

EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO

**CINÉTICA DE ABSORÇÃO DE FÓSFORO E POTÁSSIO E EFICIÊNCIA
NUTRICIONAL DE BANANEIRAS PRATA E CAVENDISH**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Júlio César Lima Neves

Coorientadores: Hermínia Emília Prieto Martinez
Sérgio Luiz Rodrigues Donato

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

N244c
2020

Nascimento Neto, Expedito Cavalcante do, 1994-
Cinética de absorção de fósforo e potássio e eficiência
nutricional de bananeiras Prata e Cavendish / Expedito
Cavalcante do Nascimento Neto. – Viçosa, MG, 2020.
96 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Júlio César Lima Neves.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 71-80.

1. Musáceas - Nutrição. 2. Musáceas - Raízes - Efeito do
fósforo. 3. Musáceas - Raízes - Efeito do potássio. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 634.772

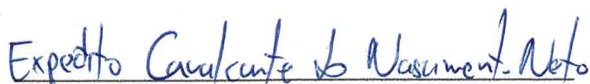
EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO

**CINÉTICA DE ABSORÇÃO DE FÓSFORO E POTÁSSIO E EFICIÊNCIA
NUTRICIONAL DE BANANEIRAS PRATA E CAVENDISH**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de Fevereiro de 2020.

Assentimento:


Expedito Cavalcante do Nascimento Neto
Autor


Júlio César Lima Neves
Orientador

*Aos meus pais, **Rivaneide Alves Cavalcante** e **Francisco Paulo Gomes Cavalcante**, pelo amor incondicional e por serem os pilares que mantiveram firme minha caminhada até aqui;*

*Aos meus irmãos, **Paula Raíza Alves Cavalcante** e **Juan Pablo Alves Cavalcante**, pelo apoio, companheirismo e carinho.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, todo poderoso, pela oportunidade de finalizar mais um capítulo na minha caminhada.

Aos meus pais, pela minha formação pessoal, confiança e apoio incondicional.

A meu orientador Professor Júlio César Lima Neves, por toda a disponibilidade, pelos aconselhamentos, amizade, compreensão, paciência e otimismo na realização deste trabalho.

À Professora Hermínia Emília Prieto Martinez, pela coorientação, disponibilidade, otimismo e acompanhamento durante toda a execução do experimento.

Ao Professor Sérgio Rodrigues Donato, pela coorientação, correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao Professor Víctor Hugo Alvarez Venegas, pelas correções e sugestões a este trabalho.

Ao Professor Renildes Lúcio Ferreira Fontes, pelas correções e sugestões a este trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa e seus colaboradores, em especial, aos Departamentos de Agronomia e de Solos, pela disponibilização de estrutura e apoio técnico.

Ao Sítio Barreiras LTDA pelo apoio e disponibilização das mudas.

Aos amigos feitos durante o mestrado, em especial, a Géssica, Valéria, Sérgio, Ricardo, Maria, Ézio, Rodrigo, Jaqueline e Ramon.

Aos estagiários: Thiago, Matheus e Andressa.

Aos amigos da UFPB, Flaviano Fernandes e Hiago Antônio, e aos novos companheiros Adolpho Rocha e Mário Veras, pela convivência e amizade.

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

BIOGRAFIA

EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO, filho de Rivaneide Alves Cavalcante e Francisco Paulo Gomes Cavalcante, nasceu no dia 18 de setembro de 1994, no município de Juazeiro, Bahia.

Em março de 2009, ingressou no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia campus Crato, Ceará (IFCE), vindo a concluir o curso Técnico em Agropecuária em fevereiro de 2012.

Em novembro de 2012, iniciou o curso de Agronomia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), campus II, localizado em Areia, Paraíba. Durante a graduação foi, por três vezes, bolsista de iniciação científica do CNPq/UFPB, vindo a executar trabalhos na área de meteorologia agrícola, pós-colheita de frutos e hortaliças e salinidade do solo. Formou-se Engenheiro Agrônomo em agosto de 2017.

Em março de 2018, iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFV, submetendo-se à defesa da dissertação em fevereiro de 2020.

RESUMO

NASCIMENTO NETO, Exedito Cavalcante, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Cinética de absorção de fósforo e potássio e eficiência nutricional de bananeiras Prata e Cavendish.** Orientador: Júlio César Lima Neves. Coorientadores: Hermínia Emília Prieto Martinez e Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

As plantas possuem diferentes mecanismos para a absorção de nutrientes e a eficiência nutricional, igualmente, é particular para os diferentes genótipos, sendo estas características de grande utilidade na distinção de materiais vegetais mais eficientes ou adequados a diferentes condições de fertilidade do solo. Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho, caracterizar e diferenciar cultivares de bananeira, pertencentes aos subgrupos Prata e Cavendish, na fase de muda, quanto aos parâmetros cinéticos de absorção de P e K e eficiência nutricional de macro e micronutrientes, relacionando-os com características morfológicas radiculares, crescimento e acúmulo de nutrientes. O experimento foi conduzido em solução nutritiva, em casa de vegetação e câmara de crescimento, utilizando-se mudas micropropagadas de bananeiras de 5 cultivares, sendo 3 do subgrupo Prata (AAB): cultivar Prata-Anã e seus clones Prata Catarina (SCS451 Catarina) e Prata Gorutuba e 2 do subgrupo Cavendish (AAA): cultivares Grande Naine e Williams, cultivadas em solução nutritiva. Os tratamentos, representados pelas cinco cultivares, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Após 86 d de cultivo, foram determinados os parâmetros cinéticos (V_{max} , K_m , C_{min} e α) para P e K, produção de matéria seca, morfologia radicular, teores e acúmulos de nutrientes e as eficiências de absorção, translocação e utilização para macro e micronutrientes. Os cultivares Prata Catarina e Prata Gorutuba apresentaram menores valores de crescimento e relação raiz/parte aérea. Os cultivares do subgrupo Cavendish expressaram maior crescimento e acúmulo de matéria seca e se destacaram quanto às características de morfologia radicular, com maior crescimento, superfície radicular específica e contribuição relativa de raízes finas. O subgrupo Cavendish apresentou maior eficiência nutricional para os macronutrientes, sobretudo em função da maior eficiência de absorção destes elementos. Para micronutrientes, a maior eficiência evidenciada pelo subgrupo Cavendish é atribuída às maiores eficiências de utilização. O 'Prata-Anã' apresentou menores eficiências de absorção e translocação, porém maiores eficiências de utilização para macronutrientes comparada aos seus clones Gorutuba e Catarina. O cultivar Williams foi superior em absorver e translocar macro e micronutrientes, e expressou parâmetros cinéticos para a absorção de P e K mais promissores para a absorção

destes nutrientes em distintas condições de disponibilidade, enquanto o cultivar Grande Naine, superou os cultivares do subgrupo Prata quanto aos parâmetros cinéticos de absorção de P, porém para K, apresentou velocidades de absorção de K iguais às do Prata Catarina.

Palavras-chave: *Musa* AAA. *Musa* AAB. Influxo. Nutrientes. Raízes.

ABSTRACT

NASCIMENTO NETO, Expedito Cavalcante, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2020. **Uptake kinetics of phosphorus and potassium and nutritional efficiency of banana Prata and Cavendish.** Advisor: Júlio César Lima Neves. Co-advisors: Hermínia Emília Prieto Martinez and Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

Plants have different nutrient uptake mechanisms and nutritional efficiency, this is also applied for different genotypes, these characteristics are very useful tools to distinguish more efficient or suitable plant materials for different soil fertility conditions. Thus, this study aimed to characterize and differentiate banana cultivars, belonging to the Prata and Cavendish subgroups, in the seedling stage, regarding the kinetic parameters of P and K uptake, and macro and micronutrients nutritional efficiency, relating them with characteristics of root morphology, growth and nutrients accumulation. The experiment was carried in nutrient solution, out under a greenhouse and a growth chamber, using micropropagated banana seedlings of 5 cultivars, 3 from the subgroup Prata (AAB): cultivar Prata-Anã, its clones Prata Catarina (SCS451) and Prata Gorutuba and 2 of subgroup Cavendish (AAA): cultivars Grand Naine and Williams were cultivated in a nutrient solution. The treatments, represented by the five cultivars, were distributed in a completely randomized design, with four replications. After 86 d of cultivation, the kinetic parameters (V_{max} , K_m , C_{min} and α) for P and K, dry matter production, root morphology, nutrient contents and accumulations and uptake, translocation and utilization efficiencies for macro and micronutrients were determined. The cultivars Prata Catarina and Prata Gorutuba showed lower values of growth and root/shoot ratio. The cultivars of the Cavendish subgroup expressed greater growth and accumulation of dry matter and stood out as to the characteristics of root morphology, with greater growth, specific root surface and relative contribution of fine roots. The Cavendish subgroup showed greater nutritional efficiency for macronutrients, mainly due to the higher absorption efficiency of these elements. For micronutrients, the greater efficiency shown by the Cavendish subgroup is attributed to the greater utilization efficiencies. The 'Prata Anã' showed lower uptake and translocation efficiencies, but higher utilization efficiencies for macronutrients compared to Gorutuba and Catarina clones. The cultivar Williams was superior in uptake and translocating macro and micronutrients, and expressed kinetic parameters for the absorption of P and K more promising for the absorption of these nutrients under different conditions of availability, while the cultivar

Grande Naine, surpassed the cultivars of the subgroup Prata as for the kinetic parameters of absorption of P, however for K, presented K absorption speeds equal to that of Prata Catarina.

Keywords: *Musa* AAA. *Musa* AAB. Influx. Nutrients. Roots.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1 Caracterização geral do experimento	13
2.2 Instalação e condução do experimento	14
2.3 Variáveis de resposta	15
2.3.1 Parâmetros cinéticos de absorção de P e K	15
2.3.2 Análises de crescimento e morfologia radicular	17
2.3.3 Teores e acúmulos de nutrientes	17
2.3.4 Eficiência nutricional	18
2.4 Análises estatísticas	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3. 1 Crescimento e produção de biomassa	19
3. 2 Morfologia radicular	23
3. 3 Teores e acúmulos de nutrientes	30
3. 4 Eficiência nutricional	45
3. 4. 1 Classificação dos cultivares quanto à eficiência de absorção e utilização	55
3. 5 Parâmetros cinéticos de absorção de P e K	60
3. 6 Relações entre eficiência nutricional, morfologia radicular e parâmetros cinéticos de absorção para P e K	67
4 CONCLUSÕES	70
5 REFERÊNCIAS	71
ANEXOS	81

1 INTRODUÇÃO

A bananeira é uma planta herbácea típica de regiões tropicais úmidas que apresenta como centro de origem a Melanésia e regiões de monções situadas entre o sul chinês e o nordeste indiano (ISRAELI e LAHAV, 2017), sendo atualmente cultivada em praticamente todas as regiões tropicais do planeta.

Esta *musacea* é, notadamente, uma das frutíferas mais exploradas e consumidas do mundo, apresentando enorme importância social e econômica, sobretudo nos países onde é cultivada (PAULA et al., 2015; SOUZA et al., 2016; BRITO et al., 2017).

Em 2017 o Brasil foi o quarto maior produtor de bananas, e, junto com Índia, China, Indonésia, Equador e Filipinas, foram responsáveis por aproximadamente 60 % da produção mundial (FAOSTAT, 2019). Em 2018, o País produziu 6.71 Mt da fruta, sendo os principais produtores os estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina, responsáveis, juntos, por metade da produção nacional (IBGE, 2019).

Entretanto, a bananicultura brasileira apresenta peculiaridades quando comparada a outras regiões produtoras, muito em função da diversidade climática em que é explorada (CAMACHO et al., 2018), e por que não, da grande variabilidade edáfica no que diz respeito a aspectos físicos, químicos e microbiológicos. Isso denota a importância da avaliação agrônoma de distintos materiais genéticos, anteriormente à recomendação para uso pelos agricultores (DONATO et al., 2009; AZEVEDO et al., 2010).

Sabe-se que a produção das culturas, de maneira geral, é bastante afetada pela eficiência nutricional das mesmas (ROZANE et al., 2007; SILVA et al., 2014), e que a bananeira, por sua vez, demanda uma grande quantidade de nutrientes para sua manutenção e obtenção de rendimentos satisfatórios (TEIXEIRA, 2005; PAULA et al., 2015). Sabe-se também, que diferenças quanto às exigências nutricionais por cultivares de bananeira são comuns, inclusive dentro do mesmo grupo genômico (SILVA e CARVALHO, 2005).

Entre os macronutrientes, o K é o mais exigido durante o período de crescimento e produção da bananeira. Para se ter ideia, este nutriente chega a representar cerca de 62 % do total de macronutrientes absorvidos (BORGES e OLIVEIRA, 2000). Assim, usuais decréscimos na disponibilidade deste nutriente, podem representar grandes prejuízos, devido este estar relacionado aos mais diversos processos fisiológicos em todos os estágios da cultura (MOREIRA, 1999; BORGES, 2004).

O P, por sua vez, atua em processos relacionados à síntese de aminoácidos, fibras, fotossíntese, divisão celular, entre outros (MOREIRA, 1999). Apesar de ser apenas o sexto nutriente mais acumulado pela bananeira (MOREIRA, 1999; BORGES, 2004) este nutriente apresenta alta taxa de exportação do acumulado em virtude da colheita (50 %) (BORGES e OLIVEIRA, 2000), merecendo atenção especial quanto ao seu fornecimento, sobretudo em solos tropicais com alta capacidade de fixação deste elemento (SCHONINGER et al., 2013).

O conhecimento da eficiência nutricional de genótipos, é, portanto, de grande importância no auxílio da nutrição das culturas e no ajuste do manejo de fertilizantes (ROZANE et al., 2007; SILVA et al., 2014). O termo eficiência nutricional está relacionado à capacidade das plantas em absorver, translocar e utilizar os nutrientes em condições de baixa disponibilidade no meio (KHOSHGOFTARMANESH et al., 2010; SADEGHZADEH, 2013). A absorção refere-se à capacidade da planta em extrair nutrientes do meio de cultivo (ROZANE et al., 2007; SILVA et al., 2014). Capacidade esta, heterogênea entre espécies, como descrito por Gerloff e Gabelman (1983). Estes autores atribuem tal diferença a particularidades morfológicas e fisiológicas das raízes, que variam entre as espécies. Dentre os aspectos morfológicos têm-se: diâmetro e comprimento de raízes, formação de pelos radiculares e relação superfície de raiz/unidade de peso da parte aérea. Os aspectos fisiológicos incluem os fatores que descrevem a cinética de absorção, incluindo V_{max} (taxa máxima de influxo líquido), K_m (constante de Michaelis-Menten) e C_{min} (concentração mínima abaixo da qual não mais ocorre influxo líquido).

Já a de translocação indica a quantidade de nutriente absorvido que foi transportado para a parte aérea; podendo ser obtida a partir da razão entre o conteúdo do nutriente na parte aérea e o seu conteúdo na planta inteira (raiz + parte aérea) (LI et al., 1991). Por fim, a eficiência de utilização depende da capacidade da planta de redistribuir e reutilizar os nutrientes de órgãos mais velhos e senescentes, caracterizando a eficiência de uso dos nutrientes pelo metabolismo da planta no processo de crescimento (GERLOFF e GABELMAN, 1983), esta eficiência pode ser expressa pela relação entre a quantidade de massa de matéria seca produzida e o conteúdo de nutrientes presentes nessa matéria (ISRAEL e RUFTY JUNIOR, 1988; TOMAZ e AMARAL, 2008).

Sendo assim, é evidente que as plantas possuem diferentes mecanismos para a absorção de nutrientes, e que a eficiência nutricional, igualmente, é particular nos diferentes genótipos, sendo estas características de grande utilidade na seleção de materiais vegetais mais eficientes ou adequados a determinadas situações (ROZANE et al., 2007; SILVA et al., 2014). Tal

afirmativa é confirmada por Silva et al. (2014), que avaliando a eficiência nutricional de mudas do cultivar Prata-Anã e de seu híbrido BRS Platina cultivadas na mesma solução nutritiva, verificaram diferenças nas eficiências de absorção translocação e utilização de macronutrientes. Igualmente, Souza et al. (2016) constataram diferenças nas eficiências de absorção, translocação e uso de nutrientes entre ‘Prata-Anã’ e BRS Platina, quando submetidas a soluções com omissões de micronutrientes.

Os parâmetros cinéticos variam de acordo com as espécies e até mesmo entre variedades da mesma espécie (NIELSEN e BARBER, 1978; ANGHINONI et al., 1989) o que evidencia a necessidade de estudos mais detalhados quando se objetiva avaliar dois ou mais genótipos, no que diz respeito a nutrição. Deste modo, cultivares de bananeira podem apresentar diferentes exigências e eficiências nutricionais, sendo mais ou menos produtivos quando submetidos à baixas concentrações ou aplicação de determinados nutrientes (SOUZA et al., 2016).

Com a finalidade de se identificar e classificar cultivares quanto à eficiência de absorção e utilização, o cultivo de plantas em vasos, empregando-se solução nutritiva, se enquadra como uma ferramenta de grande utilidade (GONDIM et al., 2010; SILVA et al., 2014). Posteriormente, com a execução de novos experimentos, há a possibilidade de cruzamento das informações obtidas no estágio inicial de crescimento, em condições controladas, com as observadas em condições de campo para os mesmos genótipos.

A escassez de trabalhos envolvendo a capacidade de absorção e eficiência nutricional de diferentes cultivares de bananeira, em fase de muda, justifica a realização de estudos nesta direção, a fim de se aprimorar o manejo nutricional ou selecionar cultivares com mais exatidão e mais adequados a cada condição.

Desta forma, o objetivou-se com o presente trabalho caracterizar e diferenciar cultivares de bananeira dos subgrupos Prata e Cavendish, na fase de muda, quanto aos parâmetros cinéticos de absorção de P e K e à eficiência nutricional de macro e micronutrientes, relacionando-os com características morfológicas radiculares, crescimento e acúmulo de nutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização geral do experimento

O experimento foi conduzido, inicialmente, em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, entre Junho e Setembro de 2019. Foram utilizadas mudas micropropagadas de bananeira de 5 cultivares pertencentes aos

subgrupos Prata (AAB) e Cavendish (AAA) (Tabela 1). As mudas foram provenientes de viveiro específico para aclimação de mudas do Sítio Barreiras LTDA., da unidade de produção localizada no município de Cajupara, MA.

Tabela 1. Cultivares e seus respectivos grupos genômicos, subgrupos e origem.

Cultivar	Grupo genômico	Subgrupo	Origem
Prata-Anã	AAB	Prata	Branca ¹
Prata Catarina (SCS451 Catarina)	AAB	Prata	Prata Anã ²
Prata Gorutuba	AAB	Prata	Prata Anã ^{3, 4}
Grande Naine	AAA	Cavendish	Nanica ¹
Williams	AAA	Cavendish	Nanicão ^{1, 2}

Fonte: Silva et al. (2016)¹; Lichtemberg et al. (2011)²; Rodrigues et al. (2012)³; Librelon et al. (2013)⁴

2.2 Instalação e condução do experimento

Após a recepção das mudas micropropagadas, estas foram conduzidas à sala de crescimento onde permaneceram durante 7 d sob condições controladas a fim de se realizar uma pré-aclimação das vitroplants de banana. Após este período, realizou-se a limpeza das raízes e em seguida a transferência para casa de vegetação, com o acondicionamento das mudas em vasos plásticos contendo 5 L de solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950) (Tabela 2), com pH ajustado para $6,0 \pm 0,4$, onde permaneceram por 79 d. Com o intuito de promover uma melhor adaptação das mudas, foi realizado o aumento gradual da força iônica da solução nutritiva, que iniciou-se em 25 % de força iônica, atingindo, somente ao fim de 21 d, força iônica de 100 %. O pH da solução nutritiva e o volume da solução nos vasos, foram verificados diariamente, sendo corrigidos caso necessário com HCl (0,1 mol/L) e/ou NaOH (0,1 mol/L) e água deionizada, respectivamente. Durante o experimento a solução nutritiva foi mantida sob aeração constante por meio de sistema constituído por compressor, rede de distribuição e borbulhadores de ar, sendo as trocas das soluções realizadas a cada duas semanas.

Tabela 2. Composição da solução nutritiva completa de Hoagland e Arnon (1950).

Macronutrientes		Micronutrientes	
Macronutriente	mg/L de solução nutritiva	Micronutriente	µg/L de solução nutritiva
N	210,1	B	500
P	31,0	Cu	20
K	234,6	Cl	648
Ca	200,4	Fe	5022
Mg	48,6	Mn	502
S	64,2	Mo	11
		Zn	50

Após a fase de aclimação em casa de vegetação, as mudas foram selecionadas e individualizadas quanto à uniformidade da raiz e parte aérea e acondicionadas em vasos plásticos, com solução nutritiva de igual composição e ajuste diário do pH e nível de solução, em sala de crescimento com temperatura de 27 °C (± 2) e fotoperíodo diário de 12 horas, onde permaneceram por 6 d. Na sala de crescimento os cultivares foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, sendo a unidade experimental formada por 2 plantas/vaso.

2.3 Variáveis de resposta

2.3.1 Parâmetros cinéticos de absorção de P e K

Transcorridos 6 d na sala de crescimento, as mudas foram então transferidas para vasos com 2 L de capacidade, com ausência de P e K (restrição nutricional), contendo apenas 1,7 L de água ultrapura. Após 24 h de restrição nutricional (“fome”), no sétimo dia, a solução foi trocada por uma solução de pré-exaustão, com pH ajustado para 6,0, onde as plantas permaneceram por 2 h. As concentrações de P e K da solução de pré-exaustão foram as seguintes: P – 20 µmol/L e K – 75 µmol/L. A fonte utilizada para P e para K foi o K₂HPO₄, e o K foi complementado com KNO₃. Esgotadas 2 h, esta solução foi substituída por outra de igual concentração e pH ajustado para 6,0, denominada solução de depleção, a partir da qual foram retiradas as alíquotas para o estudo da cinética de absorção. As definições das concentrações iniciais da solução de depleção para P e K foram possíveis após realização de testes preliminares.

Para a verificação da depleção dos nutrientes na solução nutritiva e estimação dos parâmetros cinéticos de absorção, foram retiradas alíquotas de 10 mL durante um período de 36 h. No período entre 0,0 e 3,0 h as alíquotas foram retiradas em intervalos de 0,5 h; entre 3,0 e 9,0 h em intervalos de 1,0 h; entre 9,0 e 12,0 h em intervalos de 0,50 h; e as demais alíquotas às 14,0, 16,0, 20,0 e 36 h. Ao término da coleta da última alíquota, as plantas foram retiradas dos vasos e separadas em parte aérea e raiz. A massa de matéria fresca de raiz foi medida em balança digital, após deixá-las pressionadas, durante 2 min, entre camadas de papel-toalha. Foi determinado também, o volume da solução remanescente de todos os vasos com o auxílio de uma proveta.

O teor de P presentes nas alíquotas coletadas foi determinado por espectrofotometria de absorção molecular (BRAGA e DEFELIPO, 1974) e o teor de K por espectrofotometria de emissão de chama (TEDESCO et al., 1995).

Dispondo dos teores de P e K em cada tempo de amostragem, o volume inicial e final de solução nos vasos e a massa de matéria fresca das raízes, foi possível se estimar os parâmetros cinéticos V_{max} (velocidade máxima de absorção), K_m (constante de Michaelis-Menten) e C_{min} (concentração mínima do nutriente, onde o influxo é nulo) para estes nutrientes, por meio do software Cinética (RUIZ e FERNANDES FILHO, 1992), que se baseia no princípio desenvolvido por Claassen e Barber (1974). Esse programa calcula o V_{max} por meio de uma equação linear, e o K_m por equações do tipo exponencial, potencial ou exponencial-recíproco. O valor de C_{min} foi estimado por meio da equação da quantidade estimada do nutriente pelo programa da aproximação gráfico-matemática (RUIZ e FERNANDES FILHO, 1992), no tempo referente a última coleta (36 h). A velocidade de absorção de P e K foi estimada de acordo com a Equação 1, proposta por Michaelis-Menten e modificada por Nielsen e Barber (1978).

$$\text{Velocidade de absorção} = \frac{[V_{max} \times (C - C_{min})]}{[K_m + (C - C_{min})]} \quad (1)$$

Em que: V_{max} representa a velocidade máxima de absorção, K_m a constante de Michaelis-Menten, C a concentração do nutriente na solução e C_{min} a concentração mínima do nutriente onde o influxo líquido é nulo. O poder de absorção das raízes (α), que é uma expressão direta da eficiência de absorção, foi determinado dividindo o valor de V_{max} pelo K_m (V_{max}/K_m).

2.3.2 Análises de crescimento e morfologia radicular

Transcorrido o período de 86 d de cultivo em solução nutritiva, as plantas foram divididas em folhas, pseudocaulo, rizoma e raízes. A área foliar (aF) foi determinada por meio de scanner modelo LI-3100 (Licor, Nebraska, EUA).

As raízes foram lavadas em água destilada e acondicionadas em potes plásticos contendo álcool 70 %, para a determinação de comprimento (cR), área de superfície radicular (sR), diâmetro médio (DM), volume (vR) e extensão de raízes por classes de diâmetro por meio do WinRHIZO Pro 2007a (Regente Instr. Inc.) acoplado a um escâner profissional Epson XL 10000, equipado com uma unidade de luz adicional (TPU). As raízes foram separadas em quatro classes em função do diâmetro: raízes muito finas, $< 0,5$ mm; raízes finas, $0,50 - 1,00$ mm; raízes médias, $1,00 - 3,00$ mm; e raízes grossas, $\geq 3,00$ mm.

Em seguida, os órgãos (compartimentos), foram lavados em água destilada, acondicionados em sacos de papel identificados e secos em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C por 96 h, até manutenção de peso constante. Então foram determinadas a massa de matéria seca das folhas (mMS_F), do pseudocaulo (mMS_P), do rizoma (mMS_RI), das raízes (mMS_R), da parte aérea, composta pela soma das mMS_F , mMS_P e mMS_RI (mMS_PA), total (mMS_T) e a relação entre matéria seca da raiz e parte aérea (mMS_R/mMS_PA).

A área foliar específica (aF_E) foi obtida dividindo aF pela mMS_F e a razão de massa foliar (RMF) foi obtida dividindo a mMS_F pela mMS_T . Os valores de comprimento radicular específico (cR_E) e superfície radicular específica (sR_E) foram obtidos pela razão entre o cR e sR e a mMS_R , respectivamente.

2.3.3 Teores e acúmulos de nutrientes

A determinação dos teores totais de nutrientes, para cada órgão, foi realizada ao fim do experimento. Após secagem e medição da massa de matéria seca de cada um dos órgãos analisados, o material foi moído em moinho de facas tipo Wiley. No extrato obtido por digestão nítrico-perclórica, foram determinados: P por espectrofotometria de absorção molecular (BRAGA e DEFFELIPO, 1974); Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn por espectrofotometria de absorção atômica; K por espectrofotometria de emissão de chama (TEDESCO et al., 1995) e S por turbidimetria (ALVAREZ et al., 2001). O N foi determinado por meio de ataque sulfúrico e quantificado pelo método de Kjeldahl (NELSON e SOMMERS, 1973). O B foi determinado por colorimetria, após digestão via seca (calcinação) do material vegetal (EMBRAPA, 2009).

O conteúdo de macro e micronutrientes, nas folhas, pseudocaule, rizoma e raiz, das mudas de bananeira, foram obtidos por meio da multiplicação da massa de matéria seca do órgão pelos seus respectivos teores de nutrientes.

