



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido

**CRESCIMENTO, DESEMPENHO E SIMILARIDADE DE GENÓTIPOS DE
BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE**

GILBERTO CARDOSO DOS SANTOS

2020

GILBERTO CARDOSO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO, DESEMPENHO E SIMILARIDADE DE GENÓTIPOS
DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Victor Martins Maia

JANAÚBA-MG

2020

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Santos, Gilberto Cardoso dos

S237c Crescimento, desempenho e similaridade de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes à fusariose [manuscrito] / Gilberto Cardoso dos Santos – 2020.
77 p.

Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2020.

Orientador: Prof. D. Sc. Victor Martins Maia.

1. Bananeira. 2. Fusariose. 3. Interação genótipo-ambiente. I. Maia, Victor Martins. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 634.772

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

GILBERTO CARDOSO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO, DESEMPENHO E SIMILARIDADE DE GENÓTIPOS
DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2020.

Prof. Dr. Victor Martins Maia
UNIMONTES (Orientador)

Prof. Dra. Adelica Aparecida Xavier
UNIMONTES (Coorientadora)

Prof. Dr. Alcinei Místico Azevedo
ICA/UFMG (Conselheiro)

Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato
IF Baiano (Coorientador)

Prof. Dra. Márcia Regina da Costa
UFVJM (Conselheira)

JANAÚBA-MG

2020

A Deus, que norteia nossos caminhos; à minha esposa Lígia e seus filhos, família da qual tenho a honra de chamar de minha e a todos os meus familiares, em especial ao meu irmão Maig Alac e sobrinho Rodrigo pelo apoio no desenvolvimento dos trabalhos e, claro, à minha irmã Gilza e sua família, que em todos os anos de minha formação acadêmica me acolheram generosa e carinhosamente.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção e graças concedidas;

À Universidade Estadual de Montes Claros, pela oportunidade de realização do curso de agronomia, mestrado e doutorado;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG;

Ao professor Victor Martins Maia, pelo apoio, paciência, ensinamentos e orientação ao longo dos anos do mestrado e doutorado;

Aos demais membros da banca: os Professores Sérgio Luiz Rodrigues Donato, Alcinei Místico Azevedo, Adelica Aparecida Xavier e Márcia Regina da Costa pelas sugestões apresentadas, disponibilidade e generosidade;

À minha família, em especial ao meu irmão Maig Alac e ao meu sobrinho Rodrigo pelo apoio na condução do experimento e à minha irmã Gilza e sua família que sempre me acolhem com muito carinho;

Ao Grupo de Estudo em Pesquisa e Estatística em Fruticultura Tropical (GEPEFT);

Ao coordenador do Campus Janaúba: Gevaldo Barbosa;

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
CAPÍTULO 1	17
ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE.....	18
Introdução	19
Material e métodos	21
Resultados e discussão	23
Conclusões	32
Referências	32
CAPÍTULO 2	37
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS BANANEIRA TOLERANTES À FUSARIOSE	38
Introdução	39
Material e métodos	41
Resultados e discussão	43
Conclusões	51
Agradecimentos	51
Referências	51
CAPÍTULO 3	55
SIMILARIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES A FUSARIOSE POR ABORDAGEM MULTIVARIADA.....	56
Introdução	57
Material e métodos	59
Resultados.....	61
Discussão	64
Conclusões.....	68
Agradecimentos	69
Referências	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77

RESUMO GERAL

SANTOS, Gilberto Cardoso dos. **Crescimento, desempenho e similaridade de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes à fusariose.** 2020. 77 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba - MG¹.

Apesar da importância socioeconômica da cultura da bananeira, os cultivos brasileiros ainda apresentam baixas produtividades, o que muitas das vezes estão associados a problemas fitossanitários, especialmente doenças. Dentre as doenças mais problemáticas na cultura, destaca-se a fusariose, cuja principal forma de controle é o uso de cultivares resistentes. Diante disto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento e o desempenho agrônomo de genótipos tolerantes à fusariose e da 'Prata-Anã'. Os tratamentos, quatro genótipos de bananeira (Gen1, Gen7, Gen13, Gen19) e a 'Prata-Anã', e quatro ciclos de produção (mãe – primeiro ciclo, filha – segundo ciclo, neta – terceiro ciclo e bisneta – quarto ciclo), foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Para as análises de crescimento, no primeiro ciclo de produção consideraram-se nas sub parcelas dez épocas de avaliação (46, 77, 112, 145, 166, 192, 219, 247, 270 e 295 dias após plantio, DAP). Para a avaliação agrônoma foram mensuradas a altura das plantas na emissão do cacho; dias entre o plantio e o florescimento; número de folhas na colheita; índice de área foliar; número total de pencas e de frutos por cacho; comprimento do fruto central da 5ª penca; peso do cacho com engaço e sem engaço; produtividade; número de cachos por ano e intervalo entre cachos. A análise de crescimento foi realizada por meio de ajustes de modelos de regressão, enquanto as avaliações dos quatro ciclos ocorreram por meio de abordagem univariada e multivariada, além de correlações entre caracteres. Os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 apresentaram padrão de crescimento mais similar à 'Prata-Anã', enquanto o genótipo Gen19 apresentou maior variação em comparação aos demais. De forma geral, observou-se que pela análise univariada, os caracteres produtivos foram influenciados exclusivamente pelos ciclos de produção, com maiores valores para os segundo, terceiro e quarto ciclos. A análise

¹**Comitê orientador:** Prof. Dr. Victor Martins Maia – UNIMONTES (Orientador); Prof. Dra. Adelica Aparecida Xavier – UNIMONTES (Coorientadora); Prof. Dr. Alcinei Místico Azevedo ICA/UFMG (Conselheiro); Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato – IF BAIANO (Coorientador); Prof. Dra. Márcia Regina da Costa UFVJM (Conselheira).

multivariada de similaridade dos genótipos identificou os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 como os mais similares à ‘Prata-Anã’. Todavia, de forma geral, todos os genótipos avaliados apresentam potencial comercial. A produtividade correlacionou-se positivamente com todos os caracteres avaliados, exceto com o índice de área foliar, o qual apresentou correlações negativas com a produtividade, número de folhas na colheita, altura de planta, número total de frutos e número de cachos por ano.

Palavras-chave: *Musa* spp.; fruticultura; *Fusarium oxysporum*; fitossanidade.

GENERAL ABSTRACT

SANTOS, Gilberto Cardoso dos. **Growth, performance and similarity prata type banana genotypes as tolerant to fusariosis.** 2020. 77 p. Thesis (Doctor's Degree in Plant Production in Semiarid) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG².

Despite the socioeconomic importance of banana cultivation, Brazilian crops still have low yields, which are often associated with phytosanitary problems, especially diseases. Among the most problematic diseases in the crop, fusariosis stands out, whose main form of control is the use of resistant cultivars. In view of this, the objective of this study was to evaluate the growth and agronomic performance of genotypes tolerant to fusariosis and 'Prata-Anã'. The treatments, four banana genotypes (Gen1, Gen7, Gen13, Gen19) and 'Prata-Anã', and four production cycles (mother - first cycle, daughter - second cycle, granddaughter - third cycle and great-granddaughter - fourth cycle), were arranged in a split-time plot, in a randomized block design with four replications. For growth analysis, in the first production cycle, ten evaluation periods were considered in the subplots (46, 77, 112, 145, 166, 192, 219, 247, 270 and 295 days after planting, DAP). For the agronomic evaluation, the height of the plants in the cluster emission was measured; days between planting and flowering; number of leaves at harvest; leaf area index; total number of cloves and fruits per bunch; length of the central fruit of the 5th branch; bunch weight with stems and without stems; productivity; number of bunches per year and interval between bunches. The growth analysis was performed through adjustments of regression models, while the evaluations of the four cycles occurred through a univariate and multivariate approach, in addition to correlations between characters. The genotypes Gen1, Gen7 and Gen13 showed a growth pattern more similar to 'Prata-Anã', while the Gen19 genotype showed greater variation compared to the others. In general, it was observed that through univariate analysis, the productive characters were influenced exclusively by the production cycles, with higher values for the second, third and fourth cycles. The multivariate analysis of genotype similarity identified the genotypes Gen1, Gen7, Gen13 as more similar to the 'Prata-Anã'. However, in general, all evaluated genotypes have commercial potential. Yield was positively correlated with all evaluated characters, except for

²**Guidancecommittee:** Prof. Dr. Victor Martins Maia- UNIMONTES (Advisor); Prof. Dra. Adelica Aparecida Xavier – UNIMONTES (Co-advisor); Prof. Dr. Alcinei Místico Azevedo - ICA/UFMG (Counselor); Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato – IF BAIANO (Co-advisor); Prof. Dra. Márcia Regina da Costa UFVJM (Counselor).

the leaf area index, which showed negative correlations with yield, number of leaves at harvest, plant height, total number of fruits and number of clusters per year.

Keywords: *Musa* spp.; fruit growing; *Fusarium oxysporum*; plant health.

1 INTRODUÇÃO GERAL

A banana é um dos frutos mais produzidos e consumidos no mundo (DOSSA e FUCHS, 2017). De origem asiática, a bananeira (*Musa* spp.) destaca-se no cenário agrícola principalmente devido às suas características organolépticas, alto valor nutricional e baixo custo (DONATO *et al.*, 2006; AQUINO *et al.*, 2016). A banana, fruto da bananeira, é rica em carboidratos, fibras, vitaminas, minerais, ácido fólico e potássio (TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS, 2019). O fruto apresenta ainda uma grande versatilidade em termos de modalidades de uso (processamento, frita, cozida, consumo *in natura*) e boas características como sabor, aroma, higiene e facilidade de consumo *in natura* (DONATO *et al.*, 2006). Além disso, a cultura apresenta um importante papel na geração de renda, uma vez que é muito cultivada por agricultores familiares (BOLFARINI *et al.*, 2014), além de gerar diversos empregos em sua cadeia produtiva, especialmente para agricultores menos capitalizados (SALOMÃO *et al.*, 2016).

Botanicamente, a bananeira é uma planta pertencente a classe das Monocotyledoneae, ordem Scitaminales, família Musaceae, da qual fazem parte as subfamílias Heliconioideae, Strelitzioideae e Musoideae (DIAS e BARRETO, 2011). A planta é tipicamente tropical, a qual exige altas temperaturas, elevada umidade do ar e também boa distribuição de chuvas (DANTAS e SOARES FILHO, 2000). Estas exigências favoreceram a expansão da cultura no Brasil, a qual se tornou uma das principais frutíferas do país.

A Índia é maior produtor mundial da cultura, seguido de China, Indonésia e Brasil (FAO, 2017). No Brasil, a cultura é segunda fruta mais produzida, superada apenas pelo citros (MENDONÇA *et al.*, 2013). A produção brasileira em 2019 foi superior a 7 milhões de toneladas, em uma área cultivada de aproximadamente 457 mil ha, o que representou uma produtividade média de 15,5 t ha⁻¹. O Estado de Minas Gerais é o terceiro com maior produção (813,9 mil t), atrás de São Paulo (1.070,4 mil t) e Bahia (1.040,0 mil t) (SEAPA, 2019). Considerando as regiões produtoras de Minas Gerais, o Norte do Estado destaca-se como uma das mais importantes, o que está associado principalmente ao perímetro irrigado do Jaíba, onde a fruta é um dos principais produtos da produção agrícola. A região é maior produtora do Estado de Minas Gerais, responsável por mais de 50% da produção, com uma área colhida superior a 20 mil ha (SEAPA, 2019).

Apesar de ser uma cultura muito explorada, as produtividades médias observadas no país ainda estão aquém do potencial da cultura, que frequentemente em cultivos comerciais

altamente tecnificados superam as 30 t ha⁻¹. Segundo Cordeiro et al. (2000), a cultura no Brasil pode ser caracterizada como de baixa produtividade, baixo nível tecnológico e diversas perdas pré e pós-colheita. Diversos fatores contribuem para as baixas produtividades encontradas em áreas produtivas no Brasil, destacando-se a falta de manejo adequado e problemas fitossanitários. Além disso, ainda há a necessidade de desenvolvimentos de tecnologias e pesquisas no manejo dos bananais para maximizar a produtividade da cultura viabilizando a atividade de forma sustentável. Considerando a ocorrência de doenças, este é um grave problema na cultura da bananeira em todo o mundo, visto que, além das perdas em produtividade e qualidade de frutos, muitos agentes patogênicos podem inviabilizar áreas de cultivo.

Dentre as principais doenças que acometem a cultura da bananeira, a fusariose (ou mal-do-Panamá), causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) tem sido uma das doenças mais devastadoras e difícil controle na cultura (PLOETZ, 2015). A fusariose é uma doença que ataca os feixes vasculares da planta, ocasionando murcha generalizada das folhas mais velhas para as mais novas, com posterior quebra, formando um aspecto de “guarda-chuva fechado” (FERNANDES *et al.*, 2006). Como o *Fusarium* é um fungo de solo, o controle químico é pouco eficiente, sendo o uso de cultivares resistentes, a principal estratégia de controle (FERNANDES *et al.*, 2006; BORGES *et al.*, 2011).

Uma das formas de aumentar a eficiência no controle da fusariose é desenvolvimento de cultivares resistentes, o que pode reduzir o uso de produtos fitossanitários e dos custos. Contudo, no Brasil há predominância do cultivares do tipo Prata, destacando-se a ‘Prata-Anã’ e a Pacovan, em razão da sua boa aceitação comercial (DONATO *et al.*, 2009), as quais são classificadas como moderadamente susceptíveis à fusariose (DANTAS e SOARES FILHO, 2000). Ressalta-se ainda que no Brasil há um elevado número de cultivares disponíveis, todavia, poucas acumulam, simultaneamente, um conjunto satisfatório de caracteres agrônômicos, de qualidade pós-colheita e fitossanitários de interesse (RAMOS *et al.*, 2009). Isto implica diretamente na necessidade de investimentos em programas de melhoramento da cultura, objetivando-se principalmente a identificação de genótipos tolerantes à doenças e com elevado potencial produtivo.

No norte de Minas Gerais, frequentes pesquisas são desenvolvidas com a cultura da bananeira. Dentre estas pesquisas está o trabalho desenvolvido por Lopes *et al.* (2014), no qual foram selecionados genótipos de bananeira ‘Prata-Anã’ com características de altas produtividades e que apresentaram tolerância à fusariose. Para isso, foram avaliados 24 genótipos de bananeira em área com histórico de fusariose. No momento da colheita, foi

realizado um corte transversal onde foram classificados 11 genótipos como doentes e 13 como saudáveis. A partir deste momento, foram obtidos explantes dos rizomas destes genótipos para a produção de mudas micropropagadas. Folhas destas mudas também foram utilizadas para extração de DNA e realização de estudo de divergência genética.

Posteriormente à produção das mudas, estas foram plantadas em área altamente contaminada por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, onde foram avaliadas as características de crescimento e produção, além da incidência e severidade da fusariose. Todos os genótipos avaliados apresentaram incidência da doença, cuja mortalidade variou de 72 a 100%. Todavia, durante a seleção, que ocorreu em dois ciclos, observou-se que os genótipos GEN 13, GEN 17 e GEN 19 foram aqueles que apresentaram tolerância a fusariose e boa produção. Entretanto, é preciso destacar que esta seleção foi realizada apenas em área com histórico do patógeno, o que implica na necessidade de novas pesquisas que avaliem o potencial destes genótipos em área sem o histórico da doença. Isto permitirá uma avaliação mais detalhada destes genótipos, principalmente em relação aos seus caracteres morfoagronômicos e produtividade. Além disso, a avaliação em diferentes ambientes, como locais e épocas de cultivo, é um passo importante no desenvolvimento de uma nova cultivar, a qual deve atender aos critérios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade, exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A identificação e avaliação de plantas do tipo prata altamente produtivas e que apresentem tolerância à fusariose tem sido muito demandada pelos bananicultores. Diante dos problemas causados pelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), este estudo se faz necessário afim de melhorar a qualidade de frutos e aumentar a produtividade das lavouras, em especial do Norte de Minas Gerais, garantido o melhor aproveitamento do potencial da cultura, e fortalecendo a bananicultura brasileira. A obtenção de novos genótipos pode tornar a bananicultura ainda mais lucrativa na região, além de proporcionar o uso mais eficiente de insumos, principalmente de água e adubos.

De acordo Silva *et al.* (2016), em um programa de melhoramento da cultura da bananeira é fundamental a avaliação agronômica dos genótipos em diferentes ambientes de cultivo, como solos e climas. Neste processo de avaliação, o uso de ferramentas estatísticas mais refinadas também é de grande importância. Dentre estas ferramentas destaca-se a análise multivariada, que permite avaliar a similaridade entre tratamentos, geralmente genótipos, considerando diversas variáveis simultaneamente, o que facilita a interpretação dos dados (SANCHES *et al.*, 2013). Diversas técnicas multivariadas podem ser utilizadas, destacando-se os Componentes Principais, Variáveis Canônicas e dendrogramas (CRUZ *et al.*, 2012). Outra

importante análise estatística é o estudo de correlação entre caracteres, a qual permite identificar o grau de associação entre características, e assim definir melhores estratégias de seleção de genótipos.

Assim, a partir da necessidade de se obter mais informações sobre comportamento agrônomo dos genótipos selecionados por Lopes et al. (2014), objetivou-se com o presente trabalho: a) avaliar o crescimento e o desempenho agrônomo de genótipos de bananeira selecionados como tolerantes à fusariose; b) estudar a similaridade de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes à fusariose com a ‘Prata-Anã’ com abordagem multivariada e definir descritores mais associados à produtividade por análise de correlação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, C. F.; SALOMÃO, L. C. C.; AZEVEDO, A. A. Fenotipagem de alta eficiência para vitamina A em banana utilizando redes neurais artificiais e dados colorimétricos. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 3, p. 268-274, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/brag/v75n3/pt_0006-8705-brag-1678-4499467.pdf. Acesso em: 1 fev. 2019.
- BOLFARINI, A. C. B.; JAVARA, F. S.; LEONEL, S.; LEONEL, M. Crescimento, ciclo fenológico e produção de cinco cultivares de bananeira em condições subtropicais. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 74-89, 2014. Disponível em: <http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1795>. Acesso em: 1 fev. 2019.
- BORGES, R. S.; SILVA, S. O.; OLIVEIRA, F. T.; ROBERTO, S. R. Avaliação de genótipos de bananeira no norte do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 291-296, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452011005000034&script=sci_arttext. Acesso em: 1 fev. 2019.
- CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). Classificação botânica, origem e evolução. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana: produção aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 9.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. UFV, 2012. v. 1.
- DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. **Classificação botânica, origem e evolução**. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 12-16.
- DIAS, J. S. A.; BARRETO, M. C. (Eds.). **Aspectos agrônômicos, fitopatológicos e socioeconômicos da Sigatoka-negra na cultura da bananeira no Estado do Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. 1 CD-ROM.

DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; SILVA, S. O.; CORDEIRO, Z. J. M. Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1608-1615, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v44n12/v44n12a07.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2019.

DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O.; LUCCA FILHO, O. A.; LIMA, M. B.; DOMINGUES, H.; ALVES, J. S. Comportamento de variedades e híbridos de bananeira (*Musa* spp.), em dois ciclos de produção no sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 139-144, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000103&pid=S1413-7054201000060000300009&lng=pt. Acesso em: 1 fev. 2019.

DOSSA, D.; FUCHS, F. **Banana**: produção, mercado e preços na CEASA-PR. Curitiba: CEASA, 2017. Boletim Técnico, 6.

FAO.FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.**Faostat**. Roma: FAO, 2017. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>. Acesso em: 1 fev. 2019.

FERNANDES, C. F.; COSTA, J. N. M.; HOLANDA FILHO, Z. F.; SOUZA, F. F. **Doenças da bananicultura**: mal-do-Panamá. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2006. Circular Técnica, 86.

LOPES, O. P.; MAIA, V. M.; XAVIER, A. A.; COSTA, M. R.; RODRIGUES, M. G. Diversidade genética, crescimento e produção de genótipos de bananeira 'Prata-Anã' em área com mal do Panamá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p.924-939, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452014000400020&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 1 fev. 2019.

MENDONÇA, K. H.; DUARTE, D. A. S.; COSTA, V. A. M.; MATOS, G. R.; SELEGUINI, A. Avaliação de genótipos de bananeira em Goiânia, estado de Goiás. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3 p. 652-660, jul./set. 2013. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1937>. Acesso em: 1 fev. 2019.

PLOETZ, R. C. Fusariumwilt of banana. **Phytopathology**, Palo Alto, v. 105, n. 12, p. 1512-1521, Nov. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26057187/>. Acesso em: 1 fev. 2019.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; MISCHAN, M. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 1092-1101, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452009000400024&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 1 fev. 2019.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; LINS, L. C. R.; CECON, P. R. Crescimento e produção da bananeira (*Musa* spp. AAB) 'Prata-Anã', oriunda de rizoma e micropropagada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 3, p. 340-347, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2016000300340&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 1 fev. 2019.

