

VAGNER ALVES RODRIGUES FILHO

**CURVAS DE RESPOSTA POTENCIAL E FAIXAS DE SUFICIÊNCIA  
NUTRICIONAL PARA PLANTIOS IRRIGADOS 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*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2018

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

T

R696c  
2018

Rodrigues Filho, Vagner Alves, 1989-  
Curvas de resposta potencial e faixas de suficiência  
nutricional para plantios irrigados de bananeiras Prata e  
Cavendish / Vagner Alves Rodrigues Filho. – Viçosa, MG, 2018.  
x, 148 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Júlio César Lima Neves.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Banana - Nutrição. 2. Análise foliar. 3. *Musa spp.*.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

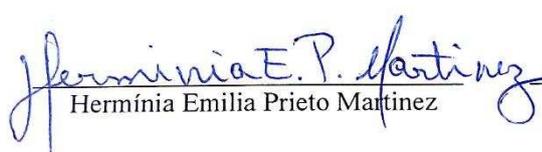
CDD 22.ed. 634.772

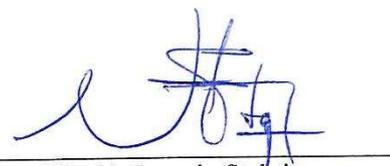
VAGNER ALVES RODRIGUES FILHO

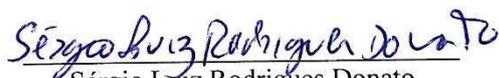
**CURVAS DE RESPOSTA POTENCIAL E FAIXAS DE SUFICIÊNCIA  
NUTRICIONAL PARA PLANTIOS IRRIGADOS DE BANANEIRAS PRATA  
E CAVENDISH**

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: 13 de setembro de 2018.

  
Hermínia Emilia Prieto Martínez

  
Nicolás Ignacio Stahringer

  
Sérgio Luiz Rodrigues Donato  
(Coorientador)

  
Júlio César Lima Neves  
(Orientador)

*A Deus, a minha mãe Julia e meu  
irmão Guilherme.*

*Aos meus avós maternos Antonio  
(in memorian) e Rita (in  
memorian).*

*A todos do Sítio Barreiras.*

*Aos meus familiares e amigos de  
todos os momentos...*

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelas oportunidades que me são dadas na vida, principalmente por ter conhecido pessoas e lugares interessantes, mas também por ter vivido fases difíceis, que foram matérias-primas de aprendizado.

Também, agradeço a minha mãe Julia e ao meu irmão Guilherme, sem os quais não estaria aqui, por todo apoio, amor, ensinamentos e confiança, por terem me fornecido condições para me tornar a pessoa que sou e por sempre me darem apoio e me incentivaram nas horas mais difíceis.

Aos meus avós maternos Antonio (*in memorian*) e Rita (*in memorian*) pelos ensinamentos, valores e determinação sem esses os quais não teria chegado aqui.

A todos da minha família, tios, tias, avós e primos, que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

Ao Grupo Sítio Barreiras, principalmente na pessoa do Sr Fábio Régis de Albuquerque e da Sr<sup>a</sup> Cristiane Martinazzo pelos ensinamentos, confiança, pelo imenso apoio de vocês, pela concessão da bolsa e de recursos para realização desse trabalho, pois sem isso eu não teria chegado até aqui.

A minha namorada Lilian Lourenço, por todo companheirismo e amor que me foi dado durante esse período.

A Universidade Federal de Viçosa, por ter me acolhido e por ter me concedido oportunidade de cursar uma pós graduação, muito além do que sonhava.

Ao meu Orientador o Professor Júlio César Lima Neves, por ter me aceitado como estudante, pelos ensinamentos, amizade, críticas e sugestões muito valorosas, foi uma honra conhece-lo e trabalhar com o senhor.

Ao meu Coorientador o DSc. Sérgio Luiz Rodrigues Donato pela amizade, dedicação e colaboração com críticas e sugestões que muito contribuíram na minha formação acadêmica e profissional. Além de ser um exemplo de pessoa e profissional.

A minha família Sítio Barreiras, em especial ao Fábio, Filó, Elivandro, Cleiton, Ritinha e os demais colegas, por serem meus companheiros e me darem todo o apoio necessário para enfrentar essa etapa da minha vida, sem a confiança e o incentivo de vocês não teria chegado até aqui.

Aos amigos que fiz em Viçosa, que tornaram minha estadia mais prazerosa.

Enfim, a todas as pessoas, que de uma forma ou outra colaboraram para a conclusão deste curso, meu sincero Obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS .....	4
<b>CAPÍTULO 1. GRAU DE UNIVERSALIDADE DE NORMAS KENWORTHY E DRIS PARA BANANEIRAS PRATA E CAVENDISH EM DOIS AMBIENTES .....</b>	<b>7</b>
RESUMO .....	7
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
2.1. Descrição das condições experimentais .....	9
2.2. Banco de dados .....	11
2.3 Normas Kenworthy e DRIS .....	13
2.4 Avaliação de universalidade das normas .....	13
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>24</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 2. CURVAS DE RESPOSTA POTENCIAL E FAIXAS DE SUFICIÊNCIA NUTRICIONAL PARA BANANEIRA ‘PRATA-ANÃ’ EM DOIS AMBIENTES .....</b>	<b>29</b>
RESUMO .....	29
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>30</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
2.1. Descrição das condições experimentais .....	31
2.2. Banco de dados .....	33
2.3 Determinações das curvas de resposta potencial dos nutrientes, valores de referência e faixas de suficiência .....	34
2.3.1 <i>Linha de Fronteira (LF)</i> .....	34
2.3.1 <i>Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW)</i> .....	34
2.3.3 <i>Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)</i> .....	36
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>

<b>CAPÍTULO 3. CURVAS DE RESPOSTA POTENCIAL E FAIXAS DE SUFICIÊNCIA NUTRICIONAL PARA BANANEIRA ‘GRANDE NAINÉ’ EM DOIS AMBIENTES .....</b>	<b>64</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>64</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>65</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>66</b>
2.1. Descrição das condições experimentais .....	66
2.2. Banco de dados .....	68
2.3. Determinações das curvas de resposta potencial dos nutrientes, valores de referência e faixas de suficiência .....	68
2.3.1 <i>Linha de Fronteira (LF)</i> .....	69
2.3.2 <i>Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW)</i> .....	69
2.3.3. <i>Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)</i> .....	71
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>92</b>
<b>CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DE BANANEIRAS ‘PRATA-ANÃ’ EM DOIS AMBIENTES .....</b>	<b>98</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>98</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>99</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>100</b>
2.1. Descrição das condições experimentais .....	100
2.2. Banco de dados .....	102
2.3. Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW).....	103
2.4. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).....	104
2.5. Utilização das Curvas de Resposta Potencial para relacionar a produtividade com fatores nutricionais e não nutricionais.....	107
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>108</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>119</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>119</b>
<b>CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DE BANANEIRAS ‘GRANDE NAINÉ’ EM DOIS AMBIENTES .....</b>	<b>123</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>123</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>124</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>124</b>

2.1. Descrição das condições experimentais .....	124
2.2. Banco de dados .....	126
2.3. Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW).....	127
2.4. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS).....	129
2.5 Utilização das Curvas de Resposta Potencial para relacionar a produtividade com fatores nutricionais e não nutricionais.....	132
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>133</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>143</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>144</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>148</b>

## RESUMO

RODRIGUES FILHO, Vagner Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2018. **Curvas de resposta potencial e faixas de suficiência nutricional para plantios irrigados de bananeiras Prata e Cavendish.** Orientador: Júlio César Lima Neves. Coorientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

O Brasil é considerado o quarto maior produtor mundial de banana, entretanto a sua produtividade situa-se bem abaixo da Costa Rica, Indonésia, Guatemala, Equador, Índia e China. Dentre as práticas de manejo que influenciam o crescimento e o desenvolvimento da bananeira, a nutrição é decisiva para obtenção de alta produtividade. Objetivou-se com o presente trabalho determinar as normas Kenworthy e DRIS, para bananeiras ‘Prata-Anã’ (AAB) e ‘Grande Naine’ (AAA) cultivadas sob irrigação, em dois locais, bem como verificar o grau de universalização das normas (Capítulo 1); obter as curvas de resposta potencial dos nutrientes específicas, quanto ao grau de balanço e equilíbrio e as faixas de suficiência pelos métodos da Linha de Fronteira, Kenworthy e DRIS para interpretação do estado nutricional de bananeira ‘Prata-Anã’ (Capítulo 2) e Grande Naine (Capítulo 3) em dois ambientes de produção, bem como avaliar o estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’ (Capítulo 4) e ‘Grande Naine’ (Capítulo 5), produzidas nos estados do Ceará e Bahia bem como quantificar a limitação de ordem nutricional e não nutricional com base no grau de balanço e equilíbrio. Os estudos foram desenvolvidos a partir do banco de dados de teores de nutrientes nas folhas e de produtividade pertencente à duas fazendas da empresa Sítio Barreiras, localizadas em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como de alta produtividade, foram considerados população de referência. O banco de dados foi subdividido em quatro, em função dos locais e cultivares. O primeiro e o segundo banco de dados, respectivamente, com 253 amostras para ‘Prata-Anã’ e população de referência com produtividade acima de  $39,81 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , e, 46 amostras para ‘Grande Naine’ e população de referência com produtividade maior que  $58,84 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , pertencente à fazenda de Missão Velha, com dados dos anos 2010 a 2017. O terceiro e quarto banco de dados, respectivamente, com 147 amostras e população de alta produtividade acima de  $41,69 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para ‘Prata-Anã’, e, 19 amostras e população de alta produtividade maior que  $76,12 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para ‘Grande Naine’, pertencente à fazenda de Ponto Novo, contendo dados dos anos 2014 a 2016. No primeiro estudo

com as populações de referência estabelecidas para as respectivas combinações local x cultivar, calcularam-se média, desvio-padrão e coeficiente de variação dos teores de nutrientes nas folhas que constituem as normas para os índices balanceados de Kenworthy e média, desvio padrão e coeficiente de variação para as relações duais entre nutrientes que constituem as normas DRIS. Para verificar a homogeneidade de variância entre as populações foi realizado o teste F ( $p < 0,05$ ), e para comparar as médias foi aplicado o teste de t ( $p < 0,05$ ). Como resultado foram estabelecidas as normas Kenworthy e DRIS específicas para cada genótipo e ambiente. O baixo grau de universalidade sugere que normas específicas devem ser usadas no diagnóstico nutricional da bananeira. No segundo e terceiro estudo estudo, respectivamente, foram utilizados os método da Linha de Fronteira (LF) para a obtenção de limites das faixas de suficiência e para a determinação de valores de referência dos Índices de Balanço de Kenworthy (IBKW) e Índices DRIS para ‘Prata-Anã’ e ‘Grande Naine’. Foram obtidas curvas de resposta potencial para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes, com elevada capacidade preditiva, para bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘Grande Naine’ irrigada. Foram obtidas faixas de suficiência para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes que permitem a avaliação otimizada do estado nutricional, quanto ao grau de balanço e de equilíbrio, como fator de produção, da bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘Grande Naine’ irrigada. No quarto estudo realizou-se o diagnóstico do estado nutricional dos quatros bancos de dados, na população de baixa produtividade. O Cu foi o nutriente mais limitante por falta pelo IBKW modificado e DRIS modificado, para a ‘Prata-Anã’ cultivada no Ceará. O Mn foi o mais limitante pelo IBKW modificado e DRIS modificado para a bananeira, independentemente da variedade e local. Na Bahia o K foi o nutriente mais limitante por falta, para as duas cultivares, causado pelo desequilíbrio com o Mg no solo. As deficiências de micronutrientes foram mais frequentes do que dos macronutriente. Fatores de ordem não nutricional limitaram a produtividade dos bananais.

## ABSTRACT

RODRIGUES FILHO, Vagner Alves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2018. **Potential response curves and nutrient sufficiency ranges for irrigated banana plantations of Prata and Cavendish.** Adviser: Júlio César Lima Neves. Co-adviser: Sérgio Luiz Rodrigues Donato.

Brazil is considered the fourth largest producer of banana in the world, but its productivity is well below Costa Rica, Indonesia, Guatemala, Ecuador, India and China. Among the management practices that influence the growth and development of banana, nutrition is decisive in obtaining high productivity. The objective of this study was to determine the Kenworthy and DRIS standards for 'Prata-Anã' (AAB) and 'Grande Naine' (AAA) banana cultivars under irrigation in two locations, as well as to verify the degree of universalization of standards (Chapter 1); to obtain the curves of potential response of the specific nutrients, as to the degree of balance and equilibrium; and the ranges of sufficiency by the Borderline, Kenworthy and DRIS methods for interpreting the nutritional status of banana 'Prata-Anã' (Chapter 2) and 'Grande Naine' (Chapter 3) in two production environments, as well as to evaluate the nutritional status of 'Prata-Anã' bananas (Chapter 4) and 'Grande Naine' (Chapter 5), produced in the states of Ceará and Bahia, as well as to quantify nutritional and non-nutritional limitation based on the degree of balance and balance. The studies were developed from the database of nutrient contents in leaves and productivity belonging to two farms of the company Sítio Barreiras, located in Missão Velha, CE and Ponto Novo, BA. Plots with above-average productivity plus 0.5 standard deviation, defined as high productivity, were considered a reference. The database was subdivided into four, depending on the sites and cultivars. The first and second databases, respectively, with 253 samples for 'Prata-Anã' and reference population with yields above 39.81 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, and 46 samples for 'Grande Naine' and population with a productivity greater than 58.84 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, belonging to the Missão Velha farm, with data from the years 2010 to 2017. The third and fourth databases, respectively, with 147 samples and a high productivity population above 41.69 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> for 'Prata-Anã', and, 19 samples and a high productivity population greater than 76.12 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> for 'Grande Naine', belonging to the Ponto Novo, containing data from 2014 to 2016. In the first study with established reference populations for the respective local x cultivar combinations, mean, standard deviation and coefficient of variation of leaf nutrient contents were

calculated for Kenworthy balanced index and mean, standard deviation and coefficient of variation for the dual relationships between nutrients that constitute the DRIS norms. To verify the homogeneity of variance between the populations, the F test ( $p < 0.05$ ) was performed, and the t test ( $p < 0.05$ ) was used to compare the means. As a result, specific Kenworthy and DRIS standards for each genotype and environment were established. The low degree of universality suggests that specific standards should be used in the nutritional diagnosis of banana. In the second and third study, respectively, potential response curves were obtained for levels, balanced Kenworthy indices and DRIS indices of macro and micronutrients, with high predictive capacity, for irrigated 'Prata-Anã' and 'Grande Naine' banana. Levels of sufficiency were obtained for levels, balanced Kenworthy indices and DRIS indexes of macro and micronutrients that allow the optimized evaluation of the nutritional status, as to the degree of balance and balance as a production factor of the 'Prata-Anã' banana tree and 'Grande Naine' irrigated. In the fourth study, the nutritional status of the four databases was analyzed in the low productivity population. Cu was the most limiting nutrient for lack of modified IBKW and modified DRIS for 'Prata-Anã' cultivated in Ceará. Mn was the most limiting by modified IBKW and modified DRIS for banana, regardless of variety and location. In Bahia, K was the most limiting nutrient due to lack, for both cultivars, due to the imbalance with the Mg in the soil. Micronutrient deficiencies were more frequent than macronutrient deficiencies. Non-nutritional factors limited banana productivity.

## INTRODUÇÃO GERAL

Brasil é considerado o quarto maior produtor mundial de banana, com 6,76 milhões t produzidas em 469 mil ha, com rendimento médio de 14,4 t ha<sup>-1</sup>, o que o situa atrás da Índia, China e Indonésia (FAO, 2016). Apesar do grande volume de produção e grande área cultivada, a produtividade a brasileira situa-se bem abaixo da de países como Costa Rica, Indonésia, Guatemala, Equador, Índia e China.

A região Nordeste é a maior produtora de banana do País com 2,28 milhões t produzidas em 184 mil ha, com média 12,38 t ha<sup>-1</sup>, seguida pela região sudeste com 2,12 milhões t produzidas em 138 mil ha e média 16 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016). No Brasil destaca-se o plantio de cultivares do subgrupo Prata, que respondem por 60% da área cultivada (SILVA et al., 2002; 2008), o que evidencia a tradição de seu cultivo e a sua boa aceitação comercial (DONATO et al., 2009). As bananas do subgrupo *Cavendish*, preferidas pelo mercado internacional, predominam no Sul e Sudeste do país (ALMEIDA et al., 2000), o que constitui-se numa das razões para a maior média de produtividade dessas regiões, argumento válido também para os países supracitados.

O estado da Bahia é o segundo maior produtor de banana do Brasil, com 1,08 milhão de t produzidos em 72 mil hectares, com rendimento médio de 14,9 t por hectare. Destaca-se o município de Bom Jesus da Lapa com produção de 160 mil t produzidas em 8,5 mil hectares com produtividade média de 18,5 t ha<sup>-1</sup>, sendo o maior município em área plantada do Brasil (IBGE, 2016), com predominância de banana Prata. O estado do Ceará é o sétimo maior produtor brasileiro e o terceiro maior estado produtor da região nordeste, com 323 mil t produzidas em 39 mil ha, com rendimento médio de 8,3 t ha<sup>-1</sup>. Destaca-se o município de Missão Velha com produção de 26,1 mil t produzidas em 1,3 mil ha com produtividade média de 30,2 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016), bem acima da média nacional e estadual, com predominância de banana Prata.

A produtividade agrícola é resultado da ação de vários fatores bióticos e abióticos, sendo limitada pela topografia, clima, solo, planta, práticas de manejo e outros fatores (DEUS, 2016). Dentre as práticas de manejo que influenciam o crescimento e o desenvolvimento da bananeira, a nutrição é decisiva para obtenção de alta produtividade, uma vez que as plantas apresentam crescimento rápido e acumulam quantidades elevadas de nutrientes (LAHAV, 1995; LÓPEZ M. e ESPINOSA M., 1995) o que demanda uma cinética de disponibilização correspondente à cinética de exigência da planta. Sendo assim baixas produtividades da bananeira muitas vezes

estão associadas ao suprimento inadequado de nutrientes durante o ciclo da cultura (BORGES et al., 1999). Adicionalmente, sob manejo de irrigação adequado as temperaturas supraótimas passam limitar o crescimento e desenvolvimento da bananeira por efeitos diretos e também por limitar o fluxo de nutrientes (DONATO et al., 2016).

A diagnose foliar além de avaliar o estado nutricional da planta, visa auxiliar nas tomadas de decisões de programas de adubação, evitando prejuízos devido ao manejo nutricional inadequado (DEUS, et al., 2012; 2016; ALMEIDA et al., 2016). A análise química do tecido foliar é importante para avaliar o estado nutricional das plantas, em complemento à análise química do solo e à diagnose visual, reflete a dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta, pode fornecer subsídios para a identificação de carências ou excessos, antes da expressão na forma de sintomas. Isto possibilita a correção de desordens preliminarmente à ocorrência de prejuízos à produtividade (DONATO et al, 2010). Adicionalmente, a adubação realizada com base na diagnose foliar contribui para o uso mais racional de fertilizantes, reduzindo o seu excesso, melhorando a qualidade das culturas e minimizando os impactos ambientais (FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al., 2009).

O diagnóstico nutricional constitui-se num instrumento eficiente para detectar desequilíbrios e auxiliar no processo de recomendação de fertilizantes para bananeiras. Usualmente, os diagnósticos são feitos a partir da análise química do tecido foliar e posterior comparação com teores foliares ótimos (níveis críticos ou faixas de suficiência) (TEIXEIRA et al., 2007).

Nesse sentido, a interpretação dos resultados pode ser realizada por diferentes técnicas: Nível Crítico e Faixa de Suficiência; Desvio Percentual do Ótimo - DOP; Índices Balanceados de Kenworthy; Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação – DRIS; Potencial de Resposta à Adubação - PRA; Diagnose da Composição Nutricional - CND (CANTARUTTI et al., 2007).

Os resultados de análises químicas de plantas são interpretados por diversos métodos. Tradicionalmente, utiliza-se o nível crítico ou as faixas de suficiência, os quais possuem valores definidos na literatura para diferentes cultivos. No entanto, o uso de métodos de diagnose nutricional para definição de faixas de suficiência ou de níveis críticos de nutrientes em tecidos vegetais para regiões específicas sem a necessidade de ensaios de calibração tem se demonstrado promissor, desde que se conheçam suas limitações (SERRA et al., 2010).

Normas DRIS para a bananeira ‘Prata-Anã’ irrigada no Norte de Minas Gerais foram obtidas por Silva e Carvalho (2006) e para região do baixo Jaguaribe no Rio Grande do Norte obtidas por Pereira et al. (2015). Porém, é possível que diferenças relacionadas com clima, solo e cultivares possam inviabilizar o uso de normas DRIS geradas em diferentes locais (PEREIRA et al., 2015).

O entendimento dos processos relacionados à nutrição das plantas frutíferas e em especial de bananeira é complexo e a identificação dos fatores limitantes da produtividade necessita isolar dos fatores nutricionais aqueles fatores não nutricionais, sendo comum que fatores ambientais e biológicos respondam por flutuações na produtividade das plantas frutíferas mesmo quando não há nenhum fator nutricional envolvido (HUNDAL et al., 2005).

A composição mineral dos tecidos vegetais pode ser influenciada por uma série de fatores pertinentes à própria planta e ao ambiente: espécie, variedade, estágio vegetativo, ciclo, distribuição, volume e eficiência do sistema radicular, produção pendente, variações climáticas, disponibilidade de água e nutrientes no solo, estado fitossanitário da planta, tipo e manejo do solo e interações entre nutrientes. Assim, a obtenção de padrões apropriados a partir da análise de tecidos é de fundamental importância, principalmente estabelecidas para condições edafoclimáticas, manejo e variedades específicas (INGESTAD e AGREN, 1995; MARTINEZ et al., 1999).

Por fim, para propor diagnósticos interpretativos e manejo cultural mais precisos (DONATO et al., 2017) é essencial considerar as interações entre nutrientes, radiação solar, água, temperatura e arejamento do solo que influenciam o fluxo de nutrientes no sistema solo-planta. Isso é compreensível, pois a visão do solo como um corpo natural *in situ* e sua relação com o genótipo e a atmosfera é insubstituível para prever a disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que não é possível somente pelas análises químicas de solos e tecidos (RESENDE et al., 2002). O diagnóstico demanda ainda do diagnosticador uma postura investigativa e raciocínio lógico, o que só é possível com profissional experiente, motivado, competente e envolvido com poucas espécies e produtores como ressalta Fontes (2016).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. O.; SOUZA, J. da S.; CORDEIRO, Z. J. M. Aspectos socioeconômicos. In: CORDEIRO, Z. J. M. (Org.). Banana. **Produção: aspectos técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). – Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 10-11; il.; (Frutas do Brasil; 1).

ALMEIDA, E. I. B.; DEUS, J. A. L.; CORRÊA, M. C. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; NEVES, J. C. L. Linha de fronteira e chance matemática na determinação do estado nutricional de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, p.744-754, 2016.

BORGES, A. L. et al. Solos, nutrição e adubação. In: ALVES, E. J. (Ed.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa, 1999. p.197-260.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendações de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.769-850.

DEUS, J. A. L.; BARRETO, J. H. B.; SOARES, I.; SOUZA, N. C. S.; SALES, J. A. F.; OLIVEIRA FILHO, J. S. Chance matemática na determinação do estado nutricional do amendoim. **Bioscience Journal**, 28, n. 3, p. 351-357, 2012.

DEUS, J. A. L.. Demanda, partição de nutrientes e recomendação de adubação para bananeira com base em análise de solo, diagnose foliar e produtividade. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2016.

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

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

DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; RODRIGUES, M. G. V. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira ‘Gigante’. **Informe Agropecuário**, v.38, n.296, 2017.

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.

FAO. **Food and Agricultural Organization**. Faostat. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 04 janeiro. 2018.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; PARRA, M. A.; NAVARRO, C.; ARQUERO, O. Foliar diagnosis as a guide to olive fertilization. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 1, p. 212-223, 2009.

FONTES, P. C. R. de. **Nutrição mineral de plantas: anamnese e diagnóstico**. Viçosa, MG: UFV, 2016. 315p.

HUNDAL, H. S.; SINGH, D.; BRAR, J. S. Diagnosis and recommendation integrated system for monitoring nutrient status of mango trees in submountainous area of Punjab, India. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p. 2085-2099, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 dezembro. 2017.

INGESTAD, T.; AGREN, G. I. Plant nutrition and growth: basic principles. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 168/169, p. 15-20, 1995.

LAHAV, E.; TURNER, D. W. Temperature influences the composition of diagnostic samples used to assess the nutrient status of banana plants. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.27, p.275- 83, 1985.

LOPEZ, M. A.; ESPINOZA, M. J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Pococí (Costa Rica) Instituto de la Potasa y el Fósforo, Querétaro (México), 1995.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 143-168.

PEREIRA, N. S.; FERREIRA, A. M. O.; do NASCIMENTO SILVA, J. A.; de ARAÚJO, L. T. L.; da SILVA, F. L. Obtenção de normas DRIS preliminares e faixas de suficiência para bananeira do subgrupo prata na região do Baixo Jaguaribe, CE, Brasil. **Revista agro@ mbiente on-line**, v. 9, n. 3, p. 347-351, 2015.

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J. L. Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. In: ÁLVAREZ V., V.H. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2, p.593-643.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 105-113, 2010.

SILVA, J. T. A., CARVALHO, J. G., Estabelecimento de normas DRIS para bananeira 'Prata Anã' (AAB) sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 43-51, 2006.

SILVA, S. O.; ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SILVEIRA J. R. S. Bananeira. In: BRUCKNER C. H. (Ed.). **Melhoramento de Fruteiras Tropicais**. Viçosa: UFV, 2002. p.101-157.

SILVA, S. O.; PEREIRA, L. V.; RODRIGUES, M. G. V. Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas: variedades. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.245, p.78-83, 2008.

TEIXEIRA, L. A. J.; ZAMBROSI, F. C. B.; BETTIOL NETO, J. E. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de São Paulo: normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 613-620, 2007.

## CAPÍTULO 1

### GRAU DE UNIVERSALIDADE DE NORMAS KENWORTHY E DRIS PARA BANANEIRAS PRATA E CAVENDISH EM DOIS AMBIENTES

#### RESUMO

A interpretação dos resultados da análise de tecidos baseia-se na comparação com valores de referencia, entretanto a universalidade desses valores podem levar a erros no diagnostico nutricional. Objetivou-se com o presente trabalho determinar as normas Kenworthy e DRIS, para bananeiras ‘Prata-Anã’ (AAB) e ‘Grande Naine’ (AAA) cultivadas sob irrigação, em dois locais, bem como verificar o grau de universalização das normas. Os estudos foram desenvolvidos a partir do banco de dados de teores de nutrientes nas folhas e de produtividade pertencente à duas fazendas da empresa Sítio Barreiras, localizadas em Ponto Novo, BA e Missão Velha, CE. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como população de referência. O banco de dados foi subdividido em quatro. O primeiro e o segundo, respectivamente, com 253 amostras para ‘Prata-Anã’ e população de referência com produtividade acima de 39,81 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e, 46 amostras para ‘Grande Naine’ e população de referência com produtividade maior que 58,84 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, originado da fazenda de Missão Velha. O terceiro e quarto, respectivamente, com 147 amostras e população de alta produtividade acima de 41,69 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para ‘Prata-Anã’, e, 19 amostras e população de alta produtividade maior que 76,12 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para ‘Grande Naine’, originado da fazenda de Ponto Novo. Para as populações de referência estabelecidas para as respectivas combinações local x cultivar, calcularam-se média, desvio-padrão e coeficiente de variação dos teores e das relações duais entre nutrientes nas folhas. Para verificar a homogeneidade de variância entre as populações foi realizado o teste F ( $p < 0,05$ ), e para comparar as médias foi aplicado o teste de t ( $p < 0,05$ ). Foram estabelecidas as normas Kenworthy e DRIS específicas para cada genótipo e ambiente. O baixo grau de universalidade, sugere que normas específicas devem ser usadas no diagnóstico nutricional da bananeira.

**Palavras-chave:** *Musa* spp AAB e AAA, estado nutricional, generalidade, métodos de diagnóstico.

## 1. INTRODUÇÃO

A interpretação dos resultados da análise de tecidos baseia-se na comparação com padrões nutricionais. Isso pode ser realizado com o emprego de diversas técnicas, como a faixa de suficiência (CANTARUTTI et al., 2007), a qual tem sido tradicionalmente utilizada (SILVA e CARVALHO, 2006), principalmente pela sua simplicidade, apesar das críticas na literatura quanto à dificuldade de relacionar a variação do teor de nutrientes na matéria seca com a idade da planta, bem como o fato de não considerar as interações entre os nutrientes.

Os Índices Balanceados de Kenworth (IBKW) permitem avaliar o estado nutricional quanto ao grau de balanço por meio da porcentagem de desvio da concentração de dado nutriente em relação à norma, os quais são considerados coeficientes de variação observados para cada nutriente na população da qual se obtiveram as normas (KENWORTHY, 1961; CANTARUTTI et al. 2007). Entretanto, o uso isolado de métodos como a faixa de suficiência e Índices Balanceados de Kenworthy que somente consideram o grau de balanço sem avaliar o grau de equilíbrio entre os nutrientes, pode conduzir a falsos diagnósticos, pois a planta pode apresentar quantidade adequada do nutriente e ao mesmo tempo um desequilíbrio nutricional.

Por isso Beaufils (1973) desenvolveu o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) como método de interpretação de análise foliar. Esse método compara razões entre pares de nutrientes de uma lavoura amostrada com valores de referência ou normas obtidas em população de alta produtividade por meio de uma fórmula padrão, calculando um índice para cada nutriente (REIS JUNIOR e MONNERAT, 2002). O uso da população de alta produtividade para obtenção das normas parte do pressuposto que, nesta população, o valor médio da relação entre dois nutrientes quaisquer seja mais próximo do ótimo fisiológico (SILVA e CARVALHO, 2006).

