de Wilcoxon. ² T_{Leaf} - temperatura foliar (°C); C_i - concentração interna de CO₂ (μmol CO₂ mol⁻¹); E - transpiração (mmol H₂O m⁻² s⁻¹); g_s - condutância estomática (mol H₂O m⁻² s⁻¹); A - fotossíntese líquida (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹); A/E - eficiência instantânea de uso da água ((μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹); A/Q_{Leaf} - eficiência quântica ou fotoquímica da fotossíntese (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(μmol fótons m⁻² s⁻¹)⁻¹); A/C_i - eficiência de carboxilação ((μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(μmol CO₂ mol⁻¹)⁻¹); A/g_s - eficiência intrínseca do uso da água ((μmol CO₂ m⁻² s⁻¹)(mol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹); $\Delta(08:00-14:00)$, representa a variação percentual da variável fisiológica, quando comparada as mensurações realizadas às 08:00 horas e 14:00 horas; (-) representam decréscimos e (+) acréscimos. ²CV: coeficiente de variação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concentração interna de CO₂, a taxa de fotossíntese líquida, as eficiências instantânea de uso da água, de carboxilação e quântica da fotossíntese, registradas nas folhas das bananeiras, são maiores no período da manhã, favorecidas pela maior condutância estomática e menor temperatura foliar resultantes das condições meteorológicas, enquanto no período vespertino a transpiração e a eficiência intrínseca do uso da água se elevam.

O híbrido PV79-34 apresenta maior rendimento e eficiência produtiva por unidade de área foliar, associados à elevada transpiração, comparada às cultivares Prata de porte alto estudadas.

5. REFERÊNCIAS

ASMAR, S. A., CASTRO, E. M., PASQUAL, M., PEREIRA, F. J., & SOARES, J. D. R. (2013). Changes in leaf anatomy and photosynthesis of micropropagated banana plantlets under different silicon sources. **Scientia Horticulturae**, 161, 328-332.

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SILVA, S. de O. Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.224-227, 2010.

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L. de; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in different varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.38, n.2, e-600, 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.39, n.1, p.1-12, 2017.

ARANTES, A. de M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L.; COELHO, E. F. Gas exchange in 'Pome' banana plants grown under different irrigation systems. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.38, n.2, p.197-207, 2018.

AZEVEDO, V. F. de; 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, 2010.

CAVALCANTE, M. J. B.; ANDRADE NETO, R. C.; LEDO, A. S.; GONDIM, T. M. S.; CORDEIRO, Z. J. M. Manejo fitotécnico da bananeira, cultivar D'Angola (AAB), visando ao controle da sigatoka-negra. **Revista Caatinga**, v.27, n.2, p.201-208, 2014.

COELHO JUNIOR, L. M. (2013). Concentração regional do valor bruto de produção da banana do Paraná, Brasil (1995 a 2010). **Ciência Rural**, 43(12), 2304-2310.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P. da; DONATO, S. L. R.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; OLIVEIRA, P. M. Sistemas de irrigação localizada e manejo de água em bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.36, n.288, p.62-73, 2015.

COELHO, E. F.; SANTOS, M. R. dos; DONATO, S. L. R.; CRUZ, J. L.; OLIVEIRA, Polyanna Mara de; CASTRICINI, A. Soil-water-plant relationship and fruit yield under partial root-zone drying irrigation on banana crop. **Scientia Agricola**, 76 (5), pp. 362-367, 2019. doi: 10.1590 / 1678-992x-2017-0258.

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

DONATO, S. L. R. et al. Correlações entre caracteres da planta e do cacho em bananeira (*Musa* spp.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.21-30, 2006b.

DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; SILVA, S. O.; CORDEIRO, Z. J. Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1508-1515, dez. 2009.

DONATO, S. L. R.; COELHO, E. F.; SANTOS, M. R.; ARANTES, A. de M.; RODRIGUES, M. G. V. Eficiência de uso da água em bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.36, n.288, p.46-61, 2015.

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.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; SÔNEGO, M.; MARQUES, P. R. R.; SANTOS, M. R.; ARANTES, A. M.; LICHTENBERG, L. A. Aspectos da ecofisiologia, fenologia e produção: In: DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M. G. V. (Ed.). **Banana: do plantio à colheita**. 1 ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2021. p.45-76.

GAGO, J.; DALOSO, D. M.; CARRIQUÍ, M.; NADA, L. M.; MORALES, M.; ARAUJO, W. L.; NUNES-NESE, A.; PERERA-CASTRO, A.; CLEMENTE-MORENO, M. J.; FLEXAS, J. The photosynthesis game is in the inter-play: mechanisms underlying CO₂ diffusion in leaves, **Environmental and Experimental Botany**, v.178, p.1-15, 2020.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 531p. 2013.

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. dos S. F. Avanços na bananicultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. Esp., 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.

MAGALHÃES, D. B.; DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; SOUZA, B. S. Yield of 'Prata-Anã' banana plants under water deficit and high plant density. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.42. n.5. Jaboticabal. 2020.

MARQUES, P. R. R.; DONATO, S. L. R.; PEREIRA, M. C. T.; COELHO, E. F.; ARANTES, A. de M. Características agrônômicas de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p.852-859, 2011.

MARENCO, R. A.; ANTEZANA-VERA, S. A.; GOUVÊA, P. R. dos S.; CAMARGO, M. A. B.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTOS, J. K. da S. Fisiologia das espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, Suplemento, p.786-799, 2014.

MELO, A. S. et al. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

RAMOS, A. G. O.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. de M.; COELHO FILHO, M. A.; RODRIGUES, M. G. V. Evaluation of gas exchanges and production of genotypes of Maçã banana type cultivated in the semi-arid region of Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.40, n.1, e-500, 2018. Epub June 11, 2018.

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

RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; RUGGIERO, C.; LICHTEMBERG, L. A. Planejamento, implantação e manejo do bananal. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 245, p. 14-22, 2008.

RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. Influência de diferentes níveis de desfolha na produção e qualidade dos frutos da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.3, p.755-762, 2009.

RODRIGUES FILHO, V. A.; DONATO, S. L. R.; SILVA, T. S.; AMORIM, E. P. Características agrônômicas e ocorrência de mal-do-Panamá em bananeiras tipo Pacovan. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.515-519, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. 2018.

Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 356p.

SENEVIRATHNA, A. M. W. K.; STIRLING, C. M.; RODRIGO, V. H. L. Acclimation of photosynthesis and growth of banana (*Musa sp.*) to natural shade in the humid tropics. **Experimental Agriculture**, v. 44, p. 301-312, 2008.

SILVA, S. O.; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V. Variedades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.245, p.78-83, 2008.

SILVA, F. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. Campina Grande, v. 19, n.10, 2015, p. 946-952.

SOIL SURVEY STAFF. Keys to soil taxonomy. 12th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture, **Natural Resources Conservation Service**; 2014.

SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. 3.ed. San José: Litografía e Imprensa LIL, 2008. 1 CD-ROM.

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

TURNER, D. W.; FORTESCUE, J. A.; THOMAS, D. S. Environmental physiology of the bananas (*Musa spp.*). **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 19, n. 4, 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**, Jaboticabal, v.30, p.1152-1154, 2008.