SANCHES, J.; LEAL, P. A. M.; SARAVALI, J. H.; ANTONIALI, S. Principal components analysis for quality evaluation of cooled banana 'Nanicão' in different packing. **Revista**

Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 220-223, 2003. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext & pid=S0100-29452003000200009](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000200009). Acesso em: 1 fev. 2019.

SEAPA. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Banana**. Belo Horizonte: Subsecretaria de Política e Economia Agrícola, 2019. Disponível em: [http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019\[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019[1].pdf). Acesso em: 1 fev. 2019.

SILVA, M. J. R.; JESUS, P. R. R.; ANJOS, J. M. C.; MACHADO, M.; RIBEIRO, V. G. Caracterização agronômica e pós-colheita das bananeiras ‘Maravilha’ e ‘Preciosa’ no Submédio do Vale São Francisco. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 1, p. 046-053, 2016. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/1353>. Acesso em: 1 fev. 2019.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. TBCA. **Food Research Center (FoRC)**. Versão 7.0. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019. Acesso em: 01 fev. 2019. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 1 fev. 2019.

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE

(Artigo formatado de acordo com as normas da Acta Scientiarum Agronomy)

ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE

RESUMO. Objetivou-se comparar o crescimento vegetativo de genótipos de bananeira tolerantes à fusariose com a ‘Prata-Anã’ a fim de verificar seu potencial comercial. Foram estudados quatro genótipos de bananeira: Gen1, Gen7, Gen13, Gen19 e a ‘Prata-Anã’ (Gen100), em dez épocas de avaliação de crescimento (46, 77, 112, 145, 166, 192, 219, 247, 270 e 295 dias após plantio, DAP). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados: a altura das plantas, o perímetro do pseudocaule e o número de folhas (acumulado). Também foram estimadas as taxas de crescimento absoluto e relativo a partir dos modelos ajustados para cada característica. Os dados foram submetidos à análise de variância e ajustados modelos de regressão pertinentes. Observou-se que os genótipos diferiram apenas para altura de plantas, sendo o Gen19 o com maior altura (2,45 m). Os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 e a ‘Prata-Anã’ apresentaram altura máxima similar entre si, com média de 2,15 m. O perímetro apresentou variação de 81 e 86 cm e o número de folhas de 32 a 37, o que indica pequenas variações entre os genótipos. Apesar dos valores observados para cada característica terem sido próximos, as taxas de crescimento absoluto e relativo variaram nos diferentes genótipos. De maneira geral, conclui-se que, os genótipos tolerantes à fusariose e avaliados neste experimento apresentam padrão de crescimento semelhante à ‘Prata-Anã’, o que reforça a possibilidade de recomendação desses genótipos para cultivos comerciais.

Palavras-chave: *Musa* spp.; biometria; *Fusarium oxysporum*; taxa de crescimento absoluto; taxa de crescimento relativo.

GROWTH ANALYSIS OF BANANA GENOTYPES OF PRATA TYPE TO FUSARIUM-TOLERANT

ABSTRACT. The objective of this study was to evaluate the vegetative growth of banana genotypes pre-selected as tolerant to fusariosis. The treatments, four genotypes of banana Gen1, Gen7, Gen13, Gen19 and the ‘Prata-Anã’ (Gen100) and ten growth evaluation periods (46, 77, 112, 145, 166, 192, 219, 247, 270 and 295 days after planting, DAP) were arranged in a split-time plot, in a randomized block design with four replications. The plant height, the perimeter of the pseudostem and the number of leaves (accumulated) were adopted. The

absolute and relative growth rates were also estimated from the models adjusted for each characteristic. The data obtained were subjected to analysis of variance and pertinent regression models were adjusted. It was observed that the genotypes differed only for plant height, with Gen19 being the highest (2.45 m). Genotypes Gen1, Gen7 and Gen13 and ‘Prata-Anã’ had maximum height similar to each other, with an average of 2.15 m. The diameter varied between 81 and 86 cm and the number of leaves from 32 to 37, which indicates small variations between genotypes. Although, the values observed for each trait were close, the rates of absolute and relative growth varied in the different genotypes. In general, it is concluded that the genotypes pre-selected as tolerant to fusariosis and evaluated in this experiment, present a growth pattern similar to the ‘Prata-Anã’, which reinforces the possibility of recommending these genotypes for commercial crops.

Keywords: *Musa* spp.; banana production; biometry; *Fusarium oxysporum*; absolute growth rate; relative growth rate.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.) é uma das frutas mais produzidas e consumidas no mundo, estando o Brasil entre os principais produtores mundiais (FAO, 2020). No País, os plantios de bananeira ocorrem em todas as regiões, com uma produção anual de aproximadamente 7 milhões de toneladas (Weber, Garruti, Norões & Silva, 2017; SEAPA, 2019). Isso torna a cultura como a segunda fruteira de maior importância quando se considera a quantidade produzida no País, atrás apenas da laranjeira (Damatto Júnior, Bôas, Leonel, Nomura, & Fuzitani, 2011; Almeida, Silva, Resende, Meneguci, & Matos, 2019).

O alto consumo da fruta está relacionado principalmente ao seu baixo custo e também ao alto valor nutricional, uma vez que a banana é rica em minerais como magnésio, fósforo e potássio, vitaminas e compostos bioativos (Vilete, Poletto, & Vieira, 2016). Além disso, a bananeira é amplamente cultivada em países localizados em regiões tropicais e em desenvolvimento, cuja produção nestes locais representa grande parte da produção mundial (FAO, 2019). A maior parte dos cultivos é realizada por pequenos agricultores, o que faz da fruta uma importante fonte de renda em países emergentes, e contribui para a fixação da mão de obra no meio rural e para uma alimentação saudável de menor custo (Souza, Leonel, & Fragoso, 2011).

Apesar da sua importância socioeconômica, os cultivos de bananeira ainda passam por diversos empecilhos que limitam altas produtividades nas lavouras, destacando-se a ocorrência de doenças. Estas doenças podem ocasionar perdas tanto de natureza quantitativas como qualitativas da produção. A fusariose da bananeira (ou mal-do-Panamá), causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, tem sido uma das principais doenças que acometem a cultura da bananeira em todo o Brasil, em especial cultivares do tipo prata, mais plantadas no Brasil. O fungo de solo é de difícil controle e que atinge a maior parte das cultivares plantadas no Brasil, o controle da doença por meio de variedades resistentes pode ser realizado de forma eficiente (Silva, Jesus, Anjos, Machado, & Ribeiro, 2016; Ploetz, 2015).

Todavia, devem-se destacar outros fatores que devem ser considerados para a recomendação comercial de novos genótipos, o que implica em uma minuciosa avaliação das características associadas ao potencial produtivo e qualidade dos frutos da bananeira, destacando-se sua fenologia de crescimento. Lopes, Maia, Xavier, Costa, e Rodrigues (2014) realizaram a seleção de genótipos tolerantes à fusariose no município Jaíba-MG, cidade localizada no Norte de Minas Gerais e de grande importância para a bananicultura nacional. Entretanto, estes genótipos foram selecionados em área com ocorrência de fusariose, não sendo realizada a avaliação em área livre do fungo. Avaliar o crescimento destes genótipos em áreas livre do patógeno é importante, pois permitirá identificar seu máximo potencial de crescimento, identificando-se aqueles com maior potencial agrônomo.

No Brasil há um razoável número de cultivares de bananeiras, entretanto poucas apresentam potencial de exploração comercial que aliem alta produtividade, tolerância a pragas e doenças, porte baixo e ciclo curto (Ramos, Leonel, Mischan & Damatto Júnior, 2009; Bolfarini, Javara, Leonel & Leonel, 2014). Desta forma, torna-se necessário identificar o perfil fenotípico dos genótipos desenvolvidos em programas de melhoramento quanto a suas boas características agrônomicas e a sua adaptação aos sistemas produtivos (Nomura, Damatto Júnior, Fuzitani, Amorim & Silva, 2013; Bolfarini, Javara, Leonel & Leonel, 2014). Para isso, é fundamental analisar o crescimento e desenvolvimento dos genótipos, o que possibilita recomendar materiais que apresentem alto potencial produtivo e que sejam adequados ao manejo da cultura, como menor porte, maior perímetro do pseudocaule e maior ritmo de emissão foliar. A partir da análise de crescimento, é possível selecionar genótipos que apresentem melhor adaptação a determinado manejo cultural e de implantação da cultura, identificando-se, por exemplo, genótipos mais precoces, compactos e com maior capacidade fotossintética.

Diante disto, objetivou-se comparar o crescimento vegetativo de genótipos de bananeira tipo prata, tolerantes à fusariose com a ‘Prata-Anã’, a fim de verificar seu potencial comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural no município de Porteirinha-MG, localizada à latitude 43°15’49,89”, longitude 15°38’34” e altitude de 530 m. O solo desta área foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é classificado como do tipo “Aw”, caracterizado como tropical quente e apresentando inverno seco (Köppen, 1948).

A área definida para o plantio do experimento foi cultivada com sorgo anteriormente ao experimento, e nos dois anos anteriores ao plantio permaneceu em pousio com vegetação espontânea. Amostras do solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, analisadas, apresentando os seguintes resultados: pH (em água) = 6,3; P = 7,5 (mg dm⁻³); K = 153 (mg dm⁻³); Na = 0,1 (cmol_cdm⁻³); Ca⁺² = 3,5 (cmol_cdm⁻³); Mg = 0,8 (cmol_cdm⁻³); Al⁺³ = 0,0 (cmol_cdm⁻³); H+Al = 1,5 (cmol_cdm⁻³); SB = 4,8 (cmol_cdm⁻³); t = 4,8 (cmol_cdm⁻³); T = 6,3 (cmol_cdm⁻³); V = 77%; m = 0%; B = 0,3 (mg dm⁻³); Cu = 1,0 (mg dm⁻³); Fe = 12,8 (mg dm⁻³); Mn = 50,5 (mg dm⁻³); Zn = 1,7 (mg dm⁻³); CE = 0,4 dSm⁻¹; areia = 58 (dagkg⁻¹); silte = 27 (dagkg⁻¹); argila = 15 (dagkg⁻¹); classe textural = franco-arenoso.

O preparo do solo consistiu em subsolagem, aração, gradagem e sulcamento. O plantio foi realizado utilizando-se mudas provenientes de cultura de tecidos, no espaçamento de 3,0 x 1,9 m. O sistema de irrigação utilizado foi a microaspersão.

A adubação de plantio foi feita com 100 g de MAP por planta. Foram realizadas adubações de cobertura via fertirrigação durante todo o período experimental, aplicando-se 90 kg ha⁻¹ de N, sendo utilizados como fontes deste elemento principalmente o sulfato de amônio. Foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de fosfato monoamônico, 160 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e 25 kg ha⁻¹ de MgO na forma de sulfato de magnésio.

Quanto aos micronutrientes, foram aplicados no solo, junto com os adubos de cobertura, nas quantidades de 3 kg ha⁻¹ de Zn, 2 kg ha⁻¹ de Cu, 3 kg ha⁻¹ de B, na forma de sulfato de zinco, sulfato de cobre e ácido bórico, respectivamente. Também foram realizadas aplicações foliares com produtos comerciais (Mastermins 03-15-08, Sett, Phytogard Zinco, Phytogard Potássio e Stimulate).

Os tratamentos consistiram de quatro genótipos de bananeira selecionados por Lopes et al. (2014) como tolerantes à fusariose (Gen1, Gen7, Gen13, Gen19) e pela ‘Prata-Anã’, tradicionalmente plantada na região e suscetível à fusariose, e dez épocas de avaliação de crescimento (46, 77, 112, 145, 166, 192, 219, 247, 270 e 295 dias após plantio (DAP)), dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi composta por quatro plantas. Em cada uma dessas épocas foram avaliados a altura de plantas (m), representada pelo comprimento do pseudocaule, o perímetro do pseudocaule (cm) e o número de folhas (acumulado) de cada tratamento. Para cada época foram considerados os valores acumulados, ou seja, o resultado da leitura atual incluiu a soma dos valores anteriores. Foi avaliado apenas o primeiro ciclo de produção.

As análises estatísticas foram procedidas com o auxílio do software R (R Core Team, 2018) e Sigma Plot 12.0 Versão Demo (SYSTAT SOFTWARE, 2011). Os dados obtidos foram submetidos à verificação de normalidade e à análise de variância para verificação da significância dos efeitos das fontes de variação pelo teste F ($p \leq 0,05$). Independentemente do resultado da análise variância, foram realizadas análises de regressão para os genótipos dentro das épocas de avaliação para o caso de interação e efeitos das épocas com escolha de modelos de regressão pertinentes. A escolha dos modelos de regressão considerou a significância dos coeficientes beta pelo teste t, o coeficiente de determinação ajustado e a adequação do modelo ao fenômeno biológico estudado. Também foram estimadas as taxas de crescimento absoluto e relativo a partir dos modelos ajustados para cada característica, conforme Silva, Beltrão e Amorin Neto (2000), considerando-se:

$$\text{Taxa de crescimento absoluto: } TCA = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{Taxa de crescimento relativo: } TCR = \frac{\ln X_2 - \ln X_1}{t_2 - t_1}$$

Onde: TCA é a taxa de crescimento da característica estudada; TCR é a taxa de crescimento relativo da característica estudada; X_1 é a medida da característica no tempo t_1 , e X_2 é a medida da característica no tempo t_2 ; \ln é o logaritmo natural da medida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou ocorrência de interação significativa ($p \leq 0,05$) entre os fatores genótipos e épocas de avaliação apenas para a altura de planta e efeito isolado significativo ($p \leq 0,05$) de época de avaliação para as três características avaliadas, não observando as diferenças estatísticas entre os genótipos (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de plantas, perímetro do pseudocaule e número de folhas de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes a fusariose, avaliados em dez épocas após o plantio. Porteirinha, MG.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		Altura de plantas	Perímetro do pseudocaule	Número de folhas
Bloco	3	0,041	70,488	17,698
Genótipo	4	0,028 ^{ns}	108,019 ^{ns}	22,308 ^{ns}
Erro A	12	0,021	55,510	25,211
Época	9	8,430 ^{**}	13.366,211 ^{**}	1.622,889 ^{**}
Genótipo x Época	36	0,035 ^{**}	14,100 ^{ns}	9,413 ^{ns}
Erro B	135	0,016	12,863	7,449
Total	199			
CV A (%)		9,77	12,25	21,7
CV B (%)		8,42	5,9	11,8

*, **, ^{ns} Significativo a 5%, 1% e não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$).

O modelo sigmoidal com três parâmetros foi aquele que, além de significativo, apresentou melhor explicação biológica para o comportamento apresentado pela altura e perímetro do pseudocaule. Este modelo não linear é representado conforme a equação: $\hat{y} = a/(1+\exp[-((x-X_0)/b)])$, onde: \hat{y} = estimativa da característica; a = valor de máximo da característica; X_0 = valor de x, em DAP para início da inflexão da curva (ponto de inflexão onde ocorre a taxa de máximo crescimento/emissão de folhas); b = amplitude no valor de x, em DAP, em que ocorre a maior variação de y.

A altura máxima do pseudocaule variou entre os genótipos, com valores entre 2,07 e 2,31 (Figura 1). Foi observado que, de maneira geral, os genótipos Gen7 e Gen13 foram os que apresentaram padrão de crescimento mais semelhante ao da 'Prata-Anã'. Considerando-se os parâmetros das equações de crescimento (Tabela 2), verificou-se que a altura máxima destes genótipos foi de 2,12 e 2,13 m, respectivamente, enquanto a 'Prata-Anã' apresentou valor máximo de 2,14 m. Já o genótipo Gen19 foi o genótipo que apresentou maior crescimento, atingindo altura máxima de 2,31 m. Estes valores máximos de altura ocorreram

aos 295 DAP para todos os genótipos, época próxima ao florescimento comumente observado em plantas de bananeira do tipo prata (Donato, Coelho, Marques & Arantes, 2016).

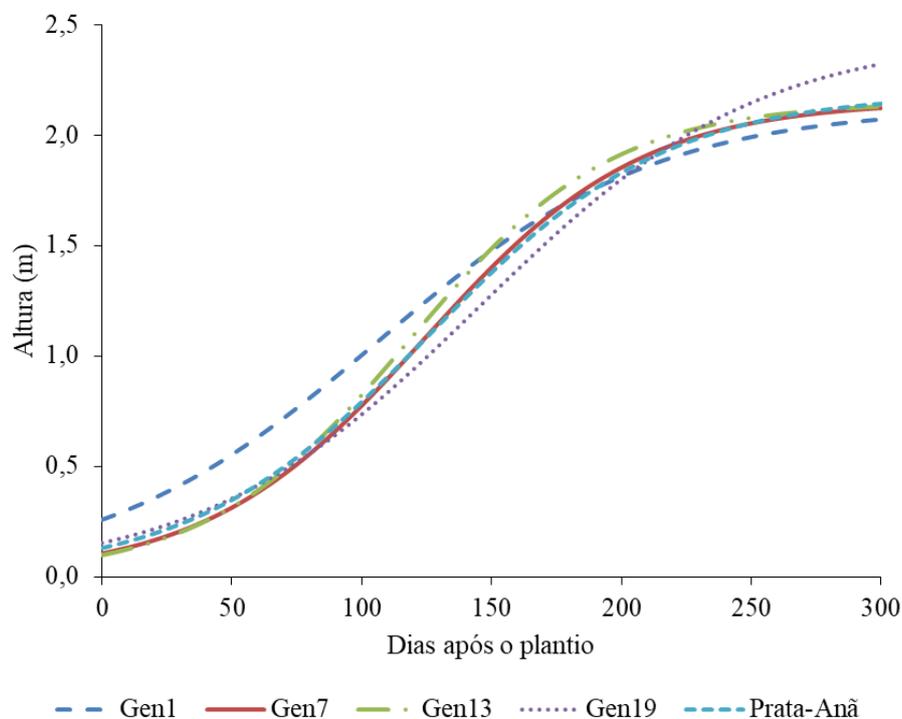


Figura 1: Altura de plantas de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes a fusariose e a 'Prata-Anã', avaliados em dez épocas após o plantio. Porteirinha, MG.

Tabela 2 - Parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear sigmoideal ($y = a/(1+\exp(-(x-X_0)/b))$), para estimativa da altura do pseudocaule em genótipos de bananeira tipo prata estudados (Gen1, Gen7, Gen13, Gen19 e 'Prata-Anã') em função das épocas de avaliação em dias após o plantio. Porteirinha, MG.

Genótipo	Estimativas dos parâmetros			R ²	R ² ajustado
	a	X ₀ (DAP)	b (DAP)		
Gen1	2,1267***	106,0261***	53,5660***	0,98	0,97
Gen7	2,1542***	124,0757***	41,7889***	0,99	0,99
Gen13	2,1493***	118,5584***	38,9309***	0,98	0,98
Gen19	2,4527***	145,5525***	53,6746***	0,99	0,99
'Prata-Anã'	2,1891***	125,8966***	45,5453***	0,99	0,99

*** Significativo ao nível de 0,01% pelo teste t ($p \leq 0,10$).

A maior taxa de crescimento absoluto da altura do pseudocaule foi observada para o genótipo Gen13, com valor máximo de 0,00138 cm dia⁻¹ aos 119 dias (Figura 2 A). Isto pode indicar que este seja um genótipo com maior vigor em relação aos demais. Já o genótipo

Gen1, apesar de apresentar a menor taxa de crescimento absoluto ($0,00993 \text{ cm dia}^{-1}$), foi aquele que apresentou sua máxima taxa de crescimento absoluto em um menor intervalo de tempo, aos 106 dias após o plantio. Comparativamente, é possível afirmar que o genótipo Gen1 apresenta maior precocidade de crescimento em relação aos demais. Os genótipos Gen7, Gen19 e ‘Prata-Anã’ apresentaram as máximas taxas de crescimento absoluto aos 125, 146 e 126 dias, com valores de $0,01289$, $0,01142$ e $0,01202 \text{ cm dia}^{-1}$, respectivamente. Esta informação é relevante, pois permite orientar a realização de tratamentos culturais na lavoura, como limpeza, adubações e pulverizações para determinado genótipo. A taxa de crescimento absoluto indica a velocidade média de crescimento de determinada característica em avaliações sucessivas, logo, altas taxas estão relacionadas a genótipos mais precoces (Benincasa, 2003).