O DRIS foi desenvolvido para fornecer uma diagnose válida, independentemente da idade ou órgão da planta amostrada, permitindo o seu uso universal (BAILEY et al., 1997; JONES JUNIOR, 1993; SUMNER, 1977; WALWORTHY e SUMNER, 1987), entretanto, esta universalidade tem sido questionada (HALLMARK & BEVERLY, 1991).

Pereira et al. (2015) avaliaram o uso universal e específico das normas DRIS para bananeira ‘Prata-Anã’ e concluíram que normas DRIS específicas para cada local mostraram variações comparadas às normas gerais, resultando em diferenças nos diagnósticos. Reis Junior e Monnerat (2002) avaliaram o uso universal das normas DRIS para cana-de-açúcar e concluíram que tais normas devem ser estabelecidas para cada região produtora. Na avaliação do estado nutricional de milho, Dara et al. (1992) verificaram que índices DRIS calculados utilizando normas obtidas na literatura foram menos precisos que aqueles calculados utilizando dados obtidos localmente. Outros trabalhos avaliaram a universalização das normas como Silva et al. (2005) para Eucalipto, Rocha et al. (2007) para Milho e Dias et al. (2010) para cupuaçuzeiro.

Existem diversos trabalhos na literatura que estabeleceram normas DRIS para a cultura da bananeira. Deus (2016) e Silva e Carvalho (2006), estabeleceram normas para bananeiras ‘Prata-Anã’, enquanto Angeles et al. (1993) e Teixeira et al. (2007) determinaram para bananeiras ‘Grande Naine’. Entretanto, apesar da existência de trabalhos definindo normas IBKW e DRIS para bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘Grande Naine’ não há estudos envolvendo avaliação e discussão sobre o seu grau de universalidade, o que pode gerar extrapolações de interpretações do estado nutricional equivocadas em diferentes ambientes.

Objetivou-se com o presente trabalho determinar as normas Kenworthy e DRIS, para bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘Grande Naine’ cultivadas sob irrigação, em dois locais, bem como verificar o grau de universalidade das normas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição das condições experimentais**

Os estudos foram desenvolvidos a partir de dados levantados em duas fazendas da empresa Sítio Barreiras. A primeira, localizada no município de Missão Velha, Ceará, coordenadas geográficas de 7°35’90" S e 39°21’17" W, com altitude aproximada de 442 m. O clima da região é do tipo Aw - clima tropical com estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão (Köppen-Geiger) médias anuais de precipitação de 942 mm e temperatura média de 25,8 °C. O solo predominante da área classificado originalmente como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 57 talhões de bananeira

‘Prata-Anã’ e 11 talhões de bananeira ‘Grande Naine’, todas fertirrigadas com área média de 3,26 ha.

A segunda, localizada no perímetro irrigado de Ponto Novo, S/N, Lote 14, Ponto Novo, Bahia, coordenadas geográficas de 10°51’46’’ S e 40°08’01’’ W, com altitude aproximada de 362 m, clima Aw pela classificação de Köppen-Geiger, médias anuais precipitação de 696 mm e temperatura média de 24,1 °C. O solo predominante da área classificado como Latossolo Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 117 talhões, sendo 100 talhões de bananeira ‘Prata-Anã’ e 17 de bananeira ‘Grande Naine’, todas fertirrigadas com área média de 4,53 ha.

As características químicas dos solos nos quais estão cada cultivar e por local constam na Tabela 1. Os dados climáticos dos locais constam na Tabela 2.

**Tabela 1.** Características químicas dos solos cultivados com bananeiras ‘Prata-Anã’ e ‘Grande Naine’, em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

Local	Cultivar	Profundidade da amostragem	pH	MOS	P	K	Ca	Mg	CTC	V	P-Rem
					g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----			%	mg L <sup>-1</sup>
Ceará	Prata-Anã	0 – 20	7,3	29,2	164,4	8,4	79,7	17,9	114,7	91,1	53,4
		20 – 40	8,0	29,0	140,0	9,0	132,0	25,0	175,1	94,8	49,8
	Grande Naine	0 – 20	7,4	32,0	140,0	9,3	113,0	27,0	156,0	95,0	54,1
		20 – 40	7,9	18,0	79,0	4,9	91,0	21,0	124,0	94,0	47,9
Bahia	Prata-Anã	0 – 20	6,5	20,0	106,0	3,0	28,0	11,0	52,0	81,0	45,1
		20 – 40	6,4	12,0	21,0	2,1	11,0	5,0	38,0	58,0	44,6
	Grande Naine	0 – 20	6,5	18,0	81,0	3,8	27,0	10,0	52,0	80,0	44,7
		20 – 40	6,1	12,0	28,0	2,4	14,0	5,0	32,0	62,0	43,5

pH em água relação 1:2,5; P, K, Cu, Mn, Fe e Zn, extrator Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>; MOS = teor de matéria orgânica do solo obtida por carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black); CTC = Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; V = saturação por base. Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados de Análise de Solos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA.

**Tabela 2.** Dados meteorológicos registrados nas estações meteorológicas automáticas das fazendas de Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA durante o ano de 2016.

Mês	Temp. média (°C)	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	DPV (kPa)	Vel. Max. Vento (m s <sup>-1</sup> )
<b>Missão Velha – CE</b>							
Janeiro	26,91	31,96	21,86	231,10	74,22	0,76	1,60
Fevereiro	26,95	33,17	20,73	60,90	77,61	0,67	1,60
Março	27,79	33,38	22,21	198,50	78,13	0,68	1,54
Abril	27,05	32,84	21,26	33,50	74,05	0,78	3,09
Mai	27,14	33,40	20,88	30,00	66,65	1,01	3,09
Junho	26,23	32,64	19,82	17,60	64,00	1,05	7,72
Julho	26,39	33,22	19,57	0,00	50,60	1,46	5,14
Agosto	27,00	34,68	19,32	0,00	45,92	1,67	5,14
Setembro	28,29	35,58	21,01	3,10	45,66	1,78	4,63
Outubro	29,26	36,72	21,81	0,00	44,07	1,93	3,60
Novembro	29,67	36,32	23,03	0,00	43,41	1,97	3,09
Dezembro	29,04	35,61	22,47	69,10	52,98	1,58	3,09
<b>Ponto Novo – BA</b>							
Janeiro	25,19	29,84	22,37	190,83	82,92	0,48	5,18
Fevereiro	25,83	31,86	21,08	20,80	74,06	0,75	5,98
Março	26,90	32,95	21,85	0,00	69,02	0,94	6,58
Abril	26,51	32,63	21,37	14,45	64,73	1,05	5,58
Mai	24,48	29,58	20,45	49,25	76,05	0,64	6,21
Junho	23,12	27,93	19,47	31,55	78,08	0,54	5,68
Julho	22,60	28,29	18,16	8,85	75,48	0,60	6,11
Agosto	23,33	29,25	18,57	11,75	71,71	0,72	6,50
Setembro	24,48	30,63	19,66	1,80	69,65	0,82	6,75
Outubro	25,99	32,57	20,86	5,95	66,99	0,98	7,10
Novembro	24,53	25,23	23,82	184,00	70,79	0,74	1,34
Dezembro	25,2	25,98	24,42	44,20	69,49	0,80	1,32

Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados Meteorológicos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA, registrados por estações meteorológicas automáticas instaladas nas respectivas áreas.

## 2.2. Banco de dados

Foram utilizados resultados de análises de tecidos (folha) do banco de dados pertencentes ao grupo Sítio Barreiras. Proveniente de análises realizadas ao longo dos anos, assim como as produtividades correspondentes aos respectivos talhões.

O tecido foliar foi amostrado de acordo com as recomendações de Martin-Prével (1974; 1984; 1987) com modificações conforme Rodrigues et al. (2010). A amostragem consistiu na coleta da porção central do limbo da terceira folha, contando-se a partir do ápice, na época em que a inflorescência apresentava duas ou três pencas masculinas abertas. As amostras foram processadas e analisadas quanto aos teores

foliares de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de acordo com Bataglia et al. (1983).

As produtividades foram estimadas em  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  por meio de pesagem das pencas na colheita. As análises de folha foram realizadas uma vez por semestre.

O banco de dados foi dividido em quatro bancos de dados, em função dos locais e cultivares. O primeiro e o segundo banco de dados, originado da fazenda de Missão Velha, CE, contendo os resultados das análises de tecidos cujas amostras foram coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2010 e 2017, correspondem, respectivamente, às cultivares Prata-Anã (AAB) e Grande Naine (AAA). Para a ‘Prata-Anã’ a amostra inicial com 804 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $35,91 \pm 7,8\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi separada em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $39,81\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (72,72% da produtividade máxima) e tamanho da amostra  $n = 253$ . Para a ‘Grande Naine’ a amostra inicial com 150 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $52,35 \pm 12,98\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi separada em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $58,84\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (72,24% da produtividade máxima) e tamanho da amostra  $n = 46$ .

O terceiro e o quarto banco de dados, originado da fazenda de Ponto Novo, BA, contendo os resultados das análises de tecidos cujas amostras foram coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2014 e 2016, correspondem, respectivamente, às cultivares Prata-Anã e Grande Naine. Para a ‘Prata-Anã’ a amostra inicial composta de 481 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $34,89 \pm 13,59\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi subdividida em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $41,69\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (57,00% da produtividade máxima) e tamanho da amostra  $n = 147$ . Para a ‘Grande Naine’ a amostra inicial com 65 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $65,15 \pm 21,94\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi subdividida em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $76,12\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (75,80% da produtividade máxima) e tamanho da amostra  $n = 19$ .

### **2.3 Normas Kenworthy e DRIS**

Para as populações de referência estabelecidas para as respectivas combinações local x cultivar, calcularam-se média, desvio-padrão e coeficiente de variação dos teores foliares que constituem as normas para os índices balanceados de Kenworthy e média, desvio-padrão e coeficiente de variação para as relações duais entre nutrientes que constituem as normas DRIS.

### **2.4 Avaliação de universalidade das normas**

Para avaliar o grau de universalidade das normas Kenworthy e DRIS, as normas obtidas para os diferentes locais e cultivares, foram comparadas, com base na variância e na média, entre diferentes cultivares para o mesmo local e diferentes locais para a mesma cultivar.

Para verificar a homogeneidade de variância entre as populações foi utilizado o teste F ( $p < 0,05$ ), e para comparar as médias foi aplicado o teste de t ( $p < 0,05$ ). Ainda foram calculadas para a média e para o desvio-padrão, a frequência de concordância, ou seja, frequência relativa (%) em que as normas não diferiam significativamente entre as normas Kenworthy e entre as normas DRIS, ou seja, as relações duais entre os teores de nutrientes.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para as normas Kenworthy obtidas para cada um dos locais, Ceará e Bahia, e para cada uma das cultivares (Prata-Anã e Grande Naine) verificou-se igual frequência de diferenças estatísticas para a média e para a variância (Tabela 3). Enquanto para as normas DRIS verificou-se maior frequência de diferenças estatísticas para a média do que para a variância (Tabela 3).

Para as normas Kenworthy, das 11 comparações feitas entre as normas específicas para o Ceará comparando as cultivares Prata-Anã e Grande Naine, a frequência de diferenças significativas foi igual a quatro (36,40%) para a média e três (27,30%) para a variância. Para as normas específicas determinadas para a Bahia comparando entre as cultivares, a frequência foi igual seis (54,50%) para ambas, média e variância. Para as normas da cultivar Prata-Anã, comparando entre os locais, Ceará

e Bahia, a frequência de diferenças significativas foi igual a 10 (90,90%) para média e variância. Enquanto para a cultivar Grande Naine, a comparação entre os locais, possibilitou a identificação de uma frequência de diferenças significativas igual a cinco (45,50%) para média e sete (63,60%) para variância.

Das 110 comparações realizadas para as normas DRIS estabelecidas para o Ceará entre as cultivares Prata-Anã e Grande Naine, houve uma frequência de diferenças significativas igual a 86 (78,20%) para a média e 53 (48,20%) para a variância, enquanto para as normas específicas da Bahia as frequências foram 80 (72,70%) para a média e 52 (47,30%) para a variância. Considerando as normas para a cultivar Prata-Anã, a comparação entre Ceará e Bahia, permitiu identificar uma frequência de diferenças significativas igual a 106 (96,40%) para média e 95 (86,40%) para variância, enquanto para a cultivar Grande Naine frequência de diferenças significativas entre locais foi igual a 83 (75,50%) para média e 82 (74,50%) para variância.

O estabelecimento das normas Kenworthy e DRIS levam em consideração a média e a variância do nutriente e de suas relações duais (KURIHARA, 2004). Assim elevadas frequências de diferenças estatísticas entre as normas como constatadas no presente trabalho, restringem a universalidade das mesmas, o que sugere ser necessário o estabelecimento de normas específicas para cada local e cultivar. Dessa forma, normas regionais específicas permitem diagnósticos mais precisos do estado nutricional da planta, enquanto a utilização de normas universais podem levar aos chamados falsos diagnósticos (CASTAMANN et al., 2012; PEREIRA et al., 2015) por extrapolações equivocadas, constituindo assim, um problema de transferência de conhecimento (RESENDE et al., 2012, 2017).

A alta frequência de diferenças significativas identificadas para as normas Kenworthy e DRIS, quando se compara os locais, Bahia e Ceará, estão associadas principalmente às diferenças do sítio, clima e solo (Tabelas 1 e 2). De forma geral, a fertilidade do solo no Ceará é bem maior que na Bahia, com teores de Ca, Mg e matéria orgânica do solo na faixa ideal e de P e K acima da faixa ideal no solo para bananeira ‘Prata-Anã’ (SILVA, 2015). Os valores dos atributos químicos do solo, na profundidade de 0-20 cm, considerando os solos cultivados com ‘Grande Naine’ e ‘Prata-Anã’ são maiores no Ceará comparado à Bahia, cerca de uma vez e meia para matéria orgânica do solo, uma vez e meia a três vezes para P, três vezes para K, quatro

vezes para Ca, uma vez e meia a três vezes para Mg e de duas a três vezes para a capacidade de troca catiônica.

Quando comparamos a ‘Prata-Anã’ entre Ceará e Bahia, as médias das normas Kenworthy diferiram para todos os nutrientes com exceção do Mn, o que é inerente ao método, pois esse nutriente apresenta grande variabilidade. As normas Kenworthy estabelecidas para a ‘Prata-Anã’ foram mais elevadas no Ceará comparada à Bahia para P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn e menores para N e B. Isso é justificável pela maior fertilidade do solo, embora por ser mais alcalino, com pH maior que 7, a disponibilidade para micronutrientes no Ceará, principalmente para os cátions metálicos Cu, Fe, Mn, Zn e para o B provavelmente seria comprometida.

As normas também variam com o material genético, o que é de se esperar já que as cultivares possuem exigências nutricionais distintas (SOARES et al., 2008). Para ‘Grande Naine’ quando-se compara os ambientes, as médias das normas Kenworthy diferiram para P, Ca, Mg, S e B, com maiores valores estabelecidos para o Ceará.

De toda forma, a despeito da maior fertilidade do solo no Ceará e dos maiores valores estabelecidos para normas de Kenworthy nesse ambiente para a maioria dos nutrientes, as produtividades médias das populações amostradas foram similares para a ‘Prata-Anã’ 35,91 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> no Ceará e 34,89 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> na Bahia e menores no Ceará para ‘Grande Naine’ 52,35 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> comparado à Bahia, 65,15 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, embora a variabilidade tenha sido bem maior na Bahia. Assim, fatores não nutricionais podem ter limitado uma maior expressão da produtividade no Ceará, por exemplo, o clima, pois as temperaturas máximas registradas entre agosto e dezembro, acima de 34 °C, a baixa umidade relativa do ar menor que 50% e condições de alto déficit de pressão de vapor que pode conduzir as bananeiras à estresse térmico com decréscimo nas taxas de fotossíntese e na produtividade (ARANTES et al., 2016, 2018; RAMOS et al., 2018).

Contudo a identificação de menores diferenças entre as normas para a cultivar Grande Naine comparada à ‘Prata-Anã’ é devido principalmente à sua maior uniformidade, por ser um material genético mais selecionado ao longo do tempo, o que possivelmente confere maior herdabilidade à maioria de suas características. Os estudos de melhoramento aplicado às bananas de exportação, como as do subgrupo Cavendish, triploides (AAA) *Musa acuminata*, têm sido orientados para aumentar a precocidade e a uniformidade no florescimento, aumentar a produtividade, diminuir o

porte, obter cachos cilíndricos com frutos uniformes para facilitar o empacotamento e a comercialização (SILVA et al., 2013), e aumentar a herdabilidade dessas características.

Adicionalmente, muitos clones surgiram como resultados de seleções positivas praticada por agricultores e empresas bananeiras com objetivo focado principalmente na produtividade, o que torna esse grupo com uma base genética muito estreita, atestada pela maior dificuldade de produção de sementes a partir de polinizações cruzadas quando comparadas a outras cultivares (AGUILAR MORÁN, 2013), por exemplo, do subgrupo Prata.

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., 2013), o que corrobora a sua base genética estreita e uma possível maior herdabilidade das suas características. 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.

Dessa forma, pode-se sugerir, tal como Serra et al. (2010), Urano et al. (2007) e Kurihara (2004), que as normas específicas propostas no presente trabalho apresentam maior confiabilidade por serem desenvolvidos regionalmente, com menor variabilidade das condições de solo, clima e potencial produtivo.

As normas Kenworthy estabelecidas para a cultivar Prata-Anã no Ceará, apresentaram amplitude no CV de 7,22 a 51,58% para N e Mn, respectivamente. Apesar dessa variação apenas os micronutrientes Mn (51,58%), B (41,20%), Cu (38,16%) tiveram o CV acima de 30,00% (Tabela 3). Para o mesmo local, a cultivar Grande Naine, apresentou amplitude de CV de 8,46 a 72,17% para N e Mn, respectivamente, apesar dessa variação apenas os micronutrientes Mn (72,17%), Cu (44,49%), B (31,68%) tiveram o CV acima de 30%.

Rocha (2008), verificou que o método Kenworthy é menos sensível para diagnósticos para nutrientes cujas normas apresentam CV maior que 30%, principalmente para detectar situações de deficiência.

**Tabela 3.** Normas de teores foliares de nutrientes e suas relações duais em bananeiras ‘Prata-Anã’ (AAB) e ‘Grande Naine’ (AAA) estabelecidas pelos métodos Kenworthy e DRIS, estratificadas por locais, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA e comparação entre normas específicas para local e cultivar quanto à média e à variância.

Normas	CEARÁ						BAHIA						CE		BA		‘Prata-anã’		‘Grande Naine’	
	‘Prata-anã’			‘Grande Naine’			‘Prata-anã’			‘Grande Naine’			P.A. x G.N		P.A. x G.N		CE x BA		CE x BA	
	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s
N	21,9089	1,5820	7,22	21,7667	1,8413	8,46	23,0045	2,9416	12,79	22,0211	1,8504	8,40	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns
P	1,6753	0,2491	14,87	1,6368	0,2274	13,89	1,6101	0,1313	8,16	1,5632	0,1116	7,14	*	ns	*	ns	*	*	*	*
K	33,9927	6,3498	18,68	36,1928	6,3267	17,48	31,3565	7,1523	22,81	32,6421	7,7467	23,73	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Ca	6,4860	1,2523	19,31	7,8817	1,9026	24,14	5,6180	0,5681	10,11	6,9737	0,8621	12,36	*	*	*	*	*	*	*	*
Mg	2,3777	0,3690	15,52	2,5923	0,3945	15,22	2,7007	0,4349	16,10	2,8526	0,1264	4,43	*	ns	*	*	*	*	*	*
S	1,5536	0,2691	17,32	1,5441	0,2229	14,44	1,4702	0,1526	10,38	1,4947	0,1177	7,88	*	ns	*	ns	*	*	*	*
Cu	6,1797	2,3583	38,16	5,9109	2,6298	44,49	5,2980	0,8416	15,89	6,4947	0,5921	9,12	ns	ns	*	*	*	*	ns	*
Fe	67,4036	12,7856	18,97	68,7087	10,9113	15,88	57,3365	15,2073	26,52	59,0211	9,1099	15,43	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns
Zn	16,4921	2,9857	18,10	15,7891	2,8883	18,29	14,8340	1,5562	10,49	15,3895	1,3316	8,65	ns	ns	*	ns	*	*	ns	*
Mn	179,3976	92,5274	51,58	168,8761	121,8828	72,17	84,6806	32,1586	37,98	73,5474	16,8846	22,96	ns	*	ns	*	ns	*	ns	*
B	11,0638	4,5581	41,20	9,6391	3,0533	31,68	14,7435	2,7223	18,46	13,4053	2,1441	15,99	ns	*	ns	ns	*	*	*	ns
N/P	13,3398	2,0543	15,40	13,5413	2,2173	16,37	14,3936	2,2744	15,80	14,1805	1,7882	12,61	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
N/K	0,6671	0,1397	20,94	0,6168	0,1071	17,36	0,7973	0,3022	37,90	0,7344	0,2812	38,29	*	*	*	ns	*	*	*	*
N/Ca	3,5051	0,7397	21,10	3,1863	2,7722	87,00	4,1439	0,6994	16,88	3,2157	0,5700	17,73	*	*	*	ns	*	ns	ns	*
N/Mg	9,4200	1,5191	16,13	8,5346	1,1521	13,50	8,7305	1,7727	20,30	7,7363	0,7627	9,86	*	*	*	*	*	*	*	*
N/S	14,3666	1,9412	13,51	14,3395	2,1735	15,16	15,7997	2,5173	15,93	14,7938	1,4383	9,72	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*
N/Cu	3,8927	1,0864	27,91	4,0694	1,0999	27,03	4,4357	0,8302	18,72	3,4040	0,2865	8,42	*	ns	*	*	*	*	*	*
N/Fe	0,3347	0,0582	17,39	0,3240	0,0556	17,16	0,4756	0,4433	93,21	0,3817	0,0677	17,74	*	ns	*	*	*	*	*	ns
N/Zn	1,3701	0,2568	18,74	1,4166	0,2461	17,37	1,5670	0,2516	16,06	1,4413	0,1736	12,04	*	ns	*	*	*	ns	*	ns

Continua

**Tabela 3.** Continuação

Normas	CEARÁ						BAHIA						CE		BA		'Prata-anã'		'Grande Naine'	
	'Prata-anã'			'Grande Naine'			'Prata-anã'			'Grande Naine'			P.A. x G.N		P.A. x G.N		CE x BA		CE x BA	
	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s
N/Mn	0,1860	0,1648	88,60	0,2447	0,2241	91,58	0,3079	0,1121	36,41	0,3157	0,0817	25,88	*	*	*	ns	*	*	*	*
N/B	2,3715	1,1968	50,47	2,5541	1,0364	40,58	1,5998	0,2870	17,94	1,6740	0,2430	14,52	*	ns	*	ns	*	*	*	*
P/N	0,0769	0,0127	16,51	0,0756	0,0111	14,68	0,0712	0,0110	15,45	0,0716	0,0091	12,71	*	ns	*	ns	*	*	*	ns
P/K	0,0507	0,0107	21,10	0,0464	0,0093	20,04	0,0545	0,0151	27,71	0,0519	0,0188	36,22	*	ns	*	ns	*	*	*	*
P/Ca	0,2672	0,0627	23,47	0,2432	0,2393	98,40	0,2894	0,0366	12,65	0,2270	0,0307	13,52	*	*	*	ns	*	*	*	*
P/Mg	0,7140	0,1102	15,43	0,6364	0,0737	11,58	0,6123	0,1180	19,27	0,5488	0,0437	7,96	*	*	*	*	*	ns	*	*
P/S	1,0872	0,1251	11,51	1,0655	0,0977	9,17	1,1020	0,0971	8,81	1,0496	0,0837	7,97	*	*	*	ns	*	*	*	ns
P/Cu	0,2928	0,0703	24,01	0,3035	0,0799	26,33	0,3111	0,0531	17,07	0,2434	0,0348	14,30	*	ns	*	*	*	*	*	*
P/Fe	0,0254	0,0043	16,93	0,0242	0,0039	16,12	0,0333	0,0314	94,29	0,0272	0,0052	19,12	*	ns	*	*	*	*	*	ns
P/Zn	0,1034	0,0157	15,18	0,1058	0,0178	16,82	0,1097	0,0141	12,85	0,1027	0,0153	14,90	*	ns	*	ns	*	ns	*	ns
P/Mn	0,0139	0,0112	80,58	0,0180	0,0155	86,11	0,0215	0,0075	34,88	0,0225	0,0063	28,00	*	*	*	ns	*	*	*	*
P/B	0,1810	0,0977	53,98	0,1924	0,0836	43,45	0,1128	0,0224	19,86	0,1196	0,0224	18,73	*	ns	*	ns	*	*	*	*
K/N	1,5555	0,2896	18,62	1,6648	0,2647	15,90	1,4004	0,4083	29,16	1,4934	0,3739	25,04	*	ns	*	ns	*	*	*	*
K/P	20,5414	4,0373	19,65	22,4262	4,5729	20,39	19,4651	4,2820	22,00	20,9152	4,8457	23,17	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
K/Ca	5,4063	1,3430	24,84	5,3505	5,0576	94,53	5,6079	1,3520	24,11	4,6874	1,0615	22,65	ns	*	*	ns	*	ns	ns	*
K/Mg	14,5339	3,0897	21,26	14,1641	2,6979	19,05	11,8039	3,0621	25,94	11,4606	2,7625	24,10	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns
K/S	22,1786	4,1896	18,89	23,7753	4,7047	19,79	21,4213	5,2131	24,34	21,6687	4,2943	19,82	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
K/Cu	6,0043	1,7976	29,94	6,7136	1,9674	29,30	6,1028	1,8113	29,68	5,0655	1,3340	26,34	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*
K/Fe	0,5153	0,1086	21,08	0,5401	0,1265	23,42	0,6518	0,6380	97,88	0,5752	0,1790	31,12	*	ns	ns	*	*	*	*	*
K/Zn	2,1150	0,4818	22,78	2,3561	0,5287	22,44	2,1425	0,5765	26,91	2,1490	0,5995	27,90	*	ns	ns	ns	*	*	*	ns
K/Mn	0,2831	0,2430	85,84	0,4017	0,3665	91,24	0,4223	0,1764	41,77	0,4710	0,1676	35,58	*	*	*	ns	*	*	*	*

Continua

**Tabela 3.** Continuação

Normas	CEARÁ						BAHIA						CE		BA		'Prata-anã'		'Grande Naine'	
	'Prata-anã'			'Grande Naine'			'Prata-anã'			'Grande Naine'			P.A. x G.N		P.A. x G.N		CE x BA		CE x BA	
	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s
K/B	3,6052	1,7591	48,79	4,1748	1,6267	38,96	2,2172	0,6670	30,08	2,5589	0,8507	33,24	*	ns	*	ns	*	*	*	*
Ca/N	0,2977	0,0637	21,40	0,3623	0,0817	22,55	0,2492	0,0490	19,66	0,3198	0,0531	16,60	*	*	*	ns	*	*	*	*
Ca/P	3,9395	0,8980	22,79	4,8837	1,2218	25,02	3,5130	0,4650	13,24	4,4701	0,5199	11,63	*	*	*	ns	*	*	*	*
Ca/K	0,1969	0,0522	26,51	0,2238	0,0647	28,91	0,1905	0,0537	28,19	0,2279	0,0700	30,72	*	*	*	*	*	ns	*	ns
Ca/Mg	2,7570	0,5055	18,34	3,0644	0,5850	19,09	2,1206	0,3260	15,37	2,4424	0,2653	10,86	*	ns	*	ns	*	*	*	*
Ca/S	4,2376	0,8920	21,05	5,1503	1,1741	22,80	3,8520	0,4867	12,63	4,6883	0,6478	13,82	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca/Cu	1,1557	0,4062	35,15	1,4787	0,5558	37,59	1,0871	0,2026	18,64	1,0855	0,1879	17,31	*	*	ns	ns	*	*	*	*
Ca/Fe	0,0980	0,0197	20,10	0,1167	0,0291	24,94	0,1151	0,1030	89,49	0,1227	0,0334	27,22	*	*	*	*	*	*	*	ns
Ca/Zn	0,4024	0,0904	22,47	0,5124	0,1398	27,28	0,3824	0,0523	13,68	0,4599	0,0946	20,57	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca/Mn	0,0534	0,0458	85,77	0,0864	0,0768	88,89	0,0743	0,0241	32,44	0,1015	0,0354	34,88	*	*	*	*	*	*	*	*
Ca/B	0,6950	0,3499	50,35	0,9276	0,4285	46,19	0,3912	0,0679	17,36	0,5368	0,1267	23,60	*	*	*	*	*	*	*	*
Mg/N	0,1090	0,0179	16,42	0,1193	0,0166	13,91	0,1190	0,0230	19,33	0,1305	0,0130	9,96	*	ns	*	*	*	*	*	ns
Mg/P	1,4343	0,2262	15,77	1,5930	0,1929	12,11	1,6876	0,2996	17,75	1,8327	0,1391	7,59	*	ns	*	*	*	*	*	ns
Mg/K	0,0720	0,0160	22,22	0,0734	0,0155	21,12	0,0910	0,0257	28,24	0,0949	0,0343	36,14	*	ns	*	*	*	*	*	*
Mg/Ca	0,3759	0,0764	20,32	0,3934	0,4659	118,43	0,4817	0,0682	14,16	0,4139	0,0445	10,75	*	*	*	*	*	ns	ns	*
Mg/S	1,5498	0,2439	15,74	1,6904	0,2056	12,16	1,8376	0,2198	11,96	1,9197	0,1756	9,15	*	ns	*	ns	*	ns	*	ns
Mg/Cu	0,4198	0,1228	29,25	0,4824	0,1361	28,21	0,5165	0,0820	15,88	0,4429	0,0469	10,59	*	ns	*	*	*	*	*	*
Mg/Fe	0,0359	0,0060	16,71	0,0384	0,0069	17,97	0,0557	0,0537	96,41	0,0496	0,0092	18,55	*	ns	*	*	*	*	*	ns
Mg/Zn	0,1469	0,0248	16,88	0,1670	0,0261	15,63	0,1826	0,0256	14,02	0,1869	0,0201	10,75	*	ns	*	ns	*	ns	*	ns
Mg/Mn	0,0198	0,0167	84,34	0,0299	0,0284	94,98	0,0358	0,0130	36,31	0,0409	0,0103	25,18	*	*	*	ns	*	*	*	*
Mg/B	0,2585	0,1387	53,66	0,3077	0,1427	46,38	0,1881	0,0406	21,58	0,2177	0,0344	15,80	*	ns	*	ns	*	*	*	*