2.3.4 Eficiência nutricional

Para a determinação da eficiência nutricional dos genótipos, para macro e micronutrientes, foram calculados os índices: eficiência de absorção (EA) = (conteúdo total do nutriente na planta)/(massa de matéria seca de raízes) conforme Swiader et al. (1994); eficiência de translocação (ET) = (conteúdo do nutriente na parte aérea)/(conteúdo do nutriente na planta) de acordo com Li et al. (1991) e eficiência de utilização (EU) = (massa de matéria seca total produzida)²/(conteúdo total do nutriente na planta) segundo Siddiqi e Glass (1981).

Para determinar a eficiência de utilização de nutrientes pela folha para produção de matéria seca total, foi obtido o índice de utilização nutricional da folha = (massa de matéria seca total/conteúdo de nutriente na folha).

2.4 Análises estatísticas

Para avaliar as diferenças entre os subgrupos e cultivares de bananeira quanto às variáveis analisadas neste trabalho os dados foram submetidos a análise de variância, sendo os GL relativos a tratamentos desdobrados em quatro contrastes ortogonais (Tabela 3) e avaliados quanto ao teste F até 5 % de significância, por meio do software Statistica versão 10 (STATSOFT INC., 2011).

Tabela 3. Descrição e decomposição dos tratamentos em contrastes ortogonais.

Tratamentos		Coeficientes dos contrastes			
Cultivar ¹	Subgrupo	C1	C2	C3	C4
PA	Prata	-1/3	-1	0	0
PC	Prata	-1/3	1/2	-1	0
PG	Prata	-1/3	1/2	1	0
GN	Cavendish	1/2	0	0	-1
WL	Cavendish	1/2	0	0	1

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; (GN, WL); C1: (Prata vs Cavendish), em que Prata refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG) e Cavendish refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL); C2: (PA vs (PC,PG)), C3: (PC vs PG), C4: (GN vs WL).

Com o intuito de se agrupar cultivares com eficiência nutricional similares, foi realizado o agrupamento por meio de diagramas de distribuição. Neste sentido, considerou-se conjuntamente as eficiências de absorção e utilização dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Mn, Fe e Zn), alocando-se cada um dos indivíduos avaliados em quadrantes, representando quatro diferentes grupos de eficiência nutricional: elevada EA e EU do nutriente (Grupo 1); baixa EA e elevada EU (Grupo 2); baixa EA e EU (Grupo 3); e alta EA e baixa EU (Grupo 4).

Para auxiliar na visualização das relações entre as variáveis de crescimento e morfologia radicular, e a eficiência nutricional de P e K, em plantas jovens de bananeira, foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman, com por meio do software R Studio versão 3.5.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos anexos encontram-se os resumos dos quadros da análise de variância (ANOVA) referentes aos fatores avaliados para as cinco cultivares de bananeira, utilizados neste trabalho.

3.1 Crescimento e produção de biomassa

O subgrupo Prata (AAB) diferiu ($p < 0,05$) do subgrupo Cavendish (AAA) (contraste C1), quanto ao acúmulo de massa de matéria seca nas folhas (mMS_F), pseudocaule (mMS_P) e total (mMS_T), apresentando acúmulos nestes órgãos inferiores aos visualizados no subgrupo Cavendish. Por outro lado, não foram identificadas diferenças ($p > 0,05$) entres os subgrupos avaliados (C1) na produção e acúmulo de massa de matéria seca no rizoma (mMS_RI) e raízes (mMS_R) (Tabela 4).

Ao se comparar o cv. Prata-Anã (PA) aos clones Prata Catarina (PC) e Prata Gorutuba (PG) (contraste C2), nota-se que aquele diferiu dos clones, apresentando maior crescimento, em termos de produção de matéria seca do que os demais, para mMS_F , mMS_RI , mMS_R e mMS_T . Não obstante, analisando-se apenas os clones (PC e PG) (contraste C3), visualiza-se que estes não diferem significativamente no acúmulo de matéria seca em nenhum dos órgãos estudados.

Comparando os representantes do subgrupo Cavendish (contraste C4), verifica-se que estes diferiram somente para o acúmulo de mMS_R , sendo este superior no cv. Grande Naine (GN) em comparação ao Williams (WL).

Avaliando as variáveis: relação entre massa de matéria seca de raízes e massa de matéria seca da parte aérea (mMS_R/mMS_PA), área foliar (aF), área foliar específica (aF_E) e razão de massa foliar (RMF) (Tabela 4), nota-se que os subgrupos diferiram (C1) ($p < 0,05$) para todas as variáveis citadas com exceção da aF_E que não diferiu em nenhum dos contrastes analisados ($p > 0,05$). Em síntese, o subgrupo Prata apresentou valor superior para relação mMS_R/mMS_PA e inferior para aF e RMF, o que, em conjunto, suscita uma menor alocação de C na folha, órgão mor da fotossíntese, em comparação ao subgrupo Cavendish, o que, por sua vez, pode contribuir para o menor acúmulo total de matéria seca.

O cv. PA diferiu dos clones PC e PG (C2), apresentando maiores valores para mMS_R/mMS_PA e aF , e valor inferior para RMF. Os clones, por sua vez, diferiram para mMS_R/mMS_PA e RMF (C3), com o clone PC apresentando menor mMS_R/mMS_PA e maior RMF em comparação ao PG. Enquanto o cv. GN diferiu do WL (C4) apenas para mMS_R/mMS_PA e aF , sendo superior ao segundo, em ambas as variáveis.

Tabela 4. Médias e contrastes médios ortogonais para massa de matéria seca das folhas (mMS_F), do pseudocaulo (mMS_P), do rizoma (mMS_RI), de raízes (mMS_R), total (mMS_T), relação entre massa de matéria seca de raízes e da parte aérea (mMS_R/mMS_PA), área foliar (aF), área foliar específica (aF_E) e razão de massa foliar (RMF) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	mMS_F	mMS_P	mMS_RI	mMS_R	mMS_T
	..... g/órgão.....				
PA	3,938	1,075	0,643	1,216	6,871
PC	3,138	0,863	0,444	0,843	5,286
PG	3,025	0,800	0,499	0,909	5,233
\bar{y} (Prata)	3,367	0,913	0,529	0,989	5,797
GN	4,388	1,200	0,613	1,120	7,320
WL	3,813	1,200	0,521	0,821	6,355
\bar{y} (Cavendish)	4,101	1,200	0,567	0,971	6,838
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	0,734**	0,287**	0,038 ^{ns}	-0,019 ^{ns}	1,041*
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,856*	-0,244 ^{ns}	-0,171*	-0,341**	-1,612*
C3: (PC vs PG)	-0,113 ^{ns}	-0,063 ^{ns}	0,055 ^{ns}	0,066 ^{ns}	-0,054 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-0,575 ^{ns}	-0,000 ^{ns}	-0,091 ^{ns}	-0,299**	-0,965 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4. Continuação.

Cultivares ¹	<i>mMS_R</i> / <i>mMS_PA</i>	<i>aF</i>	<i>aF_E</i>	RMF
	kg/kg	cm ²	cm ² /g	kg/kg
PA	0,215	934,875	238,530	0,574
PC	0,189	707,500	225,256	0,594
PG	0,210	739,000	244,742	0,578
\bar{y} (Prata)	0,205	793,792	236,176	0,582
GN	0,182	1042,500	239,302	0,599
WL	0,149	860,375	228,491	0,599
\bar{y} (Cavendish)	0,166	951,438	233,897	0,599
Contrastes médios ortogonais ²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-0,039**	157,646**	-2,280 ^{ns}	0,017**
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,015*	-211,625**	-3,531 ^{ns}	0,012*
C3: (PC vs PG)	0,021*	31,500 ^{ns}	19,486 ^{ns}	-0,016*
C4: (GN vs WL)	-0,033**	-182,125*	-10,81 ^{ns}	-0,000 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Diversos estudos relatam comparações avaliando o desenvolvimento inicial entre genótipos dos grupos genômicos AAA e AAB. Siqueira et al. (2013) visualizaram maior crescimento em altura, diâmetro de pseudocaule, massa de matéria seca da parte aérea (*mMS_PA*) e *mMS_T*, para o cv. Nanicão (AAA, subgrupo Cavendish) quando comparado ao cv. PA (AAB, subgrupo Prata), ao mesmo tempo em que não constataram diferenças significativas entre as *mMS_R* dos cultivares, como no presente estudo. Por outro lado, Oliveira et al. (2014) não verificaram diferenças para as características de crescimento entre o cv. GN e os cultivares do subgrupo Prata avaliados. Anteriormente, Gomes et al. (2005), para os cvs. GN e PA, não notaram diferença na *mMS_PA*, porém houve diferença entre as massas de matéria secas resultantes da soma *mMS_RI* + *mMS_R*.

Maiores valores para *mMS_F*, como os visualizados para o subgrupo Cavendish quando comparados ao Prata (C1) e pelo cv. PA em comparação aos clones (C2), associados a uma mesma *aFE*, como observados na tabela 4, proporcionam maior superfície foliar, o que pode contribuir para maiores taxas fotossintéticas e, por conseguinte, pode explicar em parte os maiores acúmulos de C visualizados nos demais órgãos da planta.

A maior produção de *mMS_RI*, apresentada pelo cv. PA no contraste C3, pode indicar um maior vigor deste cultivar em comparação aos clones, como informado por Santos (2012), tendo em vista que este órgão é responsável pela emissão de feixes radiculares, folhas e o cacho,

além de funcionar como suporte estrutural e órgão de reserva da bananeira (KURIEN et al., 2000; ISRAELI e LAHAV, 2017).

A maior alocação absoluta de C nas raízes (mMS_R) dos cultivares PA no C2 e GN no C4, em comparação aos clones PC e PG e o cv. WL, respectivamente, apontam que esses cultivares, comparados aos demais, conseguiram alocar maior quantidade de fotoassimilados ao sistema radicular, contribuindo para o aumento de sua massa. Os resultados obtidos por Siqueira et al. (2013), diferem dos visualizados aqui, ao não mostrarem, em nenhuma das condições de estudo avaliadas, diferença para mMS_R entre o cv. PA e os clones PC e PG, após 60 d de crescimento. Entretanto, deve-se salientar que a produção de mMS_R , não é, por si só, suficiente para avaliar a eficiência e funcionamento do sistema radicular das plantas (JESUS et al., 2006), devido a massa de matéria seca das raízes, não apresentar correlação estreita com a quantidade de raízes finas absorptivas, responsáveis de fato, pela aquisição de água e nutrientes pelas plantas (RENA e GUIMARÃES, 2000).

A verificação de diferenças significativas para relação raiz/parte aérea em todos os contrastes avaliados, denota que a razão entre raiz e parte aérea, é bastante particular entre os cultivares. De acordo com Clarkson (1985), existe uma grande diferença na flexibilidade da relação raiz/parte aérea de plantas cultivadas no solo em relação às cultivadas em laboratório em solução de cultivo. Ainda assim, diferenças entre genótipos quanto a relação de massa da matéria seca da raiz e parte aérea, de acordo com as condições nutricionais do meio, informam distinções quanto à proporção de investimento de C no sistema radicular e parte aérea (VIEIRA, 2013).

Em termos práticos relações mMS_R/mMS_PA superiores, como as expressas pelo subgrupo Prata, pelo cv. PA, pelo clone PG e pelo cv. GN, nos contrastes C1, C2, C3 e C4, respectivamente, são desejáveis em condições de baixa fertilidade do solo, pois sugerem uma maior capacidade de obtenção de nutrientes em condições de baixa disponibilidade como descrito por HORN et al., 2006 e BATISTA, 2014 em milho e cedro, respectivamente. Por outro lado, uma maior destinação de fotoassimilados ao sistema radicular, em condições adequadas de disponibilidade de nutrientes, pode não ser ideal devido este crescimento ocorrer em detrimento do crescimento da parte aérea (CHAPIN III, 1980; CLARKSON, 1985; HORN et al., 2006).

Assim, como no presente estudo as mudas de bananeira foram crescidas em solução completa, com a presença de todos os nutrientes em quantidades adequadas. Pode-se conjecturar que os menores valores para mMS_R/mMS_PA apresentados pelo subgrupo

Cavendish, pelos clones PC e PG, pelo clone PC e pelo cv. WL, nos contrastes C1, C2, C3 e C4, respectivamente, apontam para uma distribuição mais interessante de carboidratos entre as raízes e a parte aérea, proporcionando uma maior destinação de carbono para os componentes da parte aérea como as folhas.

As diferenças visualizadas para *aF* entre os subgrupos Prata e Cavendish, o cv. PA e os clones PC e PG, e os cultivares GN e WL, a partir dos contrastes C1, C2 e C4, revelam informações importantes sobre o rendimento potencial dos genótipos, ao passo que, como dito por Guimarães et al. (2019), o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e posterior conversão desta em energia química. Já a maior RMF observada pelo subgrupo Cavendish no contraste C1, para os clones no C2 e para PC no C3, comparado ao subgrupo Prata, ao cv. PA e ao clone PG, respectivamente, denota uma priorização dos primeiros pela manutenção de uma maior proporção de massa de matéria seca nas folhas em relação aos demais órgãos (DANTAS et al., 2009).

3. 2 Morfologia radicular

O subgrupo Prata diferiu significativamente ($p < 0,05$) do subgrupo Cavendish (C1), para todas as características morfológicas das raízes. A análise dos contrastes sugere, avaliando unicamente a morfologia do sistema radicular, que o subgrupo Cavendish foi detentor de um sistema radicular mais desenvolvido, apresentando médias superiores para: comprimento radicular (*cR*), comprimento radicular específico (*cR_E*), superfície radicular (*sR*), superfície radicular específica (*sR_E*) e volume radicular (*vR*), e, média inferior para a característica diâmetro médio (*DM*) (Tabela 5).

O cv. PA diferiu dos clones PC e PG (C2) apenas para *sR* e *vR*, apresentando os maiores valores para estas características. Comparando-se os clones PC vs PG (C3), visualiza-se que estes não apresentaram suficiente evidência de ser diferentes quanto às características morfológicas do sistema radicular, com exceção do *DM*, não diferindo entre si para estas variáveis. Os clones não distinguiram-se para as características morfológicas do sistema radicular, assim como, não diferiram consideravelmente do cv. PA (Tabela 5).

Avaliando os representantes do subgrupo Cavendish (C4), evidencia-se uma grande similaridade para a morfologia do sistema radicular destes cultivares, tendo o cv. GN, diferido do cv. WL, somente para as características *sR* e *vR*, que apresentaram maiores médias em comparação ao cv. WL. Os cvs. Grande Naine e Williams são muito próximos referente às características morfológicas (SOTO BALLESTERO, 2008). Mais uma vez, as igualdades

visualizadas entre cultivares do mesmo subgrupo, assim como, as diferenças observadas ao se contrastar os subgrupos Prata vs Cavendish (C1), demonstram a relação entre o efeito do genoma sobre a morfologia radicular das plantas avaliadas.

Tabela 5. Médias e contrastes médios ortogonais para comprimento radicular (*cR*), comprimento radicular específico (*cR_E*), superfície radicular (*sR*), superfície radicular específica (*sR_E*), diâmetro médio (*DM*) e volume radicular (*vR*) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	<i>cR</i>	<i>cR_E</i>	<i>sR</i>	<i>sR_E</i>
	cm/planta	cm/g	cm ² /planta	cm ² /g
PA	352,690	291,806	56,353	46,603
PC	278,874	333,457	42,160	50,283
PG	230,215	252,569	39,074	42,999
\bar{y} (Prata)	287,260	292,611	45,862	46,628
GN	514,724	465,339	70,073	63,444
WL	483,094	604,119	59,792	74,146
\bar{y} (Cavendish)	498,909	534,729	64,933	68,795
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	211,649**	242,119**	19,070**	22,167**
C2: (PA vs (PC,PG))	-98,146 ^{ns}	1,207 ^{ns}	-15,736**	0,037 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-48,659 ^{ns}	-80,888 ^{ns}	-3,086 ^{ns}	-7,284 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-31,630 ^{ns}	138,779 ^{ns}	-10,280*	10,702 ^{ns}
	<i>DM</i>	<i>vR</i>		
	mm/raiz	cm ³ /planta		
PA	0,509	14,363		
PC	0,482	10,159		
PG	0,548	10,621		
\bar{y} (Prata)	0,513	11,714		
GN	0,443	15,322		
WL	0,396	11,832		
\bar{y} (Cavendish)	0,420	13,577		
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-0,093**	1,863**		
C2: (PA vs (PC,PG))	0,005 ^{ns}	-3,974**		
C3: (PC vs PG)	0,066*	0,462 ^{ns}		
C4: (GN vs WL)	-0,047 ^{ns}	-3,490**		

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A análise da morfologia radicular refere-se, entre outros, a avaliação do comprimento, diâmetro, superfície e densidade de pelos radiculares (MACHADO e FURLANI, 2004). Diversos trabalhos demonstram a importância e correlacionam aspectos da morfologia radicular de genótipos com a eficiência de absorção e acumulação de nutrientes (FÖHSE et al., 1991;

ERNANI et al., 1994; MACHADO e FURLANI, 2004; SAMAL et al., 2010; SANES et al., 2013).

Batista et al. (2016) atribuem, dentre as características morfológicas radiculares, maior importância aos aspectos comprimento e superfície radicular como melhores indicadores de eficiência na absorção de água e nutrientes. Dessa forma, os resultados obtidos para os cvs. GN e WL no C1, para cR e sR , pelo cv. PA no C2 e cv. WL no C4, para sR , sugerem que os cultivares pertencentes ao subgrupo Cavendish, em comparação aos demais, o cv. GN em relação ao cv. WL, e o cv. PA em comparação aos clones PC e PG, respectivamente, possuem maior condição de absorção de água e nutrientes.

Maiores valores de cR proporcionam uma maior capacidade de ocupação e exploração do solo (ZONTA et al., 2006). Clarkson (1985) corrobora tal afirmação ao declarar que o crescimento radicular favorece o influxo de nutrientes, sobretudo, por elevar a demanda, decorrente do crescimento da planta, e por proporcionar o alcance a regiões inexploradas com concentração relativamente mais alta de nutrientes. A aquisição de nutrientes é intimamente afetada pela sR , como relatado por Schenck e Barber (1979), que em trabalho com cinco diferentes solos, demonstram haver uma relação sensível entre a absorção e acúmulo de nutriente e a superfície radicular em plantas de milho, e, Tachibana e Ohta (1983), que concluem que a utilização desta característica para a estimação da capacidade de absorção de água e nutrientes pelas plantas, é mais adequada do que a utilização de massa de matéria seca de raiz apenas.

Os valores para cR_E e sR_E , representam, respectivamente, as relações entre o comprimento radicular e a massa de matéria seca de raízes e a superfície radicular e a massa de matéria seca de raízes, permitindo inferir sobre a eficiência com que o C é utilizado para o comprimento (cR_E) e superfície radicular (sR_E). Desta forma, pode-se considerar, por meio do contraste C1, que os cultivares GN e WL (subgrupo Cavendish), apresentaram além de maior cR e sR , também uma maior eficiência de conversão de C pelo sistema radicular em comprimento e superfície de raiz, em comparação aos demais cultivares. De acordo com Matos et al. (2002) a avaliação destes parâmetros é importante, por eles associarem-se ao potencial de crescimento de raízes finas absorptivas.

Valores superiores para diâmetro radicular médio não são, em um primeiro momento, desejáveis, pois indicam maior concentração de raízes grossas em detrimento às raízes finas no sistema radicular. Raízes de maior diâmetro desempenham funções estruturais, de transporte e de armazenamento, enquanto raízes finas desempenham, de fato, o papel de absorção de água

e nutrientes pelas plantas (MCCORMACK et al., 2015). Por sua vez, dentre as características desejáveis para o sistema radicular, insere-se também um maior vR (DIAS et al., 2017), tendo em vista que esta característica relaciona-se com um maior volume de solo explorado pelas raízes (BORCIONI et al., 2016).

Desta forma, os valores obtidos para as características morfológicas radiculares, pelos cultivares do subgrupo Cavendish em relação aos do subgrupo Prata (C1), indicam que estes materiais apresentam, neste quesito, maior condição de absorção de água e nutrientes em comparação aos demais. Do mesmo modo, leve superioridade na morfologia radicular pode ser atribuída ao cultivar PA, no subgrupo Prata (C2), enquanto maiores similaridades para o sistema radicular, foram visualizadas entre os clones PC e PG (C3), e os cvs. GN e WL (C4) (Tabela 5).

Avaliando as médias apresentadas na tabela 6 para comprimento radicular (cR) em cultivares de bananeira, aos 86 dias de crescimento, observa-se que, em média, cerca de 90 % do cR é advindo de raízes muito finas e finas ($< 1,00$ mm), que representam, em tese, as raízes finas absorventes.

Os subgrupos diferiram quanto ao cR , em termos absolutos (cm), apenas para as classes de raízes muito finas e médias, e em termos relativos (%), para as classes raízes muito finas, finas e grossas (C1) (Tabela 6). Ressalta-se, que o subgrupo Cavendish deteve, em média, 200,4 cm a mais de cR oriundos de raízes muito finas em relação ao subgrupo Prata, o que corresponde a um valor superior em 83 % para esta classe radicular, e que ainda, em termos relativos à contribuição destas raízes sobre o cR total dos subgrupos foi 4,7 % superior no subgrupo Cavendish em comparação ao Prata.

O cv. PA foi superior aos clones PC e PG (C2) para o cR proveniente de raízes finas (0,5 - 1,0 mm) e grossas ($\geq 3,00$ mm) (Tabela 5). Todavia, em termos de participação (%) dos cR , em cada classe de diâmetro radicular sobre o cR total, não se verificou diferença significativa entre o cultivar e os clones para nenhuma das classes de diâmetro radicular avaliadas.

Com base na ausência de significância do contraste C3 e C4, para cada uma das características avaliadas na tabela 6, pode-se inferir que os clones PC e PG, assim como os cvs. GN e WL, não diferem, entre si, quanto à distribuição absoluta e relativa (%) do cR nas diferentes faixas de diâmetro radicular.

Tabela 6. Médias e contrastes médios ortogonais para distribuição absoluta (cm) e relativa (%) do comprimento radicular (*cR*) nas diferentes faixas de diâmetro radicular em cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Distribuição do <i>cR</i> (cm) por diâmetro (mm) de raiz			
	Raízes m. finas	Raízes finas	Raízes médias	Raízes grossas
	0< <i>cR</i> <0,50	0,50≤ <i>cR</i> <1,00	1,00≤ <i>cR</i> <3,00	<i>cR</i> ≥3,00
Cm				
PA	297,581	28,244	13,962	12,903
PC	237,334	20,973	13,450	7,117
PG	188,933	17,824	16,999	6,459
\bar{y} (Prata)	241,283	22,347	14,804	8,826
GN	451,977	25,280	28,920	8,546
WL	431,347	21,574	25,242	4,931
\bar{y} (Cavendish)	441,662	23,427	27,081	6,739
Contrastes médios ortogonais ²				
C1: (Prata vs Cavendish)	200,379**	1,080 ^{ns}	12,278**	-2,088 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-84,447 ^{ns}	-8,846**	1,262 ^{ns}	-6,115*
C3: (PC vs PG)	-48,401 ^{ns}	-3,150 ^{ns}	3,549 ^{ns}	-0,658 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-20,631 ^{ns}	-3,706 ^{ns}	-3,678 ^{ns}	-3,615 ^{ns}
Distribuição relativa (%) do <i>cR</i> por diâmetro (mm) de raiz				
	Raízes m. finas	Raízes finas	Raízes médias	Raízes grossas
	0< <i>cR</i> <0,50	0,50≤ <i>cR</i> <1,00	1,00≤ <i>cR</i> <3,00	<i>cR</i> ≥3,00
	%			
PA	84,291	8,059	4,044	3,606
PC	85,037	7,556	4,856	2,551
PG	81,586	8,020	7,441	2,954
\bar{y} (Prata)	83,638	7,878	5,447	3,037
GN	87,487	4,963	5,735	1,815
WL	89,173	4,493	5,299	1,035
\bar{y} (Cavendish)	88,330	4,728	5,517	1,425
Contrastes médios ortogonais ²				
C1: (Prata vs Cavendish)	4,692**	-3,151**	0,070 ^{ns}	-1,612**
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,980 ^{ns}	-0,271 ^{ns}	2,104 ^{ns}	-0,853 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-3,452 ^{ns}	0,463 ^{ns}	2,585 ^{ns}	0,403 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1,685 ^{ns}	-0,470 ^{ns}	-0,436 ^{ns}	-0,780 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os resultados visualizados para o C1, refletem os apresentados na tabela 5, onde os cultivares GN e WL, expressaram valores para *cR* e *cR_E* superiores aos obtidos pelos cultivares PA, PC e PG. Tal constatação indica que os cultivares do subgrupo Cavendish além de investirem mais carbono para a constituição de raízes, mantém, durante a fase de muda, maior proporção relativa de raízes muito finas (< 0,5 mm) comparado aos cultivares do

subgrupo Prata, o que resulta, provavelmente, numa maior exploração de água e nutrientes por volume de solo, ou, numa exploração de maior volume de solo.

Os maiores valores verificados para raiz fina e grossa, para o cv. PA no contraste C2, podem ser atribuídos, em parte, ao acúmulo de *mMS_R* apresentado pelo cultivar em relação aos clones PC e PG (Tabela 4), tendo em vista que estes não diferiram significativamente para as variáveis *cR* e *cR_E* (Tabela 5).

Além disso, a ausência de diferenças para cada uma das características avaliadas na tabela 6, entre os cultivares PC e PG (C3), e, GN e WL (C4), assim como para *cR* e *cR_E* (Tabela 5), indicam que os cultivares PC e PG e GN e WL, respectivamente, detêm capacidades muito similares quanto à ocupação e exploração de volume de solo.

A manutenção de maior proporção de raízes finas pelas plantas é de suma importância, devido estas estarem não somente relacionadas à aquisição de água e nutrientes, mas também, a processos fisiológicos como biossíntese e transporte de substâncias (JESUS et al., 2006).

A superfície radicular (*sR*) em cultivares de bananeira, aos 86 d de crescimento, é advinda majoritariamente de raízes das classes muito finas e finas ($< 1,00$ mm), que somadas representam mais de 50 % de toda a *sR* das mudas, a exemplo do observado para o *cR* (Tabela 7).

Diferenças significativas para *sR*, em termos absolutos (cm^2) e relativos (%), em função das faixas de diâmetro radicular, ocorreram apenas nos contrastes C1 e C2, assim como visualizado para a *cR* na tabela 6. Verificou-se distinção entre os subgrupos (C1) quanto à participação de raízes muito finas ($< 0,5$ mm) e médias ($1,00 \leq sR < 3,00$ mm) sobre a *sR*, detendo o subgrupo Cavendish maiores participações do *sR* nestas classes, em ambos os casos, em comparação ao subgrupo Prata. Em termos relativos também notou-se que a participação das raízes muito finas na *sR*, no subgrupo Cavendish, foi 7,1 % superior a visualizada pelo subgrupo Prata. Por outro lado, a contribuição relativa das raízes finas e grossas foi superior em 2,6 e 10,1 % respectivamente, no subgrupo Prata comparado ao Cavendish.

Não houve diferenças significativas para a distribuição da superfície radicular (*sR*) para os contrastes C3 e C4, para cada uma das características avaliadas, similar ao ocorrido para o comprimento radicular (*cR*) (Tabela 6).