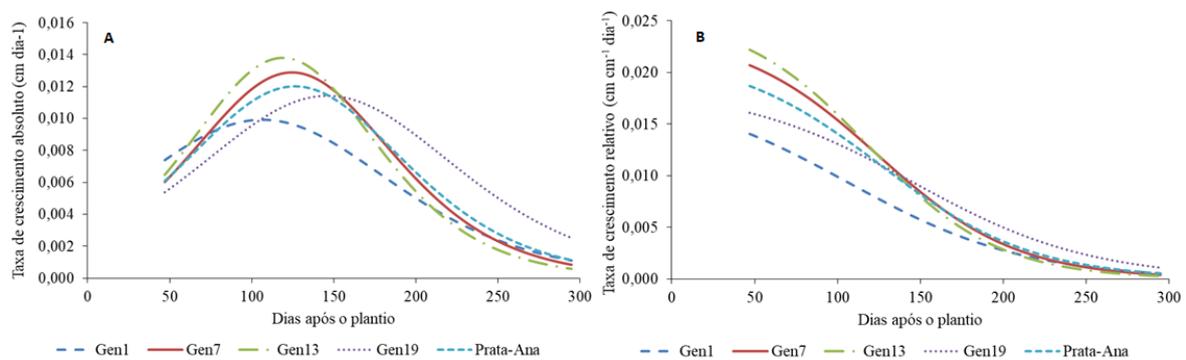


Figura 2 - Taxa de crescimento absoluto (A) e relativo (B) da altura do pseudocaule (valores estimados a partir dos modelos ajustados) avaliadas em dez épocas após o plantio, em genótipos de bananeira tipo prata tolerantes a fusariose e na ‘Prata-Anã’. Porteirinha, MG.

Quanto às taxas de crescimento relativo da altura do pseudocaule (Figura 2 B), inicialmente, os maiores valores foram observados para o genótipo Gen19 ao longo dos dias após o plantio. Por outro lado, o Gen1 apresentou durante quase todo o período de avaliação as menores taxas de crescimento relativo. Todavia, verificou-se que após os 250 DAP, a taxa de crescimento relativo dos genótipos aproximou-se de zero, ou seja, os genótipos basicamente não cresceram após esta data, o que faz sentido, pois essa idade corresponde ao florescimento (Donato et al., 2016). Apesar da taxa de crescimento absoluto indicar a velocidade média de crescimento, a taxa de crescimento relativo é de maior importância, uma vez que é considerada mais precisa. Isto ocorre devido à mesma considerar na sua determinação a quantificação do material alocado sobre um já existente inicialmente, melhor representando a relação entre crescimento e atividade fotossintética da planta (Lima, Peixoto,

& Ledo, 2007). Valores mais elevados de taxa de crescimento relativo estão relacionados ao vigor das plantas. Plantas que conseguem manter estes valores mais altos por mais tempo possível conseguem se estabelecer mais rapidamente na área e, conseqüentemente, sofrem menos competição por outras espécies presentes.

A altura da planta de bananeira é uma característica de grande relevância a ser considerada na avaliação de genótipos de bananeira, uma vez que este caractere está diretamente associado à adoção da população ideal de plantas, refletindo diretamente sobre a produtividade (Nomura et al., 2013). De acordo com Arantes, Donato, Silva, Rodrigues Filho e Amorim (2010), ao estudar correlações em plátanos (híbridos de *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*), verificaram que a altura das plantas é uma característica que se correlaciona fortemente com perímetro do pseudocaule (0,95), número de folhas no florescimento (0,91) e peso do cacho (0,86). Logo, plantas mais altas geralmente estão associadas a plantas mais produtivas. Todavia, durante a seleção deve-se estar atento aos limites agrônômicos da cultura, já que plantas muito altas dificultam os tratos culturais. Além disso, plantas altas frequentemente estão relacionadas à maior tombamento devido ao vento ou ataque intenso de brocas e nematóides (Teixeira, 2001). De maneira geral, os cultivos modernos de bananeira têm buscado genótipos de menor porte, devido a maior possibilidade de adensamentos e facilidade operacional de colheita dos cachos.

Os valores de altura máxima observados neste estudo, independentemente do genótipo, são inferiores aos observados por Pereira et al. (2000), que ao avaliarem os efeitos das densidades de plantas sobre o crescimento e desenvolvimento de bananeira ‘Prata-Anã’ no município de Jaíba-MG, observaram altura máxima média de 2,65 m por volta dos 270 dias, independentemente da população de plantas. Entretanto, no estudo desenvolvido por Lopes et al. (2014), a alturas média verificada em 24 genótipos tipo ‘Prata’ avaliados em área com presença de fusariose foi de 163,73 cm aos 270 dias após o transplântio. Essa altura foi inferior à observada no presente estudo aos 270 DAP, o que pode ser explicado pela ausência de fusariose na área e que permitiu aos genótipos expressarem maior potencial de crescimento.

Esta diferença também pode estar relacionada a outros fatores, como as condições de cultivo, condições climáticas e manejo, uma vez que a altura de plantas é fortemente influenciada por fatores ambientais. Apesar disso, os valores de altura verificados neste estudo estão dentro do frequentemente observado em trabalhos com a ‘Prata-Anã’, que indicam valores entre 2,08 a 2,90 m em primeiro ciclo (Nomura et al., 2013), 2,15 m (Marques, Donato, Pereira, Coelho & Arantes, 2011), 2,60 m (Donato, Arantes, Silva, &

Cordeiro, 2009), 2,95 m (Arantes et al., 2017). A ‘Prata-Anã’, que foi utilizada para comparação neste estudo, apresenta porte médio, porém com muitas folhas grandes e filhos com porte semelhante ou superior a mãe, a cultivar ‘Branca’, o que geralmente exige que sejam adotadas menores densidades devido ao alto sombreamento nestes cultivos (Lichtemberg, Hinz, Malburg & Stuker, 1997).

Os genótipos apresentaram comportamento similar para o perímetro do pseudocaule (Figura 3), com valores máximo variando entre 80,98 e 85,00 cm, atingidos aos 295 dias, independentemente do genótipo. Proporcionalmente estes valores foram bem superiores aos verificado por Lopes et al. (2014), que ao avaliarem o perímetro em 24 genótipos do tipo ‘Prata’ em área com fusariose, observaram perímetro médio de 37,57 cm aos 270 dias após transplântio. Em ambos os estudos, a variação entre os genótipos foi pequena, o que mostra similaridade entre eles quanto ao desenvolvimento do pseudocaule.

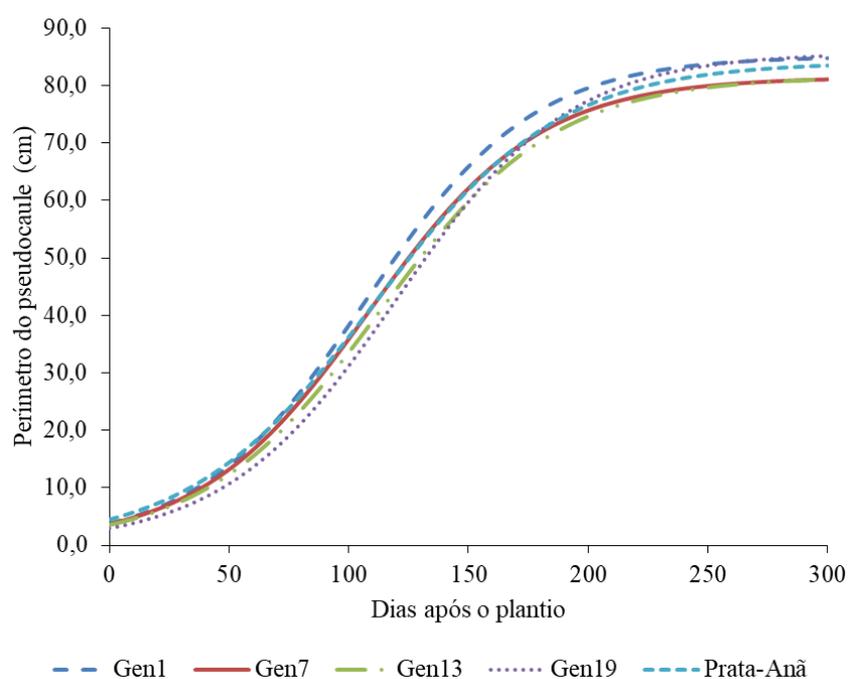


Figura 3- Perímetro do pseudocaule avaliado em dez épocas após o plantio em genótipos de bananeira tipo prata tolerantes a fusariose e na ‘Prata-Anã’. Porteirinha, MG.

Tabela 3 - Parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear sigmoidal ($y = a/(1+\exp(-(x-X_0)/b))$), para estimativa do perímetro do pseudocaule dos genótipos de bananeira tipo prata estudados (GEN1, GEN 7, GEN 13, GEN 19 e ‘Prata-Anã’) em função das épocas de avaliação em dias após o plantio. Porteirinha, MG.

Genótipo	Estimativas dos parâmetros			R ²	R ² ajustado
	A	X ₀ (DAP)	b (DAP)		
GEN 1	85,0941***	107,0293***	34,8497***	0,99	0,99
GEN 7	81,4248***	108,4715***	35,5601***	0,99	0,99
GEN 13	81,5385***	113,0546***	36,5358***	0,99	0,99
GEN 19	85,7065***	120,0314***	35,9427***	0,99	0,99
‘Prata-Anã’	84,0819***	110,6312***	38,4276***	0,99	0,98

*** Significativo ao nível de 0,01% pelo teste t ($p \leq 0,10$).

Considerando-se os parâmetros dos modelos ajustados, verificou-se que nos genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e na ‘Prata-Anã’, a maior taxa de crescimento absoluto do perímetro do pseudocaule foi alcançada entre 107 e 114 dias (Figura 4A), conforme valores de X₀ apresentados nos modelos ajustados (Tabela 3). Os genótipos Gen7, Gen13 e ‘Prata-Anã’ apresentaram taxas máximas de crescimento absoluto de 0,57244, 0,55791, 0,54701 cm dia⁻¹, enquanto o genótipo Gen1 apresentou maior valor entre todos os genótipos avaliados, com valor máximo de 0,61039 cm dia⁻¹. Já o genótipo Gen19 apresentou a máxima taxa de crescimento absoluto aos 120 dias, com valor de 0,59610 cm dia⁻¹.

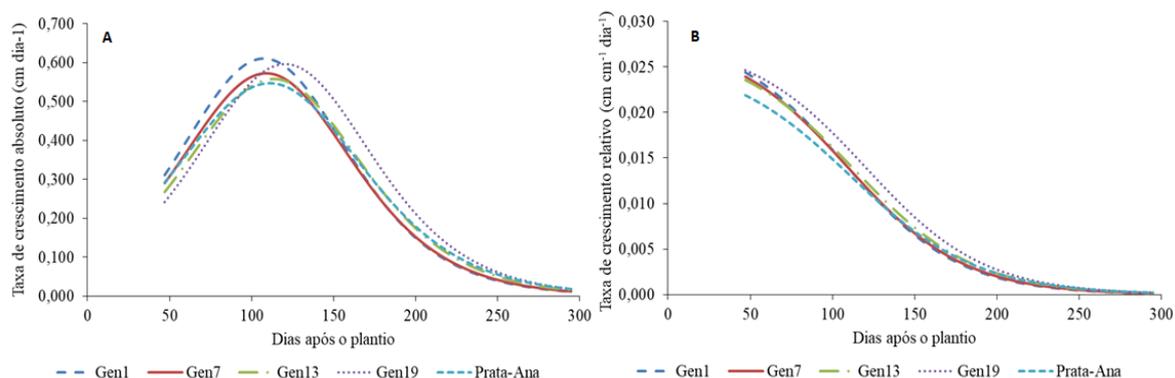


Figura 4 - Taxas de crescimento absoluto (A) e relativo (B) do perímetro do pseudocaule (valores estimados a partir dos modelos ajustados) avaliadas em dez épocas após o plantio, em genótipos de bananeira tipo prata tolerantes a fusariose e na ‘Prata-Anã’. Porteirinha, MG.

O genótipo Gen19 apresentou os maiores valores de taxa de crescimento relativo em comparação aos demais genótipos até os 200 DAP, aproximando-se dos demais genótipos após esta data (Figura 4B). Já a ‘Prata-Anã’ apresentou as menores taxas de crescimento relativo, até os 125 DAP, igualando-se, de forma geral, aos genótipos Gen1, Gen7 e Gen13, com valores próximos a zero.

O perímetro do pseudocaule é uma importante característica para o melhoramento genético da cultura da bananeira, pois está relacionado ao maior vigor da planta e também a sua maior tolerância ao tombamento, já que plantas mais vigorosas suportam melhor o peso dos cachos (Silva & Alves, 1999; Nomura et al., 2013). Guimarães, Donato, Maia, Aspiazu e Coelho (2014) destacam ainda que há uma correlação positiva entre o perímetro do pseudocaule e a produtividade da bananeira.

Quando a recomendação se refere a genótipos de maior altura e com indicação para locais de ventos fortes com maior frequência, esta variável assume maior importância devido à necessidade de apresentar maior resistência ao tombamento (Silva & Alves, 1999). Os valores máximos dos perímetros do pseudocaule verificados neste trabalho foram maiores que o identificado por Bolfarini et al. (2014), os quais observaram valores entre 62,6 a 71,8 cm de perímetro ao avaliarem 10 genótipos de bananeira, incluindo a ‘Prata-Anã’, que apresentou o menor valor. Isto mostra que os resultados encontrados estão dentro dos padrões comerciais comumente observados.

O modelo gaussiano foi o que apresentou melhor ajuste para aumento do número de folhas nos genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e ‘Prata-Anã’, e o sigmoidal para o Gen19 (Figura 5), cujos parâmetros são apresentados na Tabela 4. O genótipo Gen7 foi o que apresentou maior número de folhas, com valor máximo de 39 folhas aos 288 DAP (Figura 5). Os genótipos Gen1, Gen13, Gen19 e ‘Prata-Anã’ apresentaram valores máximos de 31, 35, 37 e 34 folhas emitidas (valor acumulado) até os 278, 292, 295 e 287 DAP, respectivamente. Observou-se ainda que o genótipo Gen13 foi o que apresentou comportamento mais similar à ‘Prata-Anã’. Apesar destas diferenças observadas neste estudo, a análise de variância indicou que esta variação não é significativa. Isto corrobora com o observado por Lopes et al. (2014), os quais verificaram que os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e Gen19 não diferiram quanto ao número de folhas no seu trabalho, apresentando comportamento linear da emissão de folhas ao longo das épocas após o plantio, com uma média geral de 10,28 folhas (não acumulada) em área com fusariose.

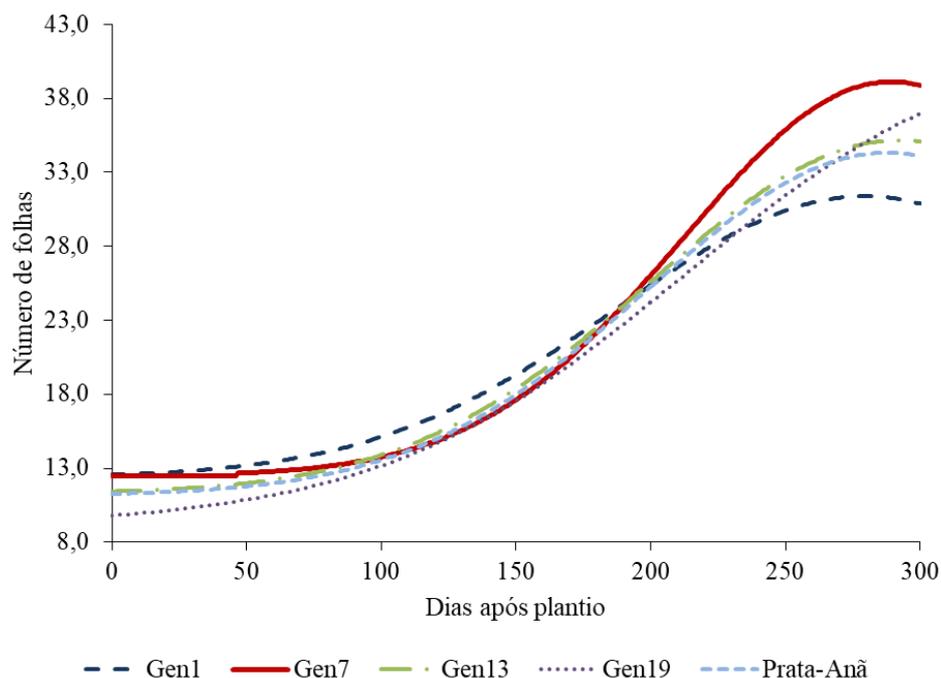


Figura 5- Número folhas de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes a fusariose e da ‘Prata-Anã’, avaliados em dez épocas após o plantio. Porteirinha, MG.

Tabela 4 - Parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear gaussiano ($f = y_0 + a \cdot \exp(-0,5 \cdot ((x - X_0)/b)^2)$) e sigmoidal ($f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x - X_0)/b))$), para estimativa do número de folhas dos genótipos de bananeira tipo prata estudados (GEN1, GEN 7, GEN 13, GEN 19 e ‘Prata-anã’) em função das épocas de avaliação em dias após o plantio. Porteirinha, MG, 2020.

Genótipo	Estimativas dos parâmetros			b (DAP)	R ²	R ² ajustado
	Y ₀	a	X ₀ (DAP)			
GEN 1	12,3809***	18,9887***	279,3583***	91,1425***	0,99	0,99
GEN 7	12,4989***	26,5732***	289,5883***	76,8765***	0,97	0,96
GEN 13	11,2831***	23,8826***	292,5075***	91,4302***	0,98	0,98
GEN 19	9,0028*	33,9127*	211,8035***	56,9328*	0,98	0,98
‘Prata-Anã’	11,1527***	23,1642***	287,9744***	88,3156***	0,99	0,99

***Significativo aos níveis de 0,01 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t ($p \leq 0,10$).

A maior taxa de crescimento absoluto da emissão de folhas foi observada para o genótipo Gen7, com valor máximo de 0,20965 folhas dia⁻¹, aos 213 DAP (Figura 6A). O genótipo Gen13 apresentou taxa similar à ‘Prata-Anã’, independentemente da época de avaliação, com valor máximo médio próximo à 0,15900 folhas dia⁻¹ para estes genótipos, ocorrendo por volta dos 200 DAP. De forma geral, o genótipo Gen1 foi o que apresentou

menor taxa de crescimento absoluto em todas as épocas, com taxa crescimento absoluto máxima de 0,12636 folhas dia⁻¹ aos 189 DAP. Já o genótipo Gen19 uma taxa máxima por volta 0,14891 folhas dia⁻¹ aos 212 DAP.

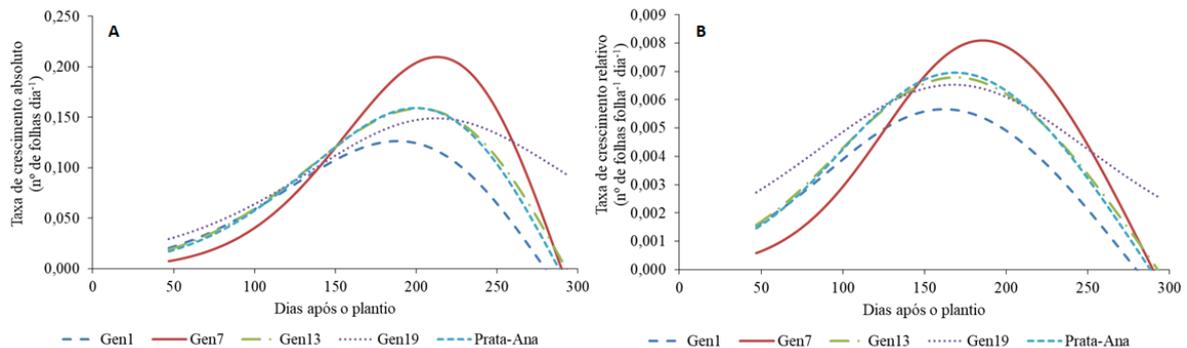


Figura 6 - Taxas de crescimento absoluto (A) e relativo (B) do número de folhas (valores estimados a partir dos modelos ajustados) em genótipos de bananeira tipo prata tolerantes a fusariose e na ‘Prata-Anã’, avaliados em dez épocas após o plantio. Porteirinha, MG.

O genótipo Gen7 também apresentou a maior taxa de crescimento relativo do número de folhas, com valor máximo de 0,00809 folhas folha⁻¹ dia⁻¹, aos 186 DAP (Figura 6B). Os genótipos Gen13 e a ‘Prata-Anã’ por sua vez apresentaram taxas de crescimento relativo similares, com valores de 0,0069 folhas folha⁻¹ dia⁻¹, verificadas aos 169 dias. O genótipo Gen19 apresentou taxa máxima por volta dos 165 DAP, com valor de 0,00653 folhas folha⁻¹ dia⁻¹. Já a taxa máxima de emissão de folhas do genótipo Gen1 ocorreu aos 162 dias, com valor máximo de 0,00567 folhas folha⁻¹ dia⁻¹, sendo que, de forma geral, este genótipo apresentou as menores taxas de crescimento relativo em relação aos demais genótipos avaliados, excetuando-se o Gen7 até os 125 DAP.