Continua

**Tabela 3.** Continuação

Normas	CEARÁ						BAHIA						CE		BA		'Prata-anã'		'Grande Naine'	
	'Prata-anã'			'Grande Naine'			'Prata-anã'			'Grande Naine'			P.A. x G.N		P.A. x G.N		CE x BA		CE x BA	
	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s
S/N	0,0711	0,0126	17,72	0,0712	0,0101	14,19	0,0648	0,0099	15,28	0,0682	0,0070	10,26	*	*	*	*	*	*	*	*
S/P	0,9343	0,1364	14,60	0,9480	0,1090	11,50	0,9147	0,0842	9,21	0,9586	0,0773	8,06	*	*	*	ns	*	*	*	ns
S/K	0,0472	0,0126	26,69	0,0438	0,0093	21,23	0,0497	0,0135	27,16	0,0489	0,0147	30,06	*	*	*	ns	*	ns	*	*
S/Ca	0,2468	0,0557	22,57	0,2264	0,2088	92,23	0,2633	0,0299	11,36	0,2173	0,0313	14,40	*	*	*	ns	*	*	ns	*
S/Mg	0,6635	0,1311	19,76	0,6007	0,0790	13,15	0,5535	0,0830	15,00	0,5249	0,0459	8,74	*	*	*	*	*	*	*	*
S/Cu	0,2700	0,0631	23,37	0,2845	0,0689	24,22	0,2823	0,0399	14,13	0,2320	0,0287	12,37	*	ns	*	ns	*	*	*	*
S/Fe	0,0236	0,0048	20,34	0,0228	0,0038	16,67	0,0304	0,0296	97,37	0,0260	0,0047	18,08	*	*	*	*	*	*	*	ns
S/Zn	0,0961	0,0191	19,88	0,1003	0,0213	21,24	0,0997	0,0109	10,93	0,0980	0,0133	13,57	*	ns	*	ns	*	*	*	*
S/Mn	0,0130	0,0109	83,85	0,0172	0,0151	87,79	0,0196	0,0067	34,18	0,0214	0,0055	25,70	*	*	*	ns	*	*	*	*
S/B	0,1685	0,0934	55,43	0,1819	0,0810	44,53	0,1027	0,0199	19,38	0,1149	0,0238	20,71	*	ns	*	ns	*	*	*	*
Cu/N	0,2830	0,1074	37,95	0,2726	0,1229	45,08	0,2332	0,0432	18,52	0,2959	0,0265	8,96	*	ns	*	*	*	*	*	*
Cu/P	3,7050	1,3897	37,51	3,6279	1,4820	40,85	3,3084	0,5813	17,57	4,1891	0,5983	14,28	ns	ns	*	ns	*	*	*	*
Cu/K	0,1885	0,0882	46,79	0,1657	0,0689	41,58	0,1828	0,0726	39,72	0,2155	0,0765	35,50	*	*	*	ns	*	*	*	ns
Cu/Ca	0,9858	0,4026	40,84	0,8674	0,8601	99,16	0,9526	0,1828	19,19	0,9480	0,1645	17,35	*	*	ns	ns	*	*	ns	*
Cu/Mg	2,6366	1,0037	38,07	2,3040	0,9736	42,26	1,9948	0,3885	19,48	2,2824	0,2444	10,71	*	ns	*	*	*	*	ns	*
Cu/S	3,9592	1,2541	31,68	3,8215	1,4844	38,84	3,6194	0,5699	15,75	4,3706	0,5129	11,74	ns	ns	*	ns	*	*	*	*
Cu/Fe	0,0932	0,0354	37,98	0,0872	0,0386	44,27	0,1074	0,0954	88,83	0,1125	0,0198	17,60	*	ns	*	*	*	*	*	*
Cu/Zn	0,3766	0,1274	33,83	0,3878	0,2089	53,87	0,3577	0,0481	13,45	0,4238	0,0403	9,51	*	*	*	ns	*	*	*	*
Cu/Mn	0,0507	0,0450	88,76	0,0649	0,0632	97,38	0,0704	0,0254	36,08	0,0931	0,0237	25,46	*	*	*	ns	*	*	*	*
Cu/B	0,6635	0,4130	62,25	0,6994	0,4225	60,41	0,3688	0,0798	21,64	0,4941	0,0759	15,36	*	ns	*	ns	*	*	*	*
Fe/N	3,0921	0,6385	20,65	3,1767	0,5506	17,33	2,5424	0,7911	31,12	2,6958	0,4589	17,02	*	ns	*	*	*	*	*	ns

Continua

**Tabela 3.** Continuação

Normas	CEARÁ						BAHIA						CE		BA		‘Prata-anã’		‘Grande Naine’	
	‘Prata-anã’			‘Grande Naine’			‘Prata-anã’			‘Grande Naine’			P.A. x G.N		P.A. x G.N		CE x BA		CE x BA	
	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s
Fe/P	40,6943	8,0413	19,76	42,5403	8,0146	18,84	35,7411	9,0723	25,38	38,0165	6,8389	17,99	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
Fe/K	2,0417	0,5214	25,54	1,9649	0,5138	26,15	1,9648	0,7933	40,38	2,0215	1,0183	50,37	*	ns	ns	ns	*	*	ns	*
Fe/Ca	10,6544	2,3433	21,99	10,0514	8,5796	85,36	10,2703	2,7810	27,08	8,7038	2,2655	26,03	ns	*	ns	ns	*	*	ns	*
Fe/Mg	28,7051	5,5612	19,37	26,9947	5,7386	21,26	21,8698	8,1776	37,39	20,7581	3,4629	16,68	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*
Fe/S	43,9699	8,7991	20,01	45,1094	8,2849	18,37	39,1895	9,9127	25,29	39,7874	7,4901	18,83	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
Fe/Cu	11,8438	3,4553	29,17	12,7756	3,5795	28,02	10,9484	2,8498	26,03	9,1467	1,5915	17,40	ns	ns	ns	*	*	*	*	*
Fe/Zn	4,1625	0,8071	19,39	4,4699	1,0396	23,26	3,8522	0,8423	21,87	3,8255	0,4178	10,92	*	*	ns	*	*	ns	*	*
Fe/Mn	0,5802	0,5877	101,29	0,7302	0,6005	82,24	0,7600	0,3270	43,03	0,8305	0,1640	19,75	*	ns	*	*	*	*	*	*
Fe/B	7,1985	3,5654	49,53	8,1333	3,6858	45,32	4,0081	1,3587	33,90	4,4791	0,8566	19,12	ns	ns	*	*	*	*	*	*
Zn/N	0,7557	0,1432	18,95	0,7273	0,1283	17,64	0,6549	0,1066	16,28	0,7037	0,0873	12,41	*	ns	*	ns	*	*	*	*
Zn/P	9,9019	1,5362	15,51	9,7263	1,7018	17,50	9,2609	1,1224	12,12	9,9281	1,3887	13,99	ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns
Zn/K	0,5008	0,1309	26,14	0,4488	0,1144	25,49	0,5069	0,1587	31,31	0,5149	0,1991	38,67	*	ns	*	ns	*	*	*	*
Zn/Ca	2,6134	0,5945	22,75	2,3518	2,3835	101,35	2,6600	0,3344	12,57	2,2532	0,4139	18,37	*	*	*	ns	*	*	ns	*
Zn/Mg	7,0047	1,1964	17,08	6,1319	0,9597	15,65	5,5998	0,9278	16,57	5,4077	0,5521	10,21	*	*	ns	*	*	*	*	*
Zn/S	10,7083	1,7422	16,27	10,3465	1,9258	18,61	10,1491	1,1088	10,93	10,3728	1,3412	12,93	*	ns	ns	ns	*	*	ns	*
Zn/Cu	2,8606	0,6859	23,98	2,9431	0,8536	29,00	2,8402	0,3400	11,97	2,3808	0,2374	9,97	*	*	*	*	*	*	*	*
Zn/Fe	0,2488	0,0463	18,61	0,2336	0,0470	20,12	0,3048	0,3037	99,64	0,2643	0,0285	10,78	*	ns	*	*	*	*	*	*
Zn/Mn	0,1372	0,1162	84,69	0,1737	0,1554	89,46	0,1969	0,0684	34,74	0,2183	0,0431	19,74	*	*	*	*	*	*	*	*
Zn/B	1,7980	1,0305	57,31	1,8746	0,9070	48,38	1,0388	0,2217	21,34	1,1723	0,1942	16,57	ns	ns	*	ns	*	*	*	*
Mn/N	8,2641	4,3550	52,70	7,8758	5,6946	72,31	3,7690	1,5845	42,04	3,3538	0,7713	23,00	ns	*	ns	*	*	*	ns	*
Mn/P	108,9150	58,6525	53,85	106,5183	80,7597	75,82	53,2277	21,8798	41,11	47,3920	11,6367	24,55	ns	*	ns	*	ns	*	ns	*

Continua

**Tabela 3.** Continuação

Normas	CEARÁ						BAHIA						CE		BA		‘Prata-anã’		‘Grande Naine’	
	‘Prata-anã’			‘Grande Naine’			‘Prata-anã’			‘Grande Naine’			P.A. x G.N		P.A. x G.N		CE x BA		CE x BA	
	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	CV	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s	Ȳ	s
Mn/K	5,4360	2,9823	54,86	4,7766	3,3835	70,83	2,9643	1,7055	57,53	2,4728	1,1901	48,13	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*
Mn/Ca	28,1425	14,5899	51,84	23,2019	17,8011	76,72	15,1384	5,8524	38,66	10,7848	2,9414	27,27	ns	*	ns	*	*	*	ns	*
Mn/Mg	76,4575	39,2911	51,39	68,7137	52,3007	76,11	32,0350	12,5149	39,07	25,7699	5,7010	22,12	ns	*	ns	*	*	*	ns	*
Mn/S	117,3808	61,7209	52,58	112,5520	82,0593	72,91	58,2454	22,7192	39,01	49,4236	11,7943	23,86	ns	*	ns	*	ns	*	ns	*
Mn/Cu	31,5170	18,5780	58,95	30,6473	21,1488	69,01	16,3685	6,5795	40,20	11,3929	2,7572	24,20	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*
Mn/Fe	2,7396	1,4540	53,07	2,4562	1,7723	72,16	1,7944	2,2514	125,47	1,2536	0,2759	22,01	*	*	ns	*	*	*	*	*
Mn/Zn	11,1897	6,1951	55,36	10,9648	8,2211	74,98	5,7439	2,1286	37,06	4,7672	1,0163	21,32	ns	*	ns	*	*	*	ns	*
Mn/B	19,7740	16,4827	83,36	19,9410	17,3705	87,11	5,7967	2,0424	35,23	5,5885	1,4370	25,71	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*
B/N	0,5071	0,2147	42,34	0,4433	0,1429	32,24	0,6493	0,1409	21,70	0,6104	0,0961	15,74	*	*	*	*	*	*	*	*
B/P	6,6880	2,7247	40,74	5,9667	2,0211	33,87	9,2431	2,0286	21,95	8,6313	1,5686	18,17	*	*	ns	ns	*	*	*	ns
B/K	0,3303	0,1310	39,66	0,2686	0,0840	31,27	0,5153	0,2314	44,91	0,4668	0,2585	55,38	*	*	*	ns	*	*	*	*
B/Ca	1,7608	0,8102	46,01	1,4078	1,2286	87,27	2,6425	0,5261	19,91	1,9684	0,4973	25,26	*	*	*	ns	*	*	*	*
B/Mg	4,7698	2,0869	43,75	3,8084	1,3958	36,65	5,5908	1,3413	23,99	4,7066	0,7730	16,42	*	*	*	*	*	*	*	*
B/S	7,2498	3,0497	42,07	6,3337	2,1388	33,77	10,1530	2,2780	22,44	9,0877	2,0213	22,24	*	*	ns	ns	*	*	*	ns
B/Cu	1,9498	0,9096	46,65	1,8173	0,8193	45,08	2,8384	0,6057	21,34	2,0738	0,3490	16,83	*	ns	*	*	*	*	*	*
B/Fe	0,1677	0,0735	43,83	0,1441	0,0554	38,45	0,2997	0,2533	84,52	0,2311	0,0444	19,21	*	*	*	*	*	*	*	ns
B/Zn	0,6918	0,3012	43,54	0,6312	0,2394	37,93	1,0066	0,2164	21,50	0,8752	0,1429	16,33	*	*	*	*	*	*	*	*
B/Mn	0,0948	0,1049	110,65	0,1058	0,0993	93,86	0,1925	0,0623	32,36	0,1916	0,0534	27,87	*	ns	*	ns	*	*	*	*

Norma = teores e relações duais da população de referência ( $\geq$  média + 0,5 desvio-padrão), os teores de N, P, K, Ca, Mg e S são expressos em g/kg, e Cu, Fe, Zn, Mn e B em mg/kg;  $\bar{y}$  = média de teores e relações duais de nutrientes na folha diagnóstico; s = desvio padrão; CV = coeficiente de variação em %; P.A. = Prata anã; G.N. = Grande Naine; ns = não significativo e \*= significativo (p < 0,05) pelo teste t para as médias e pelo teste F para as variâncias; Dados extraídos de talhões de bananeira de alta produtividade denominado de população de referência.

Para a cultivar Prata-Anã na Bahia, houve variação no CV de 8,16 a 37,98% para P e Mn, respectivamente, mas somente o Mn expressou CV acima de 30%. Para a cultivar Grande Naine, para o mesmo local, o CV variou de 4,43 a 23,73% para Mg e K, respectivamente, apesar dessa amplitude, para essas normas não houve CV acima de 30%.

Amplitudes semelhantes foram obtidas por Silva e Carvalho (2006) para população de referência em bananeira ‘Prata-Anã irrigada no Norte de Minas Gerais, que apresentou CV com amplitude de 11,2 a 80,90% para N e Mn, respectivamente. Assim como no presente trabalho, os micronutrientes foram responsáveis pelo aumento na amplitude do CV com valores de 80,90 % para Mn, 53,40% para Cu e 36,20% para Fe.

Teixeira et al. (2007) para a população de referência em bananeira ‘Grande Naine’, cultivada em sequeiro no vale do Ribeira, estado de São Paulo, constataram CV com amplitude de 16,47 a 50,29% para K e Mn, respectivamente, sendo responsáveis pelo aumento da amplitude dos nutrientes Mn (50,29%), Fe (45,24%), Ca (37,32%), Mg (31,35%) e Cu (30,20%), com CV acima de 30%.

Referente às normas DRIS para a cultivar Prata-Anã no Ceará, foram obtidas 110 relações duais com amplitude no CV de 11,51 a 110,65% para (P/S) e (B/Mn), respectivamente. Para a cultivar Grande Naine no mesmo local, houve amplitude no CV de 9,17 a 118,43% para (P/S) e (Mg/Ca), respectivamente.

No caso da elevada variação entre a relação Mg/Ca, para a ‘Grande Naine’ no Ceará, se dá provavelmente pelo desequilíbrio entre os teores de Mg e Ca no solo e a elevada demanda de K pela bananeira, já que as relações Mg/Ca e K/Ca/Mg são de grande importância no manejo nutricional da bananeira, além de que o aumento do pH muito comuns em bananais produtivos e dos teores de Ca do solo para níveis elevados podem promover desequilíbrio de nutrientes na bananeira, que é muito sensível ao desequilíbrio entre Ca, K e Mg (SILVA e CARVALHO, 2004).

Para a cultivar Prata-Anã na Bahia, foram obtidas variação no CV de 8,81 a 125,47% para (P/S) e (Mn/Fe), respectivamente. Enquanto para a cultivar e Grande Naine as amplitudes de CV foram de 7,59 a 55,38% para (Mg/P) e (B/K), respectivamente.

Amplitudes distintas foram obtidas em Minas Gerais de 13,77 a 82,94% (SILVA e CARVALHO, 2006) para ‘Prata-Anã’ e, em São Paulo de 8,90 a 70,40% para bananeiras do subgrupo Cavendish (TEIXEIRA et al., 2007). Dessa forma, apesar

da maior variação em comparação a literatura, as normas geradas no presente estudo podem ser consideradas adequadas para a cultura, pois é comum os micronutrientes proporcionarem altos valores de CV nas relações duais (DEUS, 2016), o que está associado à maior interferência de fatores na sua dinâmica no sistema solo-planta e da alta variabilidade dos resultados das análises de micronutrientes.

Em todos os casos, os altos valores de CV das relações duais estão associados aos micronutrientes, principalmente Mn. É preciso considerar que os micronutrientes tem à sua disponibilidade no solo afetada pelo pH, pelo teor de matéria orgânica, pelo teor de argila, pelo material de origem e no caso específico do Fe e Mn pelo efeito indireto do potencial de oxi-redução, fatores esses, que podem contribuir para interferência no contato íon-raiz e na consequente absorção do elemento pela bananeira e no seu teor nos tecidos (ABREU et al., 2007). Para Fe e Mn a regulação da disponibilidade pode ser temporal por anoxia (RESENDE et al., 2017).

Isso reforça a ideia que para propor diagnósticos interpretativos e manejo cultural mais precisos é essencial considerar as interações entre nutrientes e as condições do sítio, solo e clima (DONATO et al., 2017), que influenciam o fluxo de nutrientes no sistema solo-planta e, que a visão do solo como um corpo natural *in situ* e sua relação com o genótipo e a atmosfera é insubstituível para prever a disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que não é possível somente pelas análises químicas de solos e tecidos (RESENDE et al., 2002), mesmo com normas muito bem estabelecidas, o que em síntese significa dizer, ambientes diferentes, manejos diferentes (RESENDE et al., 2017).

#### **4. CONCLUSÕES**

Foram estabelecidas as normas Kenworthy e DRIS específicas para cada genótipo e ambiente.

O baixo grau de universalidade das normas Kenworthy e DRIS, sugere que normas específicas devem ser usadas no diagnóstico nutricional da bananeira.

#### **5. REFERÊNCIAS**

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R.

B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.

AGUIAR MORÁN, J. F. Improvement of Cavendish banana cultivars through conventional breeding. **Acta Horticulturae**, v.986, p.205-208, 2013.

ANGELES, D. E.; SUMNER, M. E.; LAHAV, E. Preliminary DRIS norms for banana. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, p.1059-70, 1993.

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

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in diferente varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p.1-12, 2016.

BAILEY, J. S.; BEATTIE, J. A. M.; KILPATRICK, D. J. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards: I. model establishment. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 197, n. 1, p. 137-147, 1997.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Soil Science. Bulletin Nº 1**, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 1973.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendações de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.769-850.

CASTAMANN, A.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; BERRES, D.; ZANELLA, S. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) of soybean seed oil content. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1820- 1827, 2012.

DARA, S. T.; FIXEN, P. E.; GELDERMAN, R. H. Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 6, p. 1006-1010, 1992.

DEUS, J. A. L. **Demanda, partição de nutrientes e recomendação de adubação para bananeira com base em análise de solo, diagnose foliar e produtividade**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2016.

DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; DA SILVA, L. M.; DE OLIVEIRA LEMOS, C.; Wadt, P. G. S. Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 1, p. 64-71, 2010.

DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; RODRIGUES, M. G. V. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira 'Gigante'. **Informe Agropecuário**, v.38, n.296, 2017.

HALLMARK, W. B.; BEVERLY, R. B. Review: an update in the use of the diagnosis and recommendation integrated system. **Journal of fertilizers, Issues**, Manchester, v. 8, n. 3, p. 74-88, 1991.

JONES JUNIOR, J. B. Modern interpretation systems for soil and plant analysis in the USA. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 33, n. 8, p. 1039-1043, 1993.

KENWORTHY, A. L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. In: Reuther, W. (Ed.), **Plant analysis and fertilizers problems**. American Institute of Biological Science, Washington, p. 28-43, 1961.

KURIHARA, C. H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2004.

MARTIN-PRÉVEL, P. Banana. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. **Plant analysis: as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops**. Paris: Lavoisier Publishing, p.637-676, 1987.

MARTIN-PRÉVEL, P.; BANANIER. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Eds.), *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. **Tec & Doc**, Paris, pp.715-51, 1984.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier. **Fruits**, Paris, v.29, n. 9, 1974. 583-588.

PEREIRA, N. S.; FERREIRA, A. M. O.; do NASCIMENTO SILVA, J. A.; de ARAÚJO, L. T. L.; da SILVA, F. L. Obtenção de normas DRIS preliminares e faixas de suficiência para bananeira do subgrupo Prata na região do Baixo Jaguaribe, CE, Brasil. **Revista agro@ mbiente on-line**, v. 9, n. 3, p. 347-351, 2015.

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

REIS JUNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Sugarcane nutritional diagnosis with DRIS norms established in Brazil, South Africa, and the united states. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 25, n. 12, p. 2831-2851, 2002.

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J.L. Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. In: ÁLVAREZ V., V.H. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2, p.593-643.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. Uso das informações pedológicas agrícola e não agrícola. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia – solos dos biomas brasileiros**. 1ª Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p.47-110.

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. D.. Amostragem foliar da bananeira ‘Prata-Anã’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 321-325, 2010.

ROCHA, A. C. da; LEANDRO, W. M.; ROCHA, A. O.; SANTANA, J. das G.; ANDRADE, J. W. de S. Normas DRIS para cultura do milho semeado em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, GO, Brasil. **Bioscience Journal**, v.23, p.50-60, 2007.

ROCHA, J. B. O. **Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e Sul da Bahia**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 56p. (Dissertação de Mestrado).

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 105-113, 2010.

SILVA, G. G. C.; NEVES, J. C. L.; ALVAREZ V., V. H.; LEITE, F. P. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, 2005.

SILVA, J. T. A. da. Solo, adubação e nutrição para bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p.74-83, 2015.

SILVA, J. T. A., CARVALHO, J. G. Estabelecimento de normas DRIS para bananeira ‘Prata-Anã’ (AAB) sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 43-51, 2006.

SILVA, J. T. A., CARVALHO, J. G. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeira ‘Prata-Anã’ (AAB) irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 332-338, 2004.

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. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.919-931, 2013.

SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T. D.; FERNANDES, P. D.; ALVES, A. N.; SILVA, F. V. D. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras ‘Prata-Anã’. **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, 2008.

SUMNER, M. E. Effect of corn leaf sampled on N, P, K, Ca, and Mg content and calculated DRIS indices. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 8, n. 3, p. 269-280, 1977.

TEIXEIRA, L. A. J.; ZAMBROSI, F. C. B.; BETTIOL NETO, J. E. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de São Paulo: normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 613-620, 2007.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1421-1428, 2006.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v.6, p.149-88, 1987.

## CAPÍTULO 2

### CURVAS DE RESPOSTA POTENCIAL E FAIXAS DE SUFICIÊNCIA NUTRICIONAL PARA BANANEIRA ‘PRATA-ANÃ’ EM DOIS AMBIENTES

#### RESUMO

A boa nutrição é condição essencial para atingimento de elevadas produtividades em bananais. Objetivou-se com o presente trabalho obter as curvas de resposta potencial dos nutrientes específicas, quanto ao grau de balanço e equilíbrio e as faixas de suficiência pelos métodos da Linha de Fronteira, Kenworthy e DRIS para interpretação do estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’ em dois ambientes de produção. Os estudos foram desenvolvidos a partir do banco de dados de teores de nutrientes nas folhas e produtividade pertencente à duas fazendas da empresa Sítio Barreiras, localizadas em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como de alta produtividade, foram considerados população de referência. O banco de dados foi subdividido em dois: o primeiro, com 253 amostras para ‘Prata-Anã’ e população de referência com produtividade maior que  $39,81 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , pertencente à fazenda de Missão Velha; o segundo, com 147 amostras e população de alta produtividade maior que  $41,69 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para ‘Prata-Anã’, pertencente à fazenda de Ponto Novo. Foram obtidas curvas de resposta potencial para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes, com elevada capacidade preditiva, para bananeira ‘Prata-Anã’ irrigada. Foram obtidas faixas de suficiência para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes que permitem a avaliação otimizada do estado nutricional, quanto ao grau de balanço e de equilíbrio, como fator de produção, da bananeira ‘Prata-Anã’ irrigada.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., AAB, condições do sítio, estado nutricional, métodos de diagnóstico

## 1. INTRODUÇÃO

O diagnóstico do estado nutricional das plantas é fundamental para que se conheça e avalie sob quais condições nutricionais, a planta se encontra (DEUS et al., 2012). A interpretação de resultados de análise de tecidos vegetais como forma de avaliação do estado nutricional tem sido amplamente utilizada de forma a permitir intervenções mais precisas em sistemas de produção através de práticas de manejo e adubação (URANO et al., 2006).

Existem diferentes métodos para avaliação do estado nutricional, podendo-se destacar métodos clássicos como o nível crítico (NC) e faixa de suficiência (FS). Concernente às faixas de suficiência para bananeiras Silva et al. (2002) estabeleceram faixas de suficiência para a 'Prata-Anã' no Norte de Minas Gerais. Outra alternativa para avaliação do estado nutricional é o uso dos métodos Kenworthy e DRIS que refletem o balanço e o equilíbrio entre os nutrientes, respectivamente. Deus (2016) e Silva e Carvalho (2006), estabeleceram normas para bananeira 'Prata-Anã'.

Convencionalmente, esses valores de referência são estabelecidos em experimentos de calibração, nos quais as características genéticas, ambientais e as interações entre os nutrientes são controladas (WADT et al., 1998). Por essa razão a composição nutricional dos tecidos vegetais pode ser influenciada por uma série de fatores pertinentes à própria planta e ao ambiente. O estabelecimento de FS mais generalistas foram empregadas mesmo em condições ambientais diversas, o que pode levar a falsos diagnósticos. Camacho et al. (2012) alegaram que os métodos que determinam os valores de referência de nutrientes regionalmente podem fornecer resultados mais precisos. Portanto, estabelecer intervalos de suficiência de nutrientes para regiões e cultivares específicas pode constituir em vantagens significativas.

Para isso, o uso da abordagem da Linha de Fronteira constitui uma alternativa aos experimentos de calibração, utilizando informações de monitoramento nutricional de talhões comerciais. Este método consiste em traçar o relacionamento entre os teores de nutrientes com a produtividade e permite determinar o nível ótimo do nutriente ou relações no tecido vegetal, além de possibilitar a estimativa da produção máxima para qualquer conjunto de dados (ALMEIDA et al., 2016; ALI, 2018).

Há na literatura vários estudos que determinaram as faixas de suficiência de nutrientes para diversas culturas pelo uso do método da linha de fronteira, por exemplo, para palma forrageira (BLANCO-MACÍAS et al., 2009; 2010), blueberry

selvagem (LANFORD, 2009), meloeiro (MAIA e MORAIS, 2016), cana-de-açúcar (MACCRA Y et al., 2010), seringueira (NJUKENG et al., 2013) e pitaia (ALMEIDA et al., 2016). Contudo, há demanda desse tipo de trabalho para bananeira.

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho obter as curvas de resposta potencial dos nutrientes específicas, quanto ao grau de balanço e equilíbrio e as faixas de suficiência pelos métodos da Linha de Fronteira, Kenworthy e DRIS para interpretação do estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’ em dois ambientes de produção.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição das condições experimentais**

Os estudos foram desenvolvidos a partir de dados levantados em duas fazendas da empresa Sítio Barreiras. A primeira, localizada no município de Missão Velha, Ceará, coordenadas geográficas de 7°35’90" S e 39°21’17" W, com altitude aproximada de 442 m. O clima da região é do tipo Aw - clima tropical com estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão (Köppen-Geiger), precipitação média anual de 942 mm e temperatura média de 25,8 °C. O solo predominante da área classificado originalmente como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 57 talhões de bananeira ‘Prata-Anã’, todos fertirrigados com área média de 3,26 ha.

A segunda, localizada no perímetro irrigado de Ponto Novo, S/N, Lote 14, Ponto Novo, Bahia, coordenadas geográficas de 10°51’46’’ S, longitude 40°08’01’’ W, altitude aproximada de 362 m, clima Aw pela classificação de Köppen-Geiger, precipitação média anual de 696 mm e temperatura média de 24,1 °C. O solo predominante da área classificado originalmente como Latossolo Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 117 talhões, sendo 100 talhões de bananeira ‘Prata-Anã’ todos fertirrigados com área média de 4,53 ha.

As características químicas dos solos dos locais onde-se encontram cada cultivar constam na Tabela 1 e os dados meteorológicos dos locais na Tabela 2.

**Tabela 1.** Características químicas dos solos cultivados com bananeiras ‘Prata-Anã’, em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

Local	Cultivar	Profundidade da amostragem cm	pH	MOS	P	K	Ca	Mg	CTC	V	P-Rem
				g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----			%	mg L <sup>-1</sup>	
Ceará	Prata-Anã	0 – 20	7,3	29,2	164,4	8,4	79,7	17,9	114,7	91,1	53,4
		20 – 40	8,0	29,0	140,0	9,0	132,0	25,0	175,1	94,8	49,8
Bahia	Prata-Anã	0 – 20	6,5	20,0	106,0	3,0	28,0	11,0	52,0	81,0	45,1
		20 – 40	6,4	12,0	21,0	2,1	11,0	5,0	38,0	58,0	44,6

pH em água relação 1:2,5; P, K, Cu, Mn, Fe e Zn, extrator Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; MOS = teor de matéria orgânica do solo obtida por carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black); CTC = Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; V = saturação por base. Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados de Análise de Solos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA.

**Tabela 2.** Dados meteorológicos registrados nas fazendas de Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA durante o ano de 2016.