Tabela 7. Médias e contrastes médios ortogonais para distribuição absoluta e relativa (%) da superfície radicular (*sR*) nas diferentes faixas de diâmetro radicular em cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Distribuição do <i>sR</i> (cm ²) por diâmetro (mm) de raiz			
	Raízes m. finas	Raízes finas	Raízes médias	Raízes grossas
	0< <i>sR</i> <0,50	0,50≤ <i>sR</i> <1,00	1,00≤ <i>sR</i> <3,00	<i>sR</i> ≥3,00
	cm ²			
PA	23,601	5,773	8,557	14,869
PC	18,383	4,277	8,867	8,043
PG	15,108	3,628	10,807	7,285
\bar{y} (Prata)	19,031	4,559	9,410	10,066
GN	32,312	5,254	17,643	9,808
WL	29,243	4,364	16,354	5,287
\bar{y} (Cavendish)	30,778	4,809	16,999	7,548
	Contrastes médios ortogonais ²			
C1: (Prata vs Cavendish)	11,746**	0,250 ^{ns}	7,588**	-2,518 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	-6,856*	-1,821**	1,280 ^{ns}	-7,205*
C3: (PC vs PG)	-3,275 ^{ns}	-0,649 ^{ns}	1,941 ^{ns}	-0,758 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-3,069 ^{ns}	-0,891 ^{ns}	-1,290 ^{ns}	-4,520 ^{ns}
	Distribuição relativa (%) do <i>sR</i> por diâmetro (mm) de raiz			
	Raízes m. finas	Raízes finas	Raízes médias	Raízes grossas
	0< <i>sR</i> <0,50	0,50≤ <i>sR</i> <1,00	1,00≤ <i>sR</i> <3,00	<i>sR</i> ≥3,00
	%			
PA	44,794	11,031	16,549	27,626
PC	46,443	10,836	22,634	20,088
PG	40,565	10,005	29,121	20,309
\bar{y} (Prata)	43,934	10,624	22,768	22,674
GN	49,141	8,048	27,109	15,702
WL	52,942	7,916	29,772	9,370
\bar{y} (Cavendish)	51,042	7,982	28,441	12,536
	Contrastes médios ortogonais ²			
C1: (Prata vs Cavendish)	7,108**	-2,642**	5,673 ^{ns}	-10,138**
C2: (PA vs (PC,PG))	-1,290 ^{ns}	-0,611 ^{ns}	9,328*	-7,428 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-5,877 ^{ns}	-0,830 ^{ns}	6,487 ^{ns}	0,221 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	3,801 ^{ns}	-0,132 ^{ns}	2,663 ^{ns}	-6,332 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A maior contribuição de raízes muito finas (< 0,5 mm) sobre a *sR*, expressa pelo subgrupo Cavendish frente o subgrupo Prata, acompanha os resultados observados para *sR* e *sR_E* pelos mesmos subgrupos (Tabela 5). Em função da maior participação (7,1 %) de raízes muito finas (< 0,5 mm) sobre a *sR* do subgrupo Cavendish, assim como, a maior contribuição (10,1 %) de raízes grossas (≥ 3,0 mm) sobre a *sR* do subgrupo Prata (Tabela 7), pode-se inferir que o maior valor para *sR* total apresentada pelo subgrupo Cavendish na tabela 5, se dá,

sobretudo, por contribuição de maior número de raízes muito finas em comparação ao subgrupo Prata.

Os maiores valores verificados para raiz fina, média e grossa, pelo cv. PA no contraste C2, podem estar relacionados ao maior acúmulo de MS_R e SR apresentado pelo cv. PA em relação aos clones PC e PG (Tabelas 4 e 5). Por outro lado, a ausência de significância visualizada na tabela 7 para os contrastes C3 e C4, ratificam as similaridades visualizadas para as características morfológicas entre os cultivares PC e PG (C3), e, GN e WL (C4).

3.3 Teores e acúmulos de nutrientes

De uma maneira geral, verifica-se que os teores dos macronutrientes observados em mudas de bananeira, cultivadas em hidroponia durante 86 d, foram superiores nos componentes da parte aérea das plantas, incluindo-se o rizoma, em comparação às raízes (Tabela 8). Nota-se que as maiores diferenças entre os teores relacionaram-se com a mobilidade do elemento em questão, apresentando valores consideravelmente superiores na parte aérea em relação ao sistema radicular, para N, P e K. Por outro lado, valores médios similares entre os órgãos foram constatados para Mg e os elementos de menor mobilidade Ca e S.

Observa-se na tabela 8, que o subgrupo Prata diferiu do subgrupo Cavendish em diversas oportunidades (C1), sendo superior, no entanto, apenas para o teor de N nas folhas. Para teor de N nos demais componentes, de P nas folhas e pseudocaule, de Ca e Mg nas folhas e de S no rizoma e raízes, foram constatadas médias inferiores às apresentadas pelo subgrupo Cavendish.

O cv. PA diferiu dos clones PC e PG (C2), apenas para o teor de N nas folhas, K nas raízes e de S no pseudocaule e raízes, tendo o PA apresentado média inferior que o PG para o teor de N e, superior, que ambos os clones, para os teores de K e S nos respectivos órgãos. Este mesmo contraste não foi significativo para os demais macronutrientes (P, K, Mg, Ca e S) nos distintos componentes das plantas, o que evidencia o maior grau de similaridade genômica entre estes materiais. Por sua vez, os clones PC e PG (C3) diferiram para o teor de N na folha e pseudocaule e P no rizoma, detendo o clone PC menor média para N na folha e pseudocaule e maior média para P no rizoma.

O cv. GN distinguiu-se do cv. WL (C4) apenas para N na folha e rizoma, K no pseudocaule e Ca no pseudocaule, dispondo o cv. GN de médias superiores para N na folha e Ca no pseudocaule, e, inferiores para N no rizoma e K no pseudocaule.

Tabela 8. Médias e contrastes médios ortogonais para os teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em folhas, pseudocaule, rizoma e raízes de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz
	..... Teor de N (g/kg)			
PA	31,085	27,360	26,470	21,870
PC	31,438	27,169	28,951	21,529
PG	34,760	30,878	28,284	20,807
\bar{y} (Prata)	32,428	28,469	27,902	21,402
GN	30,894	31,759	29,669	24,894
WL	28,926	30,713	32,481	25,238
\bar{y} (Cavendish)	29,910	31,236	31,075	25,066
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-2,517**	2,767*	3,173**	3,664**
C2: (PA vs (PC, PG))	2,014*	1,664 ^{ns}	2,148 ^{ns}	-0,703 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	3,322**	3,709*	-0,667 ^{ns}	-0,722 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-1,968*	-1,046 ^{ns}	2,813*	0,344 ^{ns}
..... Teor de P (g/kg)				
PA	3,193	4,670	4,118	1,469
PC	3,424	4,957	4,549	1,427
PG	3,472	4,638	3,916	1,295
\bar{y} (Prata)	3,363	4,755	4,194	1,397
GN	3,810	5,582	4,104	1,265
WL	4,042	5,755	4,567	1,397
\bar{y} (Cavendish)	3,926	5,669	4,336	1,331
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	0,563**	0,914**	0,141 ^{ns}	-0,066 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	0,256 ^{ns}	0,127 ^{ns}	0,115 ^{ns}	-0,108 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	0,048 ^{ns}	-0,319 ^{ns}	-0,633*	-0,132 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	0,233 ^{ns}	0,174 ^{ns}	0,463 ^{ns}	0,132 ^{ns}
..... Teor de K (g/kg)				
PA	38,538	44,532	36,386	14,402
PC	32,036	42,552	38,875	11,156
PG	39,044	47,305	43,166	11,905
\bar{y} (Prata)	36,539	44,796	39,476	12,488
GN	37,549	44,819	37,365	13,157
WL	34,801	54,061	35,373	11,904
\bar{y} (Cavendish)	36,175	49,440	36,369	12,531
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-0,365 ^{ns}	4,643 ^{ns}	-3,106 ^{ns}	0,043 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-2,998 ^{ns}	0,396 ^{ns}	4,634 ^{ns}	-2,871**
C3: (PC vs PG)	7,008 ^{ns}	4,753 ^{ns}	4,291 ^{ns}	0,749 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-2,748 ^{ns}	9,241*	-1,992 ^{ns}	-1,253 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 8. Continuação.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz
	..... Teor de Ca (g/kg)			
PA	8,691	5,868	9,282	6,674
PC	8,866	5,481	9,272	7,540
PG	7,884	5,390	9,430	7,387
\bar{y} (Prata)	8,480	5,580	9,328	7,200
GN	12,764	6,828	9,140	8,085
WL	12,614	5,273	10,308	7,418
\bar{y} (Cavendish)	12,689	6,051	9,724	7,752
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	4,208**	0,471 ^{ns}	0,396 ^{ns}	0,551 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,316 ^{ns}	-0,433 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,790 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-0,981 ^{ns}	-0,091 ^{ns}	0,158 ^{ns}	-0,153 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-0,150 ^{ns}	-1,555**	1,168 ^{ns}	-0,667 ^{ns}
..... Teor de Mg (g/kg)				
PA	2,385	2,087	2,742	2,312
PC	2,194	2,038	2,218	2,051
PG	2,260	1,807	2,512	2,045
\bar{y} (Prata)	2,280	1,977	2,491	2,136
GN	2,581	2,732	2,547	2,803
WL	2,627	2,583	2,750	2,413
\bar{y} (Cavendish)	2,604	2,658	2,649	2,608
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	0,324*	0,680**	0,158 ^{ns}	0,472 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,159 ^{ns}	-0,164 ^{ns}	-0,377 ^{ns}	-0,263 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	0,066 ^{ns}	-0,231 ^{ns}	0,294 ^{ns}	-0,005 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	0,047 ^{ns}	-0,149 ^{ns}	0,203 ^{ns}	-0,391 ^{ns}
..... Teor de S (g/kg)				
PA	1,226	0,856	1,024	1,415
PC	1,309	0,741	1,147	1,189
PG	1,254	0,726	1,064	1,250
\bar{y} (Prata)	1,263	0,774	1,078	1,285
GN	1,222	0,768	0,938	1,195
WL	1,394	0,783	0,965	1,247
\bar{y} (Cavendish)	1,308	0,776	0,952	1,221
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	0,045 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-0,127**	-0,064*
C2: (PA vs (PC, PG))	0,056 ^{ns}	-0,122**	0,082 ^{ns}	-0,195**
C3: (PC vs PG)	-0,056 ^{ns}	-0,015 ^{ns}	-0,083 ^{ns}	0,061 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	0,172 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,053 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

As significâncias visualizadas para todos os contrastes testados quanto ao teor de N nas folhas, demonstram que esta característica é bastante influenciada pelo genótipo, presumindo a homogeneidade de condições às quais os cultivares foram submetidos.

Por outro lado, o fato dos teores foliares notados para P, Ca e Mg terem diferidos significativamente somente entre os subgrupos (C1) (Tabela 8), leva a crer que os teores destes macronutrientes nas folhas foram influenciados de maneiras distintas de acordo com o subgrupo, porém de maneira igual dentro dos subgrupos avaliados. Por sua vez, a ausência de diferenças significativa em todos os contrastes para os teores foliares de K e S indicam similaridades entre os cultivares quanto aos mecanismos de manutenção dos níveis destes nutrientes nas folhas.

Borges et al. (2006) avaliando os teores foliares de macronutrientes em 24 genótipos pertencentes a diferentes grupos genômicos, constatou diferença nos teores foliares de N, K, Ca, Mg e S no primeiro ciclo e K, Ca e S no segundo ciclo, mesmo em se tratando de genótipos pertencentes ao mesmo grupo genômico. Ainda assim, os teores foliares visualizados para os macronutrientes nos diferentes cultivares estudados encontraram-se dentro, ou imediatamente próximos, com exceção do P ($> 2,7$ g/kg), as faixas consideradas adequadas para bananeira, descritas por IFA (1992) para os cvs. Nanica, Nanicão e Grande Naine, pertencentes ao subgrupo Cavendish, e por Silva et al. (2002) e Borges e Caldas (2002), para os cvs. Prata-Anã e Pacovan, respectivamente, pertencentes ao subgrupo Prata (AAB).

Diferenças nos teores radiculares dos cultivares de bananeira, como as visualizadas entre os subgrupos para N e S (C1), e, entre o cv. PA e os clones PC e PG para K e S (C2), podem estar associadas a diferenças na capacidade de absorção e translocação destes nutrientes do sistema radicular para a parte aérea das mudas. Silva et al. (2014) encontraram, em solução nutritiva completa, teores médios radiculares para K e S para o cv. PA e seu híbrido BRS Platina, superiores aos visualizados no presente estudo, detendo o PA média superior para o K e inferior para S.

A alocação de macronutrientes nos órgãos foi similar para todos os cultivares, sendo a folha o órgão com os maiores conteúdos para todos os macronutrientes, seguida predominantemente pelo pseudocaule, rizoma e raiz nesta ordem (Tabela 9). Todavia, os valores médios para conteúdo visualizados na raiz foram superiores aos observados no pseudocaule para Ca e S e, superiores ao visualizados no rizoma para N, Ca, Mg e S.

Nas condições deste estudo, o acúmulo de macronutrientes obedeceu a seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > P > Mg > S$, em todos os cultivares avaliados. Esta sequência de

acúmulos é idêntica a encontrada por Silva et al. (2014) em mudas de banana cv. PA, e, com exceção do P, estes acúmulos coincidem com grande parte dos relatos da literatura, para acúmulo de macronutrientes em bananeira. Twyford (1967) com base em resultados de pesquisadores de todo o mundo, quanto a absorção de macronutrientes por bananeiras do grupo AAA, subgrupo Cavendish, constatou acúmulo decrescente de macronutrientes igual a: $K > N > Ca > Mg > P$. Já Araujo (2008), Rodrigues et al. (2010) e Moreira et al. (2009) verificaram para, o cv. GN (AAA), o cv. PA (AAB) e o cv. Thap Maeo (AAB), respectivamente, acúmulo decrescente de macronutrientes igual a: $K > N > Ca > Mg > P > S$.

Os subgrupos distinguiram-se em relação ao acúmulo de N no pseudocaule, rizoma e total; K no pseudocaule e total e P, Ca, Mg e S para os compartimentos folha, pseudocaule e total (C1), apresentando o subgrupo Cavendish maiores acúmulos para cada um dos macronutrientes em cada um dos compartimentos citados (Tabela 9).

O cv. PA deteve acúmulos totais superiores aos clones PC e PG para todos os macronutrientes, salvo Ca (C2), o que se deu devido, majoritariamente, à maior quantidade de matéria seca produzida por este cultivar (Tabela 4). Logicamente, o cultivar apresentou maior demanda para os macronutrientes, acumulado maior quantidade destes nutrientes nos distintos órgãos, sendo verificadas diferenças significativas para o acúmulo de N na folha, rizoma e raiz; P no rizoma e raiz; K na folha e raiz; Ca na folha, pseudocaule e rizoma; Mg no rizoma e raiz e S em todos os órgãos avaliados. Não houve diferenças significativas entre as médias de acúmulo de macronutrientes obtidas por PC e PG (C3) em nenhum dos órgãos avaliados, sendo considerados iguais em todos eles (Tabela 9).

Quanto aos representantes do subgrupo Cavendish (C4), verificou-se que estes não diferiram quanto ao acúmulo total dos macronutrientes, e para o acúmulo de P e Mg em nenhum dos órgãos analisados, porém, o cv. GN, ao fim do experimento, apresentou maior acúmulo de N para folha e raiz, K para raiz, Ca para pseudocaule e raiz e S para raiz em comparação ao cv. WL (Tabela 9).

Tabela 9. Médias e contrastes médios ortogonais para os acúmulos dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em folhas, pseudocaule, rizoma, raízes e total de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total
	..... Conteúdo de N (mg/órgão)				
PA	122,204	29,288	16,904	26,768	195,164
PC	98,527	23,445	12,836	18,120	152,929
PG	105,209	24,679	14,210	18,955	163,054
\bar{y} (Prata)	108,647	25,804	14,650	21,281	170,382
GN	135,035	37,529	17,949	27,799	218,312
WL	110,122	36,494	16,794	20,767	184,177
\bar{y} (Cavendish)	122,579	37,012	17,372	24,283	201,245
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	13,932 ^{ns}	11,207 ^{**}	2,722 [*]	3,002 ^{ns}	30,862 ^{**}
C2: (PA vs (PC, PG))	-20,336 [*]	-5,226 ^{ns}	-3,381 [*]	-8,231 ^{**}	-37,173 [*]
C3: (PC vs PG)	6,682 ^{ns}	1,234 ^{ns}	1,374 ^{ns}	0,836 ^{ns}	10,125 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-24,913 [*]	-1,035 ^{ns}	-1,156 ^{ns}	-7,032 [*]	-34,135 ^{ns}
..... Conteúdo de P (mg/órgão)					
PA	12,545	5,015	2,635	1,784	21,979
PC	10,759	4,279	2,010	1,201	18,249
PG	10,513	3,701	1,949	1,181	17,345
\bar{y} (Prata)	11,272	4,332	2,198	1,389	19,191
GN	16,611	6,658	2,468	1,424	27,161
WL	15,279	6,896	2,376	1,145	25,696
\bar{y} (Cavendish)	15,945	6,777	2,422	1,285	26,429
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	4,672 ^{**}	2,445 ^{**}	0,225 ^{ns}	-0,104 ^{ns}	7,238 ^{**}
C2: (PA vs (PC, PG))	-1,909 ^{ns}	-1,025 ^{ns}	-0,655 [*]	-0,593 ^{**}	-4,182 [*]
C3: (PC vs PG)	-0,246 ^{ns}	-0,578 ^{ns}	-0,060 ^{ns}	-0,020 ^{ns}	-0,904 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-1,332 ^{ns}	0,238 ^{ns}	-0,092 ^{ns}	-0,280 ^{ns}	-1,466 ^{ns}
..... Conteúdo de K (mg/órgão)					
PA	152,232	47,521	23,981	17,746	241,480
PC	99,916	36,467	17,170	9,407	162,960
PG	117,930	37,807	21,313	10,888	187,938
\bar{y} (Prata)	123,359	40,598	20,821	12,680	197,459
GN	165,225	53,535	23,458	14,939	257,157
WL	129,636	64,480	18,325	9,734	222,176
\bar{y} (Cavendish)	147,431	59,008	20,892	12,337	239,667
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	24,071 ^{ns}	18,409 ^{**}	0,070 ^{ns}	-0,344 ^{ns}	42,207 [*]
C2: (PA vs (PC, PG))	-43,309 [*]	-10,385 ^{ns}	-4,739 ^{ns}	-7,598 ^{**}	-66,031 [*]
C3: (PC vs PG)	18,014 ^{ns}	1,340 ^{ns}	4,142 ^{ns}	1,481 ^{ns}	24,978 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-35,589 ^{ns}	10,945 ^{ns}	-5,133 ^{ns}	-5,204 [*]	-34,981 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 9. Continuação.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total
	..... Conteúdo de Ca (mg/órgão)				
PA	34,163	6,296	6,023	8,120	54,603
PC	27,820	4,753	4,102	6,370	43,044
PG	23,888	4,317	4,681	6,711	39,597
\bar{y} (Prata)	28,624	5,122	4,935	7,067	45,748
GN	55,888	8,049	5,567	9,183	78,687
WL	48,162	6,329	5,389	6,157	66,037
\bar{y} (Cavendish)	52,025	7,189	5,478	7,670	72,362
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	23,401**	2,067**	0,543 ^{ns}	0,603 ^{ns}	26,614**
C2: (PA vs (PC, PG))	-8,309**	-1,762*	-1,632*	-1,580 ^{ns}	-13,282 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-3,932 ^{ns}	-0,436 ^{ns}	0,579 ^{ns}	0,341 ^{ns}	-3,447 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-7,726 ^{ns}	-1,721*	-0,177 ^{ns}	-3,026*	-12,650 ^{ns}
..... Conteúdo de Mg (mg/órgão)					
PA	9,509	2,272	1,799	2,849	16,430
PC	6,888	1,765	0,989	1,735	11,376
PG	6,851	1,446	1,246	1,881	11,424
\bar{y} (Prata)	7,749	1,828	1,345	2,155	13,077
GN	11,479	3,363	1,562	3,133	19,537
WL	10,131	3,116	1,458	2,035	16,740
\bar{y} (Cavendish)	10,805	3,240	1,510	2,584	18,139
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	3,055*	1,412**	0,165 ^{ns}	0,429 ^{ns}	5,062*
C2: (PA vs (PC, PG))	-2,640 ^{ns}	-0,667 ^{ns}	-0,682*	-1,041*	-5,030*
C3: (PC vs PG)	-0,037 ^{ns}	-0,319 ^{ns}	0,257 ^{ns}	0,146 ^{ns}	0,048 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-1,348 ^{ns}	-0,247 ^{ns}	-0,104 ^{ns}	-1,098 ^{ns}	-2,796 ^{ns}
..... Conteúdo de S (mg/órgão)					
PA	4,784	0,921	0,656	1,715	8,076
PC	4,113	0,640	0,508	0,999	6,261
PG	3,793	0,580	0,526	1,140	6,039
\bar{y} (Prata)	4,230	0,714	0,563	1,285	6,792
GN	5,333	0,916	0,571	1,339	8,159
WL	5,225	0,937	0,505	1,024	7,691
\bar{y} (Cavendish)	5,279	0,927	0,538	1,182	7,925
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	1,049**	0,213**	-0,025 ^{ns}	-0,103 ^{ns}	1,133**
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,831*	-0,311**	-0,139*	-0,645**	-1,926**
C3: (PC vs PG)	-0,320 ^{ns}	-0,060 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,141 ^{ns}	-0,222 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-0,107 ^{ns}	0,020 ^{ns}	-0,066 ^{ns}	-0,315*	-0,468 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A análise do acúmulo de matéria seca e nutrientes durante o crescimento de plantas de bananeira, mesmo na fase de mudas, é de grande importância, pois permite um maior

entendimento das exigências nutricionais e da capacidade produtiva de cada genótipo. Desta forma, é possível se conhecer as diferenças quanto ao acúmulo dos nutrientes nas distintas épocas e partes das plantas auxiliando no manejo da fertilização das culturas (SOARES et al., 2011).

Os maiores conteúdos de macronutrientes acumulados nas folhas em relação aos demais órgãos das mudas, se devem ao fato do conteúdo representar o produto entre o teor do nutriente nos tecidos e suas respectivas massas. Nesse sentido, os maiores conteúdos observados nas folhas decorrem, também, além dos maiores teores observados, do fato deste componente apresentar, no início do desenvolvimento, maior proporção de massa em comparação aos demais (alta RMF) e a quantidade de massa de matéria seca ser diretamente relacionada ao acúmulo de macronutrientes (HOFFMANN, 2008; HOFFMANN et al., 2010b). Busquet (2006) visualizou distribuição de matéria seca e acúmulos de macronutrientes, nos distintos órgãos, na seguinte ordem: folha > pseudocaule > rizoma > pecíolo até a 8ª semana após transplântio, verificando aumento vertiginoso da contribuição do pseudocaule nestas características em detrimento às folhas até a 56ª semana. Por outro lado, Silva et al. (2014) verificaram maiores acúmulos de macronutrientes em cultivares de bananeira com 100 d de cultivo nas raízes, seguidas pelas folhas e rizoma, respectivamente.

A superioridade no acúmulo total dos macronutrientes nos cultivares do subgrupo Cavendish em comparação ao Prata (C1), é, em muito, resultado dos maiores acúmulos de matéria seca em cada um dos compartimentos, que apenas não foram superiores para o primeiro nos órgãos rizoma e raiz (Tabela 4). Tal afirmativa é endossada por Araujo (2008) e Hoffmann (2008), para cv. GN e em seis cultivares de bananeira, respectivamente, onde observou-se que o acúmulo dos macronutrientes seguia um padrão similar ao acúmulo de matéria seca pelas plantas. Porém, como visualizado anteriormente, grande parte das diferenças significativas nos teores dos macronutrientes acusaram vantagem para o subgrupo Cavendish em relação ao Prata (Tabela 8), o que também corroborou para uma maior acumulação dos macronutrientes citados no primeiro grupo em relação ao segundo. Contudo, o trabalho de Hoffmann et al. (2010b) mostra menor acúmulo de matéria seca e de nutrientes em ‘Grande Naine’ comparado à Prata-Anã’.

O mesmo pode ser dito para o resultado observado no contraste C2. O cv. PA possuiu mais massa de matéria seca em praticamente todos os órgãos avaliados em relação aos clones PC e PG (Tabela 4, C2), e, mesmo com teores significativamente superiores aos demais apenas

para K e S, foi suficiente para que o cultivar diferisse dos clones quanto ao acúmulo de macronutrientes, não sendo superior a estes apenas para o Ca.

Vale ressaltar que as diferenças visualizadas no corrente estudo quanto ao acúmulo de nutrientes pelas plantas, passa também, pela capacidade destas em extraí-los do meio, assim como, logicamente, em acumulá-los e utilizá-los, características estas muitas vezes particulares entre espécies e até mesmo entre híbridos e cultivares de uma mesma espécie (NOMURA et al., 2008; HOFFMANN et al., 2010b; SILVA et al., 2014).

Desta forma, a ausência de diferenças nos acúmulos de macronutrientes, em todos os órgãos, entre os clones PC e PG (C3) e nos acúmulos totais para os cvs. GN e WL (C4), podem endossar o maior grau de similaridade entre os clones PC e PG e os cvs. GN e WL, respectivamente, apresentando características semelhantes quanto à produção de biomassa e o acúmulo de macronutrientes nos órgãos das plantas. Igualmente, pode sugerir que na fase inicial de crescimento, estes clones e cultivares, possuem uma demanda similar de macronutrientes podendo possivelmente, nesta fase, serem submetidos a um mesmo manejo nutricional (NOMURA et al. 2008; SOARES et al. 2011).

As médias obtidas para os teores de micronutrientes (Mn, Fe, Zn e B) nos distintos órgãos das plantas, estão representadas na tabela 10. Diferentemente do que ocorreu para macronutrientes, onde maiores teores foram visualizados majoritariamente nas folhas, para os micronutrientes maiores valores médios foram notados nas raízes e rizoma, detendo o compartimento folha maior teor apenas para o Mn.

Os subgrupos apresentaram teores significativamente diferentes apenas para os micronutrientes Mn e Fe, em ambos, o subgrupo Prata mostrou médias superiores para os teores observados na folha, pseudocaule e rizoma (C1). Assim, os valores obtidos para Zn e B, em todos os órgãos, além de Mn e Fe nas raízes foram similares, entre os subgrupos, nas condições em que este estudo foi executado (Tabela 10).

O cv. PA diferiu dos clones PC e PG apenas para o teor de Mn no pseudocaule e B nas raízes (C2), apresentando, nestes casos, médias menores que os clones para Mn no pseudocaule, e, que o clone PC para B na raiz. Os teores obtidos nos demais componentes para estes micronutrientes e em todos os componentes para Fe e Zn, não diferiram entre o cultivar e seus clones. Por sua vez, o clone PC diferiu significativamente do PG (C3) para o teor de B na raiz apenas, sendo considerados iguais para os demais micronutrientes nos distintos órgãos avaliados (Tabela 10).

Os cvs. GN e WL não se distinguiram para os teores dos micronutrientes apresentados nos órgãos das plantas, expressando, ambos, teores para os micronutrientes iguais para quase a totalidade das comparações realizadas, exceto para o teor de B na raiz, onde o cv. GN mostrou menor média comparado ao cv. WL (Tabela 10).