O número de folhas é uma característica fortemente relacionada à produtividade da cultura da bananeira, pois está diretamente associada à atividade fotossintética e produção de fotoassimilados. Além disso, uma maior quantidade de folhas está associada a plantas mais vigorosas e com maior capacidade de absorção de nutrientes. Trabalho conduzido por Arantes, Donato e Silva (2010) demonstrou que o número de folhas vivas no florescimento apresentou forte correlação positiva com o perímetro do caule (0,94) e o peso do cacho (0,83). Logo, plantas de alto vigor vegetativo, comumente apresentam maior produção de frutos. O maior número de folhas, em especial próximo ao florescimento, indica que o cacho irá apresentar melhores condições crescimento e desenvolvimento (Silva, Rocha, Alves, Credico & Passos, 2000), o que torna este um importante descritor para recomendação de genótipos a

serem cultivados. De acordo Rodrigues, Dias e Pacheco (2009), 12 folhas é um número satisfatório para assegurar maior massa do cacho em 'Prata-Anã'.

CONCLUSÕES

O crescimento dos genótipos foi semelhante ao da 'Prata-Anã', com valores similares aos frequentemente encontrados em outros ensaios, o que reforça o potencial de recomendação comercial dos genótipos tolerantes à fusariose.

REFERÊNCIAS

- Almeida, G. Q., Silva, J. O., Resende, M. D. V., Meneguci, J. L. P., & Matos, G. R. (2019). Selection index via REML/BLUP for identifying superior banana genotypes in the central region of Goiás state, Brazil. *Revista Ceres*, 66(1), 026-033. DOI: 10.1590/0034-737X201966010004.
- Arantes, A. M., Donato, S. L. R., Silva, S. O. (2010). Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(2), 224-227. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000200015.
- Arantes, A. M., Donato, S. L. R., Silva, T. S., Rodrigues Filho, V. A., & Amorim, E. P. (2017). Agronomic evaluation of banana plants in three production cycles in southwestern state of Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(1), 1-12. DOI: 10.1590/0100-29452017990.
- Benincasa, M. M. P. (2003). *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal, SP: Funep.
- Bolfarini, A. C. B., Javara, F. S., Leonel, S., & Leonel, M. (2014). Crescimento, ciclo fenológico e produção de cinco cultivares de bananeira em condições subtropicais. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 10(1), 74-89. DOI: 10.17766/1808-981X.2014v10n1p74-89.
- Damatto Junior, E. R., Bôas, R. L. V., Leonel, S., Nomura, E. S., & Fuzitani, E. J. (2011). Crescimento e produção de bananeira 'Prata-Anã' adubada com composto orgânico durante cinco safras. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33 (n.spe1), 713-721. DOI: 10.1590/S0100-29452011000500100.
- Donato, S. L. R., Arantes, A. M., Silva, S. O., & Cordeiro, Z. J. M. (2009). Comportamento fitotécnico da bananeira 'Prata-Anã' e de seus híbridos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44 (12), 1508-1515. DOI: 10.1590/S0100-204X2009001200007.
- Donato, S. L. R., Coelho, E. F., Marques, P. R. R., & Arantes, A. M. (2016). Considerações ecológicas, fisiológicas e de manejo. In: Ferreira, C. F., Silva, S. O., Amorim, E. P., & Santos-Serejo, J. A. *O agronegócio da banana*. Brasília, DF: Embrapa.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa.

FAO. Food and Agriculture Organization Of the United Nations. *Banana marketreview*. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9212en/ca9212en.pdf>. Acesso: 5 abr. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization Of the United Nations. *FAO no Brasil: FAO prevê fortes perspectivas de crescimento para produção global e comércio de frutas tropicais*. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1193684/>. Acesso: 1 fev. 2020.

Guimarães, B. V. C., Donato, S. L. R., Maia, V. M., Aspiazu, I., & Coelho, E. F. (2014). Phenotypical correlations between agronomical characters in Prata type bananas (*Musa*) and its implications on yield estimate. *African Journal of Agricultural Research*, 9(17), 1358-1365. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR12.2140>.

Köppen, W. (1948). *Climatologia: com unestudio de los climas de latierra*. México: Fondo de Cultura Econômica.

Lichtemberg, L. A., Hinz, R. H., Malburg, J. L., Stuker, H. (1997). Crescimento e duração dos cinco primeiros ciclos da bananeira ‘Nanicão’ sob três densidades de plantio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 19(1), 15-23.

Lima, J. F., Peixoto, C. P., & Ledo, C. A. S. (2007). Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Caricacapaya* L.) em casa de vegetação. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(5), 1358-1363. DOI: 10.1590/S1413-70542007000500013.

Lopes, O. P., Maia, V. M., Xavier, A. A., Costa, M. R., & Rodrigues, M. G. (2014). Diversidade genética, crescimento e produção de genótipos de bananeira ‘Prata-Anã’ em área com mal do Panamá. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(4), 924-939. DOI: 10.1590/0100-2945-368/13.

Marques, P. R. R., Donato, S. L. R., Pereira, M. C. T., Coelho, E. F., & Arantes, A. M. (2011). Características agronômicas de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(8), 852-859. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000800010.

Nomura, E. S., Damatto Junior, E. R., Fuzitani, E. J., Amorim, E. P., & Silva, S. O. E. (2013). Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo - Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35(1), 112-122. DOI: 10.1590/S0100-29452013000100014.

Pereira, M. C. T., Salomão, L. C. C., Silva, S. O., Sedyama, C. S., Couto, L. A. D., & Silva Neto, S. P. (2000). Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira ‘Prata-Anã’ (ABB) em sete espaçamentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(7), 1377-1387. DOI: 10.1590/S0100-204X2000000700012.

Ploetz, R. C. (2015). Fusariumwilt of banana. *Phytopathology*, 105(12), 1512-1521. DOI: 10.1094/PHYTO-04-15-0101-RVW.

R Core Team. (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Ramos, D. P., Leonel, S., Mischán, M. M., & Damatto Júnior, E. R. (2009). Avaliação de genótipos de bananeira em Botucatu, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(4), 1092-1101. DOI: 10.1590/S0100-29452009000400024.

Rodrigues, M. G. V., Dias, M. S. C., & Pacheco, D. D. (2009). Influência de diferentes níveis de desfolha na produção e qualidade dos frutos da bananeira 'Prata-Anã'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(3), 755-762. DOI: 10.1590/S0100-29452009000300019.

SEAPA. Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. (2019). *Banana*. Belo Horizonte: Subsecretaria de Política e Economia Agrícola. Disponível em:
[http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019\[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019[1].pdf)
Acesso: 5 fev. 2020.

Silva, L. C., Beltrão, N. E. M., & Amorim Neto. (2000). *Análise do crescimento de comunidades vegetais*. Campina Grande: Embrapa (Boletim Técnico).

Silva, M. J. R., Jesus, P. R. R., Anjos, J. M. C., Machado, M., & Ribeiro, V. G. (2016). Caracterização agrônômica e pós-colheita das bananeiras 'Maravilha' e 'Preciosa' no Submédio do Vale São Francisco. *Revista Ceres*, 63(1), 046-053. DOI: 10.1590/0034-737X201663010007.

Silva, S. O., & Alves, E. J. (1999). Melhoramento genético e novas cultivares de bananeira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 20(196), 91-96.

Silva, S. O., Rocha, S. A., Alves, E. J., Credico, M. D., & Passos, A. R. (2000). Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 22(2), 161-169.

Souza, M. E., Leonel, S., & Fragoso, A. M. (2011). Crescimento e produção de genótipos de bananeiras em clima subtropical. *Ciência Rural*, 41(4), 587-591. DOI: 10.1590/S0103-84782011005000032.

SYSTAT SOFTWARE. 2011. Sigma Plot for Windows Version 12.0. San Jose: Systat Software Inc.

Teixeira, L. A. J., Ruggiero, C., & Natale, W. (2001). Manutenção de folhas ativas em bananeira 'Nanicão' por meio do manejo das adubações nitrogenada e potássica e da irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23(3), 699-703. DOI: 10.1590/S0100-29452001000300051.

Vilete, J. V., Poletto, B. O., & Vieira, R. (2016). Extração de lipídeos da banana-da-terra madura e tratamento de dados utilizando ferramentas quimiométricas. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, 2(7), 90-110. DOI: <https://doi.org/10.31072/rcf.v7i2.412>.

Weber, O. B., Garruti, D. S., Norões, N. P., & Silva, S. O. (2017). Performance of banana genotypes with resistance to black leaf streak disease in North eastern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52(3), 161-169. DOI: 10.1590/s0100-204x2017000300003.

CAPÍTULO 2

PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE

(Artigo formatado de acordo com as normas da Acta Scientiarum. Agronomy)

PRODUTIVIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE

RESUMO. Objetivou-se com o presente trabalho determinar o potencial produtivo de genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e da ‘Prata-Anã’ em quatro ciclos de produção. Os tratamentos, quatro genótipos de bananeira (Gen1, Gen7, Gen13, Gen19) e a ‘Prata-Anã’ e quatro ciclos de produção (mãe (1), filha (2), neta (3) e bisneta (4)), foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados os caracteres: altura das plantas na emissão do cacho; número de folhas na colheita; dias entre o florescimento e a colheita; dias até o florescimento; dias até a colheita; índice de área foliar; produtividade; produtividade acumulada; produtividade corrigida; peso do cacho com engajo; peso do cacho sem engajo; número de cachos por ano; intervalo entre cachos; número de pencas por cacho; número de frutos por cacho e comprimento do fruto central da 5ª penca. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e quando significativos os efeitos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os genótipos foram similares quanto à produtividade de frutos, contudo, houve diferenças entre os ciclos, com maior produtividade para os ciclos 2, 3 e 4. De forma geral, os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e Gen19 apresentam potencial para produção e comercialização de frutos.

Palavras-chave: *Musa* spp.; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; banana; produtividade.

PRODUCTIVITY OF BANANA GENOTYPES PRATA TYPE TOLERANT TO FUSARIOSIS

ABSTRACT. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of banana genotypes pre-selected as tolerant to Fusariose and the ‘Prata-Anã’, and four cultivation cycles. The treatments, four banana genotypes (Gen1, Gen7, Gen13, Gen19) and the ‘Prata-Anã’ and four cultivation cycles (mother (1), daughter (2), granddaughter (3) and great-granddaughter (4)), were arranged in a split-time scheme, in a randomized block design with four replications. The characters were evaluated: plant height at the cluster emission; period between planting and flowering; number of leaves at harvest; leaf area index; number of cloves and fruits per bunch; length of the central fruit of the 5th branch; productivity; bunch mass with stems and without stems; number of bunches per year and the interval

between bunches. The data obtained were submitted to analysis of variance by the F test ($p \leq 0.05$) and when significant, the effects were compared by the Tukey test at 5% significance. The genotypes were similar in terms of fruit productivity, however, there were differences between the cycles, with higher productivity for cycles 2, 3 and 4. In general, the worst results for the other agronomic traits were observed for the Gen19 genotype and the first cycle, with, in general, no considerable differences between the other genotypes and cycles.

Keywords: *Musa* spp.; *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; banana; yield.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.) é uma das principais frutíferas cultivadas no mundo (FAO, 2020), destacando-se como o sexto produto alimentar de maior importância (FAO, 2016). No ano de 2019 foram produzidas no Brasil aproximadamente 7,09 milhões de toneladas de banana em uma área estimada de 457,7 mil ha (SEAPA, 2019). Esta importância está associada principalmente ao fato de ser um alimento nutritivo, rico em vitaminas, minerais e de baixo custo, além de saboroso (Amorim et al., 2011). Isso estimula a expansão dos cultivos da cultura para diversas áreas, tornando-se fonte de renda para diversos produtores rurais, em especial da agricultura familiar.

Considerando as principais regiões produtoras de banana no Brasil, a região norte de Minas Gerais apresenta grande destaque no país, pois está entre as maiores produtoras, em especial no Estado de Minas Gerais, onde representa 54,4% da produção (Santos, Donato, Arantes, Coelho & Oliveira, 2017; SEAPA, 2019). Considerando as espécies frutíferas, a bananeira é a que apresenta maior área plantada e com maior geração de emprego na região (Santos et al., 2019). De acordo Silva e Carvalho (2005), para cada três hectares cultivados de banana, um emprego direto é gerado. Isso reforça a importância socioeconômica da cultura para a região, cuja economia é diretamente ligada ao agronegócio, em especial a fruticultura.

A maior parte dos cultivos de bananeira no Brasil são irrigados, principalmente na região norte de Minas Gerais, que está incluída no semiárido brasileiro. Esta forma de manejo, apesar de proporcionar aumento das produtividades, também resulta em maior incidência e severidade de doenças, o que ocorre devido a formação de microclimas favoráveis. Dentre as diversas doenças que acometem a bananeira, a fusariose apresenta elevado destaque devido aos danos causados (Lopes, Maia, Xavier, Costa, & Rodrigues, 2014). A doença é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, o qual ocasiona amarelecimento e murcha das

folhas, com posterior quebra das mesmas gerando um aspecto de guarda-chuva fechado, além de comprometer os feixes vasculares da planta (Cordeiro, Matos & Kimati, 2005).

A fusariose pode ocasionar elevados níveis de danos econômicos, podendo inclusive inviabilizar áreas de cultivo devido ao difícil controle do fungo no solo e seu modo cosmopolita de vida. Apesar disso, a doença pode ser controlada de forma eficiente a partir do uso de variedades resistentes (Cordeiro et al. 2005; Ploetz, 2015). Todavia, grande parte das cultivares de bananeira utilizadas no Brasil são susceptíveis ou moderadamente susceptíveis ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, inclusive as mais plantadas no país.

A susceptibilidade de algumas cultivares utilizadas no Brasil à fusariose reforça a importância dos programas de melhoramento para a bananicultura no país. O desenvolvimento de cultivares resistentes é a forma menos onerosa e mais eficiente para o controle da doença, já que o controle químico é caro e pouco eficiente (Oliveira & Silva et al., 2011). Logo, é importante desenvolver genótipos que, além da resistência às diferentes raças do *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, apresentem elevado potencial produtivo e características agrônomicas de interesse. Além disso, a avaliação agrônômica é um passo essencial para o desenvolvimento de uma cultivar (Silva, Donato, Rodrigues Filho, Padilha Júnior & Silva, 2015).

Em trabalho realizado na região por Lopes et al. (2014), alguns genótipos de bananeira tipo prata foram selecionados como tolerantes à fusariose. Estes genótipos foram obtidos a partir de plantas com ausência de sintomas presentes em área com histórico de fusariose, sendo clonadas no laboratório de micropropagação da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), *campus* Janaúba-MG. Posteriormente, os genótipos foram plantados e avaliados em área contaminada com a doença, realizando-se a posterior seleção. Todavia, tais genótipos não foram avaliados em uma área livre de doenças, o que é importante para verificar o máximo potencial agrônômico e produtivo destes materiais. Logo, este trabalho surge como uma proposta de avaliar agronomicamente estes genótipos tolerantes à fusariose em condições diferentes das estudadas por Lopes et al. (2014).

É válido ressaltar que cada genótipo apresenta uma interação específica com o ambiente e o manejo, o que exige uma avaliação agrônômica rigorosa para recomendação de possíveis cultivares comerciais, as quais podem ser recomendadas com determinada especificidade local, ou mesmo mais abrangente (Rodrigues Filho, Donato, Silva & Amorim, 2014). O estudo de genótipos em diferentes ambientes de cultivo é importante, pois permite a identificação de genótipos que apresentem distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade, conforme preconizado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)

para o lançamento de cultivares. Diante disto, objetivou-se com o presente trabalho determinar o potencial produtivo de genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e da ‘Prata-Anã’ em quatro ciclos de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural no município de Porteirinha-MG, localizada à latitude 43°15'49,89", longitude 15°38'34" e altitude de 530 m. O solo desta área foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é classificado como do tipo “Aw”, caracterizado como tropical quente e apresentando inverno seco (Köppen, 1948).

A área definida para o plantio do experimento foi cultivada com sorgo anteriormente ao experimento, e nos dois anos anteriores ao plantio permaneceu em pousio com vegetação espontânea. Amostras do solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, analisadas, apresentando os seguintes resultados: pH (em água) = 6,3; P = 7,5 (mg dm⁻³); K = 153 (mg dm⁻³); Na = 0,1 (cmol_c dm⁻³); Ca⁺² = 3,5 (cmol_c dm⁻³); Mg = 0,8 (cmol_c dm⁻³); Al⁺³ = 0,0 (cmol_c dm⁻³); H+Al = 1,5 (cmol_c dm⁻³); SB = 4,8 (cmol_c dm⁻³); t = 4,8 (cmol_c dm⁻³); T = 6,3 (cmol_c dm⁻³); V = 77 %; m = 0 %; B = 0,3 (mg dm⁻³); Cu = 1,0 (mg dm⁻³); Fe = 12,8 (mg dm⁻³); Mn = 50,5 (mg dm⁻³); Zn = 1,7 (mg dm⁻³); CE = 0,4 dS m⁻¹; areia = 58 (dag kg⁻¹); silte = 27 (dag kg⁻¹); argila = 15 (dag kg⁻¹); classe textural = franco-arenoso.

O preparo do solo consistiu em subsolagem, aração, gradagem e sulcamento. O plantio foi realizado utilizando-se mudas micropropagadas no espaçamento de 3,0 x 1,9 m. O sistema de irrigação utilizado foi a microaspersão. A adubação de plantio foi feita com 100 g de MAP por planta. Foram realizadas adubações de cobertura via fertirrigação durante todo o período experimental, aplicando-se 90 kg ha⁻¹ de N, sendo utilizados como fontes deste elemento principalmente o sulfato de amônio. Foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de fosfato monoamônico, 160 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e 25 kg ha⁻¹ de MgO na forma de sulfato de magnésio.

Quanto aos micronutrientes, foram aplicados no solo, junto com os adubos de cobertura, nas quantidades de 3 kg ha⁻¹ de Zn, 2 kg ha⁻¹ de Cu, 3 kg ha⁻¹ de B, na forma de sulfato de zinco, sulfato de cobre e ácido bórico, respectivamente. Também foram realizadas aplicações foliares com produtos comerciais (Mastermins 03-15-08, Sett, Phytogard Zinco, Phytogard Potássio e Stimulate).

Os tratamentos, quatro genótipos de bananeira (Gen1, Gen7, Gen13, Gen19) e a ‘Prata-Anã’ e quatro ciclos de produção (mãe (1), filha (2), neta (3) e bisneta (4)), foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro fileiras de quatro plantas, perfazendo um total de 16 plantas, consideradas como úteis as quatro plantas centrais.

Em cada ciclo foram avaliados a altura das plantas na emissão do cacho (ALT), número de folhas na colheita (NF); dias entre o florescimento e a colheita (DFC); dias até o florescimento (DAF), os quais foram acumulativos; dias até a colheita (DAC), os quais foram acumulativos; índice de área foliar (IAF), estimado por meio do aparelho modelo AccuPAR LP-80® PAR / LAI Ceptometer da DecagonDevicesInc, eavaliado quando 50% das plantas em cada ciclo haviam emitido os cachos, conforme Lena, Folegatti, Francisco, Santos, e Andrade (2016); produtividade (PROD), determinada pela multiplicação do peso de cacho sem engajo (PCSE), ou seja, o peso das pencas, pelo número de plantas ha⁻¹, dividindo-se o valor por 1000 (expresso em toneladas); produtividade acumulada (PRODAC), feita a partir do segundo ciclo somando-se a produtividade de cada ciclo com as produtividades dos ciclos anteriores; produtividade corrigida (PRODCOR), feita a partir do segundo ciclo somando-se a produtividade de cada ciclo com as produtividades dos ciclos anteriores, dividindo-se pelos dias até a colheita de cada em cada ciclo, multiplicado por 365 dias; peso do cacho com engajo (PCCE); peso do cacho sem engajo (PCSE); número de cachos por ano (NCA), determinado em cada ciclo, foi determinado dividindo-se 365 pelo dias até a colheita (DAC) de cada ciclo, multiplicado pelo ciclo (Robson & Nel, 1988); intervalo entre cachos (INTERV), determinado a partir do segundo ciclo, foi determinado pela subtração entre os dias até a colheita (DAC) de um ciclo pelos dias até a colheita (DAC) do ciclo anterior; número de pencas por cacho (NPC); número de frutos por cacho (NFC) e comprimento do fruto central da 5ª penca (CFC5P).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância, quando os efeitos das fontes de variação foram significativos ($p \leq 0,05$), compararam-se os mesmos pelo teste Tukey a 5% de significância. As análises foram realizadas utilizando-se o software R (R Core Team, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis, índice de área foliar (IAF), número de pencas por cacho (NPC) e número de frutos por cacho (NFC) foram influenciadas pela interação entre genótipos e ciclos (G x C) ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). As variáveis, altura das plantas na emissão do cacho (ALT), o índice de área foliar (IAF), produtividade acumulada (PRODAC), número de pencas por cacho (NPC), número de frutos por cacho (NFC) e comprimento do fruto central da 5ª penca (CFC5P) foram influenciadas pelos genótipos de forma independente ($p \leq 0,05$). Com exceção dos dias entre o florescimento e a colheita (DFC), todos os demais caracteres avaliados apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os ciclos de forma independente.