Mês	Temp. média (°C)	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	DPV (kPa)	Vel. Max. Vento (m s <sup>-1</sup> )
Missão Velha – CE							
Janeiro	26,91	31,96	21,86	231,10	74,22	0,76	1,60
Fevereiro	26,95	33,17	20,73	60,90	77,61	0,67	1,60
Março	27,79	33,38	22,21	198,50	78,13	0,68	1,54
Abril	27,05	32,84	21,26	33,50	74,05	0,78	3,09
Mai	27,14	33,40	20,88	30,00	66,65	1,01	3,09
Junho	26,23	32,64	19,82	17,60	64,00	1,05	7,72
Julho	26,39	33,22	19,57	0,00	50,60	1,46	5,14
Agosto	27,00	34,68	19,32	0,00	45,92	1,67	5,14
Setembro	28,29	35,58	21,01	3,10	45,66	1,78	4,63
Outubro	29,26	36,72	21,81	0,00	44,07	1,93	3,60
Novembro	29,67	36,32	23,03	0,00	43,41	1,97	3,09
Dezembro	29,04	35,61	22,47	69,10	52,98	1,58	3,09
Ponto Novo – BA							
Janeiro	25,19	29,84	22,37	190,83	82,92	0,48	5,18
Fevereiro	25,83	31,86	21,08	20,80	74,06	0,75	5,98
Março	26,90	32,95	21,85	0,00	69,02	0,94	6,58
Abril	26,51	32,63	21,37	14,45	64,73	1,05	5,58
Mai	24,48	29,58	20,45	49,25	76,05	0,64	6,21
Junho	23,12	27,93	19,47	31,55	78,08	0,54	5,68
Julho	22,60	28,29	18,16	8,85	75,48	0,60	6,11
Agosto	23,33	29,25	18,57	11,75	71,71	0,72	6,50
Setembro	24,48	30,63	19,66	1,80	69,65	0,82	6,75
Outubro	25,99	32,57	20,86	5,95	66,99	0,98	7,10
Novembro	24,53	25,23	23,82	184,00	70,79	0,74	1,34
Dezembro	25,2	25,98	24,42	44,20	69,49	0,80	1,32

UR: Umidade Relativa; DPV: Déficit de Pressão de Vapor; Vel. Max. Vento: Velocidade Máxima do Vento. Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados Meteorológicos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA, registrados por estações meteorológicas automáticas instaladas nas respectivas áreas.

## 2.2. Banco de dados

Foram utilizados resultados de análises de tecidos (folha) do banco de dados pertencente ao grupo Sítio Barreiras. Proveniente de análises realizadas ao longo dos anos, assim como as produtividades correspondentes aos respectivos talhões.

O tecido foliar foi amostrado de acordo com as recomendações de Martin-Prével (1974; 1984; 1987) com modificações conforme Rodrigues et al. (2010). A amostragem consistiu na coleta da porção central do limbo da terceira folha, contando-se a partir do ápice, na época em que a inflorescência apresentava duas ou três pencas masculinas abertas. As amostras foram processadas e analisadas quanto aos teores de teores foliares de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de acordo com Bataglia et al. (1983).

As produtividades foram estimadas em  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  por meio de pesagem das pencas na colheita, após essa determinação foi estabelecido a produtividade relativa, considerando a máxima produtividade igual a 100,00%. As análises de folha foram realizadas uma vez por semestre.

O banco de dados foi dividido em dois, em função dos locais. O primeiro banco de dados, originado da fazenda de Missão Velha, CE, contendo os resultados das análises de tecidos cujas amostras foram coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2010 e 2017, correspondente à cultivar Prata-Anã (AAB). A amostra inicial com 804 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $35,91 \pm 7,8\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi separada em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $39,81\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (72,72% da produtividade relativa máxima) e tamanho da amostra  $n = 253$ .

O segundo banco de dados, originado da fazenda de Ponto Novo, BA, contendo os resultados das análises de tecidos cujas amostras foram coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2014 e 2016, correspondente à cultivar Prata-Anã. A amostra inicial composta de 481 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $34,89 \pm 13,59\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi subdividida em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $41,69\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (57,00% da produtividade relativa máxima) e tamanho da amostra  $n = 147$ .

## 2.3 Determinações das curvas de resposta potencial dos nutrientes, valores de referência e faixas de suficiência

### 2.3.1 Linha de Fronteira (LF)

As faixas de suficiência dos nutrientes foram determinadas a partir de uma equação ajustada em função da relação entre a produtividade relativa (PR) no eixo y e os teores de nutrientes nas folhas das bananeiras no eixo x, selecionando os pontos pertencentes a região da fronteira superior da dispersão de dados. Para isto foi utilizado a abordagem da linha de fronteira, com o auxílio do programa computacional “Boundary Fit” desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa conforme Almeida et al. (2016).

Após identificação dos talhões da linha de fronteira (LF) e extraí-los da nuvem de pontos, foram gerados modelos de regressão com o aplicativo computacional CurveExpert Basic 1.4, sendo a produtividade relativa (%), a variável dependente em função dos teores de nutrientes nas folhas, variáveis independentes.

Deste modo, foram obtidas para cada nutriente as faixas de suficiência pela linha de fronteira (LF), com base nas classes deficiente ( $PR < 70 \%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , à direita do máximo).

### 2.3.1 Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW)

A partir da população de referência foram obtidas a média e a variabilidade dos teores foliares de nutrientes referente às normas (Tabela 3), sendo em seguida, calculado os índices-padrão (P), por meio da proporção entre o teor do nutriente na amostra e o teor padrão, influência da variação (I) e coeficiente de variação (CV), sendo todos expressos em percentagem (KURIHARA, 2004). Para a obtenção do IBKW, utilizaram-se as seguintes equações:

$$P = (100y_i) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.1})$$

$$I = CV (y_i - \bar{Y}) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.2})$$

$$IBKW = P - I \quad (\text{Eq. 2.3})$$

Em que, P = proporção (%) entre o teor do nutriente na amostra ( $y_i$ ) e o teor padrão ( $\bar{Y}$ ); I = influência da variação (%); CV = coeficiente de variação (%) do teor do nutriente na população de referência; IBKW = Índice Balanceado de Kenworthy. Assim, os limites das faixas de suficiência dos teores foliares correspondentes a cada classe de balanço foram obtidos conforme proposto por Fernandes (2010).

**Tabela 3.** Normas de teores foliares de nutrientes em bananeiras ‘Prata-Anã’ estabelecidas pelos métodos Kenworthy, estratificados por locais, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

CEARÁ				BAHIA			
Norma	$\bar{Y}$	s	CV (%)	Norma	$\bar{Y}$	s	CV (%)
N	21,9089	1,5820	7,22	N	23,0045	2,9416	12,79
P	1,6753	0,2491	14,87	P	1,6101	0,1313	8,16
K	33,9927	6,3498	18,68	K	31,3565	7,1523	22,81
Ca	6,4860	1,2523	19,31	Ca	5,6180	0,5681	10,11
Mg	2,3777	0,3690	15,52	Mg	2,7007	0,4349	16,10
S	1,5536	0,2691	17,32	S	1,4702	0,1526	10,38
B	11,0638	4,5581	41,20	B	14,7435	2,7223	18,46
Cu	6,1797	2,3583	38,16	Cu	5,2980	0,8416	15,89
Fe	67,4036	12,7856	18,97	Fe	57,3365	15,2073	26,52
Mn	179,3976	92,5274	51,58	Mn	84,6806	32,1586	37,98
Zn	16,4921	2,9857	18,10	Zn	14,8340	1,5562	10,49

Norma = teores da população de referência ( $\geq$  média + 0,5 desvio-padrão), os teores de N, P, K, Ca, Mg e S são expressos em  $g\ kg^{-1}$ , e Cu, Fe, Zn, Mn e B em  $mg\ kg^{-1}$ ;  $\bar{Y}$  = média de teores de nutrientes na folha diagnóstica; s = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

Fonte: Elaboração do autor.

Foram obtidas para cada nutriente as faixas de suficiência, considerando os limites das classes de suficiência determinadas por Kenworthy (1961): deficiente ( $IBKW < 50\%$ ); tendência a suficiente ( $50 \leq IBKW < 83\%$ ); suficiente ( $83 \leq IBKW < 100\%$ ); alta ( $100 \leq IBKW < 117\%$ ); tendência a excessiva ( $117 \leq IBKW < 150\%$ ) e excessiva ( $IBKW \geq 150\%$ ).

Em seguida à obtenção dos índices Kenworthy para todos os nutrientes, parametrizados com normas específicas propostas para cada local, esses foram relacionados com a produtividade relativa e selecionados os pontos que correspondem à linha de fronteira superior, para escolha do modelo que melhor ajustava aos dados.

Desse modo, foram obtidas para cada nutriente as novas faixas de suficiência dos Índices Balanceados de Kenworthy, com base nas classes deficiente ( $PR < 70\%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90\%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100\%$ ), alta ( $100 > PR$

$\geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , à direita do máximo).

### 2.3.3 Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

Para determinação das faixas normais pelo método DRIS, foram calculadas a média ( $\bar{Y}$ ), o coeficiente de variação (CV) e o desvio padrão (s) para a população de referência, utilizando todas as relações possíveis (ex.: A/B ou B/A). As funções intermediárias para geração dos índices DRIS seguiram a fórmula de Jones (1981):

$$f(A/B) = [(A/B) - (a/b)] / s \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Em que A/B = valor da relação entre as concentrações dos dois nutrientes na planta sob diagnóstico; a/b e s = as médias e os desvios-padrão das relações (A/B) entre nutrientes das amostras da população de referência.

Os índices DRIS para cada nutriente (NI, PI, KI, CaI, MgI, SI, BI, CuI, FeI, MnI e ZnI) foram determinados conforme Alvarez V. e Leite (1999).

Em seguida à obtenção dos índices DRIS para todos os nutrientes, parametrizados com normas específicas propostas para o local e cultivar, esses foram relacionados com a produtividade relativa e selecionados os pontos que correspondem à linha de fronteira superior, para escolha do modelo que melhor ajustava aos dados.

Desse modo, foram obtidos para cada nutriente os novos valores de referência para os índices DRIS, com base nas classes deficiente ( $PR < 70 \%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , à direita do máximo).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

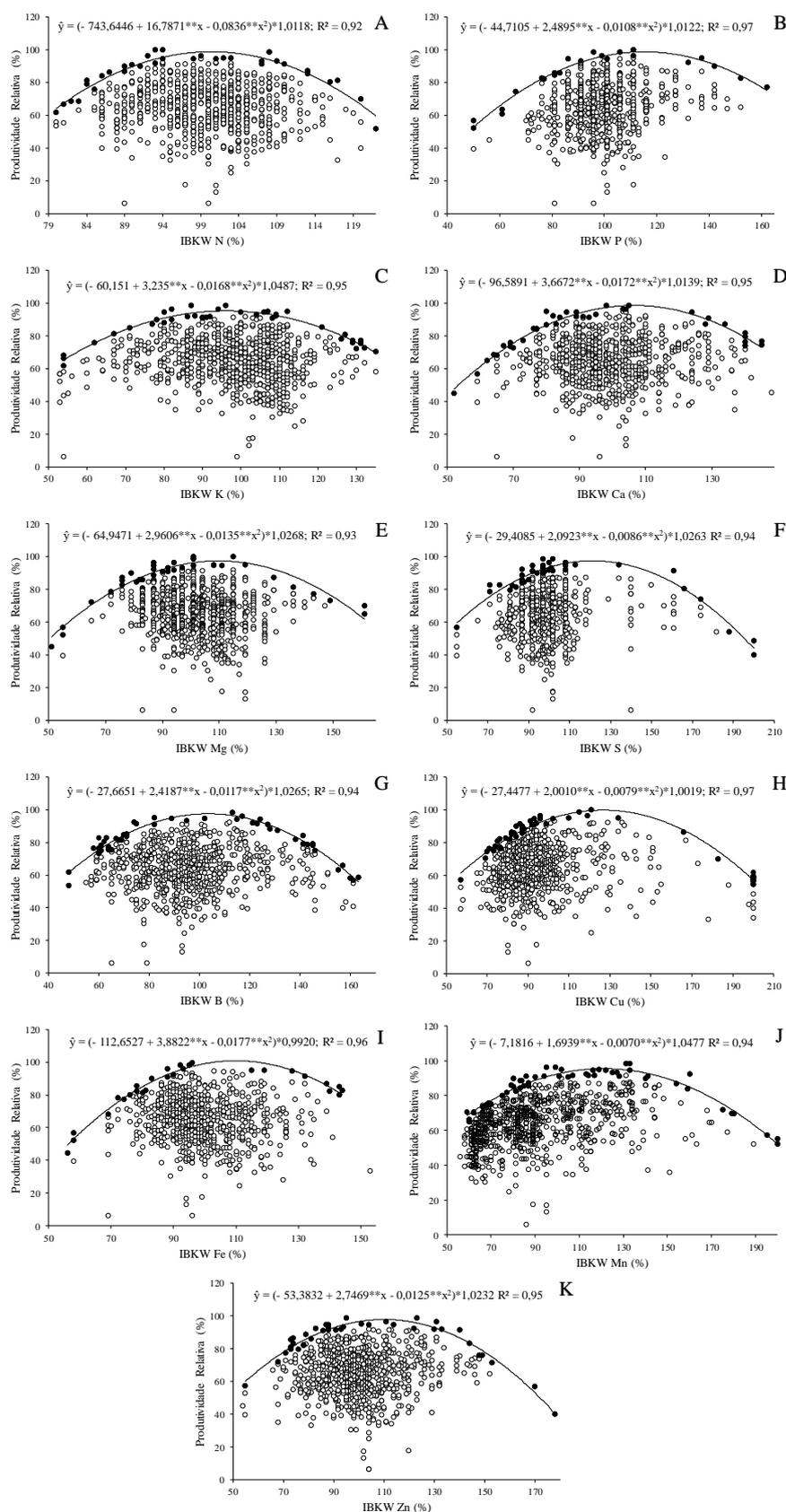
Pela proposta original do método de Kenworthy (1961) as faixas de suficiência para todos os nutrientes constituem-se nos mesmos valores, baseado na premissa que todos os nutrientes possuem a mesma importância na determinação da produtividade. Entretanto, pelos modelos quadráticos ajustados (Figuras 1 e 2) em função da relação entre produtividade relativa e as faixas de suficiência pa os Índices Balanceados de

Kenworthy (IBKW), com base no método da Linha de Fronteira (LF), percebe-se que as faixas de suficiência não são iguais, o que contradiz a proposta de Kenworthy. As diferenças entre as faixas de suficiência entre os nutrientes são devido ao grau de importância do nutriente na determinação da produtividade, o qual está associado à sua limitação à produtividade, correspondente ao nutriente que estiver no mínimo.

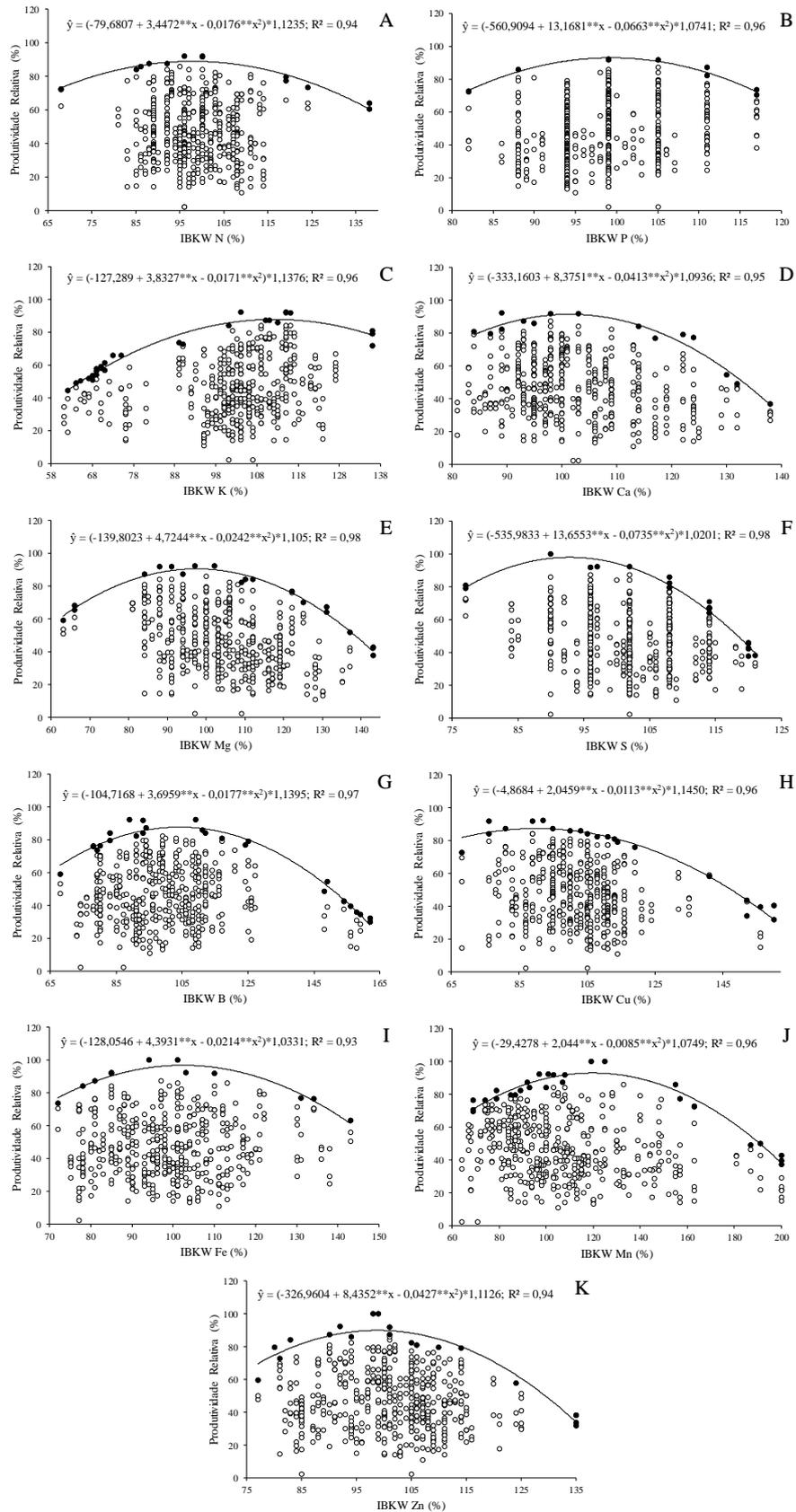
Isso sugere que a estratégia discreta utilizada para interpretação dos índices Kenworthy, baseada em faixas de suficiência iguais, cuja amplitude não faz distinção entre culturas e nutrientes, pode não ser a mais adequada, conforme também observado por Fernandes (2010) e Galdino (2015). Isso é justificável, pois as faixas de suficiência, propostas originalmente por Kenworthy para a macieira, parecem ter seguido apenas critério estatístico, considerando, de maneira geral, uma variabilidade média do teor do nutriente na população de referência em torno de 20%. Dessa forma, quando a variabilidade difere muito desse valor a interpretação pode ser equivocada. Isso assume maior importância para os micronutrientes, cuja variabilidade é normalmente elevada em folhas de bananeira (SILVA e RODRIGUES, 2001; DONATO et al., 2010), em razão da complexidade da sua dinâmica no sistema solo-planta (ABREU et al., 2007).

Para a cultivar Prata-Anã produzida no Ceará e na Bahia, com uso da abordagem da linha de fronteira (Figuras 1 e 2) ajustaram-se equações de regressão entre a produtividade relativa e os Índices IBKW. Os modelos ajustados foram quadráticos significativos e com valores elevados de  $R^2$  (0,92 a 0,97) para todos os nutrientes. As faixas de suficiência para interpretação dos Índices Balanceados de Kenworthy para cada nutriente foram calculadas a partir das equações de regressão (Tabela 4).

Os limites inferiores da faixa Suficiente para a bananeira ‘Prata-Anã’ cultivada no Ceará (Tabela 4) foram muito próximos aos da proposta por Kenworthy (1961) que é 83%, com maior variação K (72%), Cu (91%) e B (75%). Para o limite superior as faixas de Suficiente da maioria dos nutrientes ficaram próximos do proposto no método original, com exceção do P (115%), S (121%), Cu (126%) e Mn (120%), que foram bem acima da faixa Suficiente (100%), demonstrando as diferenças das faixas Suficiente entre os nutrientes.



**Figura 1.** Linha de Fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e Índices Kenworthy para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, em Missão Velha, CE. Fonte: Elaboração do autor.



**Figura 2.** Linha de Fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e Índices Kenworthy para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, em Ponto Novo, BA. Fonte: Elaboração do autor.

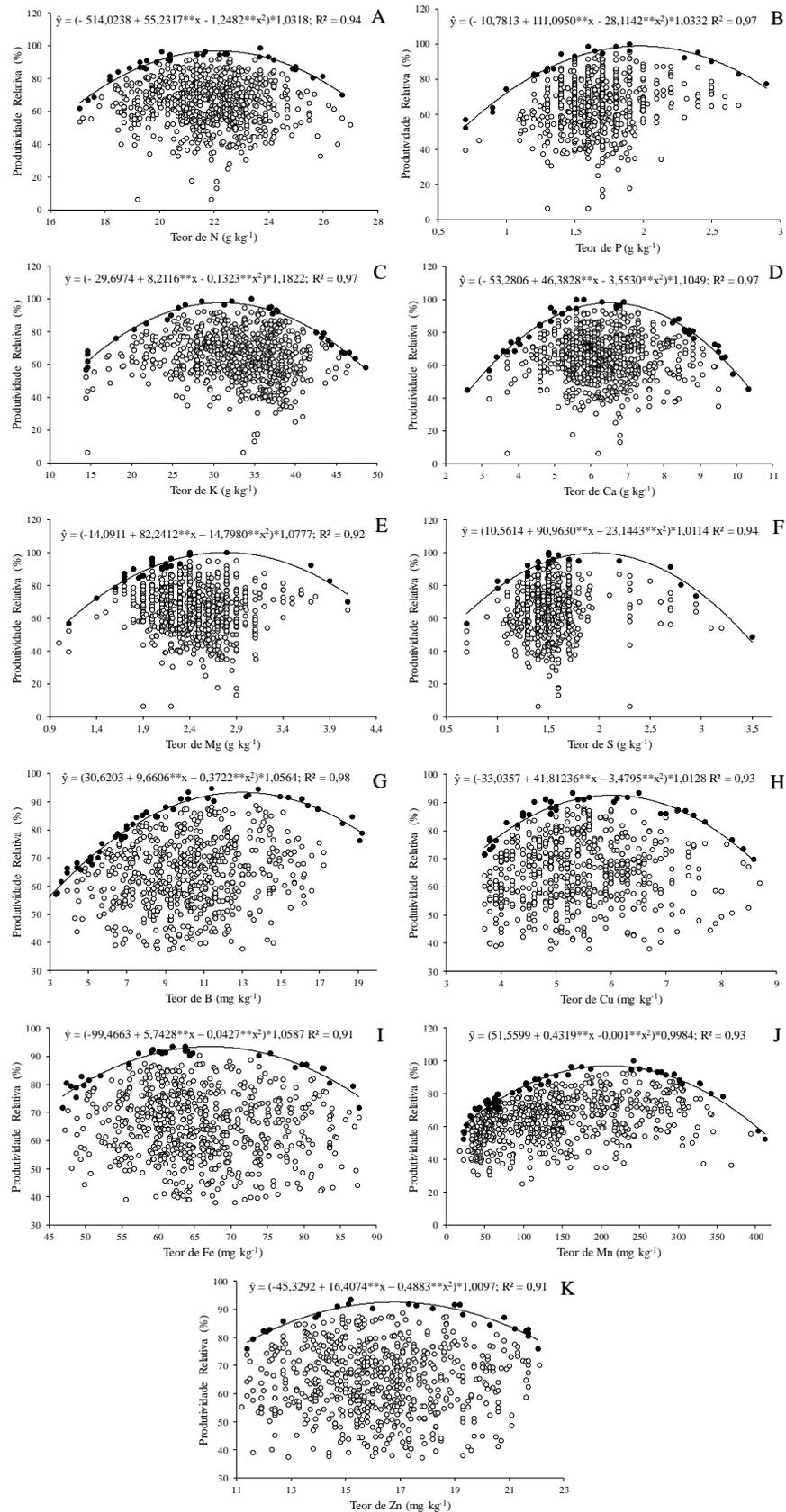
**Tabela 4.** Faixas de suficiência propostas para interpretação dos Índices Balanceados de Kenworthy (%), obtidos com uso do método da Linha de Fronteira, para nutrientes nas folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Nutri.	Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)					
	Deficiente (< 70%)	Tendência à Suficiente (70-90%)	Suficiente (90-100%)	Alto (100-90%)	Tendência à Excesso (90-70%)	Excessivo (<70%)
Missão Velha, CE						
N	<82	82 – 89	89 - 100	100 - 111	111 - 119	≥119
P	<63	63 – 85	85 - 115	115 - 146	146 - 168	≥168
K	<55	55 – 72	72 - 96	96 - 120	120 - 137	≥137
Ca	<65	65 – 83	83 - 106	106 - 130	130 - 148	≥148
Mg	<63	63 – 83	83 - 109	109 - 137	137 - 156	≥156
S	<63	63 – 88	88 - 121	121 - 155	155 - 179	≥179
B	<53	53 – 75	75 - 103	103 - 132	132 - 153	≥153
Cu	<65	65 – 91	91 - 126	126 - 162	162 - 188	≥188
Fe	<69	69 – 86	86 - 109	109 - 134	134 - 151	≥151
Mn	<57	57 – 84	84 - 120	120 - 158	158 - 185	≥185
Zn	<62	62 – 82	82 - 109	109 - 138	138 - 158	≥158
Ponto Novo, BA						
N	<59	59 – 75	75 – 97	97 - 120	120 - 137	≥137
P	<79	79 – 87	87 – 99	99 - 111	111 - 120	≥120
K	<73	73 – 90	90 – 112	112 - 135	135 - 152	≥152
Ca	<76	76 – 87	87 – 101	101 - 116	116 - 127	≥127
Mg	<64	64 – 78	78 – 97	97 - 117	117 - 131	≥131
S	<73	73 – 81	81 – 93	93 - 104	104 - 113	≥113
B	<66	66 – 82	82 – 104	104 - 126	126 - 143	≥143
Cu	<42	42 – 62	62 – 90	90 - 118	118 - 138	≥138
Fe	<66	66 – 81	81 – 102	102 - 124	124 - 139	≥139
Mn	<63	63 – 87	87 – 119	119 - 153	153 - 177	≥177
Zn	<74	74 – 84	84 – 99	99 - 113	113 - 124	≥124

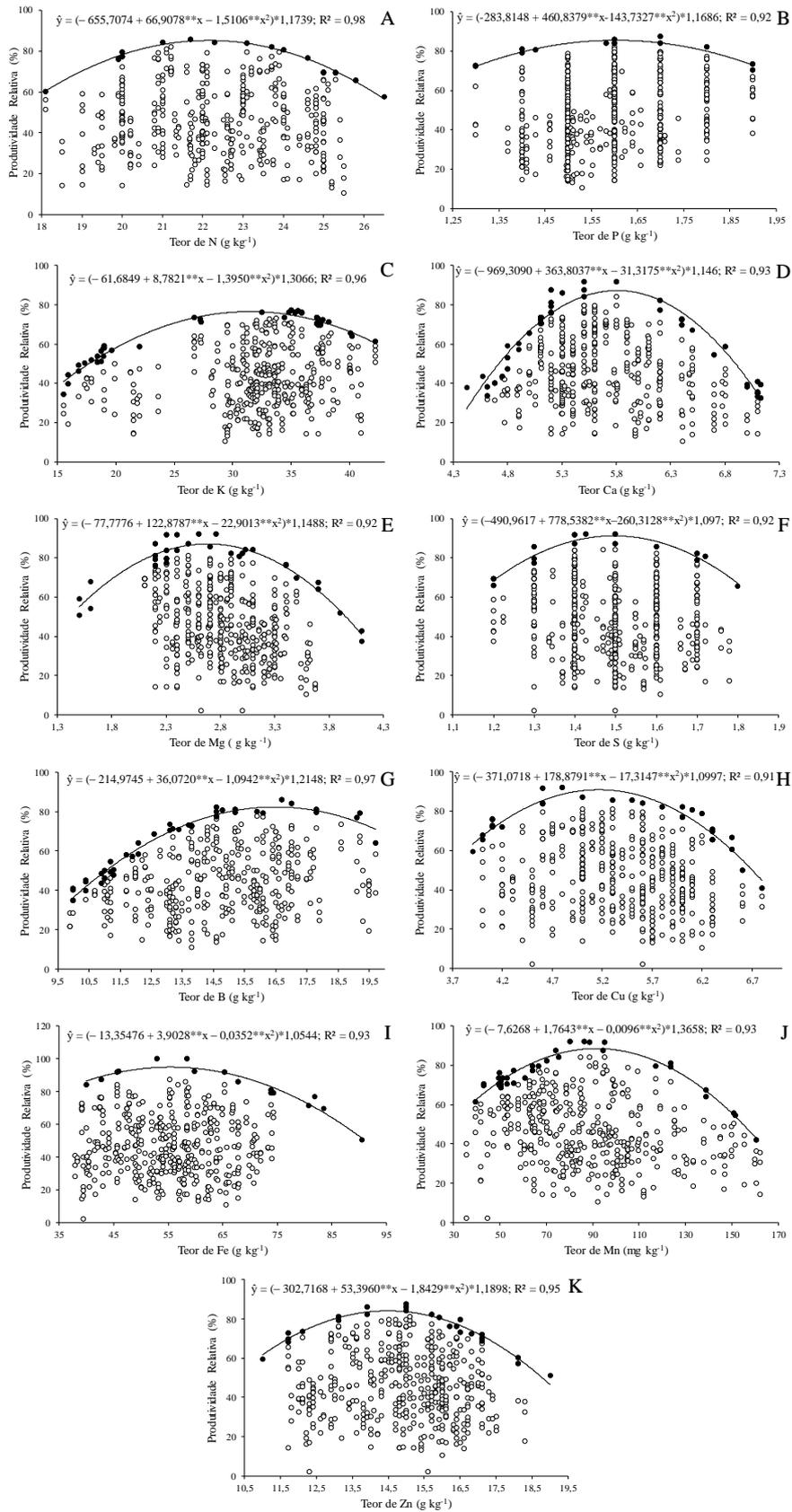
Fonte: Elaboração do autor.