Tabela 10. Médias e contrastes médios ortogonais para os teores dos micronutrientes (Mn, Fe, Zn e B) em folhas, pseudocaule, rizoma e raízes de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz
	..... Teor de Mn (mg/kg)			
PA	447,342	67,138	120,262	164,813
PC	408,744	81,376	147,384	200,918
PG	402,477	90,310	144,167	180,468
ȳ (Prata)	419,521	79,608	137,271	182,066
GN	249,587	50,546	74,442	175,824
WL	240,699	46,753	82,128	223,980
ȳ (Cavendish)	245,143	48,650	78,285	199,902
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-174,378**	-30,958**	-58,986**	17,836 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-41,732 ^{ns}	18,705*	25,513 ^{ns}	25,880 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-6,267 ^{ns}	8,935 ^{ns}	-3,218 ^{ns}	-20,450 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-8,888 ^{ns}	-3,793 ^{ns}	7,686 ^{ns}	48,156 ^{ns}
..... Teor de Fe (mg/kg)				
PA	198,779	59,983	174,610	343,915
PC	150,882	52,911	200,018	343,323
PG	154,272	45,346	213,268	296,373
ȳ (Prata)	167,978	52,747	195,965	327,870
GN	120,578	35,415	119,241	330,339
WL	113,731	29,012	139,597	356,842
ȳ (Cavendish)	117,155	32,214	129,419	343,591
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-50,823*	-20,534**	-66,546**	15,720 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-46,202 ^{ns}	-10,855 ^{ns}	32,032 ^{ns}	-24,066 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	3,389 ^{ns}	-7,565 ^{ns}	13,250 ^{ns}	-46,950 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-6,847 ^{ns}	-6,403 ^{ns}	20,356 ^{ns}	26,503 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).
²^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (-) Ausência de dados.

Tabela 10. Continuação.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz
	..... Teor de Zn (mg/kg)			
PA	14,496	15,231	147,052	34,900
PC	12,668	26,268	172,978	29,959
PG	12,200	21,225	146,964	36,239
\bar{y} (Prata)	13,121	20,908	155,665	33,699
GN	11,764	41,878	143,147	30,177
WL	11,727	21,415	135,562	39,279
\bar{y} (Cavendish)	11,746	31,647	139,355	34,728
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-1,376 ^{ns}	10,738 ^{ns}	-16,310 ^{ns}	1,028 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-2,061 ^{ns}	8,515 ^{ns}	12,919 ^{ns}	-1,801 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-0,468 ^{ns}	-5,043 ^{ns}	-26,014 ^{ns}	6,280 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-0,038 ^{ns}	-20,463 ^{ns}	-7,585 ^{ns}	9,102 ^{ns}
..... Teor de B (mg/kg)				
PA	63,663	45,041	-	88,534
PC	72,809	38,216	-	118,735
PG	61,571	45,966	-	92,270
\bar{y} (Prata)	66,014	43,074	-	99,846
GN	57,531	62,276	-	90,016
WL	65,390	46,992	-	105,682
\bar{y} (Cavendish)	61,461	54,634	-	97,849
Contrastes médios ortogonais²				
C1: (Prata vs Cavendish)	-4,554 ^{ns}	11,560 ^{ns}	-	-1,997 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	3,527 ^{ns}	-2,950 ^{ns}	-	16,969*
C3: (PC vs PG)	-11,238 ^{ns}	7,750 ^{ns}	-	-26,465**
C4: (GN vs WL)	7,859 ^{ns}	-15,285 ^{ns}	-	15,666*

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).
²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (-) Ausência de dados.

Souza et al. (2016) verificaram para ‘Prata-Anã’ e ‘BRS Platina’, cultivadas em solução nutritiva completa, teores para os micronutrientes superiores nas folhas, em ambos os cultivares, somente para Mn e Zn. Para Fe no cv. Prata-Anã e Cu no BRS Platina, os teores foram superiores nas raízes em comparação aos demais órgãos analisados.

Os teores médios foliares para micronutrientes para os cultivares do subgrupo Prata (AAB), só se encontraram em nível adequado, de acordo com os valores apresentados por Borges et al. (2002) para o cv. PA (AAB), para o Mn. Para Zn se situaram abaixo da faixa estabelecida, ao passo que os teores de Fe e B superaram as faixas proposta pelo mesmo autor. Por outro lado, seguindo as faixas descritas por Silva et al. (2002), para o cv. PA (AAB), os teores médios para o subgrupo Prata no presente estudo foram adequados apenas para o Zn,

inferiores para Mn, e, superiores para Fe e B. Em comparação aos valores médios apresentados pelo subgrupo Cavendish (AAA), considerando as faixas descritas por IFA (1992) para os cvs. Nanica (AAA), Nanicão (AAA) e Grande Naine (AAA), visualizou-se valores dentro da faixa sugerida para Mn e Fe, inferiores para Zn, e, superior para o B.

O baixo número de diferenças significativas observadas entre os cultivares, atestadas pelos contrastes C1, C2, C3 e C4 em relação aos teores de micronutrientes nas folhas e raízes vão contra os resultados observados por Borges et al. (2006), ao comparar, separadamente, teores foliares de bananeiras representantes dos grupos genômicos AAA e AAB. Contudo, os resultados concordam com Donato et al. (2010) que comparando os teores de micronutrientes nas folhas de bananeiras 'Prata-Anã' e 'BRS Platina' constataram diferenças apenas para o Mn, o que é justificável, pois a variabilidade para micronutrientes em folhas de bananeira normalmente é elevada (SILVA e RODRIGUES, 2001; DONATO et al., 2010; RODRIGUES FILHO, 2018). Portanto, mesmo se tendo conhecimento das diferenças nos equilíbrios nutricionais dentro de uma mesma cultura, tem-se que se considerar a existência de similaridades nos padrões nutricionais entre genótipos (NATALE e ROZANE, 2018).

A distinção no acúmulo de micronutrientes entre os órgãos foi semelhante em todos os cultivares, sendo a folha o órgão que deteve os maiores conteúdos de Mn, Fe e B, e o rizoma o maior conteúdo de Zn (Tabela 11).

Nas condições deste estudo, o acúmulo dos micronutrientes obedeceu a seguinte ordem decrescente: $Mn > Fe > Zn$, em todos os cultivares avaliados. Esta sequência segue a visualizada por Moreira et al. (2009) e Hoffmann et al. (2010a) para o cv. Thap Maeo (AAB) e em seis genótipos de bananeira, respectivamente, e, diferem das observadas por Araújo (2008) e Oliveira et al. (2012) para o cv. GN e Prata Rio, respectivamente. Souza et al. (2016) avaliando o cv. PA e o híbrido BRS Platina (AAAB, tipo Prata), verificaram acúmulo decrescente de micronutrientes igual a: $Fe > Mn > Zn > B > Cu$.

Os subgrupos diferiram quanto aos acúmulos de Mn para folha, pseudocaule, rizoma e total, Fe para pseudocaule e rizoma, e, Zn e B para pseudocaule, com o subgrupo Prata expressando maiores acúmulos para Mn e Fe e menores para Zn e B (Tabela 11, C1).

O cv. PA diferiu dos clones PC e PG (C2) apresentando maiores acúmulos médios totais para Mn, Fe e Zn, além de, maior acúmulo de Mn na folha; Fe na folha, pseudocaule e raiz; Zn na folha e raiz e B na raiz (Tabela 11). Já os clones PC e PG (C3) não diferiram quanto ao acúmulo dos micronutrientes em nenhum dos órgãos avaliados.

Os cvs. GN e WL não diferiram entre si para o acúmulo de Mn e B em nenhum dos órgãos avaliados, porém, o cv. GN, foi acumulou ao fim do experimento mais Zn, além de ter acumulado mais Fe nas raízes em comparado ao cv. WL (Tabela 11).

Tabela 11. Médias e contrastes médios ortogonais para os acúmulos dos micronutrientes (Mn, Fe, Zn e B) em folhas, pseudocaule, rizoma, raízes e total de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total
	..... Conteúdo de Mn (µg/órgão)				
PA	1781,433	70,766	75,756	196,915	2124,869
PC	1277,361	70,540	65,945	170,762	1584,608
PG	1214,063	71,864	72,281	164,876	1523,084
ȳ (Prata)	1424,286	71,057	71,327	177,518	1744,187
GN	1090,000	59,791	44,985	193,373	1388,149
WL	896,652	54,800	42,200	186,654	1180,306
ȳ (Cavendish)	993,326	57,296	43,593	190,014	1284,228
..... Conteúdo de Fe (µg/órgão)					
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	-430,960**	-13,761**	-27,735**	12,496 ^{ns}	-459,959**
C2: (PA vs (PC, PG))	-535,721**	0,436 ^{ns}	-6,643 ^{ns}	-29,096 ^{ns}	-571,023**
C3: (PC vs PG)	-63,298 ^{ns}	1,323 ^{ns}	6,336 ^{ns}	-5,886 ^{ns}	-61,524 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-193,348 ^{ns}	-4,992 ^{ns}	-2,784 ^{ns}	-6,719 ^{ns}	-207,843 ^{ns}
..... Conteúdo de Fe (µg/órgão)					
PA	781,657	63,864	110,330	410,384	1366,235
PC	475,978	45,505	88,924	288,745	899,153
PG	468,026	36,055	105,281	270,241	879,602
ȳ (Prata)	575,220	48,475	101,512	323,123	1048,330
GN	533,208	42,562	71,173	370,556	1017,500
WL	421,699	34,454	72,458	289,773	818,384
ȳ (Cavendish)	477,454	38,508	71,816	330,165	917,942
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	-97,767 ^{ns}	-9,967*	-29,696**	7,042 ^{ns}	-130,388 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-309,655**	-23,084**	-13,227 ^{ns}	-130,891**	-476,857**
C3: (PC vs PG)	-7,953 ^{ns}	-9,450 ^{ns}	16,357 ^{ns}	-18,504 ^{ns}	-19,550 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-111,509 ^{ns}	-8,109 ^{ns}	1,285 ^{ns}	-80,783*	-199,115 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).
²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (-) Ausência de dados.

Tabela 11. Continuação.

Cultivares ¹	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total
	..... Conteúdo de Zn (µg/órgão)				
PA	57,168	16,853	93,256	41,971	209,248
PC	39,863	22,673	77,573	25,175	165,284
PG	37,014	16,921	72,957	33,262	160,154
ȳ (Prata)	44,682	18,816	81,262	33,469	178,229
GN	51,093	46,417	86,721	33,482	217,713
WL	42,783	25,195	70,943	33,054	171,975
ȳ (Cavendish)	46,938	35,806	78,832	33,268	194,844
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	2,256 ^{ns}	16,991 ^{**}	-2,430 ^{ns}	-0,201 ^{ns}	16,615 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-18,730 ^{**}	2,943 ^{ns}	-17,991 ^{ns}	-12,752 [*]	-46,529 ^{**}
C3: (PC vs PG)	-2,849 ^{ns}	-5,752 ^{ns}	-4,616 ^{ns}	8,087 ^{ns}	-5,131 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-8,310 ^{ns}	-21,222 ^{ns}	-15,777 ^{ns}	-0,429 ^{ns}	-45,738 [*]
..... Conteúdo de B (µg/órgão)					
PA	256,108	50,125	-	107,188	-
PC	227,739	33,111	-	99,904	-
PG	186,336	36,790	-	83,909	-
ȳ (Prata)	223,394	40,009	-	97,000	-
GN	252,844	76,441	-	100,592	-
WL	249,861	55,635	-	85,369	-
ȳ (Cavendish)	251,353	66,038	-	92,981	-
Contrastes médios ortogonais ²					
C1: (Prata vs Cavendish)	27,958 ^{ns}	26,030 [*]	-	-4,019 ^{ns}	-
C2: (PA vs (PC, PG))	-49,071 ^{ns}	-15,174 ^{ns}	-	-15,282 [*]	-
C3: (PC vs PG)	-41,403 ^{ns}	3,679 ^{ns}	-	-15,995 ^{ns}	-
C4: (GN vs WL)	-2,983 ^{ns}	-20,806 ^{ns}	-	-15,223 ^{ns}	-

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).
²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (-) Ausência de dados.

As folhas juntamente com as raízes foram os componentes que mais contribuíram, em termos relativos, para o acúmulo total dos micronutrientes pelas mudas de bananeira, concordando com os resultados obtidos por Souza et al. (2016). Panorama diferente só foi verificado para o acúmulo total de Zn, onde a contribuição do rizoma superou a das folhas e pseudocaule (Tabela 11).

Conhecer a produção de matéria seca e os acúmulos de micronutrientes pela bananeira é fundamental para se inferir quantitativamente a demanda desses elementos durante seu crescimento. Desta forma, os maiores acúmulos constatados no subgrupo Prata (AAB) em comparação ao Cavendish (AAA) (C1) para Mn e Fe, e, os menores para Zn e B, sugerem que os subgrupos, apresentam na fase de muda, diferentes padrões de acúmulo e demanda destes

micronutrientes. Hoffmann et al. (2010a) notaram maiores acúmulos de matéria seca e micronutrientes pelos cultivares Pacovan (AAB), Prata Anã (AAB) e Pacovan Apodi, comparado aos cultivares Grande Naine (AAA), Gross Michel (AAA) e Terrinha (AAB). Já Soares et al. (2008), relataram exigência nutricional e padrão de partição de nutrientes diferentes entre os cvs. PA e GN em fase produtiva.

Observando separadamente as tabelas 4 e 10, nota-se a partir da análise do C2, que o cv. PA apresentou maiores médias para a produção de matéria seca em cada um dos órgãos avaliados, com exceção do pseudocaule (Tabela 4), ao passo que os clones (PC e PG) expressaram teores médios, para micronutrientes, superiores aos observado para o cv. PA (Tabela 10). Esta constatação, associada aos maiores acúmulos totais observados para o cv. PA no contraste C2, para Mn, Fe e Zn (Tabela 11), permite inferir que, neste caso, a massa de matéria seca foi preponderante na observação de diferenças no acúmulo de micronutrientes entre o cv. PA e os clones PC e PG, e que o cultivar apresenta maior demanda para esses micronutrientes no estágio inicial de crescimento. Esta verificação também é relatada para micronutrientes por Gomes et al. (1988) em bananeira cv. Prata, Araújo (2008) em bananeira cv. Grande Naine e Hoffmann et al. (2010a) em seis cultivares de bananeira.

Por outro lado, a ausência de diferenças no crescimento (Tabela 4), teores (Tabela 10), no acúmulo e partição de micronutrientes pelos clones PC e PG (Tabela 11) (C3), indicam que os clones do cv. PA, são bastante similares no crescimento, equilíbrio nutricional e demanda de micronutrientes na fase de muda. A similaridade entre ‘Prata-Anã’ e seus clones ‘Prata Gorutuba’, ‘Prata Catarina’ e ‘Prata Rio’ é muito alta (RODRIGUES et al., 2012; LIBRELON et al., 2013).

Por fim, as diferenças no acúmulo total de Zn observada entre os cvs. GN e WL (C4) podem ser resultado da variação para o teor desse elemento no pseudocaule (Tabela 10), em específico, que foram em média, superior em duas vezes no cv. GN em comparação ao cv. WL. Borges et al. (2006), observaram diferenças para os teores de macro e micronutrientes entre genótipos do mesmo grupo genômico. As distinções nestes acúmulos entre os cvs. GN e WL, podem sugerir que na fase inicial de crescimento, considerando os cultivares do subgrupo Cavendish avaliados, o cv. GN apresenta maior demanda para Zn em relação ao seu par, necessitando, nesta fase, de uma maior atenção quanto o fornecimento deste nutriente.

3.4 Eficiência nutricional

O subgrupo Cavendish diferiu do Prata quanto à eficiência de absorção (EA) para cada um dos macronutrientes, exibindo em todas as comparações, maiores valores médios em comparação ao subgrupo Prata (Tabela 12).

O cv. PA diferiu dos clones PC e PG (C2) apenas quanto à EA_N e EA_P, obtendo menor eficiência de aquisição de N em relação aos clones, e, menor eficiência de absorção de P quando comparado ao clone PC. Todavia, comparando PC vs PG (C3), notou-se que estes diferiram quanto a eficiência de aquisição de P, Ca e S, com maiores valores para o cultivar PC (Tabela 12).

Os cultivares GN e WL distinguiram-se quanto à eficiência de absorção para macronutrientes com exceção do K e Mg, com maiores EA_N, EA_P, EA_{Ca}, e EA_S para o cultivar WL.

Por outro lado, ao comparar as médias obtidas para eficiência de translocação dos macronutrientes (ET_N, ET_P, ET_K, ET_{Ca}, ET_{Mg}, ET_S), verifica-se que os contrastes avaliados foram significativos em diversas comparações, com exceção da ET_{Mg}, onde não foi observada significância estatística em nenhuma das comparações efetuadas (Tabela 12). Comparando o subgrupo Prata com o Cavendish, verificaram-se diferenças quanto à eficiência de translocação de P, K, Ca e S, sendo elas inferiores no subgrupo Prata.

Ao contrastar o cv. PA frente os clones PC e PG (C2), evidencia-se, tal como para EA, menores ET para o PA comparado aos clones para os macronutrientes N, P, K e S. Já os clones (C3), diferiram quanto à ET apenas para Ca e S, visualizando-se maiores valores de eficiência de translocação em ambos os casos para PC.

Os cvs. GN e WL (C4) distinguiram-se apenas nas ET de N, Ca e S, tendo o cultivar WL translocado maiores quantidades destes elementos à parte aérea comparado ao cv. GN. Todavia, médias de ET estatisticamente similares entre estes cultivares foram constatadas para os demais macronutrientes (Tabela 12).

Para a eficiência de utilização dos macronutrientes (EU_N, EU_P, EU_K, EU_{Ca}, EU_{Mg} e EU_S), observaram-se diferenças apenas entre o cv. PA e seus clones PC e PG (C2), quanto à EU especificamente para N, P, Ca, Mg e S, com maiores valores para o cv. PA.

Tabela 12. Médias e contrastes médios ortogonais para as eficiências de absorção, translocação e utilização de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	N	P	K	Ca	Mg	S
	..... Eficiência de absorção (g/kg)					
PA	161,171	18,144	198,443	45,016	13,346	6,699
PC	182,079	21,674	195,722	51,066	13,482	7,439
PG	179,747	19,102	207,095	43,493	12,532	6,655
\bar{y} (Prata)	174,332	19,640	200,420	46,525	13,120	6,931
GN	194,777	24,213	228,248	69,979	17,211	7,274
WL	224,681	31,422	273,734	79,970	20,094	9,442
\bar{y} (Cavendish)	209,729	27,818	250,991	74,975	18,653	8,358
Contrastes médios ortogonais²						
C1: (Prata vs Cavendish)	35,397**	8,178**	50,571**	28,450**	5,532**	1,427**
C2: (PA vs (PC,PG))	19,742**	2,244*	2,966 ^{ns}	2,263 ^{ns}	-0,339 ^{ns}	0,348 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-2,331 ^{ns}	-2,572*	11,373 ^{ns}	-7,573*	-0,950 ^{ns}	-0,784*
C4: (GN vs WL)	29,904**	7,209**	45,486 ^{ns}	9,991**	2,883 ^{ns}	2,168**
Cultivares ¹	..... Eficiência de translocação (kg/kg)					
	PA	0,864	0,919	0,927	0,852	0,827	0,788
PC	0,882	0,934	0,942	0,852	0,852	0,840
PG	0,884	0,932	0,942	0,830	0,837	0,812
\bar{y} (Prata)	0,877	0,928	0,937	0,845	0,839	0,813
GN	0,872	0,948	0,942	0,884	0,835	0,836
WL	0,888	0,956	0,956	0,907	0,881	0,867
\bar{y} (Cavendish)	0,880	0,952	0,949	0,896	0,858	0,852
Contrastes médios ortogonais²						
C1: (Prata vs Cavendish)	0,003 ^{ns}	0,023**	0,012*	0,051**	0,019 ^{ns}	0,038**
C2: (PA vs (PC,PG))	0,019**	0,014**	0,015*	-0,011 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,038**
C3: (PC vs PG)	0,003 ^{ns}	-0,002 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-0,022*	-0,015 ^{ns}	-0,028**
C4: (GN vs WL)	0,015*	0,008 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,023*	0,046 ^{ns}	0,032**
Cultivares ¹	..... Eficiência de utilização (g ² /mg)					
	PA	0,242	2,151	0,196	0,867	2,915	5,888
PC	0,183	1,534	0,174	0,650	2,482	4,468
PG	0,168	1,582	0,147	0,695	2,412	4,536
\bar{y} (Prata)	0,198	1,756	0,172	0,737	2,603	4,964
GN	0,246	1,994	0,211	0,685	2,761	6,583
WL	0,219	1,574	0,185	0,615	2,443	5,276
\bar{y} (Cavendish)	0,233	1,784	0,198	0,650	2,602	5,930
Contrastes médios ortogonais²						
C1: (Prata vs Cavendish)	0,035 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,025 ^{ns}	-0,088 ^{ns}	-0,001 ^{ns}	0,965 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	-0,066*	-0,593**	-0,036 ^{ns}	-0,195**	-0,468**	-1,385 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-0,015 ^{ns}	0,048 ^{ns}	-0,027 ^{ns}	0,046 ^{ns}	-0,071 ^{ns}	0,068 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-0,027 ^{ns}	-0,420 ^{ns}	-0,026 ^{ns}	-0,070 ^{ns}	-0,318 ^{ns}	-1,307 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O conhecimento da eficiência nutricional de genótipos é de grande importância por correlacionar-se intrinsecamente com a produção das culturas, podendo auxiliar no ajuste do manejo da fertilização (ROZANE et al., 2007; SILVA et al., 2014). Neste sentido, a obtenção de índices de eficiência nutricional, tais como EA, EU e ET, constitui ferramenta útil para a avaliação do desempenho nutricional de genótipos (VIEIRA, 2013).

A maior EA para todos os macronutrientes do subgrupo Cavendish em relação ao subgrupo Prata (C1) (Tabela 12), indica uma considerável superioridade na capacidade de extração de macronutrientes do meio de cultivo, pelos cultivares GN e WL em comparação ao cv. PA e seus clones. Esta observação, pode ser atribuída, em grande parte, às características do sistema radicular de cada subgrupo. Contudo, isso é variável com a produção de massa de matéria seca. Diferindo destes resultados, Hoffman et al. (2010b) encontraram menor extração de nutrientes para ‘Grande Naine’ comparado à ‘Pacovan’ e ‘Prata-Anã’, o que se justificou pela produtividade da ‘Grande Naine’, que no trabalho de Hoffman foi muito inferior ao padrão do cultivar, uma vez que as cultivares Cavendish normalmente produzem até o dobro das cultivares Prata.

Mesmo ambos tendo apresentado mesma mMS_R (Tabela 4, C1), observa-se nas tabelas 5, 6 e 7, que os cultivares do subgrupo Cavendish expressaram um sistema radicular diferenciado em comparação aos do subgrupo Prata (C1), apresentando maior cR , cR_E , sR , sR_E e vR (Tabela 5), além de maior participação de raízes muito finas ($< 0,5\text{mm}$) sobre o cR (Tabela 6) e sR (Tabela 7). Shenck e Barber (1979) verificaram alta correlação entre a morfologia radicular, sobretudo sR , e a absorção de P por milho em diferentes solos. Salienta-se que diferentes espécies ou cultivares de uma mesma espécie, reúnem mecanismos particulares relacionados à eficiência de absorção (ROZANE et al., 2007; SILVA et al., 2014). Alguns genótipos podem investir na extensão do sistema radicular, enquanto outros podem favorecer o aumento do influxo de nutriente por unidade de comprimento ou massa de raiz (FÖHSE et al., 1998; LYNCH e HO, 2005; SILVA et al., 2014).

As menores EA_N e EA_P obtidas pelo cv. PA no contraste C2, podem indicar uma menor efetividade de recuperação de N e P do meio, para o cultivar comparado aos clones PC e PG (Tabela 12). Todavia, estas menores EA podem ser resultantes, principalmente, devido à maior mMS_T (Tabela 4) apresentada pelo cultivar em comparação aos clones. Considerando que o cv. PA apresentou valores para variáveis de morfologia radicular teoricamente mais favoráveis à absorção de nutrientes, tais como: maior sR e vR (Tabela 5), maiores valores para cR de raízes finas ($0,50 \leq cR < 1,00$) e para sR de raízes muito finas ($< 0,5\text{mm}$) e finas ($0,50 \leq$

$sR < 1,00$) (Tabelas 6 e 7). Ernani et al. (1994) estudando um modelo de predição de recuperação de P por milho, atribuíram maior importância para as características morfológicas radiculares, comparado aos parâmetros cinéticos de absorção, no modelo. Um sistema radicular extenso explora maior volume do solo, o que, por sua vez, proporciona uma maior absorção de água e nutrientes, elevando a eficiência nutricional (FAGERIA, 1998).

Por outro lado, as maiores EA_P, EA_Ca e EA_S observadas no clone PC no contraste C3, associadas ao fato da praticamente ausência de diferenças na morfologia do sistema radicular dos clones PC e PG, levam a crer que a maior eficiência apresentada pelo clone PC se deu devido este cultivar apresentar características fisiológicas relacionadas a aquisição de P, Ca e S, superiores aos apresentados por PG (Tabela 12). Como relatado por Anghioni et al. (1989), Horn et al. (2006) e Souza et al. (2016) a EA de nutrientes é influenciada não somente pelos atributos morfológicos radiculares, mas também por aspectos cinéticos, tais como: influxo máximo (I_{max}), a constante de Michaelis-Menten (K_m) e a concentração mínima na solução do solo junto às raízes onde o influxo se torna igual ao efluxo (C_{min}).

As diferenças nas EA observadas no contraste C4 para todos os macronutrientes, com exceção do K, podem ser resultado, também, do maior acúmulo (mMS_R) e partição (mMS_R/mMS_{PA}) de C nas raízes observadas no cv. GN comparado ao WL (Tabela 4), considerando o fato de se observar, para o cv. WL, valores para as características do sistema radicular bastante semelhantes as observadas pelo cv. GN como evidenciado nas tabelas 5, 6 e 7. De toda forma, sabe-se que a ocorrência de maiores relações raiz/parte aérea, como as visualizadas pelo cv. GN, mesmo em condições adequadas de crescimento, são atribuídas a genótipos possuidores de sistema radicular mais adaptados a condições desfavoráveis de crescimento, no quesito disponibilidade de água e, ou, nutrientes (SANES et al., 2013). Eissenstato (1991) relata que genótipos que apresentam, no crescimento inicial, menor investimento em produção de massa de matéria seca por unidade de comprimento radicular, tendem a apresentar vantagens na exploração de água e nutrientes no solo.

Eficiências de translocação superiores (Tabela 12), como as visualizadas para o subgrupo Cavendish para P, K, Ca e S; para os clones PC e PG para N, P, K e S; para o clone PC para Ca e S e para cv. WL para N, Ca e S, nos contrastes C1, C2, C3 e C4, respectivamente, indicam que os grupos e cultivares em questão, apresentaram maior capacidade de transporte de macronutrientes das raízes à parte aérea (ROZANE et al., 2007). Para Gondim et al. (2010) a eficiência de translocação é regida pela capacidade do sistema em suprir a demanda de nutrientes e pela eficiência das plantas em recuperá-los, utilizá-los e transportá-los. Abichecker

e Bohnen (1998) verificaram a associação entre uma maior ET de P e uma maior produção de massa de matéria seca em variedades de trigo, relacionando tal processo ao fato de a parte aérea de trigo (folhas e colmo) ser a responsável pelo processo fotossintético. Silva et al. (2014) não verificaram diferenças quanto à eficiência de translocação de macronutrientes entre os cultivares Prata-Anã e BRS Platina, em solução completa, como também na omissão de macronutrientes, exceto com a omissão de Mg, onde maior eficiência na translocação deste nutriente foi observada para o híbrido.

A não significância para os contrastes C1 (Prata vs Cavendish), C3 (PC vs PG) e C4 (GN vs WL), em relação às EU para cada um dos macronutrientes (Tabela 12), denota em suma, que não houve diferenças significativas entre os subgrupos estudados, entre os clones PC e PG e entre os cultivares do subgrupo Cavendish, no que diz respeito a capacidade de conversão de N, P, K, Ca, Mg e S em matéria seca. Por outro lado, entre os representantes do subgrupo Prata (C2), destaca-se a maior EU_N, EU_P, EU_Ca e EU_Mg para o cv. PA, o que pode indicar um maior potencial de cultivo do cultivar sob condições de baixa disponibilidade desses nutrientes, ou ainda, uma maior resposta a aplicação destes.