Tabela 1: Resumo da análise de variância para os caracteres agrônômicos avaliados em genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’, em quatro ciclos de produção. Porteirinha, MG.

Variáveis	Fontes de Variação							
	Bloco	Genótipos (G)	Resíduo A	Ciclos (C)	G x C	Resíduo B	CV A (%)	CV B (%)
ALT	0,205	0,827**	0,132	9,418**	0,0749 ^{ns}	0,134	11,55	11,66
NF	0,433	1,019 ^{ns}	0,86	70,067**	0,869 ^{ns}	0,575	8,54	6,98
DFC	303,75	86,831 ^{ns}	318,906	775,517 ^{ns}	245,715 ^{ns}	303,764	11,49	11,21
DAF	5565,733	3540,450 ^{ns}	3444,358	2976821,633**	1005,925 ^{ns}	2404,922	8,94	7,47
DAC	3664,15	3094,206 ^{ns}	3523,806	2949314,017**	1319,548 ^{ns}	2622,497	7,31	6,31
IAF	0,103	1,159*	0,303	34,443*	0,605**	0,231	10,65	9,3
PROD	25,964	23,870 ^{ns}	16,621	233,368**	30,968 ^{ns}	20,632	16,14	17,98
PRODAC	40,801	453,008*	123,753	23154,373**	36,081 ^{ns}	20,233	18,51	7,49
PRODCOR	9,445	94,069 ^{ns}	39,311	489,925**	9,312 ^{ns}	8,901	24,15	11,49
PCCE	9,588	7,946 ^{ns}	8,088	104,496**	12,402 ^{ns}	8,989	17,67	18,63
PCSE	4,596	8,297 ^{ns}	6,358	92,276**	8,404 ^{ns}	7,097	17,38	18,36
NCA	0,005	0,004 ^{ns}	0,006	0,414**	0,002 ^{ns}	0,004	7,08	5,65
INTERV	403,446	821,325 ^{ns}	930,342	150445,079**	2194,641 ^{ns}	5381,785	9,54	22,95
NPC	0,633	12,519**	0,352	8,433*	1,194*	0,519	6,52	7,92
NFC	318,583	4350,188**	159,271	5052,050**	410,737*	160,756	10,01	10,05
CFC5P	1,113	14,644**	1,894	9,246**	1,444 ^{ns}	1,46	7,74	6,79

*, **, ^{ns} Significativo a 5%, 1% e não significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$). ^{1/}ALT: Altura das plantas até a emissão do cacho; NF: número de folhas na colheita; DFC: dias entre o florescimento e a colheita; DAF: dias até o florescimento; DAC: dias até a colheita; IAF: índice de área foliar; PROD: produtividade; PRODAC: produtividade acumulada; PRODCOR: produtividade corrigida; PCCE: peso do cacho com engajo; PCSE: peso do cacho sem engajo; NCA: número de cachos por ano; INTERV: intervalo entre cachos; NPC: número de pencas por cacho; NFC: número de frutos por cacho; CFC5P: comprimento do fruto central da 5ª penca.

Ao considerar a interação G x C (Tabela 2), observou-se que para os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e ‘Prata-Anã’, os maiores IAF foram obtidos no ciclo 1, enquanto para o genótipo Gen19 os maiores valores foram obtidos nos ciclos 1, 2 e 3. De maneira geral, o ciclo 4 apresentou considerável redução no índice de área foliar. Isto pode ter sido

influenciado principalmente por temperaturas extremas (>35 °C) e déficit hídrico decorrente da redução da vazão dos poços subterrâneos na região, o que veio a comprometer a irrigação no período de seca.

Ao comparar os genótipos dentro de cada ciclo, observou-se que os mesmos diferiram entre si apenas no ciclo 1, cujos maiores valores foram observados para o genótipos Gen13 e ‘Prata-Anã’, sendo por sua vez, similares ao genótipo Gen7. O IAF relaciona a área de solo coberta pela copa da planta e permite avaliar a capacidade de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Turner, Fortescue & Thomas, 2007) e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética da planta (Silva et al., 2012) e a sua produção (Donato, Coelho, Marques & Arantes, 2016). A seleção de genótipos com maiores valores de IAF é preferível, embora esta seja uma característica de maior influência ambiental e de práticas culturais.

Tabela 2. Índice de área foliar (IAF), número de pencas por cacho (NPC) e número de frutos por cacho (NFC), avaliados em genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’, em quatro ciclos de produção, Porteirinha, MG.

IAF				
Genótipo	Ciclo			
	1	2	3	4
Gen1	6,27 BCa	5,20 Ab	5,12 Ab	3,75 Ac
Gen7	6,75 ABCa	4,75 Ab	4,97 Ab	3,40 Ac
Gen13	7,67 Aa	5,50 Ab	5,67 Ab	3,45 Ac
Gen19	5,85 Ca	5,62 Aa	5,12 Aa	3,07 Ab
‘Prata-Anã’	6,90 Aba	5,40 Ab	5,12 Ab	3,75 Ac

NPC (pencas cacho ⁻¹)				
Genótipo	Ciclo			
	1	2	3	4
Gen1	8,75 Aa	9,00 Aba	9,75 Aa	10,00 Aa
Gen7	8,50 Ab	9,25 Aab	9,75 Aab	10,50 Aa
Gen13	8,00 Ab	9,00 ABab	10,00 Aa	10,00 Aa
Gen19	7,75 Aa	7,75 Ba	7,50 Ba	7,25 Ba
‘Prata-Anã’	8,25 Ab	9,75 Aa	10,50 Aa	10,75 Aa

NFC (frutos cacho ⁻¹)				
Genótipo	Ciclo			
	1	2	3	4
Gen1	109,25 Ab	127,75 ABab	137,75 Aa	145,75 Aa

Gen7	110,25 Ac	125,50 ABbc	139,25 Aab	156,75 Aa
Gen13	97,00 Ab	120,25 ABb	146,75 Aa	146,75 Aa
Gen19	92,25 Aa	107,75 Ba	94,75 Ba	97,50 Ba
‘Prata-Anã’	116,25 Ac	134,25 Abc	157,50 Aab	158,75 Aa

Médias seguidas por mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

O número de pencas por cacho (NPC) variou significativamente ($p \leq 0,05$) entre os genótipos nos ciclos 2, 3 e 4 (Tabela 2), onde os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e ‘Prata-Anã’ foram os que produziram maior quantidade de pencas por cacho, com valores entre 8 e 10,75 pencas. De maneira geral, estes valores são superiores aos observados por Lopes et al. (2014), os quais não observaram NPC superior à 9,00 para nenhum destes genótipos no 1º e 2º ciclos de produção, provavelmente devido à presença de fusariose.

Os ciclos de produção 2, 3 e 4, onde houve variação do NPC entre os genótipos, foram aqueles que, de maneira geral, também apresentaram maior produtividade (Tabela 2), porém sem diferenças significativas entre os genótipos, o que pode ser explicado por balanço nas variações de outros componentes de produção associados à produtividade. Essas variações em relação aos ciclos corroboram com o observado por Marques, Donato, Pereira, Coelho, e Arantes (2011) e Arantes, Donato, Silva, Rodrigues Filho, e Amorim (2017) em seus estudos.

Ao avaliar cada genótipo isoladamente, não foram observados efeitos significativos ($p \leq 0,05$) dos ciclos para os genótipos Gen1 e Gen19 em relação ao NPC. O genótipo 7, apresentou maior NPC no ciclo 4 comparado aos demais ciclos avaliados. Em relação ao genótipo Gen13, os ciclos 3 e 4 apresentaram maior NPC que o ciclo 1, não diferindo estatisticamente do ciclo 2. Marques et al. (2011) também verificaram resultado semelhante para a ‘Prata-Anã’, em que os ciclos 2, 3 e 4 foram os que apresentaram maior NPC. Quanto maior o NPC, maior poderá ser a quantidade de frutos e, conseqüentemente, maior produtividade. Entretanto, esta avaliação é mais adequada comparando-se ciclos do mesmo genótipo.

Não houve diferença para o número total de frutos no cacho (NFC) entre os genótipos no ciclo 1. Para os ciclos 2, 3 e 4, verificou-se, de maneira geral, que assim como observado para NPC, os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e ‘Prata-Anã’ foram os que apresentaram maior número de frutos. Avaliando-se o NFC dentro de cada genótipo, observou-se que os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e ‘Prata-Anã’, de forma geral, apresentaram maiores valores nos ciclos 3 e 4 (Tabela 2), como observado por Arantes et al. (2017) em 24 cultivares de bananeira, incluindo a ‘Prata-Anã’. Estes resultados corroboram com o observado para o NPC, variável

esta que comumente correlaciona-se com aumento de frutos no cacho, ou seja, quanto maior a quantidade de pencas maior será a quantidade de frutos.

A altura de plantas variou de forma independente com os genótipos e com os ciclos (Tabela 3). Ao avaliar o efeito dos ciclos sobre a altura das plantas, observou-se que a menor altura de plantas foi observada no primeiro ciclo (Tabela 3). A altura das plantas aumentou entre os ciclos, estabilizando-se no terceiro ciclo, o que corrobora com a literatura (Marques, 2011; Arantes et al., 2017), pois, possivelmente, o terceiro ciclo é representativo da altura de cada cultivar. Conforme relatado por Soto Ballesteros (2008), geralmente não há aumento de altura de plantas a partir do terceiro ciclo.

Os genótipos Gen1, Gen7, Gen19 e ‘Prata-Anã’ apresentaram menor altura de plantas, com valores entre 2,97 e 3,10 m, não diferindo estatisticamente entre si quanto ao porte (Tabela 4). No estudo desenvolvido por Lopes et al. (2014), a altura média de 24 genótipos tipo ‘Prata’ foi de 163,63 cm aos 270 dias após o transplante, valores bem inferiores ao observado neste estudo. Todavia, considerando apenas altura média do primeiro ciclo, os valores médios também foram inferiores, o que pode estar associado à presença de fusariose na área utilizada para seleção dos genótipos por estes autores, além de outros fatores ambientais, como fertilidade do solo. Além disso, no estudo de diversidade genética realizado por Lopes et al. (2014), os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 foram mais próximos geneticamente entre si, e mais distantes do Gen19, o que pode justificar essa diferença nos resultados verificados.

Tabela 3. Efeito dos ciclos sobre a altura das plantas na emissão do cacho (ALT), número de folhas na colheita (NF), dias até o florescimento (DAF), dias até a colheita (DAC), número de cachos por ano (NCA), intervalo entre cachos (INTERV), produtividade (PROD), produtividade acumulada (PRODAC), produtividade corrigida (PRODCOR), peso do cacho com engajo (PCCE), peso do cacho sem engajo (PCSE) e comprimento do fruto central da 5ª penca (CFC5P), avaliados em genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’, em quatro ciclos de produção, Porteirinha, MG.

CICLO	Características					
	ALT (m)	NF	DAF (dias)	DAC (dias)	NCA	INTERV (dias)
1	2,17 a	8,70 c	255,70 d	408,70 d	0,89 c	408,70 c
2	3,15 b	8,90 b	444,10 c	608,70 c	1,21 a	200,90 a
3	3,65 c	12,10 a	798,95 b	949,05 b	1,16 ab	341,45 b
4	3,60 c	12,70 a	1126,05 a	1280,65 a	1,15 b	327,40 b

CICLO	Características					
	PROD (t ha ⁻¹)	PRODAC (t ha ⁻¹)	PRODCOR (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)	PCCE (kg)	PCSE (kg)	CFC5P (cm)
1	20,63 b	20,63 d	18,54 b	13,09 c	11,77 c	17,80 ab
2	25,77 a	46,56 c	28,12 a	15,81 b	14,56 b	18,05 a
3	28,88 a	73,71 b	28,53 a	18,51 a	17,02 a	18,45 a
4	25,75 a	99,43 a	28,65 a	16,95 ab	14,68 b	16,85 b

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Tabela 4. Efeito dos genótipos sobre a altura das plantas na emissão do cacho (ALT), produtividade acumulada (PRODAC) e comprimento do fruto central da 5ª penca (CFC5P), avaliados em genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’, em quatro ciclos de produção, Porteirinha, MG.

GENÓTIPO	Características		
	ALT (m)	PRODAC (t ha ⁻¹)	CFC5P (cm)
Gen1	3,00 a	59,56 ab	17,69 b
Gen7	2,97 a	57,60 ab	17,00 b
Gen13	3,10 a	52,88 b	17,31 b
Gen19	3,54 b	66,38 a	19,44 a
‘Prata-Anã’	3,09 a	63,99 ab	17,50 b

É válido destacar que agronomicamente genótipos de menor altura são os ideótipos preferenciais a serem selecionados nos programas de melhoramento da bananeira, uma vez que há a possibilidade de adensamento dos plantios, além de facilitar tratamentos culturais e a realização da colheita (Mendonça, Duarte, Costa, Matos & Seleguini, 2013). Logo, é possível afirmar que os genótipos Gen1, Gen7, Gen13 e ‘Prata-Anã’, e o ciclo 1, foram os que apresentaram melhores resultados para a altura de plantas (Tabela 3).

Contudo, o porte aumenta com os ciclos e esse menor porte apresentado no primeiro ciclo só poderia ser utilizado em cultivos com alta densidade de plantio com apenas um ciclo, uma tendência na bananicultura e comum hoje em plátanos (Rosales, Alvarez & Vargas, 2008). É válido ressaltar que todos os genótipos avaliados apresentaram altura entre 2,97 e 3,54 (Tabela 4), considerada boa altura para cultivos de bananeira. Genótipos com altura entre 2,00 e 3,50 m são considerados de porte médio (Mendonça et al., 2013), e que de acordo com Santos et al. (2006), esta faixa de altura é considerada a mais recomendada comercialmente.

O maior número de folhas na colheita (NF) foi observado nos ciclos 3 e 4 (Tabela 3). Uma maior quantidade de folhas na ocasião do florescimento e da colheita é uma

característica de interesse no melhoramento e seleção de genótipos de bananeira, uma vez que esta característica é diretamente ligada a atividade fotossintética da planta, o que pode resultar em maior produtividade de frutos (Taiz, Zeiger, Moller & Murphy, 2017). Contudo, uma maior quantidade de folhas é uma característica bastante influenciada pelo ambiente, principalmente associada à vento, problemas nutricionais, patógenos e estado hídrico da cultura, que podem afetar a senescência das folhas entre o florescimento e a colheita. De acordo com Rodrigues, Dias, e Pacheco (2009), a manutenção 12 folhas sadias na planta durante o ciclo de produção é um número mínimo satisfatório para assegurar maior sanidade das plantas e não reduzir os caracteres agronômicos em ‘Prata-Anã’. Dessa forma, nos ciclos 3 e 4 o número de folhas foi satisfatório por ocasião da colheita, o que sugere que à época da colheita a quantidade de folhas era maior. Apesar do ciclo 4 apresentar maior quantidade de folhas, juntamente com o ciclo 3, esse ciclo proporcionou menor índice de área foliar (IAF) (Tabela 2), o que pode indicar que as folhas neste ciclo eram menores e promoveram menor cobertura do solo.

A maior quantidade de dias até florescimento (DAF) e do florescimento até a colheita (DAC) foram observados para o ciclo 4 (Tabela 3). Essa diferença se deu pelo fato desta ser uma variável acumulada, cujo ciclo 4 indica o número de dias para encerramento do ciclo da cultura. Considerando a diferença entre estas duas variáveis como o período para formação do cacho após a floração, observou-se que houve uma variação de 153 (ciclo 1) a 165 (ciclo 2) dias, com valor médio de 156 dias.

Estes valores foram superiores aos observados por Arantes et al. (2017) em diferentes grupos comerciais de bananeira. Estes autores verificaram que, para o 1º, 2º e 3º ciclo, os genótipos apresentaram valores de 134, 125 e 136 dias do florescimento à colheita, respectivamente. Já Donato, Arantes, Silva e Cordeiro (2009), ao avaliarem o ciclo da ‘Prata-Anã’ e quatro híbridos do tipo prata em 1º e 2º ciclo de produção, verificaram períodos do florescimento a colheita que variaram de 123 a 167 dias, sendo os menores valores observados no 2º ciclo. Isto indica que os valores encontrados no presente trabalho estão dentro do observado para a cultura. Ressalta-se que, além do tipo comercial, esta quantidade de dias entre o florescimento e a colheita é fortemente influenciada por fatores ambientais, especialmente pela época do ano em que ocorre a floração, sendo mais precoce durante o período do verão, devido às altas temperaturas (Robinson & Galan Saúco, 2010).

Em relação ao número de cachos por ano (NCA), os ciclos 2 e 3 foram os que apresentaram maiores valores, enquanto o ciclo 2 foi o que promoveu menor intervalo entre cachos (INTERV) (Tabela 2). O maior INTERV observado para o ciclo 1 está relacionado ao

fato de que o intervalo no primeiro ciclo leva em consideração a fase de desenvolvimento após o plantio, o que acaba por prolongar a fase até a emissão e colheita do cacho. Já nos demais ciclos o INTERV é reduzido, pois as plantas seguidoras (planta-filha, planta-neta e planta-bisneta) já se apresentam mais desenvolvidas quando são colhidos os cachos da planta mãe, com a planta-filha normalmente no estágio de diferenciação floral e planta-neta com pelo menos 50 cm, caso a sincronia do bananal esteja normal (Rodrigues, Donato, Lichtemberg & Dias, 2015). Ou seja, já se apresentam com maior maturidade fisiológica e melhor capacidade de absorção de água e nutrientes, o que reduz o intervalo de formação, emissão e colheita dos cachos dentro dos ciclos seguintes.

Um maior NCA e menor INTERV são desejáveis, uma vez que isto pode indicar maior produtividade e precocidade dos ciclos. Essas características são importantes para o produtor, pois a produção de um bananal, ou seja, o número de caixas de fruta obtido em uma área, durante um determinado período, é formado pelos componentes de rendimento, que são o número de cachos obtido por ano e o peso aproveitável de cada cacho. Esses componentes variam com o nível tecnológico, com a cultivar, com a qualidade do clone, com as condições climáticas e de solo (Donato, Rodrigues & Souza, 2015).

Logo, é possível inferir que, de maneira geral, o ciclo 2 é aquele que proporciona melhor desempenho agrônômico para os genótipos avaliados por promover um maior número de cachos por ano e menor intervalo entre cachos, corroborando o observado por Marques et al. (2011) e Arantes et al. (2017). O conhecimento do comportamento dos genótipos nos ciclos é de grande interesse, pois permite ao produtor rural gerenciar adequadamente seus cultivos, com melhor planejamento de receitas e da execução de tratamentos culturais.

A produtividade de frutos é a característica de maior importância na avaliação agrônômica de genótipos de bananeira, pois é diretamente associada à rentabilidade do produtor. Esta característica não variou entre genótipos, havendo diferenças significativas ($p \leq 0,05$) apenas entre os ciclos (Tabela 3). Verificou-se que os ciclos 2, 3 e 4 foram os que apresentaram maiores produtividades, com valores de 25,77; 28,88 e 25,75 t ha⁻¹, respectivamente. Considerando a produtividade média dos três melhores ciclos (26,80 t ha⁻¹), é possível afirmar que eles produziram, em média, 23% a mais que o primeiro ciclo. Aumento de produtividade entre o primeiro e os demais ciclos é inerente ao cultivo da bananeira (Donato et al., 2009; Marques et al., 2011; Marques, Donato, São José, Arantes & Rosa, 2018; Arantes et al., 2017).

A menor produtividade do ciclo 1 é justificável, já que em termos fisiológicos a planta (touceira) ainda não apresenta seu máximo potencial para produção. Isto ocorre especialmente

porque inicialmente as fontes de fotoassimilados da bananeira são as folhas, e posteriormente soma-se ao acumulado pelo rizoma (Silva et al., 2012). Ou seja, nos ciclos posteriores ao primeiro, o rizoma está mais bem formado e com maior capacidade de fornecer nutriente para a planta, e conseqüentemente favorecer maior produção nestes ciclos. Além disso, no primeiro ciclo as mudas passam por um período de estresse e adaptação após o plantio.

Estes dados também reforçam uma importante característica comumente aplicada na seleção de plantas: a necessidade de avaliação de vários ciclos, pois muitas vezes o máximo potencial não é apresentado no primeiro ciclo produtivo. Logo, no melhoramento da bananeira é importante que a avaliação agrônômica dos genótipos caracterize o máximo de ciclos possíveis para uma recomendação mais confiável.