Os limites inferiores da faixa Suficiente para a bananeira ‘Prata-Anã’ cultivada na Bahia (Tabela 4) foram muito próximos aos da proposta por Kenworthy (1961) que é 83%, com maior variação para N (75%) e Cu (62%). Para o limite superior a faixa Suficiente para maioria dos nutrientes ficaram próximos do proposto no método original, com exceção do K (112%) e Mn (119%), que foram bem acima da faixa Suficiente (100%), evidenciando as diferenças das faixas Suficiente entre os nutrientes.

O uso da abordagem da Linha de Fronteira possibilitou o ajuste de equações de regressão quadráticas significativas com valores elevados de  $R^2$  (0,91 a 0,98) em função da relação entre produtividade relativa e teores de nutrientes em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, cultivada no Ceará (Figura 3) e na Bahia (Figura 4). As faixas ótimas de nutrientes foram calculadas a partir das equações de regressão (Tabela 5).



**Figura 3.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e teores de N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de banana ‘Prata-Anã’, em Missão Velha, CE. Fonte: Elaboração do autor.



**Figura 4.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e teores de N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de banana ‘Prata-Anã’, em Ponto Novo, BA. Fonte: Elaboração do autor.

**Tabela 5.** Faixas de suficiência obtidas com uso do método da Linha de Fronteira para nutrientes nas folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, em Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)						
Nutri.	Tendência à		Suficiente	Alto	Tendência à	
	Deficiente (< 70%)	Suficiente (70-90%)			Excesso (90-70%)	Excessivo (<70%)
Missão Velha, CE						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<17,3	17,3 - 19,3	19,3 - 22,0	22,0 - 24,9	24,9 - 26,9	≥26,9
P	<0,9	0,9 - 1,4	1,4 - 2,0	2,0 - 2,6	2,6 - 3,1	≥3,1
K	<15,6	15,6 - 22,6	22,6 - 32,2	32,2 - 41,9	41,9 - 48,9	≥48,9
Ca	<3,1	3,1 - 4,6	4,6 - 6,5	6,5 - 8,6	8,6 - 10,0	≥10,0
Mg	<1,2	1,2 - 1,8	1,8 - 2,6	2,6 - 3,4	3,4 - 4,0	≥4,0
S	<0,8	0,8 - 1,3	1,3 - 2,0	2,0 - 2,6	2,6 - 3,1	≥3,1
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<4,9	4,9 - 8,4	8,4 - 13,0	13,0 - 17,8	17,8 - 21,2	≥21,2
Cu	<3,4	3,4 - 5,6	5,6 - 8,4	8,4 - 11,4	11,4 - 13,6	≥13,6
Fe	<36,6	36,6 - 54,2	54,2 - 77,6	77,6 - 102,1	102,1 - 119,7	≥119,7
Mn	<77,4	77,4 - 140,1	140,1 - 223,8	223,8 - 311,4	311,4 - 374,1	≥374,1
Zn	<9,8	9,8 - 13,5	13,5 - 18,3	18,3 - 23,3	23,3 - 26,9	≥26,9
Ponto Novo, BA						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<18,0	18,0 - 19,9	19,9 - 22,1	22,1 - 24,5	24,5 - 26,3	≥26,3
P	<1,2	1,2 - 1,4	1,4 - 1,6	1,6 - 1,9	1,9 - 2,1	≥2,1
K	<18,6	18,8 - 24,0	24,0 - 31,3	31,3 - 38,8	38,8 - 44,3	≥44,3
Ca	<4,9	4,9 - 5,3	5,3 - 5,8	5,8 - 6,3	6,3 - 6,7	≥6,7
Mg	<1,6	1,6 - 2,1	2,1 - 2,7	2,7 - 3,3	3,3 - 3,8	≥3,8
S	<1,2	1,2 - 1,3	1,3 - 1,5	1,5 - 1,7	1,7 - 1,8	≥1,8
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<11,7	11,7 - 13,7	13,7 - 16,4	16,4 - 19,2	19,2 - 21,2	≥21,2
Cu	<3,9	3,9 - 4,4	4,4 - 5,2	5,2 - 5,9	5,9 - 6,4	≥6,4
Fe	<27,0	27,0 - 39,0	39,0 - 55,0	55,0 - 71,8	71,8 - 83,8	≥83,8
Mn	<43,8	43,8 - 64,0	64,0 - 91,0	91,0 - 119,2	119,2 - 139,4	≥139,4
Zn	<10,8	10,8 - 12,4	12,4 - 14,5	14,5 - 16,6	16,6 - 18,2	≥18,2

Fonte: Elaboração do autor.

Com base nas normas e nas faixas de suficiência para interpretação dos índices balanceados de Kenworthy geradas no presente trabalho estabeleceram-se para a cultivar Prata-Anã produzida no Ceará e na Bahia as faixas de suficiência para interpretação do estado nutricional (Tabela 6).

**Tabela 6.** Faixas de suficiência propostas para nutrientes em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’ pelo método Kenworthy modificado, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Nutri.	Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)					
	Deficiente (< 70%)	Tendência à Suficiente (70-90%)	Suficiente (90-100%)	Alto (100-90%)	Tendência à Excesso (90-70%)	Excessivo (<70%)
Missão Velha, CE						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<17,7	17,7 - 19,3	19,3 - 21,9	21,9 - 24,5	24,5 - 26,4	≥26,4
P	<0,9	0,9 - 1,4	1,4 - 2,0	2,0 - 2,6	2,6 - 3,0	≥3,0
K	<15,2	15,2 - 22,3	22,3 - 32,3	32,3 - 42,4	42,4 - 49,5	≥49,5
Ca	<3,7	3,7 - 5,1	5,1 - 7,0	7,0 - 8,9	8,9 - 10,3	≥10,3
Mg	<1,3	1,3 - 1,9	1,9 - 2,6	2,6 - 3,4	3,4 - 4,0	≥4,0
S	<0,9	0,9 - 1,3	1,3 - 1,9	1,9 - 2,6	2,6 - 3,0	≥3,0
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<2,2	2,2 - 6,4	6,4 - 11,6	11,6 - 17,1	17,1 - 21,0	≥21,0
Cu	<2,7	2,7 - 5,3	5,3 - 8,8	8,8 - 12,4	12,4 - 15,0	≥15,0
Fe	<41,6	41,6 - 55,8	55,8 - 74,9	74,9 - 95,7	95,7 - 109,8	≥109,8
Mn	<20,1	20,1 - 120,1	120,1 - 253,5	253,5 - 394,3	394,3 - 494,3	≥494,3
Zn	<8,8	8,8 - 12,9	12,9 - 18,3	18,3 - 24,1	24,1 - 28,2	≥28,2
Ponto Novo, BA						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<12,2	12,2 - 16,4	16,4 - 22,2	22,2 - 28,3	28,3 - 32,8	≥32,8
P	<1,2	1,2 - 1,4	1,4 - 1,6	1,6 - 1,8	1,8 - 2,0	≥2,0
K	<20,4	20,4 - 27,3	27,3 - 36,2	36,2 - 45,6	45,6 - 52,5	≥52,5
Ca	<4,1	4,1 - 4,8	4,8 - 5,7	5,7 - 6,6	6,6 - 7,3	≥7,3
Mg	<1,5	1,5 - 2,0	2,0 - 2,6	2,6 - 3,2	3,2 - 3,7	≥3,7
S	<1,0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,4	1,4 - 1,5	1,5 - 1,7	≥1,7
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<8,6	8,6 - 11,5	11,5 - 15,5	15,5 - 19,4	19,4 - 22,5	≥22,5
Cu	<1,6	1,6 - 2,9	2,9 - 4,7	4,7 - 6,4	6,4 - 7,7	≥7,7
Fe	<30,8	30,8 - 42,5	42,5 - 58,9	58,9 - 76,1	76,1 - 87,8	≥87,8
Mn	<34,2	34,2 - 66,9	66,9 - 110,6	110,6 - 157,0	157,0 - 189,8	≥189,8
Zn	<10,5	10,5 - 12,2	12,2 - 14,7	14,7 - 17,0	17,0 - 18,8	≥18,8

Fonte: Elaboração do autor.

Utilizando as normas Kenworthy geradas no presente trabalho, foram estabelecidas faixas de suficiência nutricional com base nas faixas obtidos por Kenworthy (1961) (Tabela 7).

**Tabela 7.** Faixas de suficiência de nutrientes em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’ propostas pelo método Kenworthy tradicional (1961), Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Nutri.	Classes (Valor de Referência IBKW)					
	Deficiente (< 50%)	Tendência à Suficiente (50-83%)	Suficiente (83-100%)	Alto (100-117%)	Tendência à Excesso (117-150%)	Excessivo (≥150%)
Missão Velha, CE						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<10,1	10,1 - 17,9	17,9 - 21,9	21,9 - 25,9	25,9 - 33,7	≥33,7
P	<0,7	0,7 - 1,3	1,3 - 1,7	1,7 - 2,0	2,0 - 2,7	≥2,7
K	<13,1	13,1 - 26,9	26,9 - 34,0	34,0 - 41,1	41,1 - 54,9	≥54,9
Ca	<2,5	2,5 - 5,1	5,1 - 6,5	6,5 - 7,9	7,9 - 10,5	≥10,5
Mg	<1,0	1,0 - 1,9	1,9 - 2,4	2,4 - 2,9	2,9 - 3,8	≥3,8
S	<0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 1,6	1,6 - 1,9	1,9 - 2,5	≥2,5
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<1,7	1,7 - 7,9	7,9 - 11,1	11,1 - 14,3	14,3 - 20,5	≥20,5
Cu	<1,2	1,2 - 4,5	4,5 - 6,2	6,2 - 7,9	7,9 - 11,2	≥11,2
Fe	<25,8	25,8 - 53,3	53,3 - 67,4	67,4 - 81,5	81,5 - 109,0	≥109,0
Mn		116,4	116,4 - 179,4	179,4 - 242,4	242,4 - 364,6	≥364,6
Zn	<6,4	6,4 - 13,1	13,1 - 16,5	16,5 - 19,9	19,9 - 26,6	≥26,6
Ponto Novo, BA						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<9,8	9,8 - 18,5	18,5 - 23,0	23,0 - 27,5	27,5 - 36,2	≥36,2
P	<0,7	0,7 - 1,3	1,3 - 1,6	1,6 - 1,9	1,9 - 2,5	≥2,5
K	<11,1	11,1 - 24,5	24,5 - 31,4	31,4 - 38,3	38,3 - 51,7	≥51,7
Ca	<2,5	2,5 - 4,6	4,6 - 5,6	5,6 - 6,7	6,7 - 8,7	≥8,7
Mg	<1,1	1,1 - 2,2	2,2 - 2,7	2,7 - 3,3	3,3 - 4,3	≥4,3
S	<0,7	0,7 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 1,8	1,8 - 2,3	≥2,3
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<5,7	5,7 - 11,7	11,7 - 14,7	14,7 - 17,8	17,8 - 23,8	≥23,8
Cu	<2,1	2,1 - 4,2	4,2 - 5,3	5,3 - 6,4	6,4 - 8,4	≥8,4
Fe	<18,3	18,3 - 44,1	44,1 - 57,3	57,3 - 70,6	70,6 - 96,4	≥96,4
Mn	<16,4	16,4 - 61,5	61,5 - 84,7	84,7 - 107,9	107,9 - 152,9	≥152,9
Zn	<6,5	6,5 - 12,0	12,0 - 14,8	14,8 - 17,7	17,7 - 23,1	≥23,1

<sup>1</sup>Para Mn correspondem as faixas deficiente e tendência à suficiente;

Fonte: Elaboração do autor.

A faixa Suficiente estabelecida pelo método da Linha de Fronteira (LF) para ‘Prata-Anã’ no Ceará, para N varia de 19,2 a 22,0 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), com mesmos valores para Kenworthy modificado, 19,3 a 21,9 g kg<sup>-1</sup>, (Tabela 6) e próximo ao obtido pelo método do Kenworthy tradicional, 17,9 a 21,9 g kg<sup>-1</sup>, (Tabela 7), sendo igual no limite superior. A faixa Suficiente estabelecida pelo método da Linha da Fronteira (LF) para ‘Prata-Anã’ na Bahia, para N de 19,9 a 22,1 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), com valor

semelhante ao limite superior e diferente do limite inferior obtido pelo método do Kenworthy modificado, 16,4 a 22,2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e diferente, porém dentro da faixa normal proposta pelo método Kenworthy tradicional, 18,5 a 23,0 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). As faixas propostas para bananeira ‘Prata-Anã’ cultivada no Ceará e na Bahia diferem das geradas por Silva et al. (2002) para ‘Prata-Anã, cultivada no norte de Minas Gerais, que para N corresponde à 25,0 a 29,0 g kg<sup>-1</sup>. Contudo, Silva et al. (2002) trabalharam com dados de 52 bananais comerciais diferentes, envolvendo aí variabilidade em classes de solos, manejo e também de qualidade de água.

Diversos trabalhos realizados no Brasil têm mostrado que a bananeira cultivada em solos arenosos e com baixo teor de MOS responde à aplicação de N, principalmente no primeiro ciclo (BRASIL et al., 2000; SILVA et al., 2012). Entretanto quando cultivada em solos com médio a elevado teor de MOS (>16 g kg<sup>-1</sup>), como no presente trabalho (Tabela 1), a bananeira pode não responder à adubação nitrogenada ou até mesmo reduzir a produtividade pelo excesso de N, causado pelo desequilíbrio nutricional (SILVA et al., 2012).

O aumento da disponibilidade de N em solos com médio a elevado teor de MOS, também como consequência da ciclagem com até 83% do N restituído após a colheita na ‘Prata-Anã’ (HOFFMANN et al., 2010), em associação com as reduções na produtividade ou à ausência de resposta à adubações nitrogenadas (SILVA, 2015). Devido a essa maior disponibilidade, resulta na diminuição da faixa de suficiência, como no presente trabalho em comparação com as faixas apresentadas por Silva et al. (2002). Essa redução do teor de N na folha foi observado por Damatto Junior et al. (2011). Esses autores avaliaram o estado nutricional da bananeira ‘Prata-Anã’ durante cinco ciclos de cultivo com adubação orgânica e observaram que os teores de N nas folhas diminuíram mesmo com a maior dose aplicada e inferiram que devido aos teores foliares estarem abaixo do recomendado na literatura e as bananeiras não apresentarem sintomas de deficiência, que a faixa considerada como adequada para esta cultivar deve ser inferior aos padrões atualmente adotados para a cultura.

Os menores valores para a faixa Suficiente obtidas no presente trabalho em comparação à Silva et al. (2002), está em fase com a redução das doses de N recomendadas historicamente. Silva et al. (1999) recomendaram para o norte de Minas Gerais, doses de 200 a 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Posteriormente a sugestão de adubação nitrogenada foi reduzida para 100 a 140 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (SILVA e BORGES, 2008). E

na última recomendação para a mesma região e cultivar, as doses variam de 90 a 220 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (SILVA, 2015).

Para o P a faixa Suficiente pela LF para ‘Prata-Anã’ no Ceará, 1,4 a 2,0 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), é igual ao Kenworthy (Tabela 6) e próximo ao estabelecido pelo método Kenworthy tradicional, 1,3 a 1,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Enquanto para ‘Prata-Anã’ na Bahia, a faixa Suficiente pela LF, 1,4 a 1,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), apresenta valores iguais ao Kenworthy proposto no presente trabalho (Tabela 6) e muito próximo ao estabelecido pelo método do Kenworthy tradicional (Tabela 7), 1,3 a 1,6 g kg<sup>-1</sup>. Valores bem próximos aos estabelecidos por Silva et al. (2002) que para P corresponde de 1,5 a 1,9 g kg<sup>-1</sup>, para ambos os locais, apesar da maior disponibilidade do P para a bananeira, comprovado pelos elevados valores de P e de P-Rem (Tabela 1) que atesta sua baixa adsorção no solo.

O P é o macronutriente acumulado em menor quantidade pela bananeira ‘Prata-Anã’ (HOFFMANN, et al. 2010). O aumento dos teores de P na folha pode causar redução na produtividade pelo desbalanço nutricional com outros nutrientes, particularmente o Zn. Mesmo com o aumento da disponibilidade de P no solo, o seu teor na folha de bananeiras praticamente não varia, (DAMATTO JUNIOR et al., 2011; SILVA e RODRIGUES, 2013), mesmo entre cultivares de diferentes subgrupos (BORGES et al., 2006). Silva e Rodrigues (2013) concluíram que a bananeira ‘Prata-Anã’, mesmo quando cultivada em solo com baixo teor de P, responde à aplicação desse nutriente somente no primeiro ciclo.

Contudo, Marques (2017) trabalhou com fertilizantes para manejo orgânico, esterco bovino e farinha de rocha, aportando doses de 0 a 800 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e observou aumento linear nos teores de P, e valores acima da faixa de suficiência para todas as doses. Apesar da ausência de resposta relatada na literatura e dos altos teores de P no solo, em média, 468,33 mg dm<sup>-3</sup>, o que poderia proporcionar valores acima da faixa de suficiência mesmo sem adubação, caracterizando um consumo de luxo. Como relatam Novais et al. (2007), a adição de esterco e outras fontes orgânicas ao solo reduz a adsorção de P, aumenta o teor disponível e proporciona maior mobilidade no perfil do solo de formas orgânicas solúveis de P. Dessa forma, Marques (2017) associou essa resposta à contribuição do esterco bovino e farinha de rocha, pois, para a dose 800 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, são adicionados 1.603 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, originados 91,8% do esterco bovino. A partir do segundo ciclo a ciclagem de nutrientes também

contribui (HOFFMANN et al., 2010), pois cerca de 78% do P absorvido pela ‘Prata-Anã’ é restituído ao solo.

A faixa Suficiente para o K para ‘Prata-Anã’ no Ceará, estabelecido pela LF, 22,6 a 32,2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), tem valores iguais aos encontrados pelo Kenworthy modificado, 22,3 a 32,3 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e semelhantes aos Kenworthy tradicional, 26,9 a 34,0 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Entretanto, o limite inferior do método Kenworthy tradicional foi mais elevado.

Enquanto para ‘Prata-Anã’ na Bahia a faixa Suficiente pela LF, 24,0 a 31,3 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), é diferente da estabelecida pelo método do Kenworthy modificado, 27,3 a 36,2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e é igual ao Kenworthy tradicional, 24,5 a 31,4 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Os valores gerados por Silva et al. (2002) foram 27,0 a 35,0 g kg<sup>-1</sup>, valores próximos dos obtidos para ‘Prata-Anã’ no Ceará, pelos métodos da LF e Kenworthy modificado, porém iguais aos estabelecidos pelo Kenworthy tradicional. Enquanto para a ‘Prata-Anã’ na Bahia, os valores situaram-se bem próximos dos estabelecidos pelo método da LF e Kenworthy tradicional e igual ao proposto pelo método Kenworthy modificado.

A maior precisão da faixa de suficiência para esse nutriente, reflete em maior precisão no diagnóstico nutricional e maior eficiência nutricional, resultando em maior economia no uso de fertilizantes potássicos. Isso assume elevada importância pois o K é o nutriente mais absorvido pela bananeira, e por isso é exigido em grandes quantidades, contudo até 86% do K absorvido pela ‘Prata-Anã’ pode ser restituído (HOFFMANN et al., 2010) por ciclagem bioquímica, internamente na planta, do tecido velho para o jovem, ou do pseudocaule da planta recém-colhida, quando deixada em pé, para toda a família via ligação planta-mãe planta-filha, ou biogeoquímica, que ocorre com intermediação do solo, quando o pseudocaule é rebaixado imediatamente após a colheita (DONATO et al., 2016).

A deficiência de K é muito limitante para a ‘Prata-Anã’ com redução de até 44% do crescimento relativo (SILVA et al., 2014). Adicionalmente, a sua dinâmica no solo é muito intensa, por exemplo, o teor inicial de K de 567 mg dm<sup>-3</sup> reduziu-se para 140 mg dm<sup>-3</sup> antes da colheita do primeiro cacho, 410 mg dm<sup>-3</sup> após a colheita com a restituição da palhada, 286 mg dm<sup>-3</sup> na colheita do segundo ciclo e 580 mg dm<sup>-3</sup>, teor inicial no solo, após a colheita do segundo e terceiro ciclos (DONATO et al., 2016). Maior equilíbrio na fertilização de potássio, reflete não só nos teores de K na folha, mas também de outros nutrientes como o Ca e Mg, com os quais possui maior interação

e que são importantes para o manejo nutricional e antiestresse da bananeira 'Prata-Anã'.

Para o Ca a faixa Suficiente estabelecida para 'Prata-Anã' no Ceará pela LF, 4,6 a 6,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), é semelhante às determinadas pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, que foram 5,1 a 7,0 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e 5,1 a 6,5 (Tabela 7), respectivamente. Enquanto para 'Prata-Anã' na Bahia, a faixa Suficiente pela LF, 5,3 a 5,8 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), tem valores diferentes, porém dentro das faixas estabelecidas pelos métodos do Kenworthy modificado, 4,8 a 5,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e métodos Kenworthy tradicional, 4,6 a 5,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para ambos os locais as faixas determinadas foram próximas às de Silva et al. (2002), (4,5 a 7,5 g kg<sup>-1</sup>).

A faixa Suficiente para Mg estabelecida para a 'Prata-Anã' no Ceará pela LF, 1,8 a 2,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), é bem próxima às obtidas pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional que foram de 1,9 a 2,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e 1,9 a 2,4 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Enquanto para Prata-Anã na Bahia, a faixa Suficiente pela LF, de 2,1 a 2,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), apresenta valores muito próximos aos estabelecidos pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, de 2,0 a 2,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e 2,3 a 2,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Silva et al. (2002) determinaram a faixa de suficiência para Mg de 2,4 a 4,0 g kg<sup>-1</sup>, cujo limite inferior coincide com o limite superior proposto no presente trabalho, independentemente do método utilizado e do local. A redução da faixa de Mg encontrada no presente trabalho pode estar associada ao grande aporte de K via fertilização num solo com já elevado teor de K (8,4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), o que aumenta a relação K/Mg e diminui a absorção de Mg do solo (SILVA e CARVALHO, 2004).

Isso assume grande importância pois a bananeira é uma monocotiledônea, e por isso possui baixa capacidade de troca de cátions de raízes, o que favorece a absorção de cátions monovalentes em detrimento de bivalentes (DONATO et al., 2016). Do mesmo modo, também os elevados teores de Ca, particularmente no Ceará contribuem diminuição da absorção de Mg por inibição competitiva. Deficiência severa de Mg em experimento em vasos, com omissão do nutriente, causou redução de crescimento de 67% em bananeira 'Prata-Anã' (SILVA et al., 2014), o que requer atenção na nutrição com esse nutriente, principalmente em condições de aplicações frequentes de K, em solos com já elevado teor, principalmente em condições atmosféricas mais estressantes, pois o Mg assim como o K possui atuação antiestresse (MARSCHNER, 2012).

Para o S a faixa Suficiente para a ‘Prata-Anã’ no Ceará, pela LF, 1,3 a 2,0 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), apresenta valores próximos aos estabelecidos pelos métodos do Kenworthy modificado e tradicional que foram de 1,2 a 1,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e 1,3 a 1,9 (Tabela 7), respectivamente. Para a ‘Prata-Anã’ na Bahia, a faixa Suficiente pela LF, 1,3 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), tem valores muito próximos aos estabelecidos pelos métodos do Kenworthy modificado e tradicional que foram de 1,2 a 1,4 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e 1,2 a 1,5 (Tabela 7), respectivamente. Silva et al. (2002) determinaram a faixa de suficiência para S de 1,7 a 2,0 g kg<sup>-1</sup>, valores próximos ao proposto no presente trabalho, independentemente do método utilizado, porém com faixas menos amplas.

Para o B a faixa Suficiente estabelecida para ‘Prata-Anã’ no Ceará, pela LF variou de 8,4 a 13,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), enquanto que para o Kenworthy modificado, 6,4 a 11,6 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e para o Kenworthy tradicional foi de 7,9 a 11,1 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para ‘Prata-Anã’ na Bahia, a faixa Suficiente pela LF, de 13,7 a 16,4 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), tem valores diferentes dos estabelecidos pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional que foram de 11,5 a 15,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e 11,7 a 14,7 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. As faixas determinadas para a ‘Prata-Anã’ no Ceará são inferiores à proposta por Silva et al. (2002), 12,0 a 25,0 mg kg<sup>-1</sup>, cujo limite inferior corresponde aos limites superiores das faixas propostas no presente trabalho. Enquanto que a faixa estabelecida para ‘Prata-Anã’ na Bahia, foi diferente, porém dentro da faixa proposta por Silva et al. (2002).

Para o Cu, a faixa Suficiente estabelecida para ‘Prata-Anã’ no Ceará pela LF, 5,6 a 8,4 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), apresenta valores semelhantes aos obtidos com o método Kenworthy modificado, 5,3 a 8,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e diferente do estabelecido pelo método Kenworthy tradicional que variou de 4,5 a 6,2 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para a ‘Prata-Anã’ na Bahia a faixa Suficiente pela LF foi de 4,4 a 5,2 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), valores diferentes do estabelecido pelo método Kenworthy modificado, 2,9 a 4,7 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e iguais ao Kenworthy tradicional, 4,2 a 5,3 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Silva et al. (2002) determinaram a faixa de suficiência para Cu de 2,6 a 8,8 mg kg<sup>-1</sup>, diferindo dos valores obtidos para ‘Prata-Anã’ no Ceará pelos métodos da LF e Kenworthy modificado, para o limite inferior e igual para o limite superior, e com diferenças para o Kenworthy tradicional. Enquanto para a ‘Prata-Anã’ na Bahia as faixas diferiram para todos os métodos, com exceção do limite inferior do método Kenworthy modificado que foi igual. Apesar das diferenças, as faixas situaram-se dentro da proposta por Silva et al. (2002).

A faixa Suficiente estabelecida para o Fe para ‘Prata-Anã’ no Ceará, pela LF variou de 54,2 a 77,6 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), para o Kenworthy modificado de 55,8 a 74,9 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e para o Kenworthy tradicional 53,3 a 67,4 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para ‘Prata-Anã’ na Bahia, a faixa Suficiente pela LF foi de 39,0 a 55,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), valores diferentes, porém com o limite superior próximos das faixas estabelecidas pelos métodos Kenworthy modificado, 42,5 a 58,9 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e pelo método Kenworthy tradicional, 44,1 a 57,3 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Esses valores diferiram, ficando abaixo da faixa proposta por Silva et al. (2002), Fe foi 72,0 a 157,0 mg kg<sup>-1</sup>, independentemente do método e local.

A faixa Suficiente estabelecida para o Mn para ‘Prata-Anã’ no Ceará pela LF variou de 140,1 a 223,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), diferente do determinado pelo Kenworthy modificado, 120,1 a 253,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e do método Kenworthy tradicional, 116,4 a 179,4 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para ‘Prata-Anã’ na Bahia, a faixa Suficiente estabelecida pela LF variou de 64,0 a 91,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), diferente do Kenworthy modificado quanto ao limite superior que variou de 66,9 a 110,6 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e semelhante ao determinado pelo método Kenworthy tradicional que variou de 61,5 a 84,7 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Essas faixas foram inferiores, contudo mais estreitas que a faixa proposta por Silva et al. (2002), 173,0 a 630,0 mg kg<sup>-1</sup>.

O Mn foi o nutriente de maior variabilidade, tanto no Ceará (51,58%), quanto na Bahia (37,98%), e de acordo com Rocha (2008) o método Kenworthy é menos sensível para diagnósticos de nutrientes cujas normas apresentam CV maior que 30%, principalmente para detectar situações de deficiência. Adicionalmente, a faixa de suficiência muito ampla encontrada para Mn por Silva et al. (2002) decorre do fato dos autores não terem utilizado um coeficiente k, fator de correção para diminuir a amplitude da faixa (MARTINEZ et al., 2003; DONATO et al., 2017) para os casos de nutrientes com alta variabilidade, caso muito comum para os micronutrientes em tecidos, com CVs acima de 20%.

Para o Zn, a faixa Suficiente estabelecida para ‘Prata-Anã’ no Ceará, pela LF variou de 13,5 a 18,3 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), semelhante ao determinado pelo método Kenworthy modificado, 12,9 a 18,3 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e pelo Kenworthy tradicional, 13,1 a 16,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para ‘Prata-Anã’ na Bahia, a faixa Suficiente estabelecida pela LF variou de 12,4 a 14,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), semelhante ao determinado pelo método do Kenworthy modificado de 12,2 a 14,7 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e pelo Kenworthy tradicional de 12,0 a 14,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). As faixas propostas

para o Ceará são próximas à faixa estabelecida por Silva et al. (2002), 14,0 a 25,0 mg kg<sup>-1</sup>, porém com limite superior menor. Enquanto para Bahia os limites superiores foram iguais ao limite inferior proposto por Silva et al. (2002).

A menor concordância das faixas Suficiente para micronutrientes, em comparação com a literatura se dá principalmente pela disponibilidade desses micronutrientes. Essa maior variabilidade dos micronutrientes está associada à sua dinâmica no sistema solo-planta, pois a sua disponibilidade no solo é afetada pelo pH, pelo teor de matéria orgânica, pelo teor de argila, pelo material de origem e no caso específico do Fe e Mn pelo potencial de oxi-redução (ABREU et al., 2007), fatores esses, que podem interferir no contato íon-raiz e, conseqüentemente, na absorção do elemento pela bananeira e no seu teor nos tecidos.