Como relatado por Amaral et al. (2011), distinções quanto à eficiência de utilização de nutrientes são mais evidentes em condições de baixa disponibilidade. Silva et al. (2014) verificaram elevação da eficiência de utilização de P, K, Ca, Mg e S por cultivares de bananeira, quando submetidos à solução com elemento faltante. Todavia, os valores superiores para a eficiência de utilização de N, P, Ca e Mg notados pelos cv. PA, no contraste C2, mesmo com a disponibilização ininterrupta destes nutrientes para todos os cultivares, indicam que o cultivar possivelmente apresenta uma maior capacidade de conversão destes elementos em matéria seca, podendo responder, de maneira mais positiva à adição destes nutrientes em comparação aos clones PC e PG. Clark (1990) relata que plantas mais eficientes exibem maior produção de matéria seca ou produto de interesse por unidade de tempo em condições similares de crescimento. Espécies diferentes e até variedades de uma mesma espécie, apresentam diferenças quanto à exigência nutricional, sendo comum se verificar produtividades distintas mesmo quando submetidas à mesma disponibilidade de nutrientes (FAGERIA et al., 1998).

Apenas os subgrupos (C1) diferiram quanto a EA, EU e ET de micronutrientes, nas condições do presente estudo (Tabela 13). A eficiência de absorção diferiu apenas para o Mn entre os micronutrientes avaliados, sendo a EA_Mn superior para o subgrupo Prata. Quanto a eficiência de translocação, valores superiores para ET_Mn e ET_Fe foram notadas para o subgrupo Prata em comparação ao subgrupo Cavendish, com similaridade entre os subgrupos,

quanto à translocação de Zn. Por sua vez, o subgrupo Cavendish foi mais efetivo na utilização de todos os micronutrientes estudados, produzindo, por unidade de massa de Mn, Fe e Zn, maior quantidade de matéria seca.

Tabela 13. Médias e contrastes médios ortogonais para as eficiências de absorção, transporte e utilização de micronutrientes (Mn, Fe e Zn) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Mn	Fe	Zn
	..... Eficiência de absorção (g/kg)		
PA	1,739	1,127	0,173
PC	1,891	1,064	0,195
PG	1,678	0,970	0,177
\bar{y} (Prata)	1,769	1,054	0,182
GN	1,241	0,903	0,197
WL	1,457	1,013	0,211
\bar{y} (Cavendish)	1,349	0,958	0,204
Contrastes médios ortogonais²			
C1: (Prata vs Cavendish)	-0,420**	-0,096 ^{ns}	0,022 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	0,045 ^{ns}	-0,110 ^{ns}	0,013 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-0,212 ^{ns}	-0,095 ^{ns}	-0,018 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	0,215 ^{ns}	0,110 ^{ns}	0,014 ^{ns}
..... Eficiência de translocação (kg/kg)			
PA	0,905	0,690	0,799
PC	0,892	0,676	0,847
PG	0,893	0,689	0,791
\bar{y} (Prata)	0,897	0,685	0,812
GN	0,860	0,634	0,844
WL	0,843	0,646	0,813
\bar{y} (Cavendish)	0,852	0,640	0,829
Contrastes médios ortogonais²			
C1: (Prata vs Cavendish)	-0,045**	-0,045*	0,016 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,013 ^{ns}	-0,008 ^{ns}	0,020 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	0,002 ^{ns}	0,013 ^{ns}	-0,056 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-0,017 ^{ns}	0,012 ^{ns}	-0,032 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 13. Continuação.

Cultivares ¹	Mn	Fe	Zn
	..... Eficiência de utilização (g ² /mg)		
PA	22,344	35,868	227,033
PC	17,724	31,750	170,428
PG	18,155	31,528	171,825
ȳ (Prata)	19,408	33,049	189,762
GN	38,907	52,826	255,850
WL	35,046	50,187	235,773
ȳ (Cavendish)	36,977	51,507	245,812
Contrastes médios ortogonais²			
C1: (Prata vs Cavendish)	17,569**	18,458**	56,049*
C2: (PA vs (PC, PG))	-4,405 ^{ns}	-4,229 ^{ns}	-55,907 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	0,431 ^{ns}	-0,222 ^{ns}	1,397 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	-3,862 ^{ns}	-2,639 ^{ns}	-20,077 ^{ns}

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).
²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A ausência de significância leva a crer que as EA, EU e ET para micronutrientes na fase de muda, nas condições do presente estudo, sob disponibilidade ininterrupta destes elementos, é menos sensível à alteração entre cultivares com maior grau de parentesco. De forma geral, pode-se afirmar que os cultivares pertencentes ao subgrupo Cavendish apresentaram eficiência nutricional para os micronutrientes superior ao subgrupo Prata. Mesmo apresentando menor EA_Mn e ET_Mn e ET_Fe, os cultivares GN e WL foram largamente superiores na utilização de todos os micronutrientes avaliados (Tabela 13), podendo indicar uma possível maior capacidade de resposta à adição desses micronutrientes no sistema, assim como, um possível melhor desenvolvimento em condições de menor disponibilidade (CLARK, 1990; POZZA et al., 2009; SOUZA et al., 2016).

Como explicitado por Paula et al. (2015), em função da contínua e grande produção de massa de material vegetativo durante o crescimento e da exportação de nutrientes aos frutos, a bananeira absorve e exige elevadas quantidades de nutrientes para a obtenção de rendimentos satisfatórios. Assim, genótipos com maior eficiência nutricional podem constituir alternativa interessante à redução de custos relacionados a aplicação de adubos, com manutenção de produtividades (ROZANE et al., 2007).

Khoshgoftarmanesh et al. (2010) afirmaram que os mecanismos fisiológicos e moleculares relacionados a eficiência nutricional de micronutrientes são regidos geneticamente e que a grande variação entre genótipos quanto à eficiência de aquisição, translocação raiz/parte

aérea e utilização interna de micronutrientes permite, por meio de programas de melhoramento, o desenvolvimento de genótipos mais eficientes nestes quesitos.

Para os cultivares avaliados a ordem decrescente de eficiência de utilização pelas folhas foi: $S > Mg > P > Ca > N > K$ para macronutrientes e $Zn > B > Fe > Mn$ para micronutrientes (Tabela 14). Salienta-se que quanto maior o valor encontrado, maior é a eficiência do cultivar na utilização de nutriente pelas folhas no acúmulo de massa de matéria seca total.

Tabela 14. Médias e contrastes médios ortogonais para os índices de utilização nutricional da folha para produção de matéria seca, de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn e B), em cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>
	<i>c_N_F</i>	<i>c_P_F</i>	<i>c_K_F</i>	<i>c_Ca_F</i>	<i>c_Mg_F</i>	<i>c_S_F</i>
..... t/kg						
PA	0,056	0,547	0,046	0,202	0,743	1,453
PC	0,054	0,494	0,054	0,190	0,773	1,291
PG	0,050	0,499	0,045	0,222	0,769	1,381
\bar{y} (Prata)	0,053	0,513	0,048	0,205	0,762	1,375
GN	0,054	0,445	0,046	0,132	0,653	1,370
WL	0,058	0,415	0,049	0,134	0,646	1,210
\bar{y} (Cavendish)	0,056	0,430	0,048	0,133	0,650	1,290
Contrastes médios ortogonais ²						
C1: (Prata vs Cavendish)	0,003*	-0,084**	-0,001 ^{ns}	-0,072**	-0,112**	-0,085 ^{ns}
C2: (PA vs (PC, PG))	-0,004*	-0,051 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,028 ^{ns}	-0,117 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-0,004 ^{ns}	0,006 ^{ns}	-0,009 ^{ns}	0,032*	-0,004 ^{ns}	0,090 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	0,004 ^{ns}	-0,030 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-0,007 ^{ns}	-0,161 ^{ns}
Cultivares ¹	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>	<i>mMS_T/</i>		
	<i>c_Mn_F</i>	<i>c_Fe_F</i>	<i>c_Zn_F</i>	<i>c_B_F</i>		
..... t/kg						
PA	3,938	9,402	120,377	30,944		
PC	4,180	11,652	133,293	23,565		
PG	4,333	11,899	146,845	33,237		
\bar{y} (Prata)	4,150	10,984	133,505	29,249		
GN	6,702	13,893	143,440	29,552		
WL	7,190	15,131	152,390	26,426		
\bar{y} (Cavendish)	6,946	14,512	147,915	27,989		
Contrastes médios ortogonais ²						
C1: (Prata vs Cavendish)	2,796**	3,528 ^{ns}	14,410 ^{ns}	-1,260 ^{ns}		
C2: (PA vs (PC, PG))	0,318 ^{ns}	2,373**	19,692 ^{ns}	-2,543 ^{ns}		
C3: (PC vs PG)	0,153 ^{ns}	0,247 ^{ns}	13,552 ^{ns}	9,672 ^{ns}		
C4: (GN vs WL)	0,488 ^{ns}	1,238 ^{ns}	8,951 ^{ns}	-3,127 ^{ns}		

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).

²ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Não houve diferenças para as eficiências de utilização de K e S nas folhas, entre nenhum dos grupos contrastados (C1, C2, C3 e C4) (Tabela 14), indicando similaridade entre o cultivares na utilização destes nutrientes na folha para produção de massa de matéria seca, nas condições do presente estudo.

Os subgrupos apresentaram diferentes índices de utilização nutricional da folha para N, P, Ca e Mg, com os maiores valores para os cultivares do subgrupo Prata comparado ao subgrupo Cavendish (C1), para estes macronutrientes, salvo N. Isso, em tese, indica uma maior

eficiência das folhas dos cultivares tipo Prata na tradução do acúmulo desses nutrientes, neste órgão, em acúmulo total de C nas plantas. Todavia, estas variações podem não refletir, necessariamente, uma maior eficiência do aparato fotossintético, na utilização desses nutrientes para o acúmulo de C, pelo subgrupo Prata, mas tão somente, o efeito da maior eficiência de absorção (Tabela 12) e acúmulos de macronutrientes nas folhas (Tabela 9), observados no subgrupo Cavendish, associados à eficiências de utilização similares (Tabela 12). Caldeira et al. (2002) avaliaram a eficiência nutricional de três procedências australianas de *Acacia mearnsii* De Wild. e não verificaram diferenças significativas, nos distintos compartimentos, quanto à eficiência do uso de N na conversão em matéria seca de folhas, galhos novos, galhos mortos e casca; P na conversão em folhas e casca; Ca na conversão em galhos mortos, casca e madeira; e Mg para folhas, galhos vivos, casca e madeira.

O cv. PA diferiu dos clones PC e PG (C2), somente para N (mMS_T/c_N_F), com maior índice mMS_T/c_N_F em comparação aos clones. Esta informação pode indicar que o cv. PA apresenta maior eficiência no aparato fotossintético em comparação aos seus clones, uma vez que, foi necessária menor quantidade de N nas folhas, para uma produção superior de matéria seca. O N é fundamental para o desenvolvimento das plantas por ser um componente estrutural de compostos como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, entre outros, participando de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (SILVA et al., 2012). Assim, genótipos de bananeira mais eficientes na utilização de N são desejáveis ao considerar, que este macronutriente, após o K, é o mais exigido para o crescimento, sobretudo nos três primeiros meses (BORGES et al., 2002a; BORGES et al., 2002b; BORGES et al., 2009; SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2013a).

O clone PC diferiu do PG somente para o índice mMS_T/c_Ca_F (C3), com índice inferior para este macronutriente. Logo, o clone PC apresentou menor produção unitária de matéria seca total por mg de Ca acumulado nas folhas, o que pode ser associado às maiores EA_Ca e ET_Ca (Tabela 12, C3) para a parte aérea observada no clone PC, o que resultou num maior acúmulo de Ca nas folhas, sem necessariamente ser compensada por aumento significativo na MS_T (Tabela 4, C3), proporcionando uma redução neste índice. Os cultivares do subgrupo Cavendish, GN e WL, não diferiram quanto aos índices de utilização nutricional da folha, para nenhum dos macronutrientes.

A partir da análise de comparações, observa-se que o número de contrastes significativos para os índices de utilização nutricional da folha, para micronutrientes, foi diminuto, havendo diferenças significativas para Prata vs Cavendish (C1) apenas quanto ao

índice mS_{T/c_Mn_F} , com menor valor para o subgrupo Prata, e, entre PA vs PC e PG (C2) para o índice mMS_{T/c_Fe_F} , onde visualiza-se menor média para o cultivar em relação seus respectivos clones (Tabela 14). Esse pequeno número de diferenças pode ser atribuído, em parte, à menor demanda de micronutrientes comparada aos macronutrientes e ao crescimento em solução nutritiva completa, o que pode ter ocasionado menores variações nos teores foliares, como visto na tabela 10, e, conseqüentemente, nos índices em questão.

Hacisalihoglu et al. (2003) avaliaram um genótipo eficiente e outro ineficiente de trigo em condições de baixa, suficiente e alta disponibilidade de Zn, não visualizaram associação entre os teores solúveis em água e totais de Zn nas folhas e a eficiência nutricional, assim como, não observaram diferenças quanto à compartimentalização de Zn no citoplasma e vacúolo dos genótipos. Sadeghzadeh et al. (2013) sugerem que a compartimentalização subcelular de Zn nas folhas, pode não estar correlacionada com a eficiência nutricional para o mesmo. Amaral et al. (2011) trabalharam com quatro cultivares de café em três níveis de adubação (baixo, normal e alto) e visualizaram diferenças significativas entre os cultivares quanto à eficiência de utilização de micronutrientes (Cu, Zn e B), em nível “normal” de adubação, para produção de raízes, folhas e ramos, apenas para B nas folhas.

3. 4. 1 Classificação dos cultivares quanto à eficiência de absorção e utilização

A eficiência nutricional de plantas é amplamente estudada e caracterizada no âmbito científico, porém os componentes mais amplamente difundidos para eficiência nutricional são EA e EU, sendo a primeira mais importante em comparação à segunda para condições de alta fertilidade, enquanto a segunda, é de suma importância tanto em condições de baixa quanto de fertilidade adequada (FAGERIA et al., 1998).

Neste sentido, resolveu-se também considerar, conjuntamente, as eficiências de absorção e utilização dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) (Tabela 12) e micronutrientes (Mn, Fe e Zn) (Tabela 13) para cada repetição de cada um dos cultivares, alocando-se cada um dos indivíduos avaliados em quadrantes, representando quatro diferentes grupos de eficiência nutricional (Figuras 1 e 2). As linhas tracejadas que delimitam os quadrantes tem como ponto de origem, na vertical, o valor médio obtido entre os cultivares para EA, e na horizontal, o valor médio obtido entre os cultivares para EU. O objetivo deste método foi o de verificar graficamente os agrupamentos dos cultivares de acordo com suas respectivas eficiências nutricionais, além das variações intrínsecas a cada indivíduo dentro do próprio cultivar.

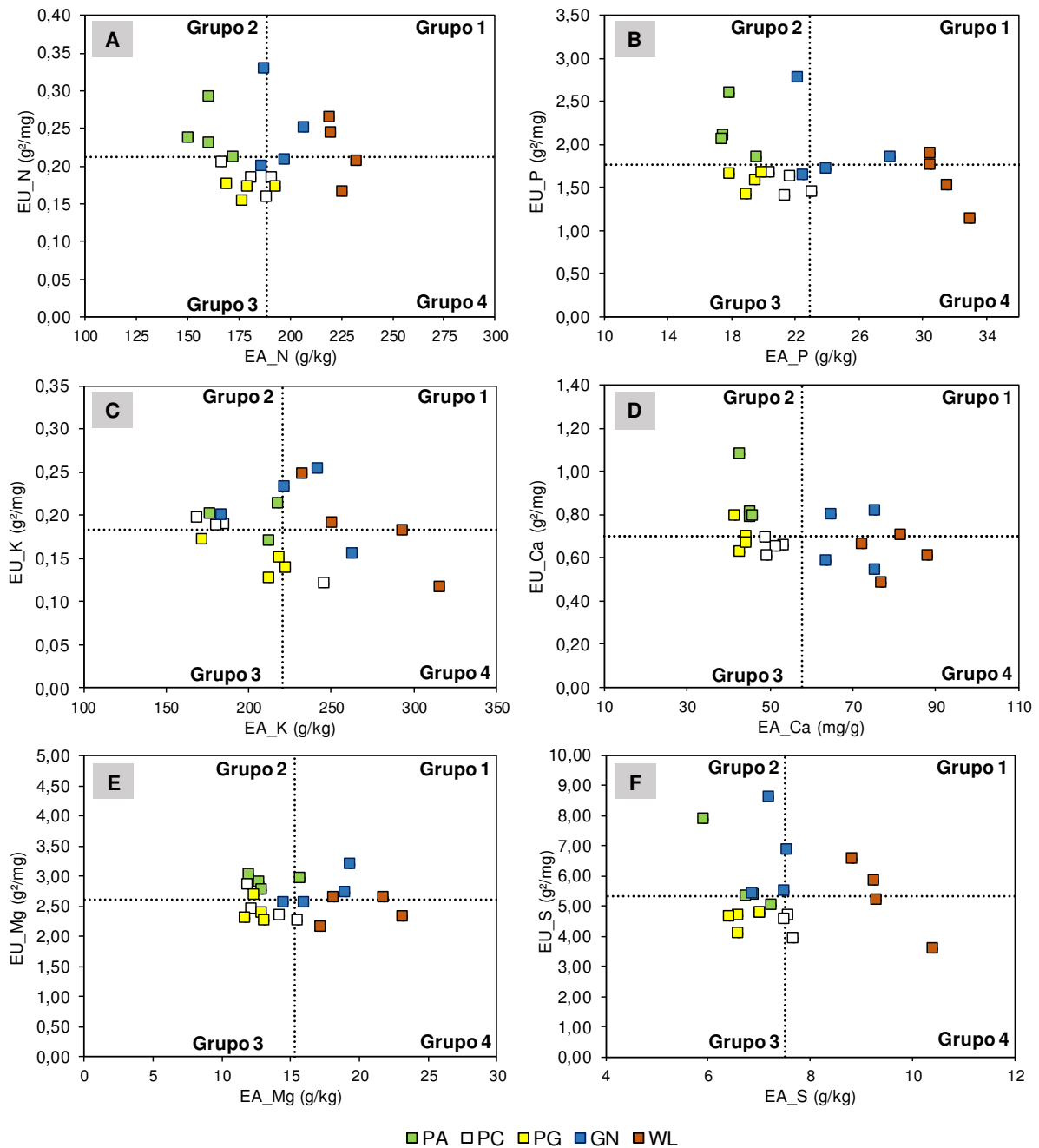


Figura 1. Diagrama de distribuição dos cultivares de bananeira em função das eficiências de absorção e de utilização de macronutrientes. N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E) e S (F). PA - Prata--Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams.

Ao analisar a figura 1, por meio da distribuição espacial dos indivíduos de cada cultivar quanto às EA e EU, nota-se, de maneira geral, a formação de três grupos distintos quanto à eficiência nutricional para macronutrientes: o primeiro formado pelos cvs. GN e WL, o segundo formado pelos clones PC e PG e o último formado pelo cv. PA. As distribuições permitiram a

verificação de certa superioridade do subgrupo Cavendish em comparação ao Prata quanto à eficiência nutricional para os macronutrientes, sobretudo no que diz respeito a capacidade de aquisição destes nutrientes a partir da solução nutritiva; além da constatação de similaridades entre os clones do subgrupo Prata (PC e PG) e de leve superioridade do cv. PA entre os cultivares deste subgrupo. Tais observações ratificam os resultados apresentados e discutidos na tabela 4, quanto à produção de matéria seca e tabela 11 quanto às eficiências nutricionais para os macronutrientes entre os cultivares de bananeira.

De forma geral os cultivares Cavendish apresentaram maior uniformidade nos agrupamentos, apesar de maior variabilidade para ‘Grande Naine’, o que é justificado por ser um material genético mais selecionado ao longo do tempo, o que possivelmente confere maior herdabilidade da maioria de suas características (AGUILAR MORÁN, 2013). Outrossim, as cultivares do subgrupo Cavendish são derivadas da ‘Dwarf Cavendish’ (‘Nanica’), isto é, elas são oriundas de um único clone, por meio de mutação (SILVA et al., 2013b), o que corrobora a sua base genética estreita e uma possível maior herdabilidade das suas características, pois as cultivares dentro dos subgrupos tendem a ser uniformes quanto aos principais caracteres, principalmente quando possuem um genoma só, por exemplo, AAA. Por outro lado, a ‘Prata-Anã’ é uma cultivar triploide (AAB) interespecífica derivada de cruzamento entre *Musa balbisiana* e *Musa acuminata*, o que por si já denota sua maior variabilidade.

Para o N (Figura 1A), a maior ocorrência de indivíduos no grupo 1, caracterizado por alta EA_N e EU_N, foi visualizada no cultivar WL com ocorrência de 50 %, seguido pelo GN com 25 %. Entretanto, o cv. GN apresentou uma grande variabilidade entre seus indivíduos quanto à eficiência nutricional, sendo ela inferior à observada no cv. WL. Isso é justificável pois ‘Williams’ é uma seleção de ‘Grande Naine’ (SOTO BALLESTERO, 2008). O cv. PA distinguiu-se dos clones quanto à EU ao apresentar ocorrência de 75 % no grupo 2, caracterizado por apresentar baixa EA_N e alta EU_N. Por sua vez, o clone PC apresentou ocorrência de 50 % nos grupos 3 e 4, caracterizados por baixa EA_N e EU_N (grupo 3), e, alta EA_N e baixa EU_N (grupo 4), sendo, portanto, mais eficiente que o clone PG, que situou-se em maior número no grupo 3 com ocorrência de 75 %.

A distribuição dos indivíduos no diagrama para o P (Figura 1B) foi idêntica a visualizada para N, onde a maior ocorrência de indivíduos no grupo 1, caracterizado por alta EA_P e EU_P, foi visualizada no cultivar WL com ocorrência de 50 %, seguido pelo GN com 25 %. Todavia, o cv. GN, assim como para a eficiência nutricional de N, apresentou ocorrência em todos os grupos, podendo-se inferir uma menor eficiência nutricional para P em relação ao cv. WL. O

cv. PA distinguiu-se dos clones quanto a EU_P ao apresentar ocorrência de 100 % no grupo 2, caracterizado por apresentar baixa EA_P e alta EU_P. Os clones PC e PG apresentaram menor eficiência nutricional para P em relação aos demais cultivares, agrupando-se preponderantemente no grupo 3, caracterizado por apresentar baixa EA_P e EU_P, com 75 % e 100 % de ocorrência respectivamente.

Para o K (Figura 1C), a maior ocorrência de indivíduos no grupo 1, caracterizado por alta EA_K e EU_K, foi observada no cultivar WL com ocorrência de 75 %, seguido pelo GN com 50 %. O cv. PA distinguiu-se do clone PG e agrupou-se com PC, apresentando ambos ocorrência de 50 % no grupo 2, caracterizado por apresentar baixa EA_K e alta de EU_K. Por sua vez o clone PG apresentou a menor eficiência nutricional para K entre os cultivares estudados, com ocorrência de 75 % no grupo 3, caracterizado por baixa EA_K e EU_K.

Para o Ca (Figura 1D), a maior ocorrência de indivíduos no grupo 1, caracterizado por alta EA_Ca e EU_Ca, foi visualizada no cultivar GN com ocorrência de 50 %, seguido pelo WL com 25 %. Todavia o cv. WL foi menos eficiente nutricionalmente para o Ca em comparação ao GN, ao apresentar ocorrência de 75 % no grupo 4, caracterizado por alta EA_Ca e baixa EU_Ca. O cv. PA distinguiu-se dos clones quanto à EU_Ca ao apresentar ocorrência de 100 % no grupo 2, caracterizado por apresentar baixa EA_Ca e alta EU_Ca. Os clones PC e PG apresentaram menor eficiência nutricional para Ca, situando-se no grupo 3, caracterizado por apresentar baixa EA_Ca e EU_Ca, com 100 % e 75 % de ocorrência respectivamente.

Para o Mg (Figura 1E), a maior ocorrência de indivíduos no grupo 1, caracterizado por alta EA_Mg e EU_Mg, foi observada para os cvs. GN e WL com ocorrência de 50 % cada, seguidos pelo cv. PA com 25 %. O cv. PA apresentou ocorrência de 75 % no grupo 2, caracterizado por apresentar baixa EA_Mg e alta EU_Mg. Os clones PC e PG apresentaram menor eficiência nutricional para Mg, situando-se majoritariamente no grupo 3, caracterizado por apresentar baixa EA_Mg e EU_Mg, com 50 % e 75 % de ocorrência respectivamente.

Quanto ao S (Figura 1F), a maior frequência de indivíduos no grupo 1, caracterizado por alta EA_S e EU_S, foi constatada para os cvs. WL e GN com ocorrência de 50 %, seguido pelo GN com 25 %. Entretanto o cv. GN apresentou menor eficiência nutricional para S em relação ao WL, situando-se preponderantemente no grupo 2, caracterizado por apresentar baixa EA_S e alta EU_S, com ocorrência de 75 %. Entre os cultivares avaliados, o cv. PA e o clone PG apresentaram as menores eficiências nutricionais para S, agrupando-se no grupo 3, caracterizado por apresentar baixa EA_S e baixa de EU_S, com ocorrências de 75 e 100 % respectivamente. Por sua vez, o clone PC apresentou EA_S mais alta entre os cultivares do

subgrupo Prata, com ocorrência de 50 % no grupo 4, caracterizado por alta EA_K e baixa EU_K.

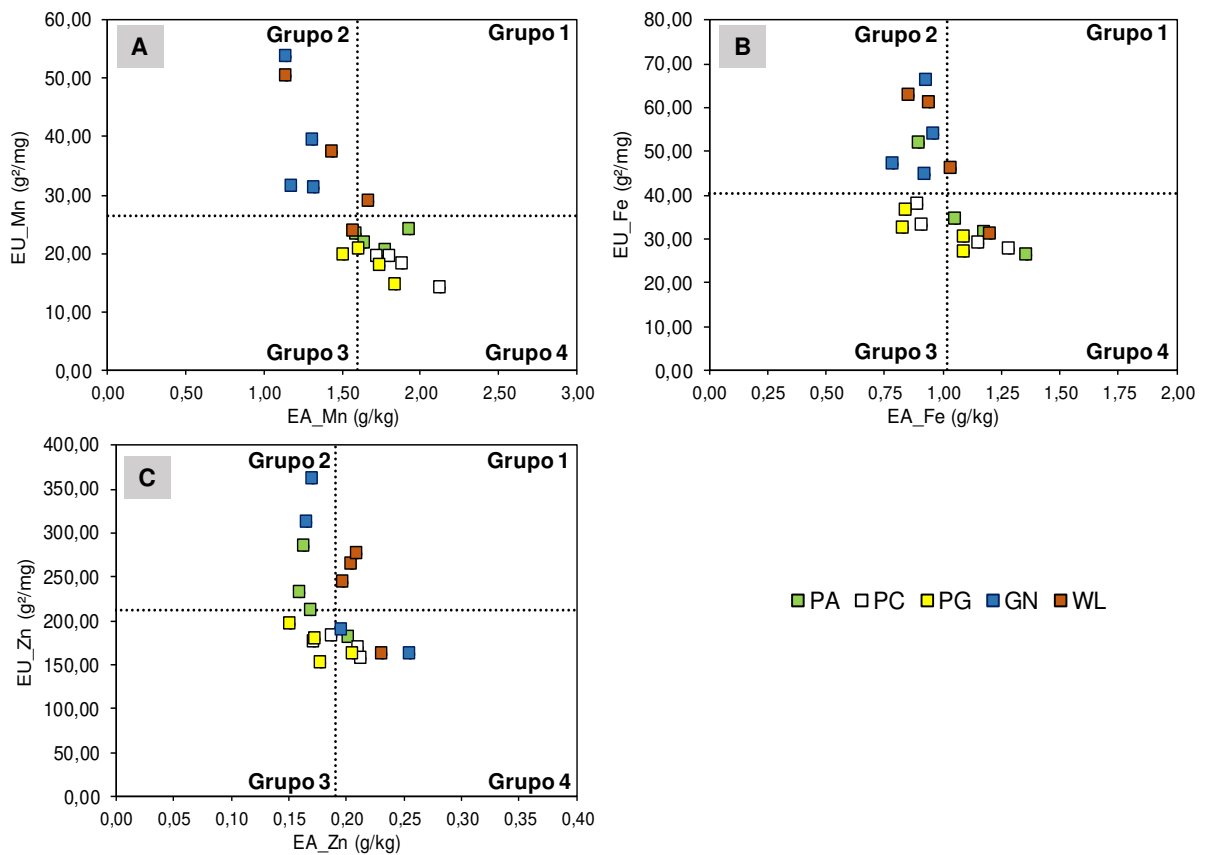


Figura 2. Diagrama de distribuição dos cultivares de banana em função das eficiências de absorção e de utilização de micronutrientes. Mn (A), Fe (B) e Zn (C). PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams.