A maior produtividade acumulada (PRODAC) foi verificada no ciclo 4, o que é justificável devido ao efeito acumulativo da variável (Tabela 2). Já em relação aos genótipos, a maior PRODAC foi observada para o genótipo Gen19, o qual diferiu apenas do Gen13 (Tabela 4). O Gen19 foi o que apresentou maior massa de cacho no estudo desenvolvido por Lopes et al. (2014), independentemente do ciclo avaliado, com valores médios de 20 e 23 kg por cacho no 1º e 2º ciclo, respectivamente. Isso mostra que o genótipo apresenta grande potencial produtivo.

A PRODAC é de grande interesse quando se pretende trabalhar com vários ciclos, todavia a redução do número de ciclos tem sido preconizada em alguns plantios. A produtividade corrigida (PRODCOR) por sua vez indica a produção média anual em função da produção total acumulada, a qual apresentou os melhores resultados nos ciclos 2, 3 e 4. Uma maior PRODCOR é importante para o bananicultor, pois indica a produtividade obtida no período de um ano. Esta informação é importante, pois permite ao produtor administrar de forma mais eficaz as receitas da propriedade.

Os ciclos 2 e 3 foram os que apresentaram os maiores CFC5P, não diferindo do observado no ciclo 1, cujos valores variaram de 17,80 a 17,80 cm (Tabela 3). Com relação aos genótipos, o maior CFC5P foi observado no Gen19, com comprimento médio de 19,44 cm (Tabela 4). Já Esses valores são próximos dos encontrados por Marques et al. (2011) para ‘Prata-Anã’, 16,05 cm no primeiro ciclo, 18,06 cm no segundo ciclo e 17,50 cm no terceiro ciclo, enquanto Donato et al. (2009) encontraram valores menores, 14 cm no primeiro ciclo e 16 cm no segundo ciclo. O CFC5P é uma característica relacionada principalmente à qualidade dos frutos, uma vez que frutos maiores geralmente apresentam melhor classificação e, conseqüentemente, melhor preço de venda. Ressalta-se, porém, que esta exigência varia conforme o mercado consumidor a ser atendido (Faria, Donato, Pereira & Silva, 2010), mas

que na seleção visando frutos grandes esta característica é de grande interesse (Silva et al., 2015).

CONCLUSÕES

Os genótipos tolerantes à fusariose são similares entre si e com a ‘Prata-Anã’, o que indica seu potencial para comercialização.

A produtividade de frutos, principal característica agrônômica, é a influenciada exclusivamente pelos ciclos de produção, independentemente dos genótipos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Amorim, E. P., Cohen, K. O., Amorim, V. B. O., Paes, N. S., Sousa H. N., Santos-Serejo, J. A., & Silva, S. O. (2011). Caracterização de acessos de bananeira com base na concentração de compostos funcionais. *Ciência Rural*, 41(4), 592-598. DOI: 10.1590/S0103-84782011005000042.
- Arantes, A. M., Donato, S. L. R., Silva, T. S., Rodrigues Filho, V. A., & Amorim, E. P. (2017). Agronomic evaluation of banana plants in three production cycles in southwestern state of Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(1), 1-12 (e-990). DOI: 10.1590/0100-29452017990.
- Cordeiro, Z. J. M., Matos, A. P., & Kimati, H. (2005). Doenças da bananeira. In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J. A. M., Bergamin Filho, A., & Camargo, L. E. A., (Ed.). *Manual de Fitopatologia* (p. 99-117). São Paulo, SP: Agrônômica Ceres.
- Donato, S. L. R., Arantes, A. M., Silva, S. O., & Cordeiro, Z. J. M. (2009). Comportamento fitotécnico da bananeira ‘Prata-Anã’ e de seus híbridos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44 (12), 1508-1515. DOI: 10.1590/S0100-204X2009001200007.
- Donato, S. L. R., Coelho, E. F., Marques, P. R. R., & Arantes, A. M. (2016). Considerações ecológicas, fisiológicas e de manejo. In: Ferreira, C. F., Silva, S. O., Amorim, E. P., & Santos-Serejo, J. A. *O agronegócio da banana* (p. 45-110). Brasília, DF: Embrapa.

Donato, S. L. R., Rodrigues, M. G. V., & Souza, I. (2015). Considerações sobre índices técnicos, de produção e econômicos para a cultura da bananeira. *Informe Agropecuário*, 36 (288), 114-125.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa.

FAO. Food and Agriculture Organization Of the United Nations. (2016). FAO database. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso em: 20 dez. 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization Of the United Nations. *Banana marketreview*. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9212en/ca9212en.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2020.

Faria, H. C., Donato, S. L. R., Pereira, M. C. T., & Silva, S. O. (2010). Avaliação fitotécnica de bananeiras tipo Terra sob irrigação em condições semi-áridas. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(4), 830-836. DOI: 10.1590/S1413-70542010000400006.

Köppen, W. (1948). *Climatologia: com um estudio de los climas de La tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica.

Lena, B. P., Folegatti, M. V., Francisco, J., Santos, O. N. A., & Andrade, I. P. S. (2016). Performance of LAI-2200 plant canopy analyzer on leaf area index of *Jatropha nut* estimation. *Journal of Agronomy*, 15(4), 191-197. DOI: 10.3923/ja.2016.191.197.

Lopes, O. P., Maia, V. M., Xavier, A. A., Costa, M. R., & Rodrigues, M. G. (2014). Diversidade genética, crescimento e produção de genótipos de bananeira ‘Prata-Anã’ em área com mal do Panamá. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(4), 924-939. DOI: 10.1590/0100-2945-368/13.

Marques, P. R. R., Donato, S. L. R., Pereira, M. C. T., Coelho, E. F. & Arantes, A. M. (2011). Características agrônomicas de bananeiras tipo Prata sob diferentes sistemas de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 46(8), 852-859. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000800010.

Marques, P. R. R., Donato, S. L. R., São José, A. R., Arantes, A. M. & Rosa, R. C. C. (2018). Gas exchange and yield of Prata-type banana plants with fertilizer sources for organic management. *African Journal of Agricultural Research*, 13(5), 272-280. DOI: 10.5897/AJAR2017.12896.

Mendonça, K. H., Duarte, D. A. S., Costa, V. A. M., Matos, G. R., & Seleguini, A. (2013). Avaliação de genótipos de bananeira em Goiânia, estado de Goiás. *Revista Ciência Agronômica*, 44(3), 652-660. DOI: 10.1590/S1806-66902013000300030.

Oliveira e Silva, S., Matos, A. P., Cordeiro, Z. J. M., Lima, M. J. C., & Amorim, E. P. (2011). Avaliação de genótipos tetraploides de bananeira cultivados em área infestada pelo agente causal do mal-do-Panamá. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 1, p. 137-143. DOI: 10.1590/S0100-29452011005000029.

Ploetz, R. C. (2015). Fusarium wilt of banana. *Phytopathology*, 105(12), 1512-1521. DOI: 10.1094/PHYTO-04-15-0101-RVW.

R Core Team. (2018). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

Robinson, J. C., & GalánSaúco, V. (2010). *Bananas and plantains*. Oxford: CAB International / Crop production Science in horticulturae series.

Robinson, J. C., & Nel, D. J. (1988). Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. I. Vegetative morphology, phenology and plantation microclimate. *Journal of Horticultural Science*, 63(2), 303-313. DOI: 10.1080/14620316.1988.11515863.

Rodrigues Filho, V. A., Donato, S. L. R., Silva, T. S. S., & Amorim, E. P. (2014). Características agrônômicas e ocorrência de mal-do-panamá em bananeiras tipo pacovan. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36(2), 515-519. DOI: 10.1590/0100-2945-379/13.

Rodrigues, M. G. V., Dias, M. S. C., & Pacheco, D. D. (2009). Influência de diferentes níveis de desfolha na produção e qualidade dos frutos da bananeira 'Prata-Anã'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(3), 755-762. DOI: 10.1590/S0100-29452009000300019.

Rodrigues, M. G. V., Donato, S. L. R., Lichtemberg, L. A., & Dias, M. S. C. (2015). Implantação e manejo do bananal. *Informe Agropecuário*, 36(288), 27-44.

Rosales, F. E., Alvarez, J. M., & Vargas, A. (2008). *Guia prática para La producción de plátano con altas densidades - Experiencias de América Latina y el Caribe*. Montpellier: Bioersivity Internacional.

Santos, G. C., Maia, V. M., Aspiazú, I., Pereira, M. C. T., Donato, S. L. R., & Nobre, D. A. C. (2019). Weed interference on 'Prata-Anã' Banana Production. *Planta Daninha*, 37(e019222533), 1-9. DOI: 10.1590/s0100-83582019370100150.

Santos, M. R., Donato, S. L. R., Arantes, A. M., Coelho, E. F., & Oliveira, P. M. (2017). Gas exchange in 'BRS Princesa' banana (*Musa* spp.) under partial rootzone drying irrigation in the north of Minas Gerais, Brazil. *Acta Agronomica Journal*, 66(3), 378-384. DOI: 10.15446/acag.v66n3.55056.

Santos, S. C., Carneiro, L. C., Silveira Neto, A. N., Paniago Júnior, E., Freitas, H. G., & Peixoto, C. N. (2006). Caracterização morfológica e avaliação de cultivares de bananeira resistentes a sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) no sudoeste goiano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28(3), 449-453. DOI: 10.1590/S0100-29452006000300024.

SEAPA. Secretaria de Estado de Agricultura Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. (2019). *Banana*. Belo Horizonte: Subsecretaria de Política e Economia Agrícola. Disponível em:

[http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019\[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019[1].pdf)
Acesso: 20 jan. 2020.

Silva, A. J. P., Arantes, A. M., Cruz, A. J. S., Cotrim, C. E., Coelho, E. F., Costa, F. S., & Marouelli, W. A. (2012). *Irrigação da bananeira*. Brasília, DF: Embrapa.

Silva, J. T. A., & Carvalho, J. G. (2005). Avaliação nutricional de bananeira ‘Prata-Anã’ (AAB), sob irrigação no semiárido do norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(4), 731-739. DOI: 10.1590/S1413-70542005000400004.

Silva, T. S., Donato, S. L. R., Rodrigues Filho, V. A., Padilha Júnior, M. C., & Silva, Y. C. P. (2015). Características agronômicas de seis cultivares de bananeiras tipo prata. *Revista Verde*, 10(2), 1-4. DOI: 10.18378/rvads.v10i2.3096.

Soto Ballesteros, M. (2008). *Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización*. Guacimo: Earth.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Turner, D. W., Fortescue, J. A., & Thomas, D. S. (2007). Environmental physiology of the bananas (*Musa spp.*). *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 463-484. DOI: 10.1590/S1677-04202007000400013.

CAPÍTULO 3

SIMILARIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES À FUSARIOSE POR ABORDAGEM MULTIVARIADA

(Artigo formatado de acordo com as normas da revista Scientia Agrícola)

SIMILARIDADE DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA TIPO PRATA TOLERANTES A FUSARIOSE POR ABORDAGEM MULTIVARIADA

Resumo: Objetivou-se estudar a similaridade de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes à fusariose com a ‘Prata-Anã’ com abordagem multivariada e definir descritores mais associados à produtividade por análise de correlação. Os tratamentos, quatro genótipos de bananeira tolerantes à fusariose (Gen1, Gen7, Gen13 e Gen19) e a ‘Prata-Anã’ (Gen100), em quatro ciclos de produção (mãe-filha-neta-bisneta), foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados 10 descritores quantitativos: altura da planta na emissão do cacho (ALT); dias do plantio a colheita (DFC); número de folhas (NF); índice de área foliar (IAF); produtividade (PROD); peso do cacho com engajo (PENG), peso do cacho sem engajo (PCSE); número total de pencas (NTP); número total de frutos (NTF) e o número de cachos por ano (NCA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, estudo de correlações e à análise de variância multivariada, com uso de método de componentes principais (PCA) e agrupamento por dendrograma (UPGMA). Foi observado que os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 foram os mais similares à ‘Prata-Anã’ e com as melhores características agronômicas, enquanto os ciclos 2, 3 e 4 proporcionaram melhor desempenho agronômico dos genótipos. Observaram-se correlações positivas entre a PROD e todos os demais caracteres, exceto com o IAF, característica que apresentou associação negativa com a PROD e com NF, ALT, NTF e NCA.

Palavras-chave: *Musa* ssp. AAB; fusariose; tolerância; componentes principais; agrupamentos.

SIMILARITY OF BANANA GENOTYPES PRATA TYPE TOLERANT TO FUSARIOSIS BY MULTIVARIATE APPROACH

Abstract: The aim of this study was to study the similarity of prata type banana genotypes tolerant to fusariosis with the dwarf cultivar with a multivariate approach and to define descriptors more associated with productivity by correlation analysis. The experimental design was in randomized blocks with four replications, in a split-time scheme. Five banana genotypes pre-selected as tolerant to fusariosis (Gen1, Gen7, Gen13 and Gen19) and the ‘Prata-Anã’ (Gen100) were evaluated in four cultivation cycles (mother-daughter-

granddaughter-great-granddaughter). Plant height at cluster emission (ALT), days from flowering to harvest (DFC), number of leaves (NF), leaf area index (IAF), productivity (PROD), cluster weight with stems (PENG) were evaluated), bunch weight without stems (PCSE), total number of bunches (NTP), total number of fruits (NTF) and number of bunches per year (NCA). The data obtained were submitted to analysis of variance, study of correlations and multivariate analysis of variance, using the principal component method (PCA) and grouping by dendrogram (UPGMA). It was observed that the genotypes Gen1, Gen7 and Gen13 were the most similar to the commercial 'Prata-Anã' and with the best agronomic characteristics, while cycles 2, 3 and 4 provided better agronomic performance of the genotypes. Regarding the correlations, it was observed that there were positive correlations between PROD and all other characters, except with IAF, which was the only characteristic that showed a negative association both with PROD, as well as with NF, ALT, NTF and NCA.

Keywords: *Musa* ssp. AAB; fusariosis; tolerance; principal components; groupings.

Introdução

A banana (*Musa* spp.) é uma das principais frutas consumidas no mundo, cultivada em mais de 100 países (Jiménez e Brioso, 2018). O Brasil é o quarto maior produtor mundial, superado por Índia, China e Filipinas (FAOSTAT, 2017). O país também é caracterizado pelo elevado consumo da fruta. Isto está associado principalmente ao fato do fruto ser saboroso, nutritivo e de baixo custo (Reis et al., 2016).

O Estado de Minas Gerais é o terceiro maior produtor do Brasil, responsável por 11,5% da produção nacional, com uma produção total de 813,9 mil toneladas obtidas em 2019 (SEAPA, 2019). A região norte do estado concentra 40,35% da produção (Santos et al., 2017). Apesar do clima semiárido, o uso da irrigação e a tecnificação dos cultivos realizados nesta região têm proporcionado altas produtividades e expansão da cultura, o que favorece a geração de empregos e fortalecimento da economia local.

Diversas doenças comprometem a bananicultura, pois a maioria das cultivares utilizadas pelos produtores são susceptíveis às principais pragas e doenças. Dentre estas doenças destaca-se a fusariose, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, que tem inviabilizado diversos cultivos, em especial na região Norte de Minas Gerais (Castricini et al., 2017). A cultivar predominante nos cultivos da região Norte de Minas Gerais é a 'Prata-

Anã' (Lopes et al., 2014; Castriciniet al., 2017), suscetível à raça 1 de Foc. (Ventura e Hinz, 2002).

Devido à baixa eficiência do controle químico, o uso de cultivares resistentes é a principal estratégia de controle da doença (Ploetz, 2015). Logo, a identificação de fontes de resistência é o primeiro passo para o desenvolvimento de cultivares melhoradas tolerantes à fusariose (Ribeiro et al., 2018). Lopes et al.(2014) realizaram a seleção de genótipos tolerantes a fusariose a partir de plantas coletadas no perímetro irrigado do Jaíba, localizado no Norte de Minas Gerais. Para tanto, a autora identificou uma determinada área com histórico de ocorrência da doença no município de Jaíba, da qual coletou plantas com sintomas e aparentemente sem sintomas de fusariose. A partir dos rizomas destas plantas foram obtidos explantes para produção de mudas micropropagadas e posterior obtenção dos clones das plantas selecionadas em campo. Após este processo, os genótipos obtidos foram avaliados em área contaminada e realizada a seleção dos indivíduos tolerantes ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Todavia, além de identificar genótipos resistentes e/ou tolerantes às doenças, os mesmos devem ser avaliados quanto ao seu desempenho agrônomico e outras características morfológicas, de preferência em diversos ambientes. Apesar dos genótipos selecionados por Lopes et al. (2014) como tolerantes à fusariose terem sido avaliados agronomicamente durante a seleção, este processo ocorreu em uma área contaminada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, o que pode limitar a identificação do potencial agrônomico máximo. Logo, avaliar a capacidade produtiva em áreas livres ou de baixa incidência de fusariose é uma estratégia importante para validar a seleção destes genótipos obtidos, sendo este um dos focos deste trabalho, de forma a permitir, futuramente, uma recomendação comercial dos genótipos selecionados.

Além disso, é importante a determinação da dissimilaridade entre os tratamentos (genótipos e ciclos de produção, por exemplo) considerando todo conjunto de caracteres avaliados, de forma a determinar aqueles com maior potencial produtivo e com melhor adaptação ao manejo da cultura. Para tanto, a análise multivariada tem sido uma importante ferramenta, a qual frequentemente é adotada em diversos trabalhos envolvendo bananeira (Pereira et al., 2012; Rambo e Ferreira, 2015; Borges et al., 2019). Por meio desta análise é possível verificar a similaridade entre tratamentos considerando um conjunto de caracteres (Cruz et al., 2012), o que permite um estudo global das características de interesse pelo pesquisador. Já o estudo das correlações entre caracteres é importante, pois permite avaliar o efeito da alteração de um caractere sobre outro, assim é possível determinar o grau de

associação entre descritores fenotípicos e suas influências nos aspectos produtivos durante a seleção (Donato et al., 2006).

Assim, objetivou-se estudar a similaridade de genótipos de bananeira tipo prata tolerantes à fusariose com a ‘Prata-Anã’ com abordagem multivariada e definir descritores mais associados à produtividade por análise de correlação.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade localizada no município de Porteirinha-MG, à latitude 43°15’49,89”, longitude 15°38’34” e altitude de 530 m. O solo desta área foi classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2013). O clima da região é classificado como do tipo “Aw”, caracterizado como tropical quente e apresentando inverno seco (Köppen, 1948).

A área definida para o plantio do experimento foi cultivada com sorgo anteriormente ao experimento, e nos dois anos anteriores ao plantio permaneceu em pousio com vegetação espontânea. Amostras do solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, analisadas, apresentando os seguintes resultados: pH (em água) = 6,3; P = 7,5 (mg dm⁻³); K = 153 (mg dm⁻³); Na = 0,1 (cmol_c dm⁻³); Ca⁺² = 3,5 (cmol_c dm⁻³); Mg = 0,8 (cmol_c dm⁻³); Al⁺³ = 0,0 (cmol_c dm⁻³); H+Al = 1,5 (cmol_c dm⁻³); SB = 4,8 (cmol_cdm⁻³); t = 4,8 (cmol_c dm⁻³); T = 6,3 (cmol_c dm⁻³); V = 77 %; m = 0%; B = 0,3 (mg dm⁻³); Cu = 1,0 (mg dm⁻³); Fe = 12,8 (mg dm⁻³); Mn = 50,5 (mg dm⁻³); Zn = 1,7 (mg dm⁻³); CE = 0,4 dS m⁻¹; Areia = 58 (dag kg⁻¹); Silte = 27 (dag kg⁻¹); Argila = 15 (dag kg⁻¹); classe textural = franco-arenoso.

O preparo do solo consistiu em subsolagem, aração, gradagem e sulcamento. O plantio foi realizado utilizando-se mudas micropropagadas obtidas no Laboratório de Micropropagação da Unimontes, no espaçamento de 3,0 x 1,9 m. O sistema de irrigação utilizado foi a microaspersão.

A adubação de plantio foi feita com 100 g de fosfatomoaônico (MAP) por planta. Foram realizadas adubações de cobertura via fertirrigação durante todo o período experimental, aplicando-se 90 kg ha⁻¹ de N, sendo utilizados como fontes deste elemento principalmente o sulfato de amônio. Foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de fosfato monoamônico, 160 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e 25 kg ha⁻¹ de MgO na forma de sulfato de magnésio.

Quanto aos micronutrientes, foram aplicados no solo, junto com os adubos de cobertura, nas quantidades de 3 kg ha⁻¹ de Zn, 2 kg ha⁻¹ de Cu, 3 kg ha⁻¹ de B, na forma de

sulfato de zinco, sulfato de cobre e ácido bórico, respectivamente. Também foram realizadas aplicações foliares com produtos comerciais (Mastermins 03-15-08, Sett, Phytogard Zinco, Phytogard Potássio e Stimulate).