Por exemplo, o pH do solo cultivado com ‘Prata-Anã’ em Missão Velha, CE, é 7,3 valor que diminui consideravelmente a disponibilidade de cátions metálicos como Cu, Fe, Zn e Mn, e também de B. Na maioria dos casos, o pH do solo é o fator que mais influencia a disponibilidade de Mn para as plantas pois, a elevação do pH do solo em uma unidade, diminui cerca de 100 vezes a concentração de manganês na solução do solo (MORTVEDT, 1991) fato comprovado com palma forrageira (SILVA et al., 2012).

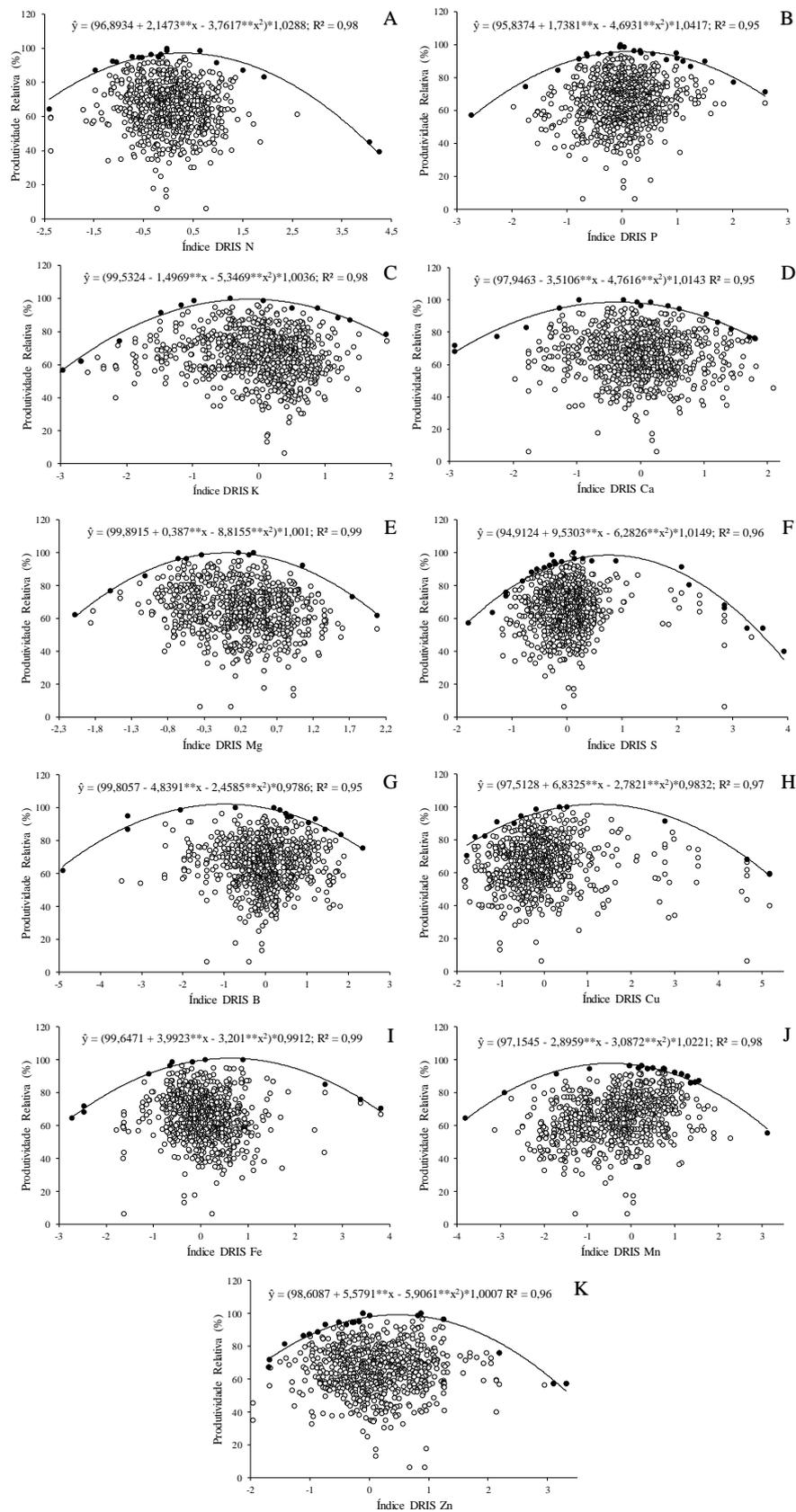
A despeito disso, as faixas de suficiência estabelecidas para a ‘Prata-Anã’ foram mais elevadas no Ceará comparada à Bahia para Cu, Fe, Mn e Zn e menores para B, o que de toda forma está associada à maior fertilidade dos solos no Ceará. Por outro lado, para Fe e Mn, maior disponibilidade e, conseqüentemente, toxidez pode ocorrer temporalmente, por excesso de chuvas, devido ao ambiente de redução, logicamente em classes de solos com presença de Mn, o que tem que ser considerado no momento do diagnóstico.

As faixas Suficiente estabelecidas pelo método da LF para N, P, K, Mg e S, praticamente não diferem em relação aos ambientes mantendo-se praticamente a mesma faixa. Entretanto para Ca, a faixa normal de suficiência proposta para o Ceará (4,6 a 6,5 g kg<sup>-1</sup>), mostrou-se mais ampla em comparação com a Bahia (5,3 a 5,8 g kg<sup>-1</sup>), devido ao maior teor de Ca no solo no Ceará, de 79,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Tabela 1) enquanto na Bahia é 28,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Isso é ocasionado pelas sucessivas aplicações de calcário calcítico ao longo dos anos, além disso no Ceará a relação Ca/Mg de 4,4:1, tende a um leve desbalanço por excesso de Ca, pois a faixa ideal para ‘Prata-Anã’ no solo é de 1,5 a 3/1 (SILVA et al., 2002), embora haja indicações na literatura de faixa

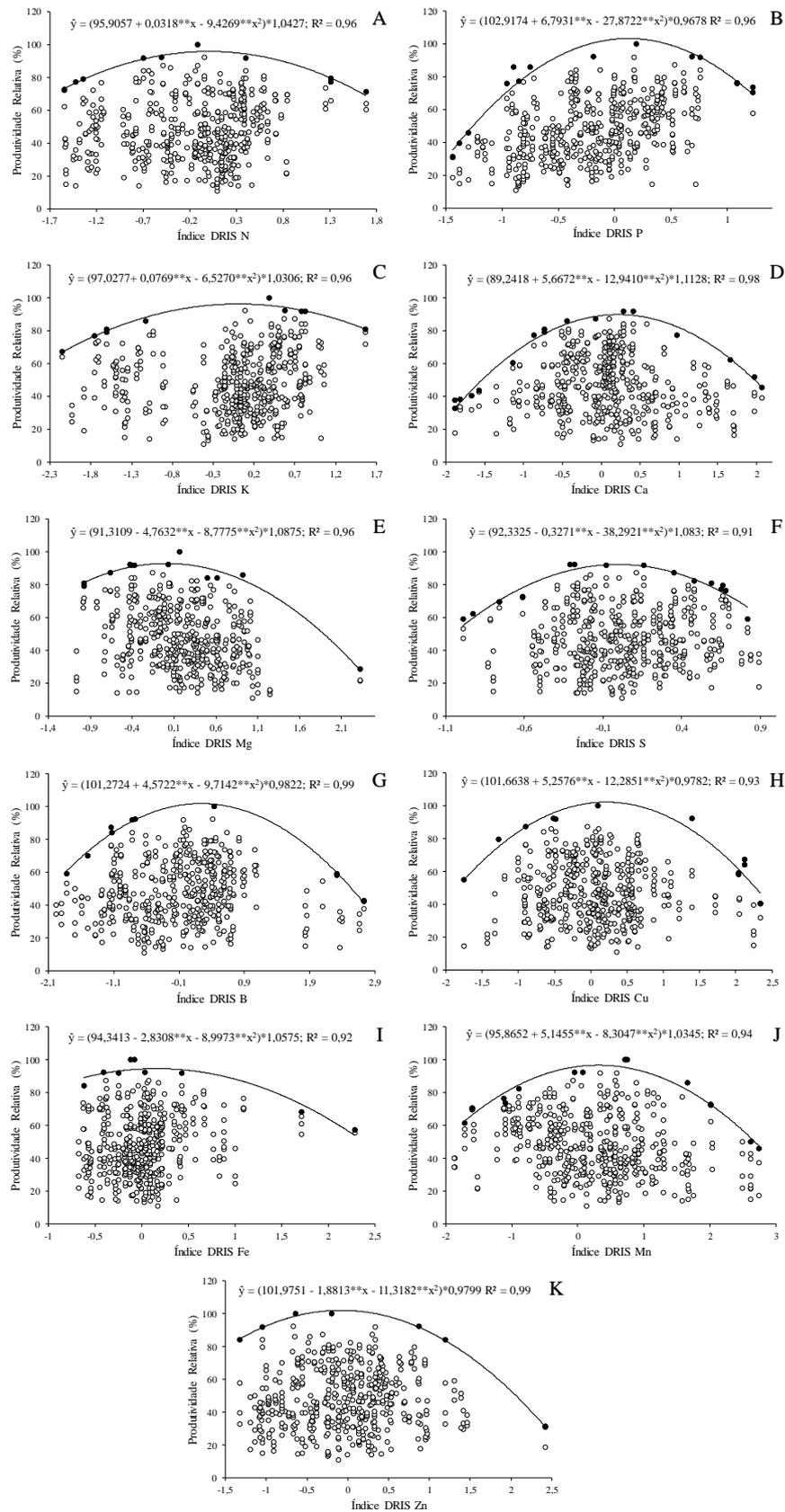
ideal de 3,5 a 4,0:1, havendo assim uma maior disponibilidade de Ca no solo (ESPINOZA M e LOPEZ M, 1995). Enquanto na Bahia, a relação Ca/Mg é 2,5:1, o que contribui para uma maior absorção de Mg.

As faixas Suficiente estabelecidas pelos métodos da LF e Kenworthy no presente trabalho foram muito próximos para quase todos os nutrientes e em alguns casos diferentes da faixa estabelecida pelo Kenworthy tradicional. Isso evidencia a necessidade do estabelecimento das faixas de suficiência para interpretação dos índices balanceados de Kenworthy, para maior precisão da avaliação do estado nutricional da bananeira 'Prata-Anã'.

Para a cultivar Prata-Anã produzida no Ceará e na Bahia, o uso da abordagem da Linha de Fronteira (Figuras 5 e 6) possibilitou o ajuste de equações de regressão em função da relação entre a produtividade relativa e os índices DRIS. Os modelos ajustados foram quadráticos, significativas e com valores elevados de  $R^2$  (0,94 a 0,99) para todos os nutrientes. As faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS para cada nutriente foram estimadas a partir das equações de regressão (Tabela 8).



**Figura 5.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e Índice DRIS para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B(G), Cu (H), Fe (I), Mn (J), Zn (K), em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, em Missão Velha, CE. Fonte: Elaboração do autor.



**Figura 6.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e Índice DRIS para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B(G), Cu (H), Fe (I), Mn (J), Zn (K), em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’, em Ponto Novo, BA. Fonte: Elaboração do autor.

**Tabela 8.** Faixas de suficiência propostas para interpretação dos Índices DRIS de nutrientes em folhas de bananeira ‘Prata-Anã’ em função da produtividade relativa obtidas com o uso do método da Linha Fronteira, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)						
Nutri.	Deficiente (< 70%)	Tendência à Suficiente (70-90%)	Suficiente (90-100%)	Alto (100-90%)	Tendência à Excesso (90-70%)	Excessivo (<70%)
Missão Velha, CE						
N	<-2,5	-2,5 a -1,33	-1,33 a 0,28	0,28 a 1,89	1,89 a 3,06	≥3,06
P	<-2,3	-2,3 a -1,25	-1,25 a 0,18	0,18 a 1,61	1,61 a 2,66	≥2,66
K	<-2,51	-2,51 a -1,51	-1,51 a -0,15	-0,15 a 1,22	1,22 a 2,22	≥2,22
Ca	<-2,87	-2,87 a -1,81	-1,81 a -0,38	-0,38 a 1,07	1,07 a 2,12	≥2,12
Mg	<-1,83	-1,83 a -1,05	-1,05 a 0,01	0,01 a 1,08	1,08 a 1,86	≥1,86
S	<-1,42	-1,42 a -0,5	-0,5 a 0,76	0,76 a 2,01	2,01 a 2,92	≥2,92
B	<-4,52	-4,52 a -3,03	-3,03 a -0,99	-0,99 a 1,05	1,05 a 2,54	≥2,54
Cu	<-2,09	-2,09 a -0,69	-0,69 a 1,22	1,22 a 3,13	3,13 a 4,53	≥4,53
Fe	<-2,46	-2,46 a -1,16	-1,16 a 0,61	0,61 a 2,39	2,39 a 3,69	≥3,69
Mn	<-3,56	-3,56 a -2,25	-2,25 a -0,48	-0,48 a 1,31	1,31 a 2,61	≥2,61
Zn	<-1,79	-1,79 a -0,83	-0,83 a 0,46	0,46 a 1,77	1,77 a 2,72	≥2,72
Ponto Novo, BA						
N	<-1,75	-1,75 a -1,01	-1,01 a -0,03	-0,03 a 1,01	1,01 a 1,74	≥1,74
P	<-0,94	-0,94 a -0,49	-0,49 a 0,1	0,1 a 0,73	0,73 a 1,17	≥1,17
K	<-2,11	-2,11 a -1,22	-1,22 a -0,03	-0,03 a 1,22	1,22 a 2,11	≥2,11
Ca	<-1,23	-1,23 a -0,62	-0,62 a 0,2	0,2 a 1,05	1,05 a 1,66	≥1,66
Mg	<-2,05	-2,05 a -1,3	-1,3 a -0,3	-0,3 a 0,75	0,75 a 1,5	≥1,5
S	<-0,86	-0,86 a -0,50	-0,50 a -0,02	-0,02 a 0,48	0,48 a 0,84	≥0,84
B	<-1,54	-1,54 a -0,79	-0,79 a 0,21	0,21 a 1,25	1,25 a 2,00	≥2,00
Cu	<-1,37	-1,37 a -0,70	-0,70 a 0,19	0,19 a 1,12	1,12 a 1,79	≥1,79
Fe	<-1,94	-1,94 a -1,19	-1,19 a -0,19	-0,19 a 0,86	0,86 a 1,61	≥1,61
Mn	<-1,56	-1,56 a -0,77	-0,77 a 0,28	0,28 a 1,38	1,38 a 2,17	≥2,17
Zn	<-1,73	-1,73 a -1,04	-1,04 a -0,11	-0,11 a 0,86	0,86 a 1,56	≥1,56

Fonte: Elaboração do autor.

As faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS derivados pelo método da Linha de Fronteira (Tabela 8), para ‘Prata-Anã’, cultivada no Ceará, para macronutrientes são: -1,33 a 1,89 (N), -1,25 a 1,61 (P), -1,51 a 1,22 (K), -1,81 a 1,07 (Ca), -1,05 a 1,08 (Mg) e -0,5 a 2,01 (S). E, para os micronutrientes: -3,03 a 1,05 (B), -0,69 a 3,13 (Cu), -1,16 a 2,39 (Fe), -2,25 a 1,31 (Mn) e -0,83 a 1,77 (Zn). As faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS derivados pelo método da Linha de Fronteira (Tabela 8), para ‘Prata-Anã’, cultivada na Bahia, para macronutrientes são: -1,01 a -0,03 (N), -0,49 a 0,1 (P), -1,22 a -0,03 (K), -0,62 a 0,2 (Ca), -1,3 a -0,3 (Mg)

e -0,5 a -0,02 (S). E, para os micronutrientes: -0,79 a 0,21 (B), -0,70 a 0,19 (Cu), -1,19 a -0,19 (Fe), -0,77 a 0,28 (Mn) e -1,04 a -0,11 (Zn). A faixa Suficiente para os índices DRIS dos nutrientes é diferente para a maioria dos nutrientes, ao contrário da faixa Suficiente proposta por Beauflis (1973), que era de -0,66 a 0,0, para todos os nutrientes, independentemente do local.

A utilização de faixas de suficiência para os índices DRIS derivados do método Linha de Fronteira, tem como principais vantagens a adequação das faixas para as condições específicas do sítio, clima e solo, do material genético e do manejo aplicado, que podem auxiliar na maior precisão na avaliação do estado nutricional quanto ao grau de equilíbrio. Isso contribui para minimizar as extrapolações equivocadas ou erros por transferência de conhecimento, por considerar as especificidades e não a universalidade das normas, o que em síntese significa dizer, ambientes diferentes, manejos diferentes (RESENDE et al., 2017).

O uso da técnica da LF, proporciona a vantagem de identificação de teores foliares que possam estar em classes acima do suficiente, como a classe alta que corresponde ao consumo de luxo de um determinado nutriente.

#### **4. CONCLUSÕES**

Foram obtidas curvas de resposta potencial para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes, com elevada capacidade preditiva, para bananeira ‘Prata-Anã’ irrigada.

Foram obtidas faixas de suficiência para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes que permitem a avaliação otimizada do estado nutricional, quanto ao grau de balanço e de equilíbrio, como fator de produção, da bananeira ‘Prata-Anã’ irrigada.

#### **5. REFERÊNCIAS**

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.

ALI, A. M. Nutrient Sufficiency Ranges in Mango Using Boundary-Line Approach and Compositional Nutrient Diagnosis Norms in El-Salhiya, Egypt. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, p. 1-14, 2018.

ALMEIDA, E. I. B.; DEUS, J. A. L.; CORRÊA, M. C. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; NEVES, J. C. L. Linha de fronteira e chance matemática na determinação do estado nutricional de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, p.744-754, 2016.

ALVAREZ, V., V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices DRIS. v. 24, n.1, p.20-25, 1999. (Boletim informativo - SBCS).

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Soil Science. Bulletin N° 1**, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 1973.

BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; VIDALES-CONTRERAS, J. A. Comparación entre normas DNC y estándares nutrimentales de la técnica de curva límite: caso *Opuntia ficus-indica* L. **Revista Chapingo. Serie horticultura**, v. 15, n. 2, p. 217-223, 2009.

BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; Murillo-Amador, B. Nutritional reference values for *Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 173, n. 6, p. 927-934, 2010.

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

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

CAMACHO, M. A.; SILVEIRA, M. V.; CAMARGO, R. A.; NATALE, W. Faixas normais de nutrientes pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pelo método de distribuição normal reduzida para laranja-pera. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36, n. 1, 193-200, 2012.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BOAS, R. L.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J.; GARCIA, V. A. Alterações nos teores nutricionais foliares de bananeira 'prata-anã' adubada com composto orgânico em cinco ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. spe1, p. 692-698, 2011.

DEUS, J. A. L. **Demanda, partição de nutrientes e recomendação de adubação para bananeira com base em análise de solo, diagnose foliar e produtividade.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2016.

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

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

DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; RODRIGUES, M. G. V. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira ‘ Gigante’. **Informe Agropecuário.** v.38, n. 296, p.46-58, 2017.

FERNANDES, L. V. **Normas e determinação de faixas de suficiência para diagnose foliar com base no crescimento relativo de eucalipto.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Dissertação de Mestrado), 2010.

GALDINO, M. P. **Valores de referência e faixas de suficiência nutricional para avaliação do estado nutricional da cultura do eucalipto no Brasil.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2015.

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

JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 12, n. 8, p.785-794, 1981.

KENWORTHY, A. L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. In: Reuther, W. (Ed.), **Plant analysis and fertilizers problems.** American Institute of Biological Science, Washington, p. 28-43, 1961.

KURIHARA, C. H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2004.

LAFOND, J. Optimum leaf nutrient concentrations of wild lowbush blueberry in Quebec. **Canadian journal of plant science**, v. 89, n. 2, p. 341-347, 2009.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Boundary Line Model to Estimate the Nutrient Sufficiency Range in Muskmelon Leaves. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016.

LÓPEZ, M. A.; ESPINOZA, M. J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Pococí (Costa Rica) Instituto de la Potasa y el Fósforo, Querétaro (México)., 1995.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. San Diego, CA: Academic press. v. 89. 672p. 2012.

MARQUES, P. R. R. **Estado nutricional, trocas gasosas e características agronômicas em bananeiras tipo Prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico**. 2017. 102f Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista (Tese de Doutorado), 2017.

MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B.; VENEGAS, V.H.A.; GUIMARÃES, P.T.G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.6, p.703- 713, jun. 2003.

MARTIN-PRÉVEL, P. Banana. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. **Plant analysis: as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops**. Paris: Lavoisier Publising, p.637-676, 1987.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier. **Fruits**, Paris, v.29, n. 9, 1974. 583-588.

MARTIN-PRÉVEL, P.; BANANIER. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Eds.), *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. **Tec & Doc**, Paris, pp.715-51, 1984.

MCCRAY, J. M.; JI, S.; POWELL, G.; MONTES, G.; PERDOMO, R.; LUO, Y. Boundary lines used to determine sugarcane production limits at leaf nutrient concentrations less than optimum. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 41, n. 5, p. 606-622, 2010.

MORTVEDT, J. J. Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes: presença de elementos tóxicos. In: Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Raij, B. van; Abreu, C. A. (eds.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001.p. 237-251.

NJUKENG, J. N.; EHABE, E. E.; NKENG, G. E.; SCHICK, J.; KRATZ, S.; SCHNUG, E. Investigations on the nutritional status of Hevea brasiliensis plantations in the humid forest zone of Cameroon Part 2: Establishment of macro nutrient norms. **J Kulturpflanzen**, v. 65, 2013.

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

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. Uso das informações pedológicas agrícola e não agrícola. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia – solos dos biomas**

**brasileiros**. 1ª Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p.47-110.

ROCHA, J. B. O. **Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e Sul da Bahia**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 56p. (Dissertação de Mestrado).

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. D.. Amostragem foliar da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 321-325, 2010.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 105-113, 2010.

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

SILVA, J. A.; BONOMO, P., DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.866-875, 2012.

SILVA, J. T. A. da. Solo, adubação e nutrição para bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p.74-83, 2015.

SILVA, J. T. A., CARVALHO, J. G. Estabelecimento de normas DRIS para bananeira 'Prata-Anã' (AAB) sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 43-51, 2006.

SILVA, J. T. A., CARVALHO, J. G. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeira 'Prata-Anã' (AAB) irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 332-338, 2004.

SILVA, J. T. A.; BORGES A. L.; MALBURG J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe agropecuário**, v. 20, p.21-36, 1999.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. **Informe Agropecuário**, v.29, p.23-34, 2008.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L.; PRUDÊNCIO, J. M. Diagnóstico nutricional da bananeira PrataAnã para o Norte de Minas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002, 16p. **Boletim Técnico**, 70.

SILVA, J. T. A.; 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-Agriambi**, v. 16, n. 12, 2012.

SILVA, J. T. A.; RODRIGUES, M. G. V. Produção da bananeira 'Prata Anã' em função da aplicação de adubo fosfatado, em quatro ciclos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 613-618, 2013.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1421-1428, 2006.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 63-72, 2007.

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. D.; ALVAREZ V, V. H.; FONSECA, S.; BARROS, N. D. Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos DRIS e chance matemática. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 685-692, 1998.

## CAPÍTULO 3

### CURVAS DE RESPOSTA POTENCIAL E FAIXAS DE SUFICIÊNCIA NUTRICIONAL PARA BANANEIRA ‘GRANDE NAINÉ’ EM DOIS AMBIENTES

#### RESUMO

A nutrição adequada é condição essencial para elevação da produtividade agrícola. Objetivou-se com o presente trabalho obter as curvas de resposta potencial dos nutrientes específicas, quanto ao grau de balanço e equilíbrio e as faixas de suficiência pelos métodos da Linha de Fronteira, Kenworthy e DRIS para interpretação do estado nutricional de bananeiras ‘Grande Naine’ em dois ambientes de produção. Os estudos foram desenvolvidos a partir do banco de dados de teores de nutrientes nas folhas e produtividade pertencente à duas fazendas da empresa Sítio Barreiras, localizadas em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como de alta produtividade, foram considerados população de referência. O banco de dados foi subdividido em dois: o primeiro, com 46 amostras para ‘Grande Naine’ e população de referência com produtividade maior que 58,84 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, pertencente à fazenda de Missão Velha; o segundo, com 19 amostras e população de alta produtividade maior que 76,12 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para ‘Grande Naine’, pertencente à fazenda de Ponto Novo. Foram obtidas curvas de resposta potencial para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes, com elevada capacidade preditiva, para bananeira ‘Grande Naine’ irrigada. Foram obtidas faixas de suficiência para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes que permitem a avaliação otimizada do estado nutricional, quanto ao grau de balanço e de equilíbrio, como fator de produção, da bananeira ‘Grande Naine’ irrigada.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., AAA, estado nutricional, métodos de diagnóstico

## 1. INTRODUÇÃO

Um pré-requisito para administrar adequadamente os nutrientes das plantas para otimizar a produção e evitar a deterioração da qualidade ambiental é a avaliação adequada do estado nutricional de uma planta de cultivo (ALI, 2018).

O método tradicional utilizado para a diagnose nutricional tem sido a faixa de suficiência, porém esse é um método estático (CANTARUTTI et. al., 2007), estando sujeito a erros de interpretação, por efeitos de diluição e de concentração. Entretanto estas abordagens foram criticadas por não considerarem as interações entre nutrientes (BARKER e PILBEAM 2007; MARSCHNER, 2012). Concernente às faixas de suficiência Quaggio e Raij (1997) apresentam para bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de São Paulo.

Para Serra et al. (2012), o método DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação) é uma alternativa aos métodos tradicionais de diagnose nutricional, pois permite a avaliação do equilíbrio nutricional da planta, classificando os níveis dos nutrientes de modo relativo. Angeles et al. (1993) e Teixeira et al. (2007) estabeleceram normas IBKW e DRIS para bananeira Grande Naine.

Convencionalmente, esses valores de referência são estabelecidos em experimentos de calibração, onde as características genéticas, ambientais e as interações entre os nutrientes são controladas (WADT et al., 1998). Por essa razão a composição nutricional dos tecidos vegetais pode ser influenciada por uma série de fatores pertinentes à própria planta e ao ambiente. O estabelecimento de FS mais generalistas foram empregadas mesmo em condições ambientais diversas, o que pode levar a falsos diagnósticos. Camacho et al. (2012), alegaram que os métodos que determinam os valores de referência de nutrientes regionalmente podem fornecer resultados mais precisos. Portanto, estabelecer intervalos de suficiência de nutrientes para regiões e cultivares específicas pode constituir em vantagens significativas.

Para isso, o uso da abordagem da Linha de Fronteira mostra-se como uma alternativa aos experimentos de calibração, utilizando informações de monitoramento nutricional de talhões comerciais. Este método consiste em traçar o relacionamento entre os teores de nutrientes com a produtividade e permite determinar o nível ótimo do nutriente ou relações no tecido vegetal, além de possibilitar a estimativa da produção máxima para qualquer conjunto de dados (ALMEIDA et al., 2016; ALI, 2018).

Há na literatura vários estudos que determinaram as faixas de suficiência de nutrientes para diversas culturas pelo uso do método da linha de fronteira, por exemplo, para palma forrageira (BLANCO-MACÍAS et al., 2009; 2010), blueberry selvagem (LANFORD, 2009), meloeiro (MAIA e MORAIS, 2016), cana-de-açúcar (MACCRAVY et al., 2010), seringueira (NJUKENG et al., 2013) e pitaia (ALMEIDA et al., 2016). Contudo há demanda desse tipo de trabalho para bananeira.

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho obter as curvas de resposta potencial dos nutrientes específicas, quanto ao grau de balanço e equilíbrio e as faixas de suficiência pelos métodos da Linha de Fronteira, Kenworthy e DRIS para interpretação do estado nutricional de bananeiras ‘Grande Naine’ em dois ambientes de produção.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição das condições experimentais**

Os estudos foram desenvolvidos a partir de dados levantados em duas fazendas da empresa Sítio Barreiras. A primeira, localizada no município de Missão Velha, Ceará, coordenadas geográficas de 7°35'90" S e 39°21'17" W, com altitude aproximada de 442 m. O clima da região é do tipo Aw - clima tropical com estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão (Köppen-Geiger), médias anuais de precipitação de 942 mm e temperatura média de 25,8 °C. O solo predominante da área classificado originalmente como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 11 talhões de bananeira ‘Grande Naine’, todas fertirrigadas com área média de 3,26 ha.

A segunda, localizada no perímetro irrigado de Ponto Novo, S/N, Lote 14, Ponto Novo, Bahia com latitude de 10°51'46" S, longitude 40°08'01" W, altitude de 362 m, clima Aw pela classificação de Köppen-Geiger, médias anuais de precipitação de 696 mm e temperatura média de 24,1 °C. O solo predominante da área classificado originalmente como Latossolo Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 17 talhões de bananeira ‘Grande Naine’, todas fertirrigadas com área média de 4,53 ha.

As características químicas dos solos dos locais onde-se encontram cada cultivar constam na Tabela 1 e os dados meteorológicos dos locais na Tabela 2.

**Tabela 1.** Características químicas dos solos cultivados com bananeiras ‘Grande Naine’, em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

Local	Cultivar	Profundidade da amostragem	pH	MOS	P	K	Ca	Mg	CTC	V	P-Rem
				g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----			%	mg L <sup>-1</sup>	
Ceará	Grande	0 – 20	7,4	32,0	140,0	9,3	113,0	27,0	156,0	95,0	54,1
	Naine	20 – 40	7,9	18,0	79,0	4,9	91,0	21,0	124,0	94,0	47,9
Bahia	Grande	0 – 20	6,5	18,0	81,0	3,8	27,0	10,0	52,0	80,0	44,7
	Naine	20 – 40	6,1	12,0	28,0	2,4	14,0	5,0	32,0	62,0	43,5

pH em água relação 1:2,5; P, K, Cu, Mn, Fe e Zn, extrator Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; MOS = teor de matéria orgânica do solo obtida por carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black); CTC = Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; V = saturação por base. Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados de Análise de Solos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA.