Ao analisar a figura 2, por meio da distribuição espacial dos indivíduos de cada cultivar quanto às EA e EU, nota-se, de maneira geral, que a variação nas eficiências nutricionais entre os cultivares se deu mais no campo da EU de micronutrientes, diferentemente do que foi visualizado para eficiência nutricional de macronutrientes, onde maiores variações ocorreram em relação às EA. Os cultivares pertencentes ao subgrupo Cavendish, em média apresentaram maior EU e agruparam-se, na maioria dos casos, no grupo 2, caracterizado por baixa EA e alta EU. Os cultivares do subgrupo Prata permearam principalmente os grupos 3 e 4, caracterizados por apresentar baixa EA e EU, e, alta EA e baixa EU, respectivamente. Essas verificações corroboram os resultados visualizados na tabela 3 e 12, quanto à produção de matéria seca e às eficiências nutricionais para os micronutrientes entre os cultivares de banana.

A distribuição dos indivíduos no diagrama para o Mn (Figura 2A) foi similar a visualizada para Cu, com ocorrências de 100 % e 50 %, para os cvs. GN e WL respectivamente,

no grupo 2, caracterizado por apresentar baixa EA_Mn e alta EU_Mn. O cv. PA e os clones PC e PG, agruparam-se no grupo 4, caracterizado por apresentar alta EA_Mn e baixa EU_Mn, com ocorrência neste grupo de 75 %, 100 % e 75 %, respectivamente.

Para o Fe (Figura 2B), os cvs. GN e WL situaram-se novamente, preponderantemente no grupo 2, caracterizado por apresentar uma baixa EA_Fe e alta EU_Fe, apresentando ocorrências de 100 % e 50 %, respectivamente. O cv. PA apresentou ocorrência de 75 % no grupo 4, caracterizado por apresentar alta EA_Fe e baixa EU_Fe. Os clones PC e PG, foram menos eficientes nutricionalmente para o Fe, distribuindo-se entre os grupos 3 e 4, apresentando, ambos, ocorrências de 50 % no grupo 3, caracterizado por apresentar uma baixa EA_Fe e baixa EU_Fe, e 50 % no grupo 4.

O cv. WL apresentou maior eficiência nutricional para o Zn entre os cultivares avaliados, com ocorrência de 75 % no grupo 1, caracterizado por alta EA_N e EU_N (Figura 2C). O cv. GN apresentou-se distribuído entre os grupos 2 e 4, apresentando ocorrência de 50 % no grupo 2, caracterizado por apresentar uma baixa EA_Zn e alta EU_Zn e, 50 % no grupo 4, caracterizado por apresentar uma alta EA_Fe e baixa EU_Fe. O cv. PA distinguiu-se dos clones quanto a EU ao apresentar ocorrência de 50 % no grupo 2. Por sua vez, o clone PC apresentou ocorrência de 50 % nos grupos 3 e 4, caracterizados por baixa EA_N e EU_N (grupo 3), e, alta EA_N e baixa EU_N (grupo 4), sendo, portanto, mais eficiente que o clone PG, que situou-se em maior número no grupo 3 com ocorrência de 75 %.

3.5 Parâmetros cinéticos de absorção de P e K

Os valores dos parâmetros cinéticos de absorção velocidade máxima de absorção (V_{max}), constante de Michaelis-Menten (K_m), concentração mínima do nutriente em solução, onde a absorção cessa (C_{min}), bem como o poder de absorção (α) definido como a razão V_{max}/K_m de P diferiram somente entre os subgrupos (C1) e entre os cultivares pertencentes ao subgrupo Cavendish (C4), enquanto os parâmetros para K, diferiram apenas entre os subgrupos (C1) (Tabela 15).

O subgrupo Cavendish expressou maiores valores para V_{max} e α para P, sendo similar ao subgrupo Prata para os parâmetros K_m e C_{min} . (C1). Em relação ao K, o que se vê também, é uma superioridade quanto aos parâmetros cinéticos de absorção do subgrupo Cavendish sobre o subgrupo Prata, com valores maiores para V_{max} e α e menores para K_m .

Os cultivares GN e WL, por sua vez, diferiram entre si para K_m , C_{min} e α de P, apenas. Nestas comparações, constatou-se maior média de K_m e menores médias para C_{min} e α para o cv. GN.

Por outro lado, o cv. PA foi similar aos clones PC e PG (C2) quanto aos parâmetros cinéticos de absorção V_{max} , K_m , C_{min} e α , para P e K, sendo as diferenças visualizadas na aquisição e acúmulo destes nutrientes, por estes cultivares, decorrentes principalmente de distinções na morfologia radicular (Tabelas 5, 6 e 7).

Tabela 15. Médias e contrastes médios ortogonais para V_{max} , K_m , C_{min} e poder de absorção (α) para P e K mensurados em cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Cultivares ¹	Parâmetros cinéticos – P			
	V_{max}	K_m	C_{min}	α
	$\mu\text{mol/g/h}$	$\mu\text{mol/L}$	$\mu\text{mol/L}$	L/g/h
PA	0,039	5,393	0,440	0,007
PC	0,045	6,950	0,450	0,007
PG	0,039	5,918	0,373	0,007
\bar{y} (Prata)	0,041	6,087	0,421	0,007
GN	0,060	8,347	0,027	0,007
WL	0,076	5,363	0,593	0,014
\bar{y} (Cavendish)	0,068	6,855	0,310	0,011
Contrastes médios ortogonais ²				
C1: (Prata vs Cavendish)	0,027**	0,768 ^{ns}	-0,112 ^{ns}	0,004*
C2: (PA vs (PC, PG))	0,003 ^{ns}	1,041 ^{ns}	-0,028 ^{ns}	-0,0004 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-0,006 ^{ns}	-1,033 ^{ns}	-0,077 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	0,016 ^{ns}	-2,983**	0,566*	0,007**
Parâmetros cinéticos – K				
	V_{max}	K_m	C_{min}	A
	$\mu\text{mol/g/h}$	$\mu\text{mol/L}$	$\mu\text{mol/L}$	L/g/h
PA	0,400	8,745	0,025	0,046
PC	0,610	11,993	0,025	0,056
PG	0,456	10,293	0,110	0,048
\bar{y} (Prata)	0,489	10,344	0,053	0,050
GN	0,555	7,347	-	0,088
WL	0,677	6,740	0,131	0,104
\bar{y} (Cavendish)	0,616	7,044	-	0,096
Contrastes médios ortogonais ²				
C1: (Prata vs Cavendish)	0,128*	-3,300*	-	0,046**
C2: (PA vs (PC, PG))	0,133 ^{ns}	2,398 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,006 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	-0,154 ^{ns}	-1,701 ^{ns}	0,085 ^{ns}	-0,008 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	0,122 ^{ns}	-0,607 ^{ns}	-	0,015 ^{ns}

¹PA Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).
² ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. (-) Ausência de dados.

As diferenças observadas, para os parâmetros cinéticos de P e K, entre os subgrupos (C1) indicam que os cultivares do subgrupo Prata e Cavendish dispõem de diferentes características fisiológicas de absorção destes nutrientes, assim como, o cv. GN em comparação ao WL para P. Diversos trabalhos indicam que os parâmetros cinéticos de absorção de nutrientes, V_{max} , K_m e C_{min} , são sensivelmente afetados pelos genótipos (NIELSEN e BARBER, 1978; BAPTISTA et al., 2000; LIMA et al., 2005; PINTO, 2009; ALI et al., 2010; SANES et al., 2013; SCHONINGER et al. 2013). Lima et al. (2005), afirmam que genótipos com valores de V_{max} superiores, seriam mais interessantes em condições de elevada disponibilidade de nutrientes, ao passo que, genótipos com valores de K_m inferiores, se desenvolveriam melhor em condições de menor disponibilidade. Em termos práticos, um genótipo superior na aquisição de nutrientes da solução do solo, seria aquele que apresentasse maior valor para V_{max} e menor para K_m , tanto em cenário de baixa disponibilidade de nutrientes (LIMA et al., 2005; SANES et al., 2013), como em alta (LIMA et al., 2005).

Para Batista et al. (2016), um genótipo é considerado eficiente na absorção de um nutriente quando este apresenta parâmetros cinéticos que o caracterizem como tal. Portanto, o maior V_{max} e α visualizado no subgrupo Cavendish para P, indicam uma maior taxa de absorção de P por unidade de massa de matéria seca de raiz pelos cultivares deste subgrupo, em comparação aos do subgrupo Prata (C1), sobretudo, em condições de maior disponibilidade de P. De acordo com Horn et al. (2006), em condições não limitantes de suprimento de nutrientes às raízes, caso do presente trabalho, o V_{max} passa a ser o parâmetro que mais se relaciona com as quantidades de nutrientes absorvidas pelas plantas.

O cv. WL mostrou-se mais apto que o cv. GN, e demais cultivares, para absorver P da solução do solo, pois mesmo apresentando C_{min} superior ao segundo, apresentou menor K_m e o maior α entre os cultivares estudados. O menor valor para K_m visualizado no cv. WL indica que seus transportadores apresentam maior afinidade pelo P em relação ao cv. GN (EPSTEIN e HAGEN, 1952). Ao mesmo tempo, o maior valor de α , observado para o cv. WL, obtido por meio da relação entre V_{max} e K_m , indica que este cultivar apresenta carregadores com maior afinidade para absorção de P. Brix et al. (2010) notaram alterações significativas para os parâmetros V_{max} e K_m , em função dos genótipos, e, concentrações de O_2 e P na solução nutritiva. Da mesma forma, o menor valor de K_m observado para o cv. WL sugere em tese, certa superioridade, do ponto de vista fisiológico, na absorção de P deste cultivar em condições de baixa disponibilidade de P, como nas condições de solos tropicais usualmente pobres em P (SCHONINGER et al., 2013), uma vez que, para Novais e Mello (2007) em condições de menor

disponibilidade de P, menores valores de K_m seria uma condição mais promissora do que altos valores para V_{max} somente, pois, nessas condições, muitas vezes não há possibilidade do alcance de altos valores para V_{max} de P.

A bananeira é conhecida por ser uma cultura extremamente exigente em K, podendo exigir aportes por hectare em torno de 830 a 1 245 kg de K, de acordo com Ganeshamurthy e Patil (2011). Estes autores relatam que estudos ontogenéticos apontam que a absorção e acúmulo de K são superiores no início da vida das plantas, e que, as concentrações de K na matéria seca tendem a diminuir consideravelmente com o surgimento dos frutos. Neste sentido, os maiores valores para V_{max} e α , e, menor valor para K_m obtidos pelo subgrupo Cavendish em comparação ao Prata (C1), permitem inferir que os cultivares GN e WL, apresentam potencial superior para capacidade de absorção de K entre os cultivares estudados, seja em condições de alta ou de baixa disponibilidade deste nutriente.

O valor de V_{max} , indica o potencial de aquisição de íon, sendo obtido quanto há a saturação de todos os transportadores. Neste estudo, o maior valor de V_{max} para K apresentado pelo subgrupo Cavendish, indica uma maior taxa de absorção deste nutriente por g de matéria fresca de raiz, por hora, o que sugere uma maior capacidade de resposta à adição de fertilizantes por estes cultivares (BATISTA et al., 2016), sobretudo quando associado as vantagens, quanto as características morfológicas radiculares, do subgrupo Cavendish em relação ao Prata. O K_m indica a afinidade entre carregadores e íons a ser transportado, em que o menor valor obtido para K_m para K, sugere maior afinidade entre nutriente e transportador (EPSTEIN e HAGEN, 1952; HORN et al., 2006; ROSA et al., 2009), e portanto, a presença de mecanismos mais eficientes para a absorção de K, pelo subgrupo Cavendish, em condições de menor disponibilidade (LIMA et al., 2005). Por sua vez, o poder de absorção segue a mesma tendência que os parâmetros supracitados, devido este, integrar ambos os parâmetros (COSTA et al., 2000; SANES et al., 2013).

Objetivando uma melhor interpretação dos parâmetros cinéticos de absorção, realizou-se uma avaliação conjunta destes parâmetros para cada um dos cultivares avaliados. A partir da utilização combinada dos parâmetros V_{max} , K_m e C_{min} (Tabela 15), estimaram-se os valores da velocidade de absorção de P e K em razão de suas concentrações na solução (Figuras 3 e 4). Este procedimento permitiu classificar os cultivares em função da eficiência fisiológica de absorção de P e K por unidade de raiz.

Como evidenciado na figura 3, os cultivares pertencentes ao subgrupo Cavendish apresentaram maior velocidade de absorção para P em comparação ao subgrupo Prata. O cv.

WL, apresentou maior velocidade de absorção estimada entre os cultivares avaliados, seguido pelo cv. GN, e por fim, muito próximos, os cultivares PC, PA e PG.

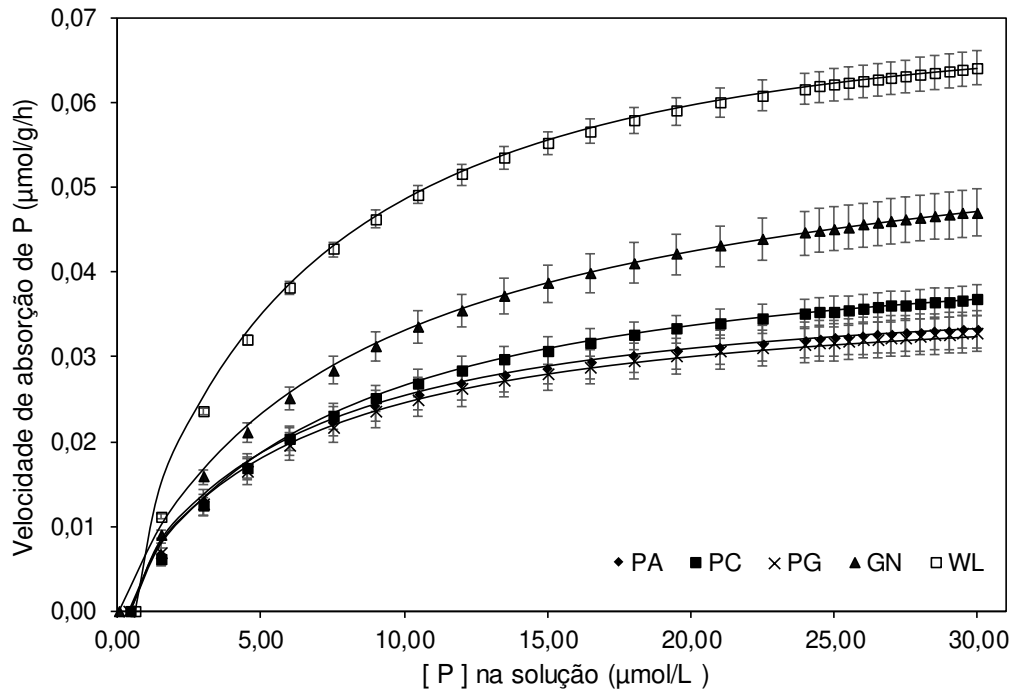


Figura 3. Velocidade de absorção de P ($\mu\text{mol/g/h}$) de cultivares de bananeira em função da variação externa da concentração em solução ($\mu\text{mol/L}$). Barras verticais em cada ponto representam o erro padrão da média. PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams.

A aquisição de P pelas raízes de plantas reflete o efeito conjunto das características morfológicas e fisiológicas do sistema radicular, associados, ainda, às características da rizosfera e do solo que regulam a dinâmica do nutriente entre complexo de troca e solução do solo (ALVES et al., 2002).

As tendências apresentadas na figura 3, refletem os resultados para os parâmetros cinéticos de P, apresentados na tabela 15. O cv. WL apresentou maior valor para velocidade de absorção de P devido ter apresentado maior valor de V_{max} e o menor valor de K_m entre os cultivares avaliados. Desta forma, pode-se inferir, que do ponto de vista fisiológico, este cultivar detém maior capacidade de aquisição de P por unidade de raiz, em baixas ou altas concentrações de P em solução, entre os cultivares testados. Por sua vez, mesmo detendo o maior K_m entre os cultivares avaliados, o cv. GN também se sobressaiu aos restantes, o que pode ser atribuído ao V_{max} superior aos do subgrupo Prata.

Os maiores valores de V_{\max} de P observados nos cvs. WL e GN, podem indicar uma maior concentração de sítios de absorção por unidade de raiz, o que pode refletir em maior capacidade de absorção deste nutriente sob maiores concentrações na solução (SANES et al., 2013), e reiteram também, a maior ET_P observadas para estes cultivares, o que permite a manutenção de menor concentração deste elemento nos tecidos, favorecendo um maior gradiente de concentração entre raiz e solução do solo, elevando a eficiência nutricional destes cultivares (MACHADO e FURLANI, 2004).

Devido principalmente aos menores valores de V_{\max} , os cultivares PA, PC e PG, agruparam-se, apresentando menor velocidade de absorção de P, sugerindo que os cultivares deste subgrupo possuem uma menor capacidade de absorção de P por unidade de massa de matéria fresca de raiz, tanto em condições de disponibilidade adequada quanto em condições de menor disponibilidade deste nutriente.

Föhse et al. (1991) concluíram que as principais razões de diferenças no influxo de P entre as espécies avaliadas, foram oriundas da amplitude do V_{\max} e do número e comprimento de pelos radiculares. Dessa forma, a superioridade na absorção de P visualizada nos cvs. WL e GN em comparação aos demais, é corroborada, também, pelas diferenças observadas nas características do sistema radicular destes genótipos (Tabelas 5, 6 e 7). Clarkson (1985), Föhse et al. (1991) e Machado e Furlani (2004), relatam que aspectos morfológicos juntamente com a fisiologia radicular, são correlacionados significativamente com a capacidade de genótipos em recuperar P disponível no solo. Ernani et al. (1994), endossam tal afirmativa, ao atribuírem maior importância ao crescimento radicular, precedendo os parâmetros cinéticos, em modelo para predição de P na cultura do milho.

Para o K, a combinação dos efeitos de V_{\max} , K_m e C_{\min} para K (Figura 4) e a obtenção da estimativa da velocidade de absorção, proporcionou resultado ligeiramente diferente do obtido para P. O cv. WL, apresentou, novamente, as maiores velocidades de absorção entre os cultivares avaliados, seguido, do clone PC, do cv. GN, e por fim, os cultivares PA e PG.

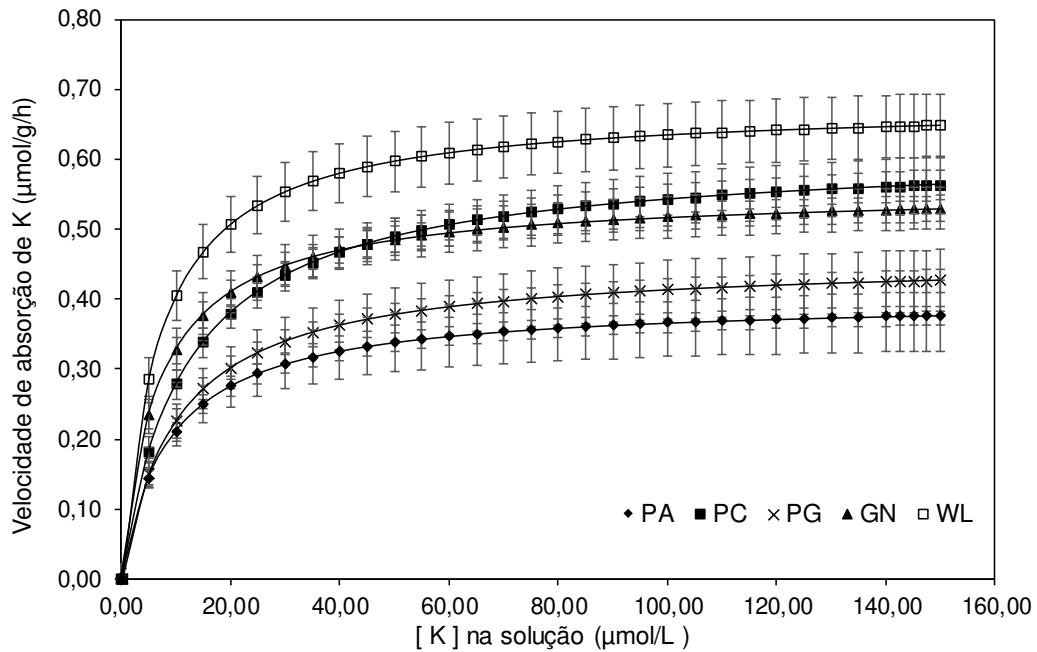


Figura 4. Velocidade de absorção de K ($\mu\text{mol/g/h}$) de cultivares de bananeira em função da variação externa da concentração em solução ($\mu\text{mol/L}$). Barras verticais em cada ponto representam o erro padrão da média. PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams.

Assim como para P, os resultados para a velocidade de absorção de K observados na figura 4 descrevem maiores ou menores eficiências fisiológicas de absorção deste nutriente. Esses resultados estão de acordo com os valores obtidos para V_{max} , K_m e C_{min} , para cada um dos cultivares, apresentados na tabela 15. A maior velocidade visualizada para o cv. WL, corrobora o maior V_{max} , menor K_m e maior poder de absorção obtido pelo cultivar comparado aos demais. Esta constatação permite inferir que o cv. WL é o mais flexível dentre os cultivares avaliados, apresentando maior eficiência de aquisição de K, em comparação aos demais, sob condições de alta ou baixa disponibilidade de K.

A proximidade para a velocidade de aquisição de K entre o cv. GN e o clone PC, sendo até um pouco maior no segundo, a partir de $45 \mu\text{mol/L}$ de K, ocorreu sobretudo, em função do maior V_{max} expresso pelo clone. Todavia, ressalta-se que sob menor disponibilidade de K, o cv. GN detém, provavelmente, maior velocidade de absorção de K pelas raízes devido apresentar menor K_m e maior α (Tabela 15), sendo, portanto, possivelmente mais hábil que o clone PC em absorver K em maiores amplitudes de disponibilidade deste nutriente no solo.

Por sua vez, o clone PG e o cv. PA, agruparam-se, apresentando os menores valores para velocidade de absorção de K, entre os cultivares avaliados, com uma leve superioridade

para clone. A menor velocidade de absorção obtida pelo cv. PA pode ser atribuída ao valor de V_{max} , como também, a menor ET_K apresentada pelo cultivar (Tabela 12). Machado e Furlani (2004) afirmam que os parâmetros cinéticos de absorção de nutrientes e a capacidade de manutenção de níveis metabólicos adequados com baixa concentração de nutriente nos tecidos, são características fisiológicas de genótipos com elevada eficiência nutricional. Todavia, está menor eficiência fisiológica de aquisição de K pode ser compensada pelas características do sistema radicular (SANES et al., 2013), sobretudo, em função da massa, volume e superfície radicular, apresentadas pelo cv. PA em relação ao PG (Tabelas 4 e 5).

O valor de V_{max} representa a máxima taxa de absorção de íons. Esta é obtida quando há saturação dos sítios de absorção nas raízes, isto é, quando todos os transportadores encontram-se em atividade, ou quando turnover é máximo (BATISTA et al., 2016). Divergências entre genótipos, quanto às constantes cinéticas, ocorrem em função de variações genéticas, que influem sobre tipo, número e atividade de transportadores e canais envolvidos na aquisição de nutrientes pelas raízes (VÉRY e SENTENAC, 2003), associados a morfologia radicular, que também influi diretamente sobre o influxo de K pelas raízes (SANES et al., 2013). Samal et al. (2010), constataram valores díspares de influxo de K para trigo, milho e beterraba em função dos valores para os parâmetros cinéticos de absorção e das características do sistema radicular de cada um dos genótipos. Silva et al. (1991) por meio de uso de um modelo matemático para simulação da absorção de K por milho-doce, destacaram a superfície radicular como superior até à influência do V_{max} , como fator de maior sensibilidade sobre a absorção de K dentre as características avaliadas.

3. 6 Relações entre eficiência nutricional, morfologia radicular e parâmetros cinéticos de absorção para P e K

Com o objetivo de contribuir na explicação das diferenças visualizadas para eficiência nutricional de P e K, entre os cultivares de bananeira, realizou-se, por meio de correlação de Spearman, o estudo das relações entre variáveis de eficiência nutricional, crescimento, morfologia radicular e os parâmetros cinéticos de absorção para P (Figura 5A) e K (Figura 5B).

Destacando as respostas relacionadas a EA, ET, EU, para P, verifica-se na figura 5A, que a **EA_P** correlacionou-se com o acúmulo de P na folha (C_{P_F}) ($r = 0,5308^*$) e total (C_{P_T}) ($r = 0,4902^*$); com as características de morfologia radicular: comprimento radicular e superfície radicular de raízes muito finas (L1) ($r = 0,6150^{**}$) e (SA1) ($r = 0,5248^*$), respectivamente, e, número de pontas radiculares (NP) ($r = 0,5489^*$); com a eficiência de

translocação de P (ET_P) ($r = 0,9339^{**}$) e com o parâmetro cinético velocidade máxima de absorção de P (V_{max_P}) ($r = 0,8098^{**}$). A **ET_P** correlacionou-se, com o C_P_F ($r = 0,5099^*$), acúmulo de P na raiz (C_P_R) ($r = -0,5166^*$); com as características morfológicas radiculares: L1 ($r = 0,5375^*$), comprimento radicular de raízes grossas (L4) ($r = -0,4447^*$) e NP ($r = 0,5030^*$); e com o parâmetro cinético V_{max_P} ($r = 0,7704^{**}$). A **EU_P** correlacionou-se, com o acúmulo de matéria seca nas folhas (MS_F) ($r = 0,8090^{**}$), raiz (MS_R) ($r = 0,8395^{**}$) e total (MS_T) ($r = 0,8465^{**}$); com os acúmulos de P, C_P_F ($r = 0,4868^*$), C_P_R ($r = 0,7959^{**}$) e C_P_T ($r = 0,5643^{**}$); e com as características radiculares L4 ($r = 0,7953$) e SA4 ($r = 0,7803^{**}$).