Os tratamentos, quatro genótipos de bananeira selecionados por Lopes et al. (2014) como tolerantes à fusariose (Gen1, Gen7, Gen13 e Gen19) e a ‘Prata-Anã’ (Gen100), em quatro ciclos de produção (mãe-filha-neta-bisneta), foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, em delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro fileiras de quatro plantas, perfazendo um total de 16 plantas, sendo consideradas como úteis as quatro plantas centrais.

Foram avaliados 10 descritores quantitativos: altura da planta na emissão do cacho (ALT); dias entre o florescimento e a colheita (DFC); número de folhas na colheita (NF); índice de área foliar (IAF), estimado por meio do aparelho modelo AccuPAR LP-80® PAR / LAI Ceptometer da DecagonDevicesInc, e avaliado quando 50% das plantas em cada ciclo haviam emitido os cachos, conforme Lena et al. (2016); produtividade (PROD), determinada pela multiplicação do peso de cacho sem engajo (PCSE), ou seja, o peso das pencas, pelo número de plantas ha^{-1} , dividindo-se o valor por 1000 (expresso em toneladas); peso do cacho com engajo (PENG), peso do cacho sem engajo (PCSE); número total de pencas (NTP); Número total de frutos (NTF) e o número de cachos por ano (NCA).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Core Team, versão 2018). A análise de variância multivariada foi feita pela função “manova”, aplicando-se o teste de Willks ($p \leq 0,05$) para a verificação da significância dos fatores e sua interação. A análise por meio de componentes principais (PCA), com o auxílio da função “princomp”. Além disso, foi determinada a matriz de dissimilaridade dos tratamentos (genótipo : ciclo) utilizando-se a distância de Mahalanobis e realizado um dendrograma pelo método UPGMA (UnweightedPairGroupMethodwithArithmeticMean), com o auxílio das funções “dist” e “hclust”. Para as características que apresentaram efeitos significativos ($p \leq 0,05$), foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres por meio da função “cor” e as estimativas significativas pelo teste t ($p \leq 0,05$) foram representadas de forma gráfica com auxílio da função “qgraph”.

Resultados

Com uso da análise de variância multivariada foram identificadas interação entre genótipos e ciclos, efeito significativo ($p \leq 0,05$) dos ciclos, mas não se indicou a influência dos genótipos de forma independente ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Ao avaliar a representação bidimensional da dispersão dos genótipos (Figura 1 A), verificou-se a formação de três grupos distintos. Os genótipos que compuseram o grupo II (Gen1, Gen7 e Gen13) apresentaram maior similaridade com a ‘Prata-Anã’, enquanto o genótipo Gen19 mostrou-se como o mais divergente em comparação aos demais genótipos avaliados.

Considerando-se as correlações estabelecidas entre as variáveis e os dois primeiros componentes principais (PCA1 e PCA2) (Tabela 2), observou-se que a altura de plantas (ALT) foi a única característica que apresentou forte correlação positiva com o PCA1. Já o número de folhas (NF), peso do cacho com engaço (PENG), número total de pencas (NTP), número total de frutos (NTF) e número de cachos por ano (NCA) apresentaram forte correlação negativa com o PCA1. Logo, é possível afirmar que o genótipo Gen19 foi mais divergente em comparação aos demais por apresentar maior porte, além de menor quantidade de folhas, menor peso do cacho com engaço, menor quantidade de pencas, menor quantidade de frutos e menor quantidade de cachos por ano, sendo por isso o de menor interesse agrônômico.

Em relação às correlações estabelecidas com o PCA2, os maiores valores foram observados com as características dias do florescimento até a colheita (DFC), produtividade (PROD) e peso do cacho sem engaço (PCSE) (Tabela 2). Assim, os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 têm o maior tempo entre florescimento e colheita, especialmente o Gen13, enquanto a ‘Prata-anã’ tem o menor. Os genótipos gen7 e Gen19 têm valores intermediários de DFC. Para as características PROD e PCSE, destaca-se a ‘Prata-anã’ com os maiores valores, seguida de Gen19 e Gen7, sendo o Gen13 o pior genótipo em relação à estas características.

Analisando-se a dispersão dos escores considerando genótipos e ciclos, observou-se a formação de seis grupos (I, II, III, IV, V e VI) (Figura 1 B). Os grupos I e II, apesar de distintos, alocaram-se próximos. Estes dois grupos foram compostos por genótipos avaliados nos ciclos 2, 3 e 4.

A partir das correlações observadas entre as características e os componentes principais na interação entre genótipos e ciclos (Tabela 2), verificou-se que, para o componente principal 1 (PCA1), as correlações mais fortes foram positivas e estabelecidas

com a altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), produtividade (PROD), peso do cacho sem engajo (PCSE), número total de pencas (NTP), número total de frutos (NTF) e número de cachos por ano (NCA). O índice de área foliar foi a única característica que apresentou correlação negativa forte com o PCA1.

Os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 nos ciclos 3 e 4, além da ‘Prata-Anã’, nestes dois ciclos, foram os tratamentos que apresentaram os maiores resultados para as características ALT, NF, PROD, PCSE, NTP, NTF e NCA, porém com menores valores de IAF (Figura 1 B). É válido destacar que o genótipo Gen19 foi o único que apresentou desempenho inferior nestes ciclos. Entretanto, no ciclo 1, o Gen19 destacou-se para estas características, sendo superior aos demais genótipos. Neste mesmo ciclo, o Gen13 foi o que apresentou os menores valores da variável PCA1. No segundo ciclo pode-se afirmar que todos os genótipos tiveram resultados semelhantes.

Considerando as correlações com o componente principal 2 (PCA2) (Tabela 2), as maiores associações ocorreram de forma positiva com os dias do florescimento até a colheita (DFC) e negativa com o peso do cacho com engajo (PENG). Isto mostra que os genótipos apresentaram menor quantidade de dias do florescimento a colheita (DFC) e maiores PENG em primeiro ciclo.

Já os grupos IV, V e VI foram os mais similares, caracterizados por serem avaliados no ciclo 1 (Figura 1 B). Considerando as correlações com os componentes principais dentro da interação genótipo e ciclo (Tabela 2), o grupo VI, formado pelo genótipo Gen13 no ciclo 1, foi o que apresentou menores valores para ALT, NF, PROD, PCSE, NTP, NTF e NCA, e maior IAF. Já o genótipo Gen19 no ciclo 4 foi o que apresentou menor quantidade de dias até o florescimento (DFC) e maior peso do cacho com engajo (PENG). De maneira geral, observou-se que o ciclo 1 proporcionou os piores resultados de interesse agrônomo, exceto para o IAF (Figura 1 B), o que é natural pois a bananeira aumenta o porte e a produtividade entre o primeiro e os demais ciclos (Donato et al., 2009; Marques et al., 2011, 2018; Arantes et al., 2017).

Ao comparar os agrupamentos dos genótipos pelo método UPGMA (Figura 2 A), verificou-se que houve formação de dois grupos distintos. Assim como verificado na análise de componentes principais (Figura 1 A), os genótipos tolerantes à fusariose Gen1, Gen7 e Gen13 foram os mais similares à ‘Prata-Anã’, os quais formaram o grupo II. Estes genótipos divergiram fortemente do grupo I, formado pelo genótipo Gen19.

Ao comparar a formação dos agrupamentos considerando a interação entre genótipos e ciclos, também se observou a formação de dois grupos distintos (Figura 2 B). Os ciclos foram

as fontes de variação que mais contribuíram para a formação dos agrupamentos. O grupo I foi formado pelos genótipos tolerantes à fusariose e a ‘Prata-Anã’ avaliados no ciclo 1, enquanto que as demais combinações de tratamentos (genótipos : ciclo) foram agrupados no segundo grupo. Observou-se ainda que, apesar de não estar agrupados em grupos distintos, o genótipo Gen19 tendeu a apresentar maior distanciamento dos demais tratamentos, mesmo dentro do grupo, especialmente nos ciclos 3 e 4.

Referente às correlações entre caracteres, o IAF foi a única característica que apresentou correlações negativas significativas com as demais ($p \leq 0,05$). Verificou-se que as associações de maior magnitude foram verificadas entre o IAF com o número de folhas (NF), altura de plantas (ALT) e número de cachos por ano (NCA), e de menor magnitude com a produtividade (PROD) e o número total de frutos (NTF) (Figura 3).

Quanto às correlações positivas estabelecidas, a altura de plantas (ALT) apresentou correlação significativa ($p \leq 0,05$) com a produtividade (PROD), peso do cacho sem engajo (PCSE), como observado por Guimarães et al. (2014), número de cachos por ano (NCA) e número de folhas (NF), com magnitudes similares (Figura 3).

Outra correlação de maior magnitude (linha mais espessa) foi observada entre o número total de frutos (NTF) e o número total de pencas (NTP) (Figura 3). Já o peso do cacho com engajo (PENG), além da correlação com a produtividade, também se associou significativamente como número total de pencas (NTP), número total de frutos (NTF) e com o peso do cacho sem engajo (PCSE) corroborando as observações de Guimarães et al. (2014).

O número total de frutos (NTF) estabeleceu correlação significativa com todas as variáveis, exceto com a altura de plantas (ALT). Isso foi observado para o número de cachos por ano (NCA), o qual não se correlacionou significativamente ($p > 0,05$) apenas com o peso do cacho com engajo (PENG).

A produtividade (PROD), principal característica agrônômica avaliada, correlacionou-se positivamente e de forma significativa ($p \leq 0,05$) com todas as características avaliadas, sendo a correlação de maior intensidade estabelecida como o peso do cacho sem engajo (PCSE), seguido do número de cachos por ano (NCA), altura de plantas (ALT), peso do cacho com engajo (PENG) e número total de frutos (NTF) (Figura 3).

Discussão

Apesar dos grandes avanços no melhoramento da bananeira no Brasil, principalmente em relação à resistência às principais doenças (Donato et al., 2018), a busca por ideótipos varietais deve ser constante, realizada em diferentes ciclos e ambientes de cultivo (Martin et al., 2016; Arantes et al., 2017). Isto irá garantir uma seleção mais confiável dos indivíduos com características mais desejáveis.

Há diversas cultivares de bananeiras exploradas no Brasil, porém há preferência do consumidor principalmente pelo tipo prata, a qual não apresenta resistência à fusariose ou murcha de *Fusarium* (Reis et al., 2016; Nomura et al., 2019). Isso implica na necessidade de obtenção de novos genótipos resistentes, o que vem sendo buscado pelas pesquisas ao longo dos anos. Ao avaliar os resultados do presente trabalho, é possível observar que os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13, além de tolerantes à fusariose, também apresentaram comportamento similar à ‘Prata-Anã’, a mais plantada no Brasil. Isso indica o elevado potencial agrônomico destes genótipos tolerante à fusariose.

O efeito significativo dos ciclos na análise de variância multivariada (Tabela 1) é indicativo de que há diferenças quanto ao desempenho agrônomicos das plantas-mãe, filhas, netas e bisnetas, do ponto de vista multivariado. Ou seja, há variação multivariada significativa ($p \leq 0,05$) que pode explicar a divergência entre os agrupamentos formados. Este efeito acentuado do ciclo sobre as variáveis está associado principalmente ao grau de crescimento e vigor da planta, pois o auge da produtividade da bananeira geralmente não ocorre no primeiro ciclo, o que implica em diferenças entre os ciclos. Isso é justificado, pois os dois primeiros ciclos de produção, ciclos da planta-mãe e da planta-filha, são muito contrastantes quanto às características vegetativas, com alterações significativas no porte, vigor da planta (Marques et al., 2011; Arantes et al., 2017) e na produtividade (Marques et al., 2011; Marques et al., 2018; Arantes et al., 2017). Esse aumento no vigor, na altura e na produtividade normalmente ocorre até o quarto ciclo, quando há estabilização. Contudo, pode ocorrer que o quarto ciclo seja igual ou menos produtivo que o terceiro, em função de algum problema ambiental ou de manejo (Marques et al., 2018) ou até mesmo por outros fatores bióticos ou abióticos.

A interação dos genótipos com os ciclos foi significativa ($p \leq 0,05$), ou seja, os genótipos apresentaram comportamento diferenciado dependendo do ciclo. Observou-se ainda que o Gen19 foi o mais influenciado pelos ciclos, apresentando pouca variação em relação ao PCA1 e alta divergência em relação ao PCA2. Além disso, é possível observar que os demais

genótipos variaram pouco em relação ao PCA2 ao longo do ciclo, mas com grande variação do PCA1. Isso é observado também no dendrograma pois a dispersão destes genótipos ao longo dos ciclos é maior. Isto foi evidenciado na composição dos agrupamentos, tanto pelo método de componentes principais (Figura 1 A / B) como pelos dendrogramas pelo método UPGMA (Figura 2 / B), cujos ciclos influenciaram fortemente na formação.

As representações bidimensionais realizadas com os dois primeiros Componentes Principais apresentaram boas explicações da variação total, com valores de 84,34% (Figura 1 A) e 74,33% (Figura 1 B). Esta representação bidimensional dos genótipos é uma boa estratégia no estudo da dissimilaridade entre genótipos, uma vez que quando há muitas variáveis analisadas, a representação bidimensional torna a visualização de diferenças mais facilitada. Entretanto, este tipo de análise caracteriza-se como um método dispersivo e não tendo como objetivo a formação de agrupamentos, principalmente quando há baixa explicação da variação total. Por meio da análise de componentes principais foi possível verificar que os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 foram os mais similares à ‘Prata-Anã’. Todavia, estes genótipos tolerantes à fusariose apresentaram produtividade inferior à ‘Prata-Anã’. Já os ciclos 3 e 4 foram os que promoveram melhores resultados agrônômicos, concordando com Marques et al. (2011; 2018) e Arantes et al. (2017)

Os resultados observados pelo método UPGMA para os efeitos dos genótipos corroboraram com os resultados verificados pela análise de componentes principais (Figura 2 A), ou seja, os genótipos Gen1, Gen7 e Gen13 foram agrupados juntamente com a ‘Prata-Anã’. Esta similaridade à ‘Prata-anã’ indica que estes genótipos, além de tolerante à fusariose, apresentam também potencial para futura recomendação comercial.

Ao considerar a interação entre genótipos e ciclos, os resultados dos dois métodos multivariados não foram similares, de forma que a diferença entre os grupos pelo método UPGMA ocorreu apenas em relação aos ciclos, em que os genótipos avaliados no ciclo 1 foram mais dissimilares dos demais. Ressalta-se que o método UPGMA, ao contrário da técnica de componentes principais, é um método aglomerativo hierárquico, sendo mais indicado para a formação de agrupamentos. Além disso, a técnica apresentou elevadas correlações cofenéticas (0,99 / 0,88). Esta correlação, cujos valores devem ser superiores à 70%, representa a associação linear entre a matriz de dissimilaridade do dendrograma e a matriz com as distâncias originais (Silva e Dias, 2013).

O maior grau de associação negativo (linhas vermelhas mais espessas) estabelecido entre o índice de área foliar e o número de folhas (Figura 3), indica que quanto maior o número de folhas, menor o índice de área foliar. Logo, à medida que houve aumento do

número de folhas nos tratamentos, estas folhas possivelmente apresentavam menores dimensões de comprimento e largura, resultando em menor área foliar, o que não promoveu uma boa projeção sobre o solo. Isso também pode ter ocorrido devido às correlações terem considerado todo o conjunto de dados, ou seja, dos quatro ciclos.

A correlação negativa de maior intensidade verificada entre o índice de área foliar e a altura de plantas (Figura 3) pode estar relacionada à maior exigência de luz nas plantas com maior altura, uma vez que plantas maiores implicam em maior demanda energética. Assim, espera-se que plantas maiores apresentem maiores índices de área foliar, em condições adequadas de cultivo, o que foi observado conforme a Figura 3. Todavia, o espaçamento escolhido para o plantio foi o mesmo para todos os genótipos. Porém, um dos fatores que são usados na escolha do espaçamento é a altura da planta, ou seja, plantas maiores, normalmente, devem ser cultivadas em maiores espaçamentos, embora o IAF seja mais adequado para esta definição do que a altura. Desta forma, considerando que foi usado o mesmo espaçamento para todos os genótipos, aqueles maiores e mais vigorosos competiram mais por luz, o que pode ter resultado em algum grau de estiolamento e menor IAF. Outro fator pode estar associado ao fato de plantas com porte maior sofrerem maior influência de ventos, o que contribui para diminuir sua área foliar total e, conseqüentemente, o IAF, como comprovado por Arantes et al. (2017) que observaram maior área foliar total em genótipos tipo Prata, de porte médio, comparado à genótipos tipo Pacovan, de porte alto.

Além disso, os valores de IAF podem também estar associados aos efeitos dos ciclos, uma vez que os últimos ciclos apresentam menor área foliar. Isso está de acordo o afirmado por Taket al. (2015), os quais afirmam que todos os descritores vegetativos da bananeira aumentam significativamente em relação ao aumento do ciclo, exceto a área foliar funcional e o número de folhas funcionais. Todavia, as correlações negativas do IAF com a produtividade, número de cachos por ano e número total de frutos, mesmo que baixas, não representam o que é comumente esperado. Por ser uma característica fortemente associada a produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, da produção de frutos, esperava-se que o aumento do índice de área foliar estivesse associado ao aumento das características relacionadas à produtividade. Contudo, como argumentam Donato et al. (2016) a despeito de haver uma relação direta entre área foliar e os componentes de produção, pois a relação fonte/dreno (folha/frutos) é interdependente e o incremento na capacidade da fonte pela maior área foliar tende a aumentar a taxa de assimilação líquida e, provavelmente, o tamanho do dreno, frutos, um grande número de folhas presentes na planta por ocasião do florescimento pode não estar em fase direta com a produtividade, pois pode resultar em auto-sombreamento

e não necessariamente em incremento da taxa de assimilação líquida, a depender ainda da filotaxia da cultivar.

Provavelmente isto se deveu a problemas enfrentados durante o experimento, especialmente nos 3 e 4º ciclos, quando houve a ocorrência de temperaturas extremas (>35°C) em vários dias do ano, bem acima da média histórica, além de um provável déficit hídrico resultado desta condição ambiental e da redução dos níveis e vazão de poços tubulares subterrâneos que foi observado em razão de um longo período de seca. Durante estas épocas, em observações a campo, era perceptível, sendo que em dias ou horários de temperaturas mais altas as plantas se apresentavam com semilimbos (Donato et al., 2016) e provavelmente os estômatos fechados, o que promovia o murchamento temporário das folhas e, conseqüentemente, a redução da área fotossinteticamente ativa da planta, o que pode ter resultado na redução da produção de fotoassimilados (Arantes et al., 2016) e também do índice de área foliar.

O IAF é uma característica que aponta informações sobre o crescimento da planta, em que relaciona a área foliar do dossel e a sua projeção sobre o solo. De acordo Silva et al. (2012), este índice indica a capacidade que o dossel de determinado cultivo apresenta para interceptar luz e fixar carbono. O IAF é dependente de diversos fatores, como morfologia da planta, localização do cultivo, espaçamento e estação do ano, cujos valores variam de 2 a 5. Desta forma, índices de área foliar mais próximo à 5 indicam maior área foliar e maior fechamento do dossel, conseqüentemente maior eficiência fotossintética. Assim, um bananal com IAF de 4,5 sombreia 90% da área cultivada, e, conseqüentemente, intercepta 90% da radiação solar (Silva et al., 2012). Todavia, Turner et al. (2007) destacam que valores acima de 4,5 são pouco benéficos para os cultivos, uma vez que neste ponto já ocorre o maior percentual de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

Outra forte correlação positiva de interesse foi a estabelecida entre o número total de frutos e o número total de pencas. Estas duas características são dois importantes componentes de produção, cuja forte correlação é esperada (Donato et al., 2006; Arantes et al., 2010), pois o aumento da quantidade de pencas produzidas resulta em maior número total de frutos. Dependendo do peso médio destes frutos, esta associação pode resultar em aumentos na produtividade.

O aumento da altura de plantas esteve diretamente relacionado a aumentos da produtividade, peso do cacho sem engaço e número de cachos por ano. Assim, plantas mais altas estiveram diretamente relacionadas ao melhor desempenho agrônômico, o que explica os ciclos 3 e 4, que apresentaram maiores alturas e, de forma geral, para a mesma cultivar,

representam maior vigor da planta expresso também pelo perímetro do pseudocaule serem os mais produtivos (Figura 2 B). Geralmente plantas mais vigorosas também estão relacionadas à plantas mais velhas, o que reforça o fato dos ciclos 2, 3 e 4 serem mais produtivos que o ciclo 1 (Figura 1 A / B). Plantas mais altas também apresentaram maior número de folhas, embora não contribuído para o aumento do índice de área foliar (Figura 3). Contudo, esses resultados contrastam com a discussão relatada por Donato et al. (2016), que independentemente do grupo, os genótipos de porte mais baixo foram mais produtivos que os de porte mais alto, o que pode estar relacionado à dilaceração do limbo e ao rompimento de raízes, provocados pelo vento, com maior efeito nas cultivares de porte elevado.