**Tabela 2.** Dados meteorológicos registrados nas fazendas de Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA durante o ano de 2016.

Mês	Temp. média (°C)	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	DPV (kPa)	Vel. Max. Vento (m s <sup>-1</sup> )
Missão Velha – CE							
Janeiro	26,91	31,96	21,86	231,10	74,22	0,76	1,60
Fevereiro	26,95	33,17	20,73	60,90	77,61	0,67	1,60
Março	27,79	33,38	22,21	198,50	78,13	0,68	1,54
Abril	27,05	32,84	21,26	33,50	74,05	0,78	3,09
Mai	27,14	33,40	20,88	30,00	66,65	1,01	3,09
Junho	26,23	32,64	19,82	17,60	64,00	1,05	7,72
Julho	26,39	33,22	19,57	0,00	50,60	1,46	5,14
Agosto	27,00	34,68	19,32	0,00	45,92	1,67	5,14
Setembro	28,29	35,58	21,01	3,10	45,66	1,78	4,63
Outubro	29,26	36,72	21,81	0,00	44,07	1,93	3,60
Novembro	29,67	36,32	23,03	0,00	43,41	1,97	3,09
Dezembro	29,04	35,61	22,47	69,10	52,98	1,58	3,09
Ponto Novo – BA							
Janeiro	25,19	29,84	22,37	190,83	82,92	0,48	5,18
Fevereiro	25,83	31,86	21,08	20,80	74,06	0,75	5,98
Março	26,90	32,95	21,85	0,00	69,02	0,94	6,58
Abril	26,51	32,63	21,37	14,45	64,73	1,05	5,58
Mai	24,48	29,58	20,45	49,25	76,05	0,64	6,21
Junho	23,12	27,93	19,47	31,55	78,08	0,54	5,68
Julho	22,60	28,29	18,16	8,85	75,48	0,60	6,11
Agosto	23,33	29,25	18,57	11,75	71,71	0,72	6,50
Setembro	24,48	30,63	19,66	1,80	69,65	0,82	6,75
Outubro	25,99	32,57	20,86	5,95	66,99	0,98	7,10
Novembro	24,53	25,23	23,82	184,00	70,79	0,74	1,34
Dezembro	25,2	25,98	24,42	44,20	69,49	0,80	1,32

UR: Umidade Relativa; DPV: Déficit de Pressão de Vapor; Vel. Max. Vento: Velocidade Máxima do Vento. Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados Meteorológicos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA, registrados por estações meteorológicas automáticas instaladas nas respectivas áreas.

## **2.2. Banco de dados**

Foram utilizados resultados de análises de tecidos (folha) do banco de dados pertencentes ao grupo Sítio Barreiras. Proveniente de análises realizadas ao longo dos anos, assim como as produtividades correspondentes aos respectivos talhões.

O tecido foliar foi amostrado de acordo com as recomendações de Martin-Prével (1974; 1984; 1987) com modificações conforme Rodrigues et al. (2010). A amostragem consistiu na coleta da porção central do limbo da terceira folha, contando-se a partir do ápice, na época em que a inflorescência apresentava duas ou três pencas masculinas abertas. As amostras foram processadas e analisadas quanto aos teores foliares de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de acordo com Bataglia et al. (1983).

As produtividades foram estimadas em  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  por meio de pesagem das pencas na colheita. As análises de folha foram realizadas uma vez por semestre.

O banco de dados foi dividido em dois, em função dos locais. O primeiro banco de dados, originado da fazenda de Missão Velha, CE, contendo os resultados das análises de tecidos cujas amostras foram coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2010 e 2017, correspondente à cultivar Grande Naine (AAA). A amostra inicial com 150 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $52,35 \pm 12,98\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi separada em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $58,84\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  e tamanho da amostra  $n = 46$ .

O segundo banco de dados, originado da fazenda de Ponto Novo, BA, contendo os resultados das análises de tecidos cujas amostras foram coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2014 e 2016, correspondente à cultivar Grande Naine. A amostra inicial com 65 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $65,15 \pm 21,94\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi subdividida em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $76,12\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  e tamanho da amostra  $n = 19$ .

## **2.3 Determinações das curvas de resposta potencial dos nutrientes, valores de referência e faixas de suficiência**

### 2.3.1 Linha de Fronteira (LF)

As faixas de suficiência dos nutrientes foram determinadas a partir de uma equação ajustada em função da relação entre a produtividade relativa (PR) no eixo y e os teores de nutrientes nas folhas das bananeiras no eixo x. Para isto foi utilizado a abordagem da linha de fronteira, com o auxílio do programa computacional “Boundary Fit” desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa conforme Almeida et al. (2016).

Após identificação dos talhões da linha de fronteira (LF) e extraí-los da nuvem de pontos, foram gerados modelos de regressão com o aplicativo computacional CurveExpert Basic 1.4, sendo a produtividade relativa (%) a variável dependente em função dos teores de nutrientes nas folhas, variáveis independentes.

Deste modo, foram obtidas para cada nutriente as faixas de suficiência pela LF, com base nas classes deficiente ( $PR < 70 \%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , à direita do máximo).

### 2.3.2 Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW)

A partir da população de referência foram obtidas a média e a variabilidade dos teores foliares de nutrientes referente às normas (Tabela 3), sendo em seguida, calculado os índices-padrão, por meio da proporção (P) entre o teor do nutriente na amostra e o teor padrão, influência da variação (I) e coeficiente de variação (CV), sendo todos expressos em percentagem (KURIHARA, 2004). Para a obtenção do IBKW, utilizaram-se as seguintes equações:

$$P = (100y_i) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.1})$$

$$I = CV (y_i - \bar{Y}) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.2})$$

$$IBKW = P - I \quad (\text{Eq. 2.3})$$

Em que, P = proporção (%) entre o teor do nutriente na amostra ( $y_i$ ) e o teor padrão ( $\bar{Y}$ ); I = influência da variação (%); CV = coeficiente de variação (%) do teor do nutriente na população de referência; IBKW = Índice Balanceado de Kenworthy.

Assim, os limites das faixas de suficiência dos teores foliares correspondentes a cada classe de balanço foram obtidos conforme proposto por Fernandes (2010).

**Tabela 3.** Normas de teores foliares de nutrientes em bananeiras ‘Grande Naine’ estabelecidas pelos métodos Kenworthy, estratificados por locais, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

CEARÁ				BAHIA			
Norma	$\bar{Y}$	s	CV (%)	Norma	$\bar{Y}$	s	CV (%)
N	21,7667	1,8413	8,46	N	22,0211	1,8504	8,40
P	1,6368	0,2274	13,89	P	1,5632	0,1116	7,14
K	36,1928	6,3267	17,48	K	32,6421	7,7467	23,73
Ca	7,8817	1,9026	24,14	Ca	6,9737	0,8621	12,36
Mg	2,5923	0,3945	15,22	Mg	2,8526	0,1264	4,43
S	1,5441	0,2229	14,44	S	1,4947	0,1177	7,88
B	9,6391	3,0533	31,68	B	13,4053	2,1441	15,99
Cu	5,9109	2,6298	44,49	Cu	6,4947	0,5921	9,12
Fe	68,7087	10,9113	15,88	Fe	59,0211	9,1099	15,43
Mn	168,8761	121,8828	72,17	Mn	73,5474	16,8846	22,96
Zn	15,7891	2,8883	18,29	Zn	15,3895	1,3316	8,65

Norma = teores da população de referência ( $\geq$  média + 0,5 desvio padrão), os teores de N, P, K, Ca, Mg e S são expressos em  $g\ kg^{-1}$ , e Cu, Fe, Zn, Mn e B em  $mg\ kg^{-1}$ ;  $\bar{y}$  = média de teores de nutrientes na folha diagnóstico; s = desvio padrão; CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Foram obtidas para cada nutriente as faixas de suficiência, considerando os limites das classes de suficiência determinadas por Kenworthy (1961): deficiente ( $IBKW < 50\%$ ); tendência a suficiente ( $50 \leq IBKW < 83\%$ ); suficiente ( $83 \leq IBKW < 100\%$ ); alta ( $100 \leq IBKW < 117\%$ ); tendência a excessiva ( $117 \leq IBKW < 150\%$ ) e excessiva ( $IBKW \geq 150\%$ ).

Em seguida à obtenção dos índices Kenworthy para todos os nutrientes, parametrizados com normas específicas propostas para cada local, esses foram relacionados com a produtividade relativa e selecionados os pontos que correspondem à linha de fronteira superior, para escolha do modelo que melhor ajustava aos dados.

Deste modo, foram obtidas para cada nutriente as novas faixas de suficiência dos Índices Balanceados de Kenworthy, com base nas classes deficiente ( $PR < 70\%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90\%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100\%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90\%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70\%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70\%$ , à direita do máximo).

### 2.3.3. Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)

Para determinação das faixas normais pelo método DRIS, foram calculadas a média ( $\bar{Y}$ ), o coeficiente de variação (CV) e o desvio-padrão (s) para a população de referência, utilizando todas as relações possíveis (ex.: A/B ou B/A). As funções intermediárias para geração dos índices DRIS seguiram a fórmula de Jones (1981):

$$f(A/B) = [(A/B) - (a/b)] / s \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Em que A/B = valor da relação entre as concentrações dos dois nutrientes na planta sob diagnóstico; a/b e s = as médias e os desvios-padrão das relações (A/B) entre nutrientes das amostras da população de referência.

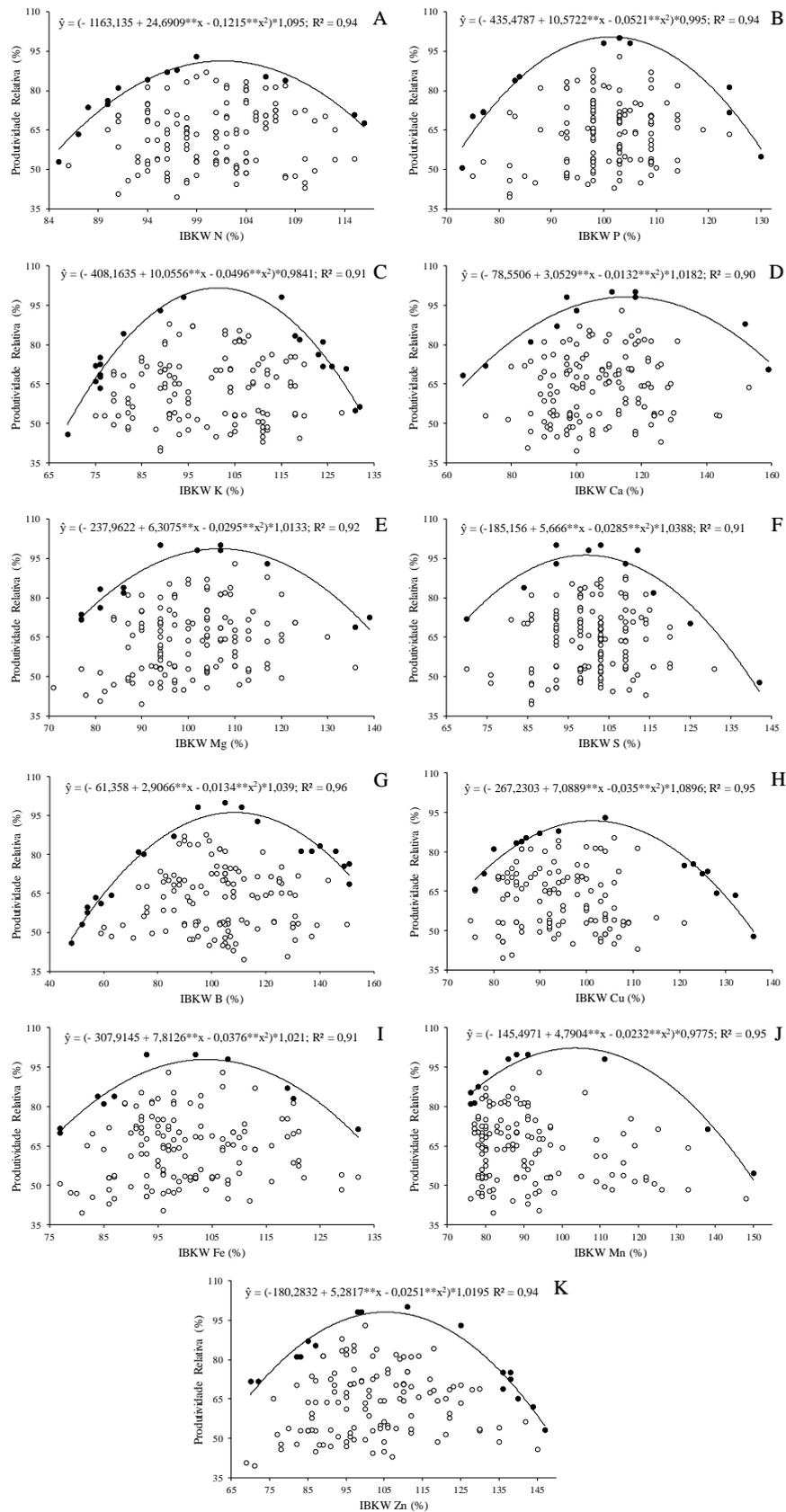
Os índices DRIS para cada nutriente (NI, PI, KI, CaI, MgI, SI, BI, CuI, FeI, MnI e ZnI) foram determinados conforme Alvarez V. e Leite (1999).

Em seguida à obtenção dos índices DRIS para todos os nutrientes, parametrizados com normas específicas propostas para o local e cultivar, esses foram relacionados com a produtividade relativa e selecionados os pontos que correspondem à linha de fronteira superior, para escolha do modelo que melhor ajustava aos dados.

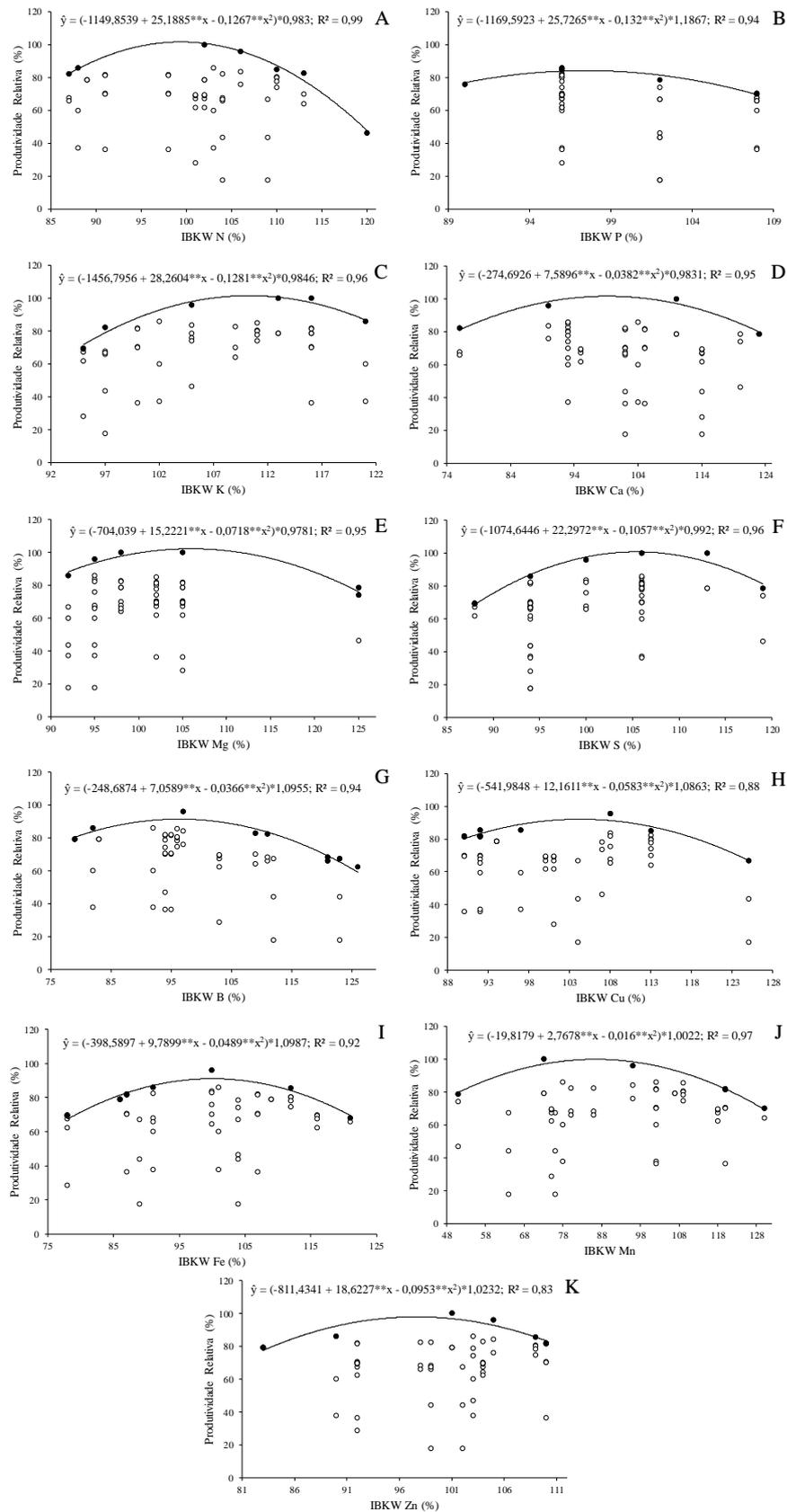
Deste modo, foram obtidas para cada nutriente os novos valores de referência, para os índices DRIS, com base nas classes deficiente ( $PR < 70 \%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , à direita do máximo).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a cultivar Grande Naine produzida nos estados do Ceará e Bahia, o uso da abordagem da linha de fronteira (Figuras 1 e 2) possibilitou o ajuste de equações de regressão em função da relação entre produtividade relativa e Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW). Os modelos ajustados foram quadráticos significativos e com valores elevados de  $R^2$  (0,83 a 0,97) para todos os nutrientes. As faixas de suficiência para interpretação dos IBKW para cada nutriente foram calculadas a partir das equações de regressão (Tabela 4).



**Figura 1.** Linha de Fronteira (LF) estimada a partir da relação entre produtividade relativa (%) e Índices Kenworthy para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de bananeira ‘Grande Naine’, Missão Velha, CE. Fonte: Elaboração do autor.



**Figura 2.** Linha de Fronteira (LF) estimada a partir da relação entre produtividade relativa (%) e Índices Kenworthy para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de banana ‘Grande Naine’, Ponto Novo, BA. Fonte: Elaboração do autor.

**Tabela 4.** Faixas de suficiência propostas para interpretação dos Índices Balanceados Kenworthy (%), obtidos com uso do método da Linha de Fronteira, para nutrientes nas folhas de bananeira ‘Grande Naine’, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Nutri.	Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)					
	Tendência à			Tendência à		
	Deficiente (< 70%)	Suficiente (70-90%)	Suficiente (90-100%)	Alto (100-90%)	Excesso (90-70%)	Excessivo (<70%)
Missão Velha, CE						
N	<87	87 - 93	93 - 101	101 - 110	110 - 117	≥117
P	<77	77 - 88	88 - 101	101 - 115	115 - 125	≥125
K	<77	77 - 87	87 - 101	101 - 116	116 - 126	≥126
Ca	<69	69 - 88	88 - 115	115 - 143	143 - 163	≥163
Mg	<75	75 - 88	88 - 106	106 - 125	125 - 138	≥138
S	<68	68 - 81	81 - 99	99 - 118	118 - 131	≥131
B	<62	62 - 82	82 - 108	108 - 135	135 - 155	≥155
Cu	<73	73 - 85	85 - 101	101 - 117	117 - 129	≥129
Fe	<76	76 - 88	88 - 104	104 - 120	120 - 132	≥132
Mn	<67	67 - 82	82 - 103	103 - 124	124 - 140	≥140
Zn	<71	71 - 86	86 - 105	105 - 125	125 - 140	≥140
Ponto Novo, BA						
N	<84	84 - 90	90 - 99	99 - 108	108 - 115	≥115
P	<84	84 - 89	89 - 97	97 - 105	105 - 111	>111
K	<82	82 - 95	95 - 111	111 - 128	128 - 141	≥141
Ca	<71	71 - 83	83 - 99	99 - 115	115 - 127	≥127
Mg	<85	85 - 94	94 - 106	106 - 108	108 - 127	≥127
S	<89	89 - 96	96 - 105	105 - 115	115 - 122	≥122
B	<69	69 - 81	81 - 96	96 - 112	112 - 124	≥124
Cu	<83	83 - 92	92 - 104	104 - 117	117 - 126	≥126
Fe	<76	76 - 86	86 - 100	100 - 114	114 - 124	≥124
Mn	<43	43 - 61	61 - 86	86 - 111	111 - 130	≥130
Zn	<80	80 - 88	88 - 97	97 - 108	108 - 115	≥115

Fonte: Elaboração do autor.

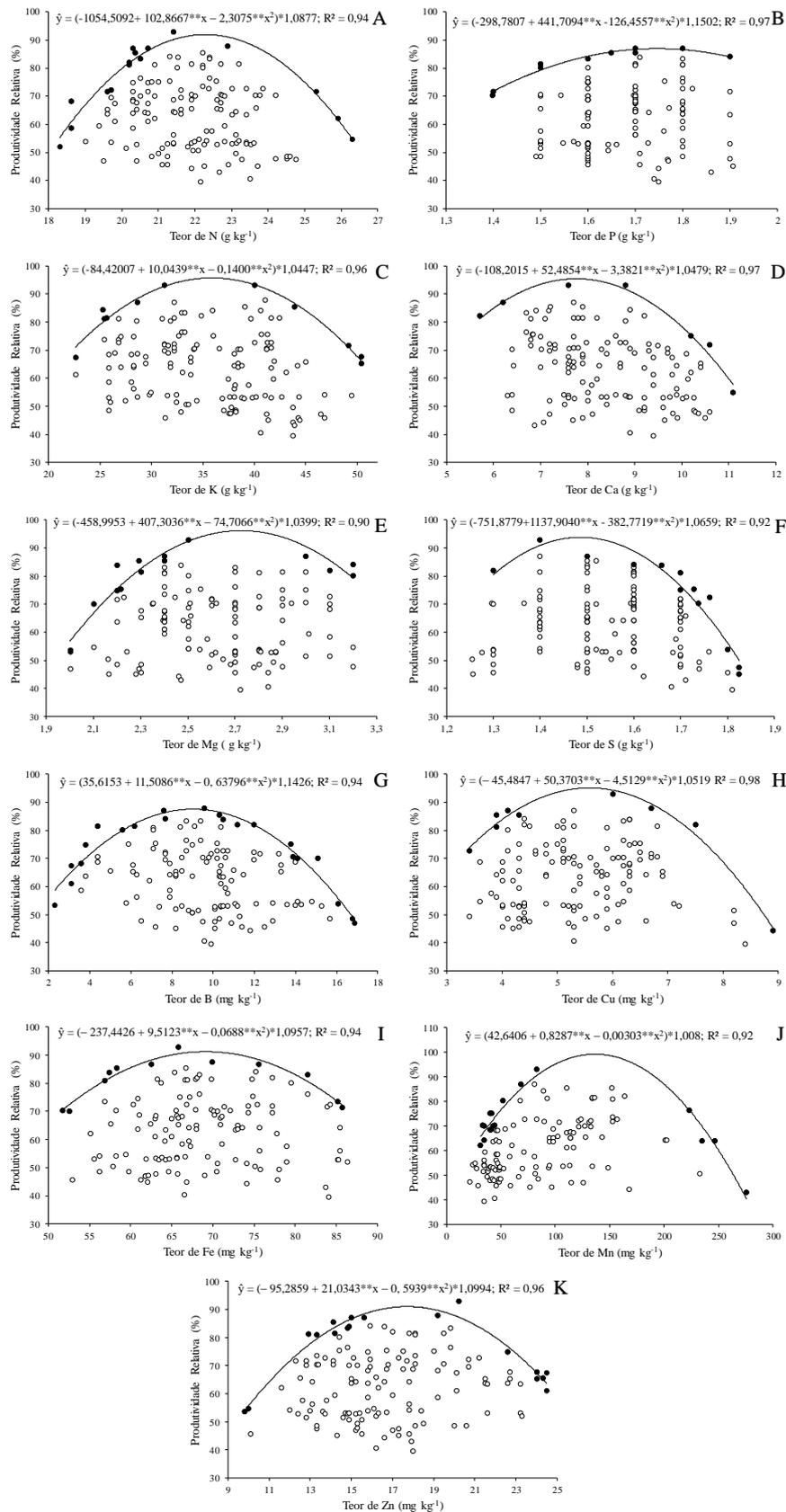
Pela proposta original do método de Kenworthy (1961) as faixas de suficiência para todos os nutrientes constituem-se nos mesmos valores, baseado na premissa que todos os nutrientes possuem a mesma importância na determinação da produtividade. Entretanto, pelos modelos quadráticos ajustados (Figuras 1 e 2) em função da relação entre produtividade relativa e os Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW), com base no método da Linha de Fronteira (LF), percebe-se que as faixas de suficiência não são iguais, o que contradiz a proposta de Kenworthy. As diferenças entre as faixas de suficiência para os nutrientes são devido ao grau de importância do nutriente na

determinação da produtividade, o qual está associado à sua limitação à produtividade, correspondente ao nutriente que estiver no mínimo.

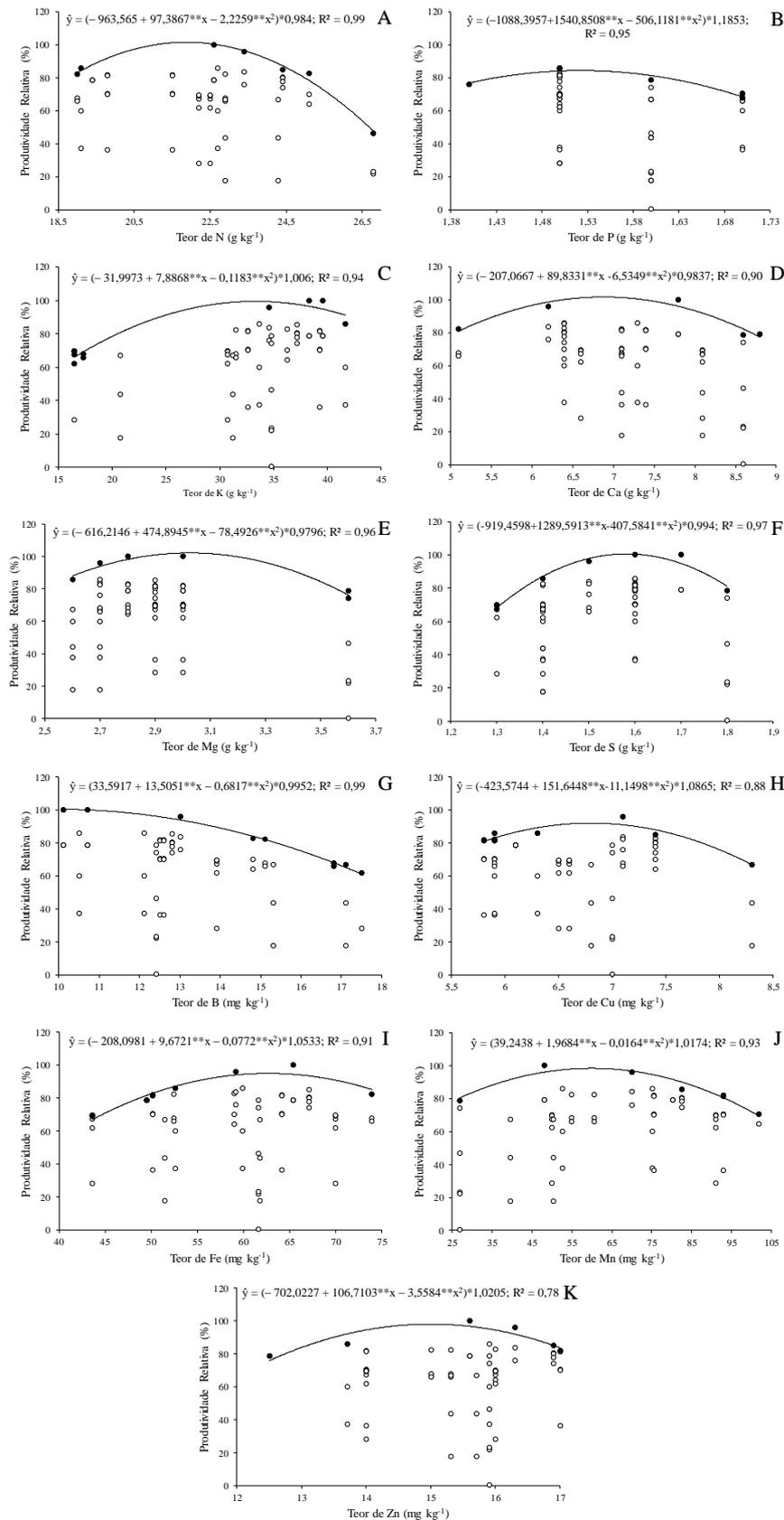
Isso sugere que a estratégia discreta utilizada para interpretação dos índices Kenworthy, baseada em classes faixas de suficiência iguais, cuja amplitude não faz distinção entre culturas e nutrientes, pode não ser a mais adequada, conforme também observado por Fernandes (2010) e Galdino (2015). Isso é justificável, pois as faixas de suficiência, propostas originalmente por Kenworthy para a macieira, parecem ter seguido apenas critério estatístico, considerando, de maneira geral, uma variabilidade média do teor do nutriente na população de referência em torno de 20%. Dessa forma, quando a variabilidade difere muito desse valor a interpretação pode ser equivocada. Isso assume maior importância para os micronutrientes, cuja variabilidade é normalmente elevada em folhas de bananeira (SILVA e RODRIGUES, 2001; DONATO et al., 2010), em razão da complexidade da sua dinâmica no sistema solo-planta (ABREU et al., 2007).