Para K, verifica-se na figura 5B, que a **EA_K** correlacionou-se com o acúmulo de K na folha (C_K_F) ($r = 0,4647^*$) e total (C_K_T) ($r = 0,5338^*$); apenas com a características de morfologia radicular L1 ($r = 0,4677^*$); com a eficiência de translocação de K (ET_K) ($r = 0,7495^{**}$); e com o parâmetro cinético velocidade máxima de absorção de K (V_{max_K}) ($r = 0,4597^*$). A **ET_K** correlacionou-se, com o acúmulo de matéria seca da raiz (MS_R) ($r = -0,6698^{**}$); com o C_K_R ($r = -0,7029^{**}$); com as características morfológicas radiculares: comprimento e superfície radicular de raízes grossas (L4) ($r = -0,6106^{**}$) e (SA4) ($r = -0,6448^{**}$), respectivamente; e com a EA_K ($r = 0,7495^{**}$). A **EU_K** correlacionou-se com o acúmulo de matéria seca MS_F ($r = 0,7799^{**}$), MS_R ($r = 0,6252^{**}$) MS_T ($r = 0,7893^{**}$); com C_K_R ($r = 0,5221^*$); com as características de morfologia radicular L4 ($r = 0,6054^{**}$), SA4 ($r = 0,6334^{**}$) e NP ($r = 0,5116^*$); com a ET_K ($r = -0,5453^*$); e com o parâmetro cinético de absorção K_m_K ($r = -0,5257^*$).

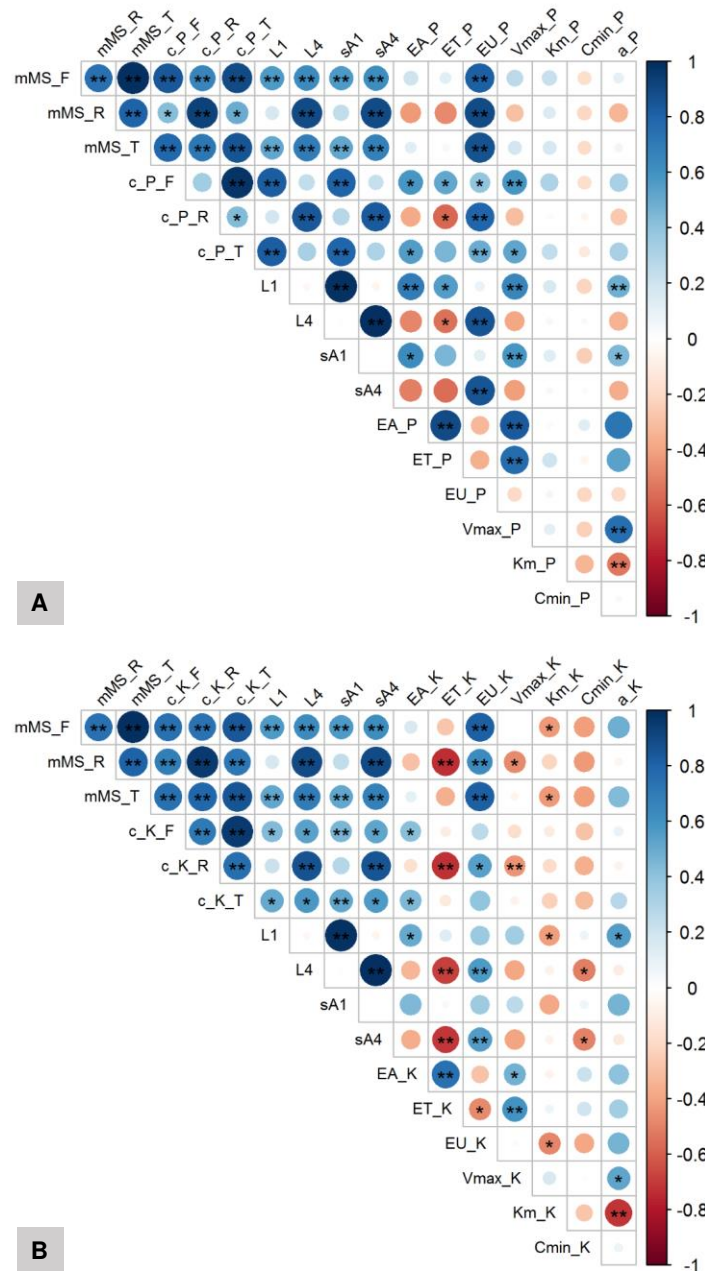


Figura 5. Correlação de Spearman entre 17 variáveis de interesse, relacionadas à eficiência nutricional de P (A) e K (B), em cinco cultivares de bananeira cultivados em solução nutritiva. * e ** correlações significativas ao nível de $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente.

Os resultados obtidos por meio da análise de correlação de Spearman apresentados na figura 5, permitem inferir sobre quais as fontes de variação que influíram de forma mais evidente sobre a eficiência nutricional de P e K pelos cultivares de bananeira, nas condições deste estudo. Esses resultados auxiliam no entendimento e endossam as justificativas apresentadas para a ocorrência de diferenças entre os subgrupos e cultivares avaliados no decorrer deste trabalho, ao evidenciar as relações ‘positivas’ e ‘negativas’ existentes entre a

produção de massa de matéria seca, características morfológicas radiculares e os parâmetros cinéticos de absorção, sobre as eficiências de absorção, translocação e utilização de P e K pelos cultivares de bananeira.

4 CONCLUSÕES

Os cultivares avaliados diferem quanto ao crescimento, acúmulo de matéria seca, morfologia radicular, parâmetros cinéticos de absorção de P e K, bem como no comportamento nutricional, sendo estas diferenças menos pronunciadas dentro do mesmo subgrupo.

As características morfológicas radiculares podem ser utilizadas como ferramentas para caracterizar genótipos de bananeira quanto à eficiência na absorção de nutrientes, verificando-se no subgrupo Cavendish sistema radicular mais desenvolvido em comparação ao subgrupo Prata.

Distinções entre os grupos contrastados quanto à eficiência nutricional foram mais perceptíveis para macronutrientes, e associadas às eficiências de absorção e de translocação. O subgrupo Cavendish apresenta maiores exigências, assim como, eficiências nutricionais para macronutrientes, sobretudo em função da maior eficiência de absorção. O subgrupo Cavendish foi mais eficiente em utilizar micronutrientes, porém menos efetivo em absorver Mn e em translocar Mn e Fe.

O cultivar PA apresenta diferentes exigências para macro e micronutrientes em relação aos demais cultivares do subgrupo Prata, verificando maior requisição desses nutrientes. Outrossim, o PA foi menos eficiente em absorver N e P e translocar macronutrientes, porém foi mais efetivo em utilizá-los. Entre os clones de PA, o PC foi mais eficiente em absorver P, Ca e S e em translocar Ca e S. No subgrupo Cavendish, o cv. WL foi mais eficiente do que o GN em absorver N, P, Ca e S e em translocar estes mesmos nutrientes com exceção do P.

Os parâmetros cinéticos da absorção de P e K variam com os cultivares e com os nutrientes. O subgrupo Cavendish apresentou parâmetros cinéticos de absorção de P e K, mais favoráveis à absorção destes elementos em distintas condições de disponibilidade, tendo os cultivares apresentado a seguinte classificação quanto a velocidade de absorção de P e K em maiores disponibilidades destes nutrientes: para P - WL > GN > PC > PA = PG e para K - WL > PC = GN > PG = PA.

5 REFERÊNCIAS

- ABICHEQUER, A. D.; BOHNEN, H. Eficiência de absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo. **Revista brasileira de ciência do solo**, Campinas. v. 22, n. 1, p. 21-26, 1998.
- AGUILAR MORÁN, J. F. Improvement of Cavendish banana cultivars through conventional breeding. **Acta Horticulturae**, v.986, p.205-208, 2013.
- ALI, L.; RAHMATULLAH; AZIZ, T.; ASHRAF, M.; MAQSOOD, M. A.; KANWAL, S. Differential potassium influx influences growth of two cotton varieties in hydroponics. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 2, p. 943-953, 2010.
- ALVAREZ V., V. H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JÚNIOR, E.S.; SOUZA, R.B.; FONSECA, C.A. **Métodos de Análises de Enxofre em Solos e Plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 131p.
- ALVES, V. M. C.; PARENTONI, S. N.; VASCONCELLOS, C. A.; PITTA, G. V. E.; FRANCA, C. D. M. Cinética de absorção de fósforo e crescimento do sistema radicular de genótipos de milho contrastantes para eficiência a fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.85-92, 2002.
- AMARAL, J. F. T.; MARTINEZ, H. E. P.; LAVIOLA, B. G.; FERNANDES FILHO, E. I.; CRUZ, C. D. Eficiência de utilização de nutrientes por cultivares de caféiro. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 621-629, 2011.
- ANGHINONI, I.; VOLKART, C. R.; FATTORE, N.; ERNANI, P. R. Morfologia de raízes e cinética de absorção de nutrientes em diversas espécies e genótipos de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13, n.3, p.355-361, 1989
- ARAUJO, J. P. C. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (*Musa sp. AAA*), ‘Grande Naine’ no primeiro ciclo de produção**. 2008. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2008.
- AZEVEDO, V. F.; DONATO, S. L. R.; ARANTES, A. M.; MAIA, V. M.; SILVA, S. O. Avaliação de bananeiras tipo Prata, de porte alto, no Semiárido. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1372-1380, 2010.
- BAPTISTA, J. A.; FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Cinética de absorção de amônio e crescimento radicular das cultivares de arroz agulha e bico ganga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.7, p. 1325-1330, 2000.
- BATISTA, R. O. **Cinética de absorção de nutrientes, morfologia radicular e eficiência nutricional de clones de cedro australiano**. 2014. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) – Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2014.
- BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A. E.; DECCETTI, S. F. C.; VIANA, C. S. Root morphology and nutrient uptake kinetics by Australian cedar clones. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 153-162, 2016.

BORCIONI, E.; MÓGOR, Á. F.; PINTO, F. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 509-515, 2016.

BORGES, A. L. Calagem e adubação. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. (ed.). **O cultivo da bananeira**. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279p.

BORGES, A. L.; CALDAS, R.C. Teores padrões de nutrientes nas folhas de bananeira cv. Pacovan sob irrigação. In: FERTIBIO, 2002, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: Cordeiro, J. M. (org). **Banana. Produção: aspectos técnicos**. 1. ed. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 143p.

a. BORGES, A. L.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. **Nutrição e adubação da bananeira irrigada**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 8 p. (Circular Técnica, 48).

b. BORGES, A. L.; SILVA, T. D.; CALDAS, R. C.; ALMEIDA, I. E. Adubação nitrogenada para bananeira-'Terra' (*Musa* sp. AAB, subgrupo Terra). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 01, p. 189-193, 2002.

BORGES, A. L.; SILVA, S. D. O.; CALDAS, R. C.; LEDO, C. D. S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 02, p. 314-318, 2006.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, A. M. G. Banana. In: CRISOSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (org.). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. 1. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p.31-49.

BRAGA, J. M.; DEFFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Ceres**, 21: 73-85, 1974.

BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V.; RAMOS, A. G. O.; SILVA, G. B. Production, decomposition and chemical characteristics of banana litterfall. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 45 – 52, 2017.

BRIX, H.; LORENZEN, B.; MENDELSSOHN, I. A.; MCKEE, K. L.; MIAO, S. Can differences in phosphorus uptake kinetics explain the distribution of cattail and sawgrass in the Florida Everglades?. **BMC plant biology**, v. 10, n. 1, p. 23, 2010.

BUSQUET, R. N. B. **Análise de Crescimento, Fenologia e Acumulação de Nutrientes de Quatro Genótipos de Bananeira no Estado do Rio de Janeiro**. 2006. Tese (Doutor em Ciências) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

CALDEIRA, M. V. W.; RONDON NETO, R. M.; SCHUMACHER, M. V. Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australianas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 615-620, 2002.

CAMACHO, M. A.; CORREIA, M. O. A.; SILVA, A. C. R.; KUSANO, D. M. Parâmetros cinéticos de absorção de nitrogênio para a cultura da banana. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA - CONTECC'2018, 5., 2018, Maceió. **Anais...** Maceió: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2018.

CHAPIN III, F.S. The Mineral Nutrition of Wild Plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 11, p. 233-260, 1980.

CLAASSEN, N. e BARBER, S.A. A method for characterizing the relation between nutrient concentration and flux into roots of intact plants. **Plant Physiology**, v. 54, n. 4, p. 564-568, 1974.

CLARK, R. B. Physiology of cereals for mineral nutrient uptake, use, and efficiency. In: Baligar, V. C.; Duncan, R. R. (ed.). **Crops as enhancers of nutrient use**. San Diego: Academic Press, 1990, p. 131-209.

CLARKSON, D. T. Factors affecting mineral nutrient acquisition by plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Boca Raton, v. 36, n.1, p. 77-115, 1985.

COSTA, C. N.; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; KONRAD, E. E.; PASSIANOTO, C. C. Efeitos do alumínio na morfologia de raízes e na cinética de absorção de potássio em milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 3, p. 251-253, 2000.

DANTAS, B.F.; LOPES, A.P.; SILVA, F.F.S. DA; LUCIO, A.A.; BATISTA, P.F; PIRES, M.M.M. L.; ARAGÃO, C.A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.413-423, 2009.

DIAS, L. P. R.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; ARRUDA, B.; COSTA, M. M. Distribuição e morfologia do sistema radicular de *Eucalyptus dunnii* em resposta à aplicação de fósforo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 3, p. 203-213, 2017.

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.

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

EISSENSTAT, D. M. On the relationship between specific root length and the rate of root proliferation: a field study using citrus rootstocks. **New Phytologist**, v. 118, n. 1, p. 63-68, 1991.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: 2009. 627p.

- EPSTEIN, E.; HAGEN, E. A kinetic study of the absorption of alkali cations by barley roots. **Plant Physiology**, Illinois, v. 27, n. 3, p. 457-474, 1952.
- ERNANI, P. R.; SANTOS, J. C. P.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S. Prediction of phosphorus uptake by a mechanistic model in a low phosphorus highly weathered soil as affected by mycorrhizae inoculation. **Journal of plant nutrition**, v. 17, n. 6, p. 1067-1078, 1994.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998
- FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database. **Crops database**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Online. Acesso em: 20 de maio, 2019.
- FÖHSE, D.; CLAASEN, N.; JUNGK, A. Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal phosphorus requirements and phosphorus uptake efficiencies of different plant species. **Plant and Soil**, v. 110, p. 101-110, 1988.
- FÖHSE, D., CLAASSEN, N.; JUNGK, A. Phosphorus efficiency of plants. II. Significance of root radius, root hairs and cation-anion balance for phosphorus influx in seven plant species. **Plant and soil**, v. 110, n. 1, p. 101-109, 1991.
- GANESHAMURTHY, A. N.; SATISHA, G. C.; PATIL, P. Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 24, n. 1, 2011.
- GERLOFF, G.C.; GABELMAN, W.H. Genetic basis of inorganic plant nutrition. In: Läuchli, A.; Bielecki, R.L. (ed.). **Inorganic plant nutrition**. Encyclopedia of Plant Physiology. Berlin, New York, Tokyo: Springer-Verlag, v.15B, p.453-486, 1983.
- GOMES, E. W. F.; WILLADINO, L.; MARTINS, L. S. S.; CAMARA, T. R. Variedades de bananeira tratadas com água salinizada em fase inicial de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, (suplemento), p. 31-36, 2005.
- GOMES, J. A.; HAAG, H. P.; NÓBREGA, A. C. Acumulação de matéria seca e micronutrientes pela planta matriz da bananeira cv. Prata (Musa AAB, subgrupo Prata) em diferentes estádios de desenvolvimento. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 45, p. 341-357, 1988.
- GONDIM, A. R. O.; PRADO, R. M.; ALVES, A. U.; FONSECA, I. M. Eficiência nutricional do milho cv. BRS 1030 submetido à omissão de macronutrientes em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 539-544, 2010.
- GUIMARÃES, M. J. M.; COELHO FILHO, M. A.; GOMES JUNIOR, F. D. A.; SILVA, M. A. M.; ALVES, C. V. O.; LOPES, I. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 62, 2019.

HACISALIHOGU, G.; HART, J. J.; WANG, H. Y.; CAKMAK, I.; KOCHIAN, L. V. Zinc efficiency is Correlated with enhanced expression and activity of zinc-requiring enzymes in wheat. **Plant Physiology**, v. 131, p. 595–602, 2003.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 32p.

HOFFMANN, R. B. **Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em cultivares de bananeira irrigada**. 2008. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2008.

a. HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T.; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. P.; ARRUDA, J. A. Acúmulo de matéria seca, absorção e exportação de micronutrientes em variedades de bananeira sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 536-544, 2010.

b. HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. D.; SOUZA, A. D.; GHEYI, H. R.; SOUZA JÚNIOR, R. D. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 268-275, 2010.

HORN, D.; ERNANI, P. R.; SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; CASSOL, P. C. Parâmetros cinéticos e morfológicos da absorção de nutrientes em cultivares de milho com variabilidade genética contrastante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p. 77-85, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: Culturas temporárias e permanentes - 2018**. Disponível em: <<http://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 de maio, 2019.

IFA - International Fertilizer Industry Association. **World fertilizer use manual**. Paris, 1992. 404 p.

ISRAEL, D. W.; RUFFY JR, T. W. Influence of phosphorus nutrition on phosphorus and nitrogen utilization efficiencies and associated physiological responses in soybean. **Crop science**, v. 28, n. 6, p. 954-960, 1988.

ISRAELI, Y.; LAHAV, E. Tropical agriculture: banana. In: Thomas, B.; Murphy, D.J.; Murray, B.G. (ed.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**. 2.ed. London: Academic Press, 2017. v.3, p.363-381.

JESUS, A. M. S.; CARVALHO, S. P.; SOARES, Â. M. Comparação entre sistemas radiculares de mudas de *Coffea arabica* L. obtidas por estaquia e por sementes. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 14-20, abr./jun. 2006.

KHOSHGOFTARMANESH, A. H.; SCHULIN, R.; CHANEY, R. L.; DANESHBALHSH, B.; AFYUNI, M. Micronutrient-efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. **Agron. Sustain**, v. 30, p 83–107, 2010.

KURIEN, S.; ANIL, B. K.; RAJEEVAN, P. K.; BHARATHAN, V.; KRISHNAN, S. Phosphorus mobilisation to uneconomic tissues and effects of bunch trimming regimes in banana. **Scientia horticultrae**, v. 83, n. 1, p. 25-32, 2000.

- LI, B.; MCKEAND, S. E.; ALLEN, H. L. Genetic variation in nitrogen use efficiency of loblolly pine seedlings. **Forest Science, Lawrence**, v. 37, n. 2, p. 613-626, 1991.
- LIBRELON, S. S.; COSTA, M. R.; NIETSCH, S.; PEREIRA, M. C. T. Diversidade genética de clones de bananeira 'Prata-Anã' (AAB) por meio de marcadores SSR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 809-817, 2013.
- LICHTENBERG, L. A.; HINZ, R. H.; MALBURG, J. L.; SÔNEGO, M.; PERUCH, L. A. M. SCS451 Catarina – Nova cultivar de bananeira do subgrupo Prata. **Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 2, p. 70-75, 2011.
- LIMA, A. M. N.; NEVES, J. C. L.; SILVA, I. R.; LEITE, F. P. Cinética de absorção e eficiência nutricional de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} em plantas jovens de quatro clones de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 6, p. 903-909, 2005.
- LYNCH, J. P.; HO, M. D. Rhizoeconomics: carbon costs of phosphorus acquisition. **Plant and Soil**, v. 269, n. 1-2, p. 45-56, 2005.
- MACHADO, C. T. T.; FURLANI, Â. M. C. Kinetics of phosphorus uptake and root morphology of local and improved varieties of maize. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 1, p. 69-76, 2004.
- MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R.; BRASIL, F. C. Micorriza arbuscular e matéria orgânica na aclimatização de mudas de bananeira, cultivar Nanicão. **Bragantia**, v. 61, n. 3, p. 277-283, 2002.
- MCCORMACK, M. Luke et al. Redefining fine roots improves understanding of below-ground contributions to terrestrial biosphere processes. **New Phytologist**, v. 207, n. 3, p. 505-518, 2015.
- MOREIRA, R. S. (ed.). **Banana: teoria e prática de cultivo**. 2. ed. São Paulo: Fundação Cargill, 1999.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Repartição e remobilização de nutrientes na bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 000-000, jun. 2009.
- NATALE, W.; ROZANE, D. E. **Análise de solo, folhas e adubação de frutíferas**. 1. ed. Registro, SP: Ed. Gráfica e Editora Santa Terezinha, 2018. 124 p. ISBN: 978-85-64951-07-5.
- NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Determination of total nitrogen in plant material. **Journal Agronomy**, v. 65, p. 109-112, 1973.
- NIELSEN, N.E.; BARBER, S.A. Differences among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. **Agronomy Journal**, v. 70, n. 5, p. 695-698, 1978.
- NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; GARCIA, V. A.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicão, em diferentes substratos e fontes de fertilizante. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008.

NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V. Relação solo-planta. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2007. p. 133-204.

OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, M. C.; NIETSCHKE, S.; SOUZA, V. N.; COSTA, I. J. S. Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira em diferentes substratos e recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 72-78, 2014.

OLIVEIRA, J. E. S.; CHAVES, A. F.; PEREIRA, N. S.; SILVA, A. D. L.; CASTRO, M. L. M.; ALMEIDA, E. R. Absorção de nutrientes por mudas de bananeira 'Prata Rio', na região do Agropólo Jaguaribe-Apodi, CE. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

PAULA, Y. C. M.; PASQUAL, M.; PIO, L. A. S.; PINHO, P. J.; SANTOS, D. N. Micropropagação de bananeira sob diferentes concentrações de potássio e magnésio. **Tecnologia & Ciência Agropecária**, João Pessoa, v.9, n.3, p.43-47, jun. 2015

PINTO, S. I. C. **Cinética de absorção conjunta de fósforo, potássio, cálcio e magnésio e eficiência nutricional de macronutrientes de clones de eucalipto**. 2009. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.

POZZA, A. A. A.; CARVALHO, J. G.; GUIMARES, P. T. G.; FIGUEIREDO, F. C.; ARAÚJO, A. R. Suprimento do silicato de cálcio e a eficiência nutricional de variedades de café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1705-1714, 2009.

RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do café: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 80 p. (Série documentos, 37).

RODRIGUES FILHO, V.A. **Curvas de resposta potencial e faixas de suficiência nutricional para plantios irrigados de bananeiras Prata e Cavendish**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. D.; DIAS, M. S. C. Distribuição da biomassa e minerais em "família" de bananeira 'prata-anã' adubada com zinco via broto desbastado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 599-611, 2010.

RODRIGUES, F. E.; LIBRELON, S. S.; NIETSCHKE, S.; COSTA, M. R.; PEREIRA, M. C. T. Genetic variability in clones of 'Prata-Anã' bananas base Don phenotypic and molecular markers. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.2, p.182-189, 2012.

ROSA, C. M. D.; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. D. A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 959-967, 2009.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; NATALE, W. Eficiência de absorção, transporte e utilização de macronutrientes por porta-enxertos de caramboleira, cultivados em soluções nutritivas. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1020-1026, 2007.

RUIZ, H. A.; FERNANDES FILHO, E. I. Cinética: software para estimar as constantes V_{max} e K_m da equação de Michaelis-Menten. In: **XX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, p. 124-125, 1992.

SADEGHZADEH, B. A review of zinc nutrition and plant breeding. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 13, p. 905-927, 2013.

SAMAL, D.; KOVAR, J. L.; STEINGROBE, B.; SADANA, U. S.; BHADORIA, P. S.; CLAASSEN, N. Potassium uptake efficiency and dynamics in the rhizosphere of maize (*Zea mays* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.), and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) evaluated with a mechanistic model. **Plant and Soil**, v. 332, n. 1-2, p. 105-121, 2010.

SANES, F. S. M.; CASTILHOS, R. M. V.; SCIVITTARO, W. B.; VAHL, L. C.; MORAIS, J. R. D. Morfologia de raízes e cinética de absorção de potássio em genótipos de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 688-697, 2013.

SANTOS, A. M. **Avaliação do crescimento de mudas de bananeira cv. Prata-Anã, com adubação mineral e orgânica**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2012.

SCHENK, M. K.; BARBER, S. A. Phosphate Uptake by Corn as Affected by Soil Characteristics and Root Morphology. **Soil Science Society of America Journal**, v. 43, n. 5, p. 880-883, 1979.

SCHONINGER, E. L.; GATIBONI, L. C.; ERNANI, P. R. Fertilização com fosfato natural e cinética de absorção de fósforo de soja e plantas de cobertura do cerrado **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 95-105, 2013.

SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 4, n. 3, p. 289-302, 1981.

SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A.; BORGES, A. L. Cultivares. In: Ferreira, C. F. et. al. (ed). **O Agronegócio da Banana**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.p. 137-170.

SILVA, F. L. I. M.; MAGALHÃES, J. R.; BARBER, S. A. Absorção de potássio por milho-doce, predita por simulação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 26, n. 3, p. 431-438, 1991.

SILVA, E. B.; SOUZA, B. P.; DONATO, S. L. R.; AMORIM, E. P.; CARVALHO, F. P.; ALMEIDA, M. O. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional de mudas de bananeira tipo prata. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 1. p. 82-92, 2014.

a. SILVA, I. P.; SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Nitrogênio e boro em mudas de bananeira Prata Anã cultivadas em casa de vegetação. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 19, p. 51-59, 2013.

b. SILVA, S. O.; AMORIM, E. P.; SANTOS-SEREJO, J. A.; FERREIRA, C. F.; DITA RODRIGUEZ, M. A. Melhoramento genético da bananeira: estratégias e tecnologias disponíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.919-931, 2013.

- SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L.; PRUDÊNCIO, J. M. **Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata-Anã' para o Norte de Minas Gerais**. Belo Horizonte, EPAMIG, 2002. 16p. (Boletim Técnico, 70).
- SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Avaliação nutricional de bananeira 'Prata Anã' (AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 4, p. 731-739, 2005.
- SILVA, J. T.; PEREIRA, R. D.; RODRIGUES, M. G. Adubação da bananeira 'Prata Anã' com diferentes doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, 2012.
- SILVA, E. B.; RODRIGUES, M.G.V. Levantamento nutricional dos bananais da Região Norte de Minas Gerais pela análise foliar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.695-698, 2001.
- SIQUEIRA, D. L.; OLIVEIRA, M. A.; ALEXANDRE, R. S.; OLIVEIRA, J. P.; SCHMILDT, E. R.; CHAGAS, K. Fertilizantes nitrogenados no crescimento inicial ex vitro de cultivares de bananeira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 421-427, 2013.
- SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; ALVES, A. N.; SILVA, F. V. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras "Prata Anã" e "Grand Naine". **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 2054-2058, 2008.
- SOARES, F. A.; ALVES, A. N.; GHEYI, H. R.; UYEDA, C. A. Acúmulo de matéria seca e distribuição de nutrientes em duas cultivares de bananeiras irrigadas com água moderadamente salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 321-330, 2011.
- SOTO BALLESTERO, M. **Bananos: técnicas de producción, poscosecha y comercialización**. Guacimo: EARTH, 2008. 1 CD-ROM.
- SOUZA, B. P.; SILVA, E. B.; CRUZ, M.; CRUZ, M. C. M.; AMORIM, E. P.; DONATO, S. L. R. Micronutrients deficiency on the nutritional status of banana prata seedlings. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, 2016.
- STATSOFT, INC. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.statsoft.com.
- SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 7, n. 10, p. 1687-1699, 1994.
- TACHIBANA, Y.; OHTA, Y. Root surface area, as a parameter in relation to water and nutrient uptake by cucumber plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 29, n. 3, p. 387-392, 1983.
- TEIXEIRA, L. A. J. Tópicos de nutrição e adubação de bananeira. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 13., 2005. **Anais....** São Paulo: Instituto Biológico, 2005. p. 66-79.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 147p. (Boletim Técnico, 5).

TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T. **Eficiência nutricional em plantas**. Estudos avançados em produção vegetal. Alegre: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, v. 1, p. 23-41. 2008.