É válido destacar que a ‘Prata-Anã’, por exemplo, apresenta interesse de cultivo pelos produtores no Brasil principalmente devido ao seu menor porte, pois isso permite maior adensamento, facilita os tratos culturais, apresenta menor susceptibilidade a tombamentos e facilita a colheita. Logo, genótipos de menor altura são os aqueles de maior interesse pelos produtores, e quando possível, devem ser priorizados na seleção em programas de melhoramento.

Além da correlação com a altura de plantas, a produtividade também se correlacionou positivamente com os componentes de produção, ou seja, o aumento do número de cachos por ano, peso do cacho sem engajo, peso do cacho com engajo, número total de pencas e número total de frutos corroboraram para aumentos na produção. Estas variáveis também se correlacionaram entre si, o que é esperado, uma vez que são variáveis que estão associadas diretamente e confirmam os resultados obtidos em diferentes estudos de correlação (Donato et al., 2006; Arantes et al., 2010; Guimarães et al., 2014).

Conclusões

Os genótipos tolerantes a fusariose Gen1, Gen7 e Gen13 são os mais similares à ‘Prata-Anã’.

Os caracteres agronômicos avaliados correlacionam-se positivamente com a produtividade e seus componentes, sendo que o índice de área foliar é a característica que se associou negativamente com o número de folhas, altura de plantas, número de cachos por ano, produtividade e o número total de frutos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas e apoio financeiro.

Referências

Arantes, A.M.; Donato, S.L.R.; Silva, S.O. 2010. Relation ship between morphological characters and yield components in plantains. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45: 224-227. (in Portuguese, with abstract in English).

Arantes, A.M.; Donato, S.L.R.; Silva, T.S.; Rodrigues Filho, V.A.; Amorim, E.P. 2017. Agronomic evaluation of banana plants in three production cycles in southwestern state of Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura* 39: 1-12 (e-990). (in English).

Arantes, A.M.; Donato, S.L.R.; Siqueira, D.L.; Coelho, E.F.; Silva, T.S. 2016. Gas exchange in diferente varieties of banana prata in semi-arid environment. *Revista Brasileira de Fruticultura* 38: 1-12 (e-600). (in English).

Borges, C.V.; Amorim, E.P.; Leonel, M.; Gomez, H.A.G.; Santos, T.P.R.; Ledo, C.A.S.; Belin, M.A.F.; Almeida, S.L.; Minatel, I.O.; Lima, G.P.P. 2019. Post-harvest physicochemical profile and bioactive compounds of 19 bananas and plantains genotypes. *Bragantia* 78: 284-296. (in English).

Castricini, A.; Dias, M.S.C.; Rodrigues, M.G.V.; Oliveira, P.M. 2017. Quality of organic banana produced in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura* 39: 1-7 (e-813). (in English, with abstract in Portuguese).

Cruz, C.D.; Regazzi, A.J.; Carneiro, P.C.S. 2012. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. UFV, Viçosa, MG, Brasil.

Donato, S.L.R.; Arantes, A. de M.; Silva, S.O.; Cordeiro, Z.J.M. 2009. Phytotechnical behavior of 'Prata-Anã' banana and progeny hybrids. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 1608-1615. (in Portuguese, with abstract in English).

Donato, S.L.R.; Coelho, E.F.; Marques, P.R.R.; Arantes, A.M. 2016. Considerações ecológicas, fisiológicas e de manejo. p. 47-110. In: Ferreira, C.F.; Silva, S.O.; Amorim, E.P.; Santos-Serejo, J.A. O agronegócio da banana. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Brasília, DF, Brasil.

Donato, S.L.R.; Silva, J.A.; Guimarães, B.V.C.; Silva, S.O. 2018. Experimental planning for the evaluation of phenotypic descriptors in banana. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40: 1-13 (e-962). (in English, with abstract in Portuguese).

Donato, S.L.R.; Silva, S.O.; Lucca Filho, O.A.; Lima, M.B.; Domingues, H.; Alves, J.S. 2006. Correlations among characters of the plant and of the bunch in banana (*Musa* spp.). *Ciência e Agrotecnologia* 30: 21-30. (in Portuguese, with abstract in English).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa, Brasília, DF, Brasil.

FAOSTAT (2017). Food and Agricultural Organization. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acessado em: 15 agosto 2019.

Guimarães, B.V.C.; Donato, S.L.R.; Maia, V.M.; Aspiazú, I.; Coelho, E.F. 2014. Phenotypical correlations between agronomical characters in Prata type bananas (*Musa*) and its implications on yield estimate. *African Journal of Agricultural Research* 9: 1358-1365. (in English).

Jiménez, J.L.S.; Brioso, P.S.T. 2018. Surgery or surgical defoliation in 'Grand Naine' banana in the control of black Sigatoka in the state of Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40: 1-7 (e-144). (in English, with abstract in Portuguese).

Köppen, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica, México.

Lena, B.P.; Folegatti, M.V.; Francisco, J.; Santos, O.N.A.; Andrade, I.P.S. 2016. Performance of LAI-2200 plant canopy analyzer on leaf area index of *Jatropha* nut estimation. *Journal of Agronomy* 15: 191-197. (in English).

Lopes, O.P.; Maia, V.M.; Xavier, A.A.; Costa, M.R.; Rodrigues, M.G. 2014. Genetic diversity, growth and production of genotypes of banana 'prata-anã' in area with Panama disease. *Revista Brasileira de Fruticultura* 36: 924-939. (in Portuguese, with abstract in English).

Marques, P.R.R.; Donato, S.L.R.; Pereira, M.C.T.; Coelho, E.F.; Arantes, A.M. 2011. Agronomic characteristics of Prata type banana plants under different irrigation systems. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília 46: 852-859. (in Portuguese, with abstract in English).

Marques, P.R.R.; Donato, S.L.R.; São José, A.R.; Arantes, A.M.; Rosa, R. C.C. 2018. Gas exchange and yield of Prata-type banana plants with fertilizer sources for organic management. *African Journal of Agricultural Research* 13: 272-280. (in English).

Martin, G.; Baurens, F.C.; Droc, G.; Rouard, M.; Cenci, A.; Kilian, A.; Hastie, A.; Doležal, J.; Aury, J.J.M.; Alberti, A.; Carreel, F.; D'Hont, A. 2016. Improvement of the banana "*Musa acuminata*" reference sequence using NGS data and semi-automated bioinformatics methods. *BMC Genomics* 17: 1-12. (in English).

Nomura, E.S.; Cuquel, F.L.; Damatto Júnior, E.R.; Fuzitani, E.J.; Borges, A.L.; Saes, L.A. 2016. Nitrogen and potassium fertilization on 'Caipira' and 'BRS Princesa' bananas in the Ribeira Valley. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 20: 702-708. (in English, with abstract in Portuguese).

Pereira, V.M.; Borges, C.V.; Brandão, L.P.; Oliveira, L.S.; Souza, C.P.F.; Gonçalves, Z.S.; Silva, S.O.; Santos-Serejo, J.A.; Ferreira, C.F.; Amorim, E.P.; Ledo, C.A.S. 2012. Genetic diversity between improved banana diploids using canonical variables and the Ward MLM method. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47: 1480-1488. (in English, with abstract in Portuguese).

Ploetz, R.C. 2015. Fusarium wilt of banana. *Phytopathology* 105: 1512-1521. (in English, with abstract in Portuguese).

Rambo, M.K.D.; Ferreira, M.M.C. 2015. Determination of Cellulose Crystallinity of Banana Residues Using Near Infrared Spectroscopy and Multivariate Analysis. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 26: 1491-1499. (in English).

Reis, R.C.; Viana, E.S.; Jesus, J.L.; Santos, T.M.S.; Oliveira, N.A. 2016. Physicochemical and sensorial quality of banana genotypes. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 46: 89-95. (in English, with abstract in Portuguese).

Ribeiro, L.R.; Silva, S.O.; Oliveira, S.A.S.; Amorim, E.P.; Serejo, J.A.S.; Haddad, F. 2018. Sources of resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense in banana germplasm. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40: 1-8 (e-202). (in English, with abstract in Portuguese).

Santos, M.R.; Donato, S.L.R.; Arantes, A.M.; Coelho, E.F.; Oliveira, P.M. 2017. Gas exchange in 'BRS Princesa' banana (*Musa* spp.) under partial rootzone drying irrigation in the north of Minas Gerais, Brazil. *Acta Agronomica Journal* 66: 378-384. (in English, with abstract in Spanish).

SEAPA. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Banana. Belo Horizonte: Subsecretaria de Política e Economia Agrícola, 20 p., 2019. Disponível em: [http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019\[1\].pdf](http://www.reformaagraria.mg.gov.br/images/documentos/perfil_banana_nov_2019[1].pdf). Acessado em: 20 de janeiro de 2020.

Silva, A.J.P.; Arantes, A.M.; Cruz, A.J.S.; Cotrim, C.E.; Coelho, E.F.; Costa, F.S.; Sant'Ana, J.A.V.; Marques, P.R.R.; Oliveira, P.M.; Donato, S.L.R.; Marouelli, W.A. 2012. Irrigação da bananeira. Embrapa, Brasília, DF, Brasil. (in English).

Silva, A.R.; Dias, C.T.S. 2013. A cophenetic correlation coefficient for Tocher's method. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 48: 589-596. (in English, with abstract in Portuguese).

Tak, M.K.; Kumar, V.; Attar, S.; Revale, A.K.; Patel, R. 2015. Correlation of banana cv grand naine with growth and yield aspect. *Journal of Plant Development Sciences* 7: 1-6. (in English).

Turner, D.W.; Fortescue, J.A.; Thomas, D.S. 2007. Environmental physiology of the bananas (*Musa* spp.). *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19: 463-484. (in English, with abstract in Portuguese).

Ventura, J. A.; Hinz, R. H. 2002. Controle das doenças da bananeira. In: ZAMBOLIM, L. *et al.* (Ed.). Controle de doenças de plantas: fruteiras. UFV, Viçosa, MG, Brasil.

Tabela e figuras

Tabela 1. Análise de variância multivariada no estudo de 10 descritores quantitativos avaliados em quatro genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’, em quatro ciclos de produção, Porteirinha, MG.

FV	GL	Wilks	F Aprox.	GL num.	GL den.	pValor
Bloco	3	0,040	0,630	30,000	9,482	0,838
Genótipos	4	0,001	1,952	40,000	13,231	0,094 ^{ns}
Resíduo A	12					
Ciclos	3	0,000	46,570	30,000	106,340	≤0,01**
Genótipos x Ciclos	12	0,032	1,372	120,000	294,130	0,017*
Resíduo B	45					

^{*,**,ns}Significativo à 1% e 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste Wilks à 5% de significância.

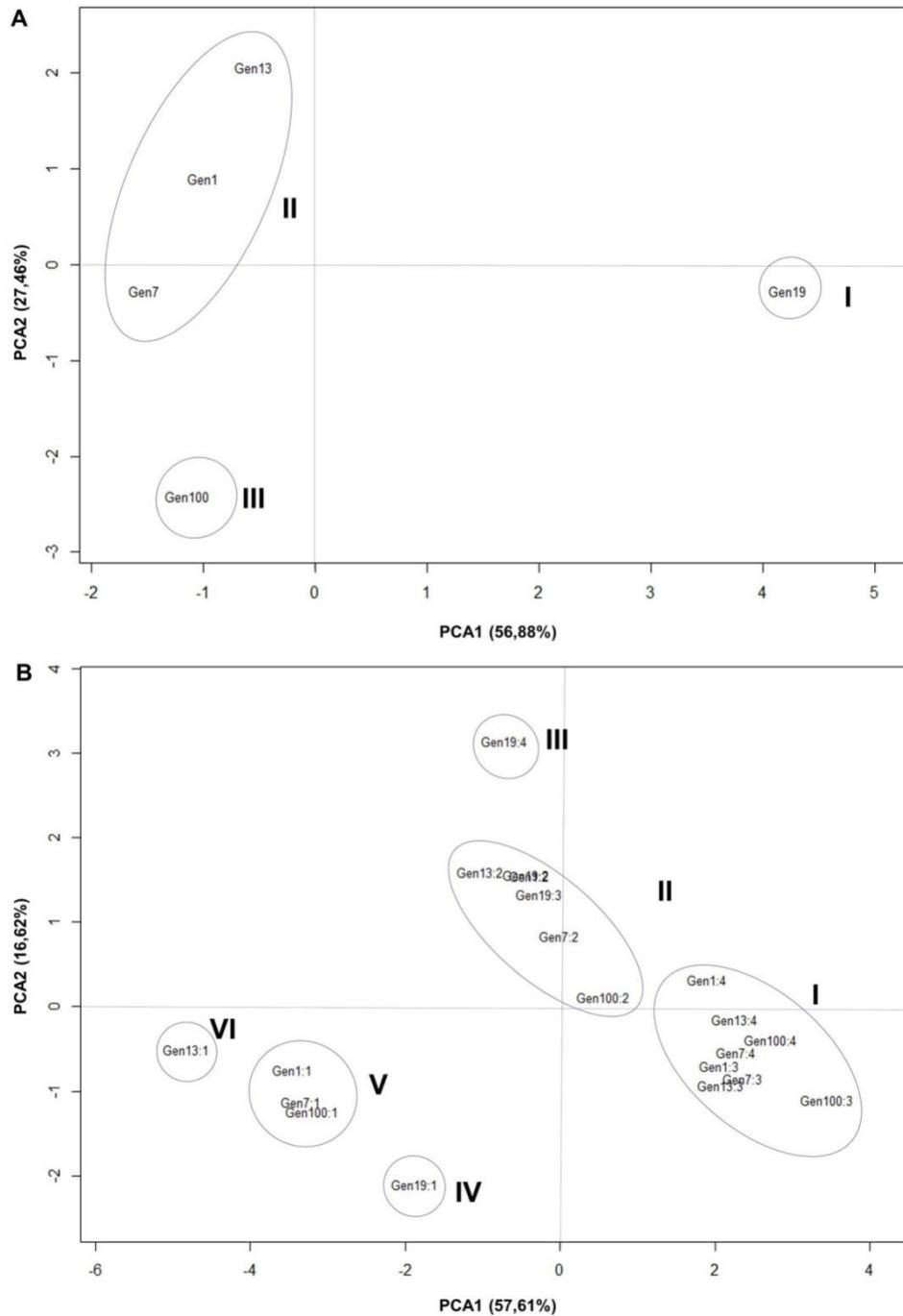


Figura 1. Dispersão gráfica dos dois primeiros Componentes Principais (PCA1 e PCA2) no estudo de 10 descritores quantitativos avaliados em quatro genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’ (Gen100), em quatro ciclos de cultivo, Porteirinha, MG. *Gen = refere-se ao número do genótipo avaliado em cada ciclo (:1; :2; :3 e :4).

Tabela 2. Estimativas de correlações de 10 descritores com os dois primeiros Componentes Principais (PCA1 e PCA2), estudadas em quatro genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’, em quatro ciclos de produção. Porteirinha, MG.

Descritores ^{/1}	Genótipo		Interação G x C	
	PCA1	PCA2	PCA1	PCA2
ALT	0,98	-0,16	0,78	0,49
DFC	-0,31	0,72	-0,24	0,64
NF	-0,94	0,11	0,86	0,15
IAF	-0,40	0,33	-0,73	-0,40
PROD	0,03	-0,98	0,88	-0,09
PENG	-0,87	-0,41	0,66	-0,62
PCSE	0,23	-0,93	0,87	-0,08
NTP	-0,98	-0,15	0,76	-0,35
NTF	-0,96	-0,23	0,83	-0,25
NCA	-0,94	-0,14	0,77	0,49

^{/1}Altura da planta na emissão do cacho (ALT), número de folhas (NF), índice de área foliar (IAF), produtividade (PROD), peso do cacho com engajo (PENG), peso do cacho sem engajo (PCSE), número total de pencas (NTP), número total de frutos (NTF) e o número de cachos por ano (NCA).

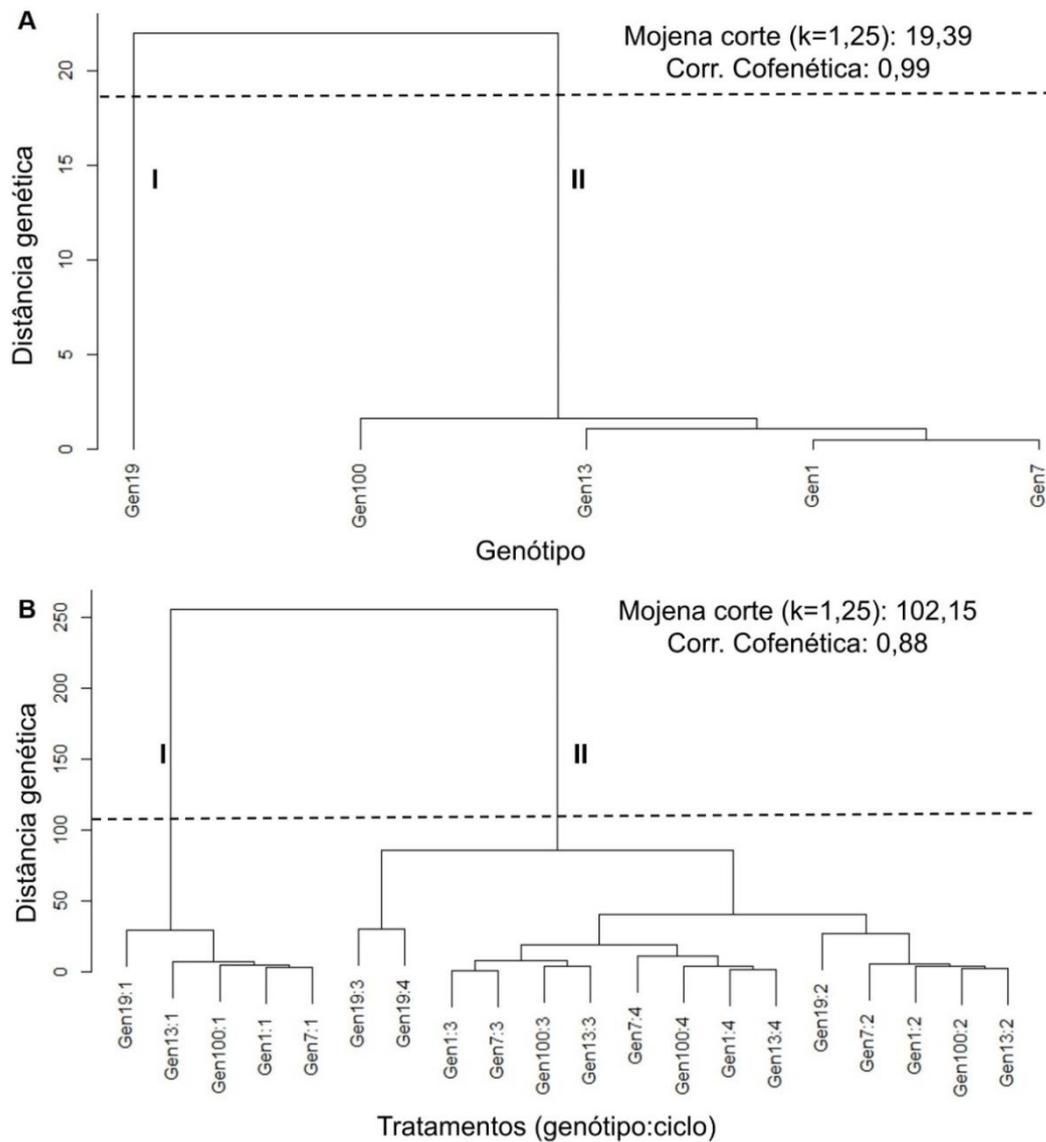


Figura 2. Dendrograma obtido pelo algoritmo UPGMA a partir da distância de Mahalanobis no estudo de 10 características quantitativas avaliadas em quatro genótipos de bananeira tolerantes à fusariose e na ‘Prata-Anã’ (Gen100), em quatro ciclos de cultivo. Porteirinha, MG. *Gen= refere-se ao número do genótipo avaliado em cada ciclo (:1; :2; :3 e :4).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os genótipos Gen1, Gen7, Gen13, que são tolerantes a fusariose, são os mais similares à 'Prata-Anã'. Entretanto, todos os genótipos avaliados apresentam, de forma geral, bons resultados agronômicos nas condições edafoclimáticas da região Norte de Minas Gerais e apresentam potencial comercial por apresentarem tolerância a fusariose. O Gen19 destaca-se para produção nos ciclos iniciais (1 e 2) podendo ser indicado para cultivos mais curtos enquanto os demais genótipos destacam-se nos ciclos mais avançados que os torna mais adequados para lavouras mais duradouras. Além disso, os ciclos 2 (filha), 3 (neta) e 4 (bisneta) são os que promovem melhores aspectos produtivos.