Os limites inferiores das faixas Suficiente para ‘Grande Naine’ no Ceará, foram muito próximos do proposto por Kenworthy (1961) que é 83%, com maior variação apenas para o N (93%), no limite superior a maioria dos nutrientes apresentaram valores próximos do proposto no método original, com exceção do Ca (115%), que foi bem acima do limite superior (100%). Para a bananeira ‘Grande Naine’ na Bahia, os limites inferiores das faixas Suficiente foram diferentes para a maioria dos nutrientes, da proposta por Kenworthy (1961) que é 83%, com maior variação para N (90%), K (95%), Mg (94%), S (96%), Cu (62%) e Mn (61%), enquanto no limite superior a maioria dos nutrientes apresentaram valores de referência bem próximos do proposto no método original (100%), com exceção do K (128%) e Mn (86%).

O uso da abordagem da Linha de Fronteira possibilitou o ajuste de equações de regressão quadráticas significativas com valores elevados de  $R^2$  (0,78 a 0,99) em função da relação entre produtividade relativa e teores de nutrientes em folhas de bananeira ‘Grande Naine’, cultivada no Ceará e na Bahia, respectivamente (Figuras 3 e 4). As faixas ótimas de nutrientes foram calculadas a partir das equações de regressão (Tabela 5).



**Figura 3.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e teores de N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de bananeira ‘Grande Naine’, Missão Velha, CE. Fonte: Elaboração do autor.



**Figura 4.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e teores de N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de banana ‘Grande Naine’, Ponto Novo, BA. Fonte: Elaboração do autor.

**Tabela 5.** Faixas de suficiência obtidas com uso do método da Linha de Fronteira para nutrientes nas folhas de bananeira ‘Grande Naine’, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)						
Nutri.	Tendência à			Tendência à		
	Deficiente (< 70%)	Suficiente (70-90%)	Suficiente (90-100%)	Alto (100-90%)	Excesso (90-70%)	Excessivo (<70%)
<b>Missão Velha, CE</b>						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<18,6	18,6 - 20,2	20,2 - 22,3	22,3 - 24,5	24,5 - 26,1	≥26,1
P	<1,3	1,3 - 1,5	1,5 - 1,7	1,7 - 1,9	1,9 - 2,1	≥2,1
K	<20,1	20,1 - 27,2	27,2 - 36,8	36,8 - 46,5	46,5 - 53,5	≥53,5
Ca	<3,1	3,1 - 4,8	4,8 - 6,9	6,9 - 9,2	9,2 - 10,8	≥10,8
Mg	<1,6	1,6 - 2,0	2,0 - 2,6	2,6 - 3,3	3,3 - 3,7	≥3,7
S	<1,1	1,1 - 1,2	1,2 - 1,4	1,4 - 1,6	1,6 - 1,7	≥1,7
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<3,5	3,5 - 5,9	5,9 - 9,2	9,2 - 12,5	12,5 - 15,0	≥15,0
Cu	<1,9	1,9 - 3,8	3,8 - 6,5	6,5 - 9,2	9,2 - 11,2	≥11,2
Fe	<34,5	34,5 - 49,8	49,8 - 70,2	70,2 - 91,5	91,5 - 106,8	≥106,8
Mn	<33,3	33,3 - 43,2	43,2 - 79,4	79,4 - 115,7	115,7 - 142,2	≥142,2
Zn	<10,5	10,5 - 13,6	13,6 - 17,8	17,8 - 22,1	22,1 - 25,2	≥25,2
<b>Ponto Novo, BA</b>						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<18,2	18,2 - 19,7	19,7 - 21,8	21,8 - 24,0	24,0 - 25,6	≥25,6
P	<1,3	1,3 - 1,4	1,4 - 1,5	1,5 - 1,7	1,7 - 1,8	≥1,8
K	<17,4	17,4 - 24,1	24,1 - 33,2	33,2 - 42,4	42,4 - 49,1	≥49,1
Ca	<4,7	4,7 - 5,6	5,6 - 6,9	6,9 - 8,1	8,1 - 9,0	≥9,0
Mg	<2,4	2,4 - 2,7	2,7 - 3,0	3,0 - 3,4	3,4 - 3,7	≥3,7
S	<1,3	1,3 - 1,4	1,4 - 1,6	1,6 - 1,7	1,7 - 1,9	≥1,9
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<3,2	3,2 - 6,0	6,0 - 9,8	9,8 - 13,7	13,7 - 16,5	≥16,5
Cu	<5,2	5,2 - 5,9	5,9 - 6,8	6,8 - 7,7	7,7 - 8,4	≥8,4
Fe	<43,4	43,4 - 51,5	51,5 - 62,6	62,6 - 73,7	73,7 - 81,8	≥81,8
Mn	<17,5	17,5 - 35,5	35,5 - 59,9	59,9 - 84,4	84,4 - 102,3	≥102,3
Zn	<12,1	12,1 - 13,3	13,3 - 15,0	15,0 - 16,6	16,6 - 17,9	≥17,9

Fonte: Elaboração do autor.

Com base nas normas e as faixas de suficiência para interpretação dos índices balanceados de Kenworthy obtidas nesse trabalho, foram estabelecidos para a cultivar Grande Naine produzida no Ceará e Bahia, as faixas de suficiência para interpretação do estado nutricional (Tabela 6).

**Tabela 6.** Faixas de suficiência de nutrientes em folhas de bananeira ‘Grande Naine’ propostas por Kenworthy, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Nutri.	Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)					
	Deficiente (< 70%)	Tendência à Suficiente (70-90%)		Alto (100-90%)	Tendência à Excesso (90-70%) Excessivo (<70%)	
Missão Velha, CE						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<18,7	18,7 - 20,1	20,1 - 22,0	22,0 - 24,1	24,1 - 25,8	≥25,8
P	<1,2	1,2 - 1,4	1,4 - 1,7	1,7 - 1,9	1,9 - 2,1	≥2,1
K	<26,1	26,1 - 30,5	30,5 - 36,6	36,6 - 43,2	43,2 - 47,6	≥47,6
Ca	<4,7	4,7 - 6,6	6,6 - 9,4	9,4 - 12,3	12,3 - 14,4	≥14,4
Mg	<1,8	1,8 - 2,2	2,2 - 2,8	2,8 - 3,4	3,4 - 3,8	≥3,8
S	<1,0	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 1,9	1,9 - 2,1	≥2,1
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<4,3	4,3 - 7,1	7,1 - 10,8	10,8 - 14,6	14,6 - 17,4	≥17,4
Cu	<3,0	3,0 - 4,3	4,3 - 6,0	6,0 - 7,7	7,7 - 9,0	≥9,0
Fe	<49,1	49,1 - 58,9	58,9 - 72,0	72,0 - 85,0	85,0 - 94,8	≥94,8
Mn		59,6 <sup>1</sup>	59,6 - 187,1	187,1 - 314,5	314,5 - 411,6	≥411,6
Zn	<10,2	10,2 - 13,1	13,1 - 16,8	16,8 - 20,6	20,6 - 23,5	≥23,5
Ponto Novo, BA						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<18,2	18,2 - 19,6	19,6 - 21,8	21,8 - 23,9	23,9 - 25,6	≥25,6
P	<1,3	1,3 - 1,4	1,4 - 1,5	1,5 - 1,6	1,6 - 1,7	≥1,7
K	<24,9	24,9 - 30,5	30,5 - 37,3	37,3 - 44,6	44,6 - 50,2	≥50,2
Ca	<4,7	4,7 - 5,6	5,6 - 6,9	6,9 - 8,2	8,2 - 9,1	≥9,1
Mg	<2,4	2,4 - 2,7	2,7 - 3,0	3,0 - 3,1	3,1 - 3,7	≥3,7
S	<1,3	1,3 - 1,4	1,4 - 1,6	1,6 - 1,7	1,7 - 1,9	≥1,9
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<8,5	8,5 - 10,4	10,4 - 12,8	12,8 - 15,3	15,3 - 17,2	≥17,2
Cu	<5,3	5,3 - 5,9	5,9 - 6,8	6,8 - 7,7	7,7 - 8,4	≥8,4
Fe	<42,3	42,3 - 49,3	49,3 - 59,0	59,0 - 68,8	68,8 - 75,8	≥75,8
Mn	<19,1	19,1 - 36,3	36,3 - 60,2	60,2 - 84,0	84,0 - 102,2	≥102,2
Zn	<12,0	12,0 - 13,4	13,4 - 14,9	14,9 - 16,7	16,7 - 17,9	≥17,9

<sup>1</sup>Para Mn correspondem as faixas deficiente e tendência à suficiente. Fonte: Elaboração do autor.

Com base nas normas Kenworthy obtidas no presente trabalho, estabeleceram-se faixas de suficiência nutricional com base nas faixas de suficiência obtidos por Kenworthy (1961) (Tabela 6).

**Tabela 7.** Faixas de suficiência de nutrientes em folhas de bananeira ‘Grande Naine’, propostas por Kenworthy tradicional (1961), Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Nutri.	Classes (Valor de Referência IBKW)					
	Deficiente (< 50%)	Tendência à Suficiente (50-83%)	Suficiente (83-100%)	Alto (100-117%)	Tendência à Excesso (117-150%)	Excessivo (≥150%)
Missão Velha, CE						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<9,9	9,9 - 17,7	17,7 - 21,8	21,8 - 25,8	25,8 - 33,7	≥33,7
P	<0,7	0,7 - 1,3	1,3 - 1,6	1,6 - 2,0	2,0 - 2,6	≥2,6
K	<14,3	14,3 - 28,7	28,7 - 36,2	36,2 - 43,7	43,7 - 58,1	≥58,1
Ca	<2,7	2,7 - 6,1	6,1 - 7,9	7,9 - 9,7	9,7 - 13,1	≥13,1
Mg	<1,1	1,1 - 2,1	2,1 - 2,6	2,6 - 3,1	3,1 - 4,1	≥4,1
S	<0,6	0,6 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 1,9	1,9 - 2,5	≥2,5
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<2,6	2,6 - 7,2	7,2 - 9,6	9,6 - 12,0	12,0 - 16,7	≥16,7
Cu	<0,6	0,6 - 4,1	4,1 - 5,9	5,9 - 7,7	7,7 - 11,2	≥11,2
Fe	<27,9	27,9 - 54,8	54,8 - 68,7	68,7 - 82,6	82,6 - 109,5	≥109,5
Mn		65,7 <sup>1</sup>	65,7 - 168,9	168,9 - 272,0	272,0 - 472,3	≥472,3
Zn	<6,1	6,1 - 12,5	12,5 - 15,8	15,8 - 19,1	19,1 - 25,5	≥25,5
Ponto Novo, BA						
-----g kg <sup>-1</sup> -----						
N	<10,0	10,0 - 17,9	17,9 - 22,0	22,0 - 26,1	26,1 - 34,0	≥34,0
P	<0,7	0,7 - 1,3	1,3 - 1,6	1,6 - 1,9	1,9 - 2,4	≥2,4
K	<11,2	11,2 - 25,4	25,4 - 32,6	32,6 - 39,9	39,9 - 54,0	≥54,0
Ca	<3,0	3,0 - 5,6	5,6 - 7,0	7,0 - 8,3	8,3 - 11,0	≥11,0
Mg	<1,4	1,4 - 2,4	2,4 - 2,9	2,9 - 3,4	3,4 - 4,4	≥4,4
S	<0,7	0,7 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 1,8	1,8 - 2,3	≥2,3
-----mg kg <sup>-1</sup> -----						
B	<5,4	5,4 - 10,7	10,7 - 13,4	13,4 - 16,1	16,1 - 21,4	≥21,4
Cu	<2,9	2,9 - 5,3	5,3 - 6,5	6,5 - 7,7	7,7 - 10,1	≥10,1
Fe	<24,1	24,1 - 47,2	47,2 - 59,0	59,0 - 70,9	70,9 - 93,9	≥93,9
Mn	<25,8	25,8 - 57,3	57,3 - 73,5	73,5 - 89,8	89,8 - 121,3	≥121,3
Zn	<7,0	7,0 - 12,5	12,5 - 15,4	15,4 - 18,3	18,3 - 23,8	≥23,8

<sup>1</sup>Para Mn correspondem as faixas deficiente e tendência à suficiente. Fonte: Elaboração do autor.

A faixa Suficiente estabelecida pelo método da Linha de Fronteira (LF) para ‘Grande Naine’ no Ceará, para N foi de 20,2 a 22,3 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), com valor semelhante ao obtido pelo método do Kenworthy modificado, 19,3 a 22,0 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e diferente do Kenworthy tradicional, 17,9 a 21,8 g kg<sup>-1</sup>, (Tabela 7). A faixa Suficiente estabelecida pelo método da Linha de Fronteira (LF) para ‘Grande Naine’ na Bahia, para N foi de 19,7 a 21,8 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), com valor igual ao obtido pelo

método do Kenworthy modificado, 19,6 a 21,8 g kg<sup>-1</sup>, (Tabela 6) e diferente do Kenworthy tradicional, 17,9 a 22,0 g kg<sup>-1</sup>, (Tabela 7). As faixas propostas para Grande Naine cultivada no Ceará e Bahia diferem da proposta por Quaggio e Raij. (1997) para o estado de São Paulo, 27,0 a 36,0 g kg<sup>-1</sup>, para bananeiras do subgrupo Cavendish, mesmo subgrupo do cultivar Grande Naine,.

Diversos trabalhos realizados no Brasil têm mostrado que a bananeira cultivada em solos arenosos e com baixo teor de MO responde à aplicação de N, principalmente no primeiro ciclo (BRASIL et al., 2000; SILVA et al., 2012). Entretanto quando cultivada em solos com médio a elevado teor de MOS (>16 g kg<sup>-1</sup>), como no presente trabalho (Tabela 1), a bananeira pode não responder a adubação nitrogenada ou até mesmo reduzir a produtividade pelo excesso de N, devido ao aumento da taxa de mineralização da M.O.S e dos resíduos vegetais, proveniente dos restos culturais, que é favorecida pelas condições de temperatura elevada e alta umidade do solo proporcionado pela irrigação (SILVA et al., 2012; PULITO et al., 2015).

Os restos culturais restituídos após a colheita, são fontes muito importantes na nutrição do bananal, já que restitui ao solo, através da ciclagem biogeoquímica, cerca de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N ano<sup>-1</sup> (HOFFMAN et al., 2010). O aumento da disponibilidade de N em solos com médio a elevado teor de MOS, em associação com as reduções na produtividade devido ao possível excesso de N pelo aumento da sua disponibilidade, resulta na tendência da diminuição da faixa de suficiência, como a ajustada no presente trabalho em comparação com as faixas apresentadas por Quaggio e Raij (1997).

Para o P a faixa Suficiente estabelecida pelo método da LF para ‘Grande Naine’ no Ceará, 1,5 a 1,7 g kg<sup>-1</sup>, (Tabela 5), valor muito semelhante aos obtidos pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, 1,4 a 1,7 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 1,3 a 1,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Para o P a faixa Suficiente estabelecida pelo método da LF para ‘Grande Naine’ na Bahia, 1,4 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), valor igual ao obtido pelo método Kenworthy modificado, 1,4 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e muito semelhante ao Kenworthy tradicional, 1,3 a 1,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Os teores do limite superior das faixas propostas no presente trabalho, tanto para Ceará quanto para Bahia, coincidem com o limite inferior da estabelecida por Quaggio e Raij (1997), que para P corresponde 1,8 a 2,7 g kg<sup>-1</sup>.

O P é o macronutriente que é acumulado em menor quantidade pela bananeira ‘Grande Naine’ (HOFFMANN, et al. 2010). Apesar da maior disponibilidade do P para a bananeira, comprovado pelo elevado valor de P e de P-Rem (Tabela 1), não

houve aumento dos teores de P na folha semelhante ao proposto por Quaggio e Raij (1997). O aumento dos teores de P na folha podem causar redução na produtividade pelo desbalanço nutricional com outros nutrientes, particularmente o Zn. Apesar do aumento da disponibilidade de P no solo, o seu teor na folha de bananeiras praticamente não varia, mesmo com o aumento da disponibilidade (DAMATTO JUNIOR et al., 2011), mesmo entre cultivares de diferentes subgrupos (BORGES et al., 2006), embora Marques (2017) observou o contrário em bananeiras tipo prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico em solos de elevada fertilidade construída.

A faixa Suficiente proposta para o K para ‘Grande Naine’ no Ceará obtida pelo método da LF, 27,2 a 36,8 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), diferente para o método Kenworthy modificado, quanto ao limite inferior e igual para o limite superior, 30,5 a 36,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), entretanto dentro das faixas propostas pela LF. Enquanto a faixa proposta pelo método Kenworthy tradicional foi semelhante à proposta pela LF, 28,7 a 36,2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). A faixa Suficiente proposta para o K para ‘Grande Naine’ na Bahia pelo método da LF, 24,1 a 33,2 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), diferente do método Kenworthy modificado, 30,5 a 37,3 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), que proporcionou faixas com teores mais elevados, e semelhante ao proposto pelo método do Kenworthy tradicional, 25,4 a 32,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Os teores no limite superior das faixas proposta pelo presente trabalho coincidem com o limite inferior da estabelecida por Quaggio e Raij (1997), 35,0 a 54,0 g kg<sup>-1</sup>.

O K é o nutriente mais absorvido pela bananeira e por isso é exigido em grandes quantidades (HOFFMANN, et al. 2010). A maior disponibilidade de K no solo como no presente trabalho (Tabela 1), em associação as elevadas doses de K<sub>2</sub>O aplicada no solo, resulta no maior teor de K na folha. Entretanto o aumento do teor de K na folha não necessariamente resulta em aumento na produtividade, podendo constituir consumo de luxo, ou excesso e causar decréscimo na produtividade pelo excesso de K e ou desequilíbrio com outros nutrientes, principalmente o Mg. Maior equilíbrio na fertilização de potássio, reflete não só nos teores de K na folha, mas também de outros nutrientes como o Ca e Mg, com os quais o K possui interações importantes para o manejo nutricional da bananeira ‘Grande Naine’ (SILVA e CARVALHO, 2004). Isso contribui para justificar a redução na faixa normal de suficiência para K em comparação à proposta por Quaggio e Raij (1997).

A redução da faixa Suficiente proposta no presente trabalho está em fase com a redução das doses de  $K_2O$  recomendadas ao longo dos anos. Silva et al. (1999) recomendaram para o norte de Minas Gerais, doses de 800 a 1.600 kg de  $K_2O$   $ha^{-1} ano^{-1}$ . Posteriormente a recomendação de aplicação de  $K_2O$ , teve um decréscimo drástico na dose para 50 a 750 kg  $ha^{-1} ano^{-1}$  (SILVA e BORGES, 2008). A última recomendação lançada também para o norte do estado de Minas Gerais, considerou um pequeno aumento das doses, 675 a 1.050 kg  $ha^{-1} ano^{-1}$  (SILVA, 2015), porém menores quando comparadas à primeira recomendação.

Essas reduções de doses, e, das faixas de suficiência, está em acordo com a economia nutricional, proporcionada pela ciclagem bioquímica, internamente na planta, do tecido velho para o jovem, ou do pseudocaule da planta recém-colhida, quando deixada em pé, para toda a família via ligação planta-mãe planta-filha, ou biogeoquímica, que ocorre com intermediação do solo, quando o pseudocaule é rebaixado imediatamente após a colheita (DONATO et al., 2016). Essa ciclagem é particularmente importante à partir do segundo ciclo, pode representar para bananeira ‘Grande Naine’ 80% do K absorvido (HOFFMANN et al., 2010), 50% (FARIA, 1997) e 70% (SOTO BALLESTERO, 2008), e está associada à sua grande dinâmica no solo entre os ciclos (DONATO et al., 2016) e à produtividade considerada.

Pelo método da LF a faixa Suficiente estabelecida para ‘Grande Naine’ para o Ca, 4,8 a 6,9 g  $kg^{-1}$  (Tabela 5). Diferente do proposto pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, 6,6 a 9,4 g  $kg^{-1}$  (Tabela 6), e 6,1 a 7,9 g  $kg^{-1}$  (Tabela 7), respectivamente. A faixa Suficiente estabelecida para ‘Grande Naine’ na Bahia pelo método da LF, 5,6 a 6,9 g  $kg^{-1}$  (Tabela 5), valor igual ao obtido pelo método Kenworthy modificado, 5,6 a 6,9 mg  $kg^{-1}$  (Tabela 6), e muito semelhante ao obtido pelo método Kenworthy tradicional, 5,6 a 7,0 g  $kg^{-1}$  (Tabela 7). As faixas propostas no presente trabalho diferiram, independentemente do local, porém situaram-se dentro da estabelecida por Quaggio e Raij (1997), que para Ca corresponde 3,0 a 12,0 g  $kg^{-1}$ .

Para o Mg a faixa Suficiente proposta pelo método da LF para ‘Grande Naine’ no Ceará, 2,0 a 2,6 g  $kg^{-1}$  (Tabela 5). Semelhante às obtidas pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, que foram 2,2 a 2,8 g  $kg^{-1}$  (Tabela 6), e 2,1 a 2,6 g  $kg^{-1}$  (Tabela 7), respectivamente. Para ‘Grande Naine’ na Bahia, a faixa Suficiente proposta pelo método da LF, 2,7 a 3,0 g  $kg^{-1}$  (Tabela 5), valor igual ao obtido pelo método Kenworthy modificado, 2,7 a 3,0 mg  $kg^{-1}$  (Tabela 6) e muito semelhante ao obtido pelo método Kenworthy tradicional, 2,4 a 2,9 g  $kg^{-1}$  (Tabela 7). Entretanto diferiu da

faixa proposta por Quaggio e Raij (1997), 3,0 a 6,0 g kg<sup>-1</sup>, cujo limite inferior coincide com o limite superior das faixas estabelecidas no presente trabalho, independentemente do local.

A redução da faixa de Mg proposta no presente trabalho pode ser devido ao grande aporte de K no solo via fertilização, o que diminui a absorção de Mg do solo (SILVA e CARVALHO, 2004). Isso assume grande importância e requer atenção no diagnóstico nutricional, pois a bananeira é uma monocotiledônea, e por isso possui baixa capacidade de troca de cátions de raízes, o que favorece a absorção de cátions monovalentes em detrimento de bivalentes (DONATO et al., 2016), o que pode acentuar as deficiências de magnésio e cálcio. O equilíbrio na nutrição com K, Ca e Mg é essencial pois são nutrientes com ação antiestresse (MARSCHNER, 2012), o que é particularmente importante no semiárido, mesmo sob irrigação.

Para o S a faixa Suficiente proposta para ‘Grande Naine’ no Ceará, pelo método da LF, 1,2 a 1,4 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). Valor semelhante ao determinado pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional que foram 1,2 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6 e 7), para ambos. Para ‘Grande Naine’ na Bahia, a faixa Suficiente estabelecida pelo método da LF, 1,4 a 1,6 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), valor igual ao obtido pelo método Kenworthy modificado, 1,4 a 1,6 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e muito semelhante ao obtido pelo método Kenworthy tradicional, 1,2 a 1,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Contudo, diferiu do proposto pelo Quaggio e Raij (1997), 1,6 a 3,0 g kg<sup>-1</sup>.

Para B a faixa Suficiente proposta para ‘Grande Naine’ no Ceará pelo método LF, foi 5,9 a 9,2 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), semelhante às propostas pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, diferindo somente quanto ao limite inferior, que foi um pouco menor, 7,1 a 10,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 7,2 a 9,6 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para ‘Grande Naine’ na Bahia a faixa Suficiente proposta pelo método LF, foi 6,0 a 9,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). Diferente das propostas pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional que foram 10,4 a 12,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 10,7 a 13,4 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Os teores no limite superior da faixa propostas para ‘Grande Naine’ no Ceará pelo método da LF coincidem com o limite inferior da estabelecida por Quaggio e Raij (1997), 10,0 a 25,0 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto que o limite inferior estabelecido por esses autores, coincide com limite inferior das faixas estabelecidas pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional.

Para o Cu a faixa Suficiente proposta para ‘Grande Naine’ no Ceará, pelo método da LF, 3,8 a 6,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), tem valores próximos aos determinados

pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, 4,3 a 6,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 4,1 a 5,9 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Para ‘Grande Naine’ na Bahia, a faixa Suficiente estabelecida pelo método da LF, 5,9 a 6,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), tem valores iguais ao obtido pelo método Kenworthy modificado, 5,9 a 6,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e muito semelhante ao método Kenworthy tradicional, 5,3 a 6,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Os teores no limite superior das faixas proposta no presente trabalho coincidem com o limite inferior da estabelecida por Quaggio e Raij (1997), 6,0 a 30,0 mg kg<sup>-1</sup>.

Para o Fe a faixa Suficiente determinada para ‘Grande Naine’ no Ceará pelo método da LF, 49,8 a 70,2 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), diferiu quanto ao limite inferior das faixas determinadas pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, 58,9 a 72,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 54,8 a 68,7 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Para ‘Grande Naine’ na Bahia a faixa Suficiente proposta pelo método da LF, 51,5 a 62,6 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), valores próximos também foram determinados pelos métodos Kenworthy modificado e tradicional, 49,3 a 59,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 47,2 a 59,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. As faixas propostas no presente trabalho situam-se bem abaixo da proposta por Quaggio e Raij (1997), 80,0 a 360,0 mg kg<sup>-1</sup>.

Para o Mn as faixas Suficiente propostas para ‘Grande Naine’ no Ceará, diferiram, independentemente do método utilizado. Para a LF a faixa Suficiente, 43,2 a 79,4 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), para o método Kenworthy modificado, 59,6 a 187,1 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e pelo método Kenworthy tradicional, 65,7 a 168,9 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Para ‘Grande Naine’ na Bahia a faixa Suficiente proposta pelo método da LF, 35,5 a 59,9 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5), valor semelhante foi determinado pelo método Kenworthy modificado, 36,3 a 60,2 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6) e diferente do método Kenworthy tradicional, 57,3 a 73,5 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7). Essas faixas situam-se muito abaixo e possuem menor amplitude comparada à proposta por Quaggio e Raij (1997), 200 a 2000 mg kg<sup>-1</sup>. Faixas de suficiência muito amplas podem estar associadas ao fato dos autores não utilizar um coeficiente k, fator de correção para diminuir a amplitude da faixa (MARTINEZ et al., 2003; DONATO et al., 2017) para os casos de nutrientes com alta variabilidade, caso muito comum para os micronutrientes em tecidos, com CVs acima de 20%.

Para o Zn a faixa Suficiente propostas ‘Grande Naine’ no Ceará pelo método da LF é 13,6 a 17,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). Valores semelhantes foram determinados pelos métodos do Kenworthy modificado e tradicional, 13,1 a 16,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 12,5 a 15,8 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Para a ‘Grande Naine’ na Bahia a faixa

Suficiente proposta pelo método da LF é de 13,3 a 15,0 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). Valores semelhantes foram determinados pelos métodos do Kenworthy modificado e tradicional, 13,4 a 14,9 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 6), e 12,25 a 15,4 mg kg<sup>-1</sup> (Tabela 7), respectivamente. Essas faixas são inferiores e mais estreitas quando comparadas à proposta por Quaggio e Raij (1997), 20,0 a 50,0 mg kg<sup>-1</sup>.

A menor concordância das faixa Suficiente para micronutrientes, em comparação com a literatura se dá principalmente pela variação na disponibilidade desses micronutrientes. É preciso considerar que os micronutrientes tem à sua disponibilidade no solo afetada pelo pH, pelo teor de matéria orgânica, pelo teor de argila, pelo material de origem e no caso específico do Fe e Mn pelo potencial de oxirredução que pode afetar as suas disponibilidade também temporalmente quando sob anoxia. Esses fatores podem contribuir para interferência no contato íon-raiz e na consequente absorção do elemento pela bananeira e no seu teor nos tecidos (ABREU et al., 2007), o que é evidenciado pela sua maior variabilidade nos teores foliares.

As faixas Suficiente estabelecidas pelo método da LF para N, P, Ca e S, praticamente não diferem em relação aos ambientes mantendo-se praticamente a mesma faixa. Entretanto para K a faixa Suficiente proposta para o Ceará (27,2 a 36,8 g kg<sup>-1</sup>), mostrou-se mais elevada quanto aos limites superiores e inferiores em comparação da Bahia (24,1 a 33,2 g kg<sup>-1</sup>). Isso pode resultar da maior fertilidade dos solos do Ceará, pois o o teor de K no solo no Ceará é cerca de 2,5 vezes maior que na Bahia, 9,3 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Tabela 1) anti 3,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

A faixa Suficiente para Mg proposta para o Ceará (2,0 a 2,6 g kg<sup>-1</sup>), é menor em comparação à estabelecida para a Bahia (2,7 a 3,0 g kg<sup>-1</sup>). A faixa mais alta na Bahia se dá principalmente pelo aumento da disponibilidade de Mg no solo em relação ao Ceará, pois apesar dos teores de Mg no solo do Ceará serem bem maiores, 27 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, ante 10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> da Bahia (Tabela 1), as relações K/Mg na folha 4,3 para o Ceará e 3,5 para a BA atestam uma inibição competitiva no caso do Ceará, com maior absorção de K em detrimento do Mg. A relação K/Mg adequada na época do florescimento situa-se entre 2,5 e 3,5, sendo considerada elevada valores acima de 4,0 (SILVA et al., 2002), o que sugere ocorrência deficiência de Mg induzida por excesso de K. Isso pode estar associado às fertilizações potássicas frequentes pois as relações K/Mg nos solos são 0,38 no Ceará e 0,34 na Bahia, valores dentro da faixa ideal que situa-se entre 0,2 e 0,5 (SILVA et al., 2002). Do mesmo modo, o maior teor de Ca nos solos do Ceará decorrente do uso de calcário calcítico ou mesmo do material de origem

dos solos eleva a relação Ca/Mg para 4,2/1, indicando estar acima do ótimo (1,5 a 3) de acordo com Silva et al. (2002) e pode diminuir a absorção de Mg e os seus teores nos tecidos, enquanto na Bahia (2,7/1) situa-se dentro da faixa.

Essa situação se agrava pois a bananeira apresenta baixa capacidade