TWYFORD, I.T. Banana nutrition: a review of principles and practices. **Journal of the science of food and agriculture**, v.18, n. 5, p. 89-99, may. 1967.

VÉRY, A. A.; SENTENAC, H. Molecular mechanisms and regulation of K⁺ transport in higher plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 54, n. 1, p. 575-603, 2003.

VIEIRA, T. A. S. **Crescimento e eficiência nutricional de leguminosas arbóreas pioneiras e não pioneiras**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2013.

ZONTA, E. et al. O sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 7-52.

ANEXOS

ANEXO A. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para massa seca de folha (mS_F), de pseudocaule (mS_P), de rizoma (mS_RI), de raízes (mS_R), total (mS_T), relação entre massa seca de raízes e massa seca da parte aérea (mS_R/mS_PA), área foliar (aF), área foliar específica (aF_E) e razão de massa foliar (RMF) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	mS_F	mS_P	mS_RI	mS_R	mS_T	mS_R/mS_PA	aF	aF_E	RMF
C1: (Prata vs Cavendish)	1	2,581**	0,397**	0,007 ^{ns}	0,002 ^{ns}	5,200*	0,007**	119290,602**	24,942 ^{ns}	0,001**
C2: (PA vs (PC,PG))	1	1,955*	0,158 ^{ns}	0,078*	0,309**	6,928*	0,001*	119427,042**	33,249 ^{ns}	0,000*
C3: (PC vs PG)	1	0,025 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,001*	1984,500 ^{ns}	759,437 ^{ns}	0,001*
C4: (GN vs WL)	1	0,661 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,179**	1,863 ^{ns}	0,002**	66339,031*	233,777 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Resíduo	15	0,285	0,036	0,011	0,018	0,819	0,0001	11111,625	497,160	0,000
CV (%)		14,58	18,37	18,82	13,54	14,56	6,06	12,30	9,48	1,86
Média		3,66 g	1,03 g	0,54 g	0,98 g	6,21 g	0,19 g/g	856,85 cm ²	235,264 cm ² /g	0,589 g/g

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

ANEXO B. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para comprimento radicular (*cR*), comprimento radicular específico (*cR_E*), área de superfície (*sR*), superfície radicular específica (*sR_E*), diâmetro médio (*DM*) e volume (*vR*) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação¹	GL	<i>cR</i>	<i>cR_E</i>	<i>sR</i>	<i>sR_E</i>	<i>DM</i>	<i>vR</i>
C1: (Prata vs Cavendish)	1	215017,501**	281382,910**	1745,635**	2358,496**	0,042**	16,652**
C2: (PA vs (PC,PG))	1	25686,857 ^{ns}	3,888 ^{ns}	660,334**	0,004 ^{ns}	7,96E-05 ^{ns}	42,106**
C3: (PC vs PG)	1	4735,403 ^{ns}	13085,896 ^{ns}	19,045 ^{ns}	106,119 ^{ns}	0,009*	0,427 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	2000,949 ^{ns}	38519,439 ^{ns}	211,375*	229,048 ^{ns}	0,004 ^{ns}	24,363**
Resíduo	15	5811,975	9136,955	46,313	74,230	1,29E-03	1,381
CV (%)		20,50	24,54	12,72	15,53	7,55	9,43
Média		371,919	389,458	53,490	55,495	0,476	12,459

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; **Prata** - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); **Cavendish** - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).² ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela C. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para distribuição absoluta (cm) e relativa (%) do comprimento radicular (cR) nas diferentes faixas de diâmetro radicular em cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	0 < cR < 0.50	0.50 ≤ cR < 1.00	1.00 ≤ cR < 3.00	cR ≥ 3.0
		Distribuição do cR (cm) por diâmetro (mm) de raiz			
Tratamento	(4)	54320,684**	65,394*	195,012**	36,912*
C1: (Prata vs Cavendish)	1	192729,295**	5,600 ^{ns}	723,551**	20,930 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	19016,867 ^{ns}	208,657**	4,248 ^{ns}	99,712*
C3: (PC vs PG)	1	4685,336 ^{ns}	19,842 ^{ns}	25,197 ^{ns}	0,865 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	851,238 ^{ns}	27,476 ^{ns}	27,052 ^{ns}	26,143 ^{ns}
Resíduo	15	5228,300	16,224	23,820	11,927
CV (%)		22,50	17,68	24,76	43,22
Média		321,434	22,779	19,715	7,991
Distribuição relativa (%) do cR por diâmetro (mm) de raiz					
Tratamento	(4)	34,438**	12,178**	6,394*	3,988*
C1: (Prata vs Cavendish)	1	105,685**	47,644**	0,024 ^{ns}	12,473**
C2: (PA vs (PC,PG))	1	2,560 ^{ns}	0,196 ^{ns}	11,807 ^{ns}	1,941 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	23,827 ^{ns}	0,429 ^{ns}	13,367 ^{ns}	0,325 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	5,682 ^{ns}	0,442 ^{ns}	0,380 ^{ns}	1,216 ^{ns}
Resíduo	15	3,977	1,611	1,969	1,037
CV (%)		2,33	19,18	25,63	42,57
Média		85,515	6,618	5,475	2,392

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).² ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela D. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para distribuição absoluta (cm²) e relativa (%) da superfície radicular (SR) nas diferentes faixas de diâmetro radicular em cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	0 < sR < 0.50	0.50 ≤ sR < 1.00	1.00 ≤ sR < 3.00	sR ≥ 3.0
		Distribuição do SR (cm ²) por diâmetro (mm) de raiz			
C1: (Prata vs Cavendish)	1	662,303**	0,299 ^{ns}	276,389**	30,440 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	125,332*	8,843**	4,369 ^{ns}	138,423**
C3: (PC vs PG)	1	21,456 ^{ns}	0,844 ^{ns}	7,534 ^{ns}	1,149 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	18,838 ^{ns}	1,587 ^{ns}	3,327 ^{ns}	40,865 ^{ns}
Resíduo	15	22,151	0,633	8,641	15,464
CV (%)		19,83	17,08	23,62	43,41
Média		23,729	4,659	12,446	9,058
Distribuição relativa (%) do SR por diâmetro (mm) de raiz					
C1: (Prata vs Cavendish)	1	242,496**	33,508**	154,466 ^{ns}	493,376**
C2: (PA vs (PC,PG))	1	4,435 ^{ns}	0,996 ^{ns}	232,045*	147,117 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	69,089 ^{ns}	1,379 ^{ns}	84,150 ^{ns}	0,098 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	28,889 ^{ns}	0,035 ^{ns}	14,185 ^{ns}	80,195 ^{ns}
Resíduo	15	20,668	2,530	30,925	56,386
CV (%)		9,72	16,63	22,21	40,33
Média		46,777	9,567	25,037	18,619

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).² ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela E. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para os teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em folhas, pseudocaule, rizoma e raízes de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz
		Teor de N				Teor de P			
C1: (Prata vs Cavendish)	1	30,421**	36,751*	48,335**	64,438**	1,523**	4,010**	0,096 ^{ns}	0,021 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	10,817*	7,381 ^{ns}	12,300 ^{ns}	1,316 ^{ns}	0,174 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,035 ^{ns}	0,031 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	22,067**	27,508*	0,891 ^{ns}	1,042 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,204 ^{ns}	0,802*	0,035 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	7,742*	2,188 ^{ns}	15,822*	0,236 ^{ns}	0,108 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,428 ^{ns}	0,035 ^{ns}
Resíduo	15	1,574	4,908	4,578	1,246	0,094	0,323	0,157	0,012
CV (%)		3,99	7,49	7,33	4,88	8,54	11,09	9,32	7,9
Média		31,42	29,58	29,17	22,87	3,59	5,12	4,25	1,37
		Teor de K				Teor de Ca			
C1: (Prata vs Cavendish)	1	0,639 ^{ns}	103,486 ^{ns}	46,305 ^{ns}	0,009 ^{ns}	85,013**	1,065 ^{ns}	0,754 ^{ns}	1,460 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	23,973 ^{ns}	0,419 ^{ns}	57,273 ^{ns}	21,985**	0,266 ^{ns}	0,500 ^{ns}	0,013 ^{ns}	1,665 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	98,225 ^{ns}	45,173 ^{ns}	36,828 ^{ns}	1,122 ^{ns}	1,926 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,050 ^{ns}	0,047 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	15,098 ^{ns}	170,804*	7,935 ^{ns}	3,139 ^{ns}	0,045 ^{ns}	4,837**	2,728 ^{ns}	0,889 ^{ns}
Resíduo	15	43,510	47,498	57,272	2,411	1,216	0,339	0,693	0,624
CV (%)		18,12	14,77	19,79	12,42	10,85	10,10	8,78	10,65
Média		36,39	46,65	38,23	12,51	10,16	5,77	9,49	7,42

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela E. Continuação.

Fonte de Variação ¹	GL	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz
		Teor de Mg				Teor de S			
C1: (Prata vs Cavendish)	1	0,505*	2,221**	0,120 ^{ns}	1,069 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,077**	0,019*
C2: (PA vs (PC,PG))	1	0,067 ^{ns}	0,072 ^{ns}	0,379 ^{ns}	0,185 ^{ns}	0,008 ^{ns}	0,040**	0,018 ^{ns}	0,102**
C3: (PC vs PG)	1	0,009 ^{ns}	0,107 ^{ns}	0,173 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,008 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	0,004 ^{ns}	0,044 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,305 ^{ns}	0,059 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Resíduo	15	0,092	0,118	0,101	0,351	0,016	0,005	0,004	0,004
CV (%)		12,57	15,25	12,44	25,50	9,86	8,66	6,10	4,94
Média		2,41	2,25	2,55	2,33	1,28	0,78	1,03	1,26

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela F. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para os acúmulos dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em folhas, pseudocaule, rizoma, raízes e total de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total	
	 Conteúdo de N Conteúdo de P					
C1	1	931,626 ^{ns}	602,911 ^{**}	35,552 [*]	43,255 ^{ns}	4571,945 ^{**}	104,791 ^{**}	28,696 ^{**}	0,242 ^{ns}	0,052 ^{ns}	251,449 ^{**}	
C2	1	1102,780 [*]	72,821 ^{ns}	30,482 [*]	180,643 ^{**}	3684,861 [*]	9,721 ^{ns}	2,799 ^{ns}	1,144 [*]	0,937 ^{**}	46,632 [*]	
C3	1	89,301 ^{ns}	3,046 ^{ns}	3,774 ^{ns}	1,396 ^{ns}	205,048 ^{ns}	0,121 ^{ns}	0,668 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	1,635 ^{ns}	
C4	1	1241,328 [*]	2,141 ^{ns}	2,671 ^{ns}	98,888 [*]	2330,407 ^{ns}	3,547 ^{ns}	0,113 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,157 ^{ns}	4,296 ^{ns}	
Resíduo	15	220,809	18,135	6,532	13,034	529,559	3,535	1,225	0,142	0,049	9,859	
CV (%)		13,01	14,06	16,24	16,06	12,59	14,31	20,84	16,48	16,46	14,22	
Média		114,22	30,29	15,74	22,48	182,73	13,14	5,31	2,29	1,35	22,09	
	 Conteúdo de K Conteúdo de Ca					
C1	1	2781,207 ^{ns}	1626,692 ^{**}	0,024 ^{ns}	0,568 ^{ns}	8550,714 [*]	2628,487 ^{**}	20,506 ^{**}	1,415 ^{ns}	1,745 ^{ns}	3399,791 ^{**}	
C2	1	5001,713 [*]	287,569 ^{ns}	59,900 ^{ns}	153,954 ^{**}	11626,878 [*]	184,115 ^{**}	8,276 [*]	7,101 [*]	6,654 ^{ns}	470,460 ^{ns}	
C3	1	649,034 ^{ns}	3,591 ^{ns}	34,320 ^{ns}	4,387 ^{ns}	1247,794 ^{ns}	30,915 ^{ns}	0,381 ^{ns}	0,671 ^{ns}	0,233 ^{ns}	23,768 ^{ns}	
C4	1	2533,122 ^{ns}	239,565 ^{ns}	52,690 ^{ns}	54,167 [*]	2447,372 ^{ns}	119,386 ^{ns}	5,921 [*]	0,063 ^{ns}	18,312 [*]	320,044 ^{ns}	
Resíduo	15	756,736	87,268	48,204	9,639	1452,048	57,388	1,106	1,199	2,437	106,135	
CV (%)		20,69	19,48	33,30	24,75	17,78	19,94	17,68	21,26	21,36	18,27	
Média		132,988	47,962	20,849	12,543	214,342	37,984	5,949	5,152	7,308	56,394	

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).; C1: (Prata vs Cavendish), C2: (PA vs (PC,PG)), C3: (PC vs PG), C4: (GN vs WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela F. Continuação.

Fonte de Variação ¹	GL	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total
		..... Conteúdo de Mg .....					..... Conteúdo de S				
C1	1	44,812*	9,570**	0,131 ^{ns}	0,884 ^{ns}	122,989*	5,279**	0,218**	0,003 ^{ns}	0,051 ^{ns}	6,162**
C2	1	18,585 ^{ns}	1,185 ^{ns}	1,239*	2,892*	67,464*	1,842*	0,258**	0,051*	1,111**	9,893**
C3	1	0,003 ^{ns}	0,204 ^{ns}	0,132 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,205 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,040 ^{ns}	0,098 ^{ns}
C4	1	3,633 ^{ns}	0,122 ^{ns}	0,021 ^{ns}	2,411 ^{ns}	15,640 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,198*	0,438 ^{ns}
Resíduo	15	5,385	0,592	0,169	0,516	14,947	0,291	0,023	0,009	0,030	0,625
CV (%)		25,87	32,15	29,16	30,86	25,60	11,60	18,81	16,87	13,99	10,91
Média		8,971	2,392	1,411	2,327	15,101	4,650	0,799	0,553	1,243	7,245

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).; C1: (Prata vs Cavendish), C2: (PA vs (PC,PG)), C3: (PC vs PG), C4: (GN vs WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela G. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para os teores dos micronutrientes (Mn, Fe, Zn e B) em folhas, pseudocaule, rizoma e raízes de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz
		Teor de Mn				Teor de Fe			
C1: (Prata vs Cavendish)	1	145956,436**	4600,331**	16700,786**	1526,917 ^{ns}	12398,478*	2023,823**	21256,291**	1186,143 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	4644,134 ^{ns}	933,036*	1735,835 ^{ns}	1786,085 ^{ns}	5692,227 ^{ns}	314,197 ^{ns}	2736,172 ^{ns}	1544,500 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	78,544 ^{ns}	159,660 ^{ns}	20,706 ^{ns}	836,410 ^{ns}	22,976 ^{ns}	114,453 ^{ns}	351,108 ^{ns}	4408,579 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	157,984 ^{ns}	28,776 ^{ns}	118,140 ^{ns}	4638,027 ^{ns}	93,766 ^{ns}	82,001 ^{ns}	828,705 ^{ns}	1404,794 ^{ns}
Resíduo	15	2101,469	129,405	387,091	2229,943	1583,312	82,788	877,732	2113,674
CV (%)		13,11	16,92	17,31	24,96	26,95	20,43	17,49	13,76
Média		349,770	67,225	113,677	189,201	147,648	44,533	169,347	334,158
		Teor de Zn				Teor de B			
C1: (Prata vs Cavendish)	1	9,089 ^{ns}	-	1276,927 ^{ns}	5,076 ^{ns}	99,526 ^{ns}	641,395 ^{ns}	-	19,146 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	11,333 ^{ns}	-	445,082 ^{ns}	8,650 ^{ns}	33,175 ^{ns}	23,200 ^{ns}	-	767,834*
C3: (PC vs PG)	1	0,438 ^{ns}	-	1353,480 ^{ns}	78,870 ^{ns}	252,583 ^{ns}	120,116 ^{ns}	-	1400,746**
C4: (GN vs WL)	1	0,003 ^{ns}	-	115,060 ^{ns}	165,687 ^{ns}	123,525 ^{ns}	467,241 ^{ns}	-	490,862*
Resíduo	15	4,829	-	601,848	52,769	421,446	206,712	-	113,869
CV (%)		17,48	-	16,45	21,30	31,98	30,14	-	10,77
Média		12,571	-	149,141	34,111	64,193	47,698	-	99,047

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL). (-) Dados não atenderam ao pressuposto de normalidade. ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela H. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para os acúmulos dos micronutrientes (Mn, Fe, Zn e B) em folhas, pseudocaule, rizoma, raízes e total de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total	Folha	Pseud.	Rizoma	Raiz	Total	
	 Conteúdo de Mn Conteúdo de Fe					
C1	1	8,91E-01**	9,09E-04**	3,69E-03**	7,50E-04 ^{ns}	1,015**	0,046 ^{ns}	4,77E-04*	4,23E-03**	2,38E-04 ^{ns}	0,082 ^{ns}	
C2	1	7,65E-01**	5,08E-07 ^{ns}	1,18E-04 ^{ns}	2,26E-03 ^{ns}	0,870**	0,256**	1,42E-03**	4,67E-04 ^{ns}	0,046**	0,606**	
C3	1	8,01E-03 ^{ns}	3,50E-06 ^{ns}	8,03E-05 ^{ns}	6,93E-05 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,26E-04 ^{ns}	1,79E-04 ^{ns}	5,35E-04 ^{ns}	6,85E-04 ^{ns}	0,001 ^{ns}	
C4	1	7,48E-02 ^{ns}	4,98E-05 ^{ns}	1,55E-05 ^{ns}	9,03E-05 ^{ns}	0,086 ^{ns}	0,025 ^{ns}	1,32E-04 ^{ns}	3,30E-06 ^{ns}	0,013*	0,079 ^{ns}	
Resíduo	15	5,59E-02	9,16E-05	1,88E-04	2,42E-03	0,062	0,024	9,64E-05	3,25E-04	0,002	0,039	
CV (%)		18,89	14,60	22,77	26,96	15,95	28,97	22,08	20,11	14,16	19,71	
Média		1251,90	65,55	60,23	182,52	1560,20	536,11	44,49	89,63	325,94	996,17	
	 Conteúdo de Zn ² Conteúdo de B					
C1	1	2,44E-05 ^{ns}	0,010*	2,83E-05 ^{ns}	1,95E-07 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,003*	-	7,75E-05 ^{ns}	-	
C2	1	9,35E-04**	4,66E-04 ^{ns}	8,63E-04 ^{ns}	4,34E-04*	0,006**	0,006 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-	0,001*	-	
C3	1	1,62E-05 ^{ns}	8,47E-04*	4,26E-05 ^{ns}	1,31E-04 ^{ns}	5,26E-05 ^{ns}	0,003 ^{ns}	2,71E-05 ^{ns}	-	0,001 ^{ns}	-	
C4	1	1,38E-04 ^{ns}	0,004 ^{ns}	4,98E-04 ^{ns}	3,67E-07 ^{ns}	0,004*	1,78E-05 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-	4,63E-04 ^{ns}	-	
Resíduo	15	4,89E-05	1,36E-03	3,10E-04	7,14E-05	0,001	0,007	4,56E-04	-	1,28E-04	-	
CV (%)			15,34	23,86	21,94	25,31	35,85	42,37	-	11,85	-	
Média			45,58	154,264	80,29	33,39	234,58	50,42	-	95,39	-	

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN - Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL); C1: (Prata vs Cavendish), C2: (PA vs (PC,PG)), C3: (PC vs PG), C4: (GN vs WL). ²Valores para acúmulo de Zn no pseudocaule foram transformados por: \sqrt{n} . (-) Ausência de material. ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela I. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para as eficiências de absorção, transporte e utilização de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
		..... Eficiência de absorção					
C1: (Prata vs Cavendish)	1	6014,041**	321,013**	12275,589**	3885,062**	146,891**	9,771**
C2: (PA vs (PC,PG))	1	1039,326**	13,424*	23,458 ^{ns}	13,661 ^{ns}	0,307 ^{ns}	0,322 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	10,871 ^{ns}	13,231*	258,676 ^{ns}	114,713*	1,803 ^{ns}	1,228*
C4: (GN vs WL)	1	1788,529**	103,946**	4137,923 ^{ns}	199,630**	16,618 ^{ns}	9,404**
Resíduo	15	87,016	2,273	949,438	19,411	3,948	0,203
CV (%)		4,95	6,58	13,96	7,61	12,96	6,01
Média		188,491	22,911	220,648	57,905	15,333	7,502
		..... Eficiência de utilização					
C1: (Prata vs Cavendish)	1	0,006 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,037 ^{ns}	6,30E-06 ^{ns}	4,474 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	0,012*	0,937**	0,003 ^{ns}	0,101**	0,583**	5,116 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	4,44E-04 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,009 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	0,001 ^{ns}	0,352 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,202 ^{ns}	3,418 ^{ns}
Resíduo	15	0,001	0,104	0,001	0,011	0,054	1,165
CV (%)		17,70	18,23	19,91	15,08	8,91	20,18
Média		0,212	1,767	0,183	0,702	2,602	5,350

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela I. Continuação.

Fonte de Variação ¹	GL	N	P	K	Ca	Mg	S
		Efiência de translocação					
C1: (Prata vs Cavendish)	1	5,36E-05 ^{ns}	0,003**	0,001*	0,012**	0,002 ^{ns}	0,007**
C2: (PA vs (PC,PG))	1	0,001**	0,001**	0,001*	2,99E-04 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,004**
C3: (PC vs PG)	1	1,36E-05 ^{ns}	9,50E-06 ^{ns}	7,00E-07 ^{ns}	0,001*	4,29E-04 ^{ns}	0,002**
C4: (GN vs WL)	1	4,80E-04*	1,25E-04 ^{ns}	3,87E-04 ^{ns}	0,001*	0,004 ^{ns}	0,002**
Resíduo	15	6,07E-05	2,77E-05	9,28E-05	1,71E-04	0,001	1,62E-04
CV (%)		0,89	0,56	1,02	1,51	3,70	1,54
Média		0,878	0,938	0,942	0,865	0,846	0,829

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela J. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para as eficiências de absorção, transporte e utilização de micronutrientes (Mn, Fe e Zn) de cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	Mn	Fe	Zn
		..... Eficiência de absorção		
C1: (Prata vs Cavendish)	1	0,848**	0,044 ^{ns}	0,002 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	0,005 ^{ns}	0,032 ^{ns}	4,41E-04 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	0,090 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,001 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	0,093 ^{ns}	0,024 ^{ns}	3,71E-04 ^{ns}
Resíduo	15	0,027	0,025	6,24E-04
CV (%)		10,31	15,55	13,10
Média		1,601	1,015	0,191
		..... Eficiência de utilização		
C1: (Prata vs Cavendish)	1	1481,643**	1635,348**	15079,294*
C2: (PA vs (PC,PG))	1	51,736 ^{ns}	47,700 ^{ns}	8334,917 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	0,371 ^{ns}	0,099 ^{ns}	3,903 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	29,823 ^{ns}	13,934 ^{ns}	806,196 ^{ns}
Resíduo	15	52,934	95,387	2845,482
CV (%)		27,52	24,16	25,14
Média		26,435	40,432	212,182

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).² ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela J. Continuação.

Fonte de Variação ¹	GL	Mn	Fe	Zn
		..... Eficiência de translocação		
C1: (Prata vs Cavendish)	1	0,010**	0,010*	0,001 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	4,22E-04 ^{ns}	1,60E-04 ^{ns}	0,001 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	5,48E-06 ^{ns}	3,43E-04 ^{ns}	0,006 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	0,001 ^{ns}	2,87E-04 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Resíduo	15	9,86E-04	0,002	0,002
CV (%)		3,57	6,18	4,80
Média		0,879	0,667	0,819

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).² ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela K. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para os índices de utilização nutricional da folha para produção de matéria seca, de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn e B), em cultivares de bananeira em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	<i>mS_T/c_N_F</i>	<i>mS_T/c_P_F</i>	<i>mST/c_K_F</i>	<i>mST/c_Ca_F</i>	<i>mST/c_Mg_F</i>	<i>mST/c_S_F</i>
C1: (Prata vs Cavendish)	1	3,89E-05*	0,034**	2,32E-06 ^{ns}	0,025**	0,060**	0,034 ^{ns}
C2: (PA vs (PC,PG))	1	5,16E-05*	0,007 ^{ns}	4,12E-05 ^{ns}	4,31E-05 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,036 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	2,93E-05 ^{ns}	7,01E-05 ^{ns}	1,72E-04 ^{ns}	0,002*	3,62E-05 ^{ns}	0,016 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	2,48E-05 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,71E-05 ^{ns}	4,47E-06 ^{ns}	9,34E-05 ^{ns}	0,052 ^{ns}
Resíduo	15	7,50E-06	0,002	7,71E-05	3,71E-04	0,007	0,022
CV (%)		5,04	8,57	18,25	10,94	11,39	11,06
Média		0,054	0,480	0,048	0,176	0,717	1,341
		<i>mST/c_Mn_F</i>	<i>mS_T/c_Fe_F</i>	<i>mS_T/c_Zn_F</i>	<i>mS_T/c_B_F</i>		
C1: (Prata vs Cavendish)	1	37,526**	59,732**	996,710 ^{ns}	7,622 ^{ns}		
C2: (PA vs (PC,PG))	1	0,269 ^{ns}	15,022 ^{ns}	1034,064 ^{ns}	17,239 ^{ns}		
C3: (PC vs PG)	1	0,047 ^{ns}	0,122 ^{ns}	367,294 ^{ns}	187,087 ^{ns}		
C4: (GN vs WL)	1	0,477 ^{ns}	3,067 ^{ns}	160,224 ^{ns}	19,550 ^{ns}		
Resíduo	15	0,750	6,903	641,696	79,057		
CV (%)		16,44	21,20	18,19	30,93		
Média		5,269	12,396	139,269	28,745		

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL). ^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela L. Quadrados médios da análise de variância e contrastes para V_{max} , K_m , C_{min} e poder de absorção (α) para de P e K obtidos por cultivares de bananeira cultivados em solução nutritiva.

Fonte de Variação ¹	GL	Parâmetros - P			
		V_{max}	K_m	C_{min}	α
C1: (Prata vs Cavendish)	1	3,42E-03**	2,834 ^{ns}	0,060 ^{ns}	6,01E-05*
C2: (PA vs (PC,PG))	1	2,45E-05 ^{ns}	2,891 ^{ns}	0,002 ^{ns}	5,12E-07 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	7,10E-05 ^{ns}	2,132 ^{ns}	0,012 ^{ns}	2,21E-07 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	4,87E-04 ^{ns}	17,801**	0,640*	9,39E-05**
Resíduo	15	6,13E-05	1,286	0,074	3,12E-06
CV (%)		15,05	17,74	72,23	20,68
Média		0,052	6,394	0,377	8,54E-03
Parâmetros - K					
C1: (Prata vs Cavendish)	1	0,078*	52,281*	7,15E-04 ^{ns}	0,010**
C2: (PA vs (PC,PG))	1	0,047 ^{ns}	15,333 ^{ns}	0,005 ^{ns}	8,61E-05 ^{ns}
C3: (PC vs PG)	1	0,047 ^{ns}	5,786 ^{ns}	0,015 ^{ns}	1,18E-04 ^{ns}
C4: (GN vs WL)	1	0,030 ^{ns}	0,736 ^{ns}	0,034 ^{ns}	4,68E-04 ^{ns}
Resíduo	15	0,009	9,044	0,009	4,24E-04
CV (%)		17,58	33,33	163,13	30,14
Média		0,540	9,024	0,058	0,068

¹PA - Prata-Anã; PC - Prata Catarina; PG - Prata Gorutuba; GN – Grande Naine; WL - Williams; Prata - refere-se ao efeito do subgrupo Prata (PA, PC, PG); Cavendish - refere-se ao efeito do subgrupo Cavendish (GN, WL).² ns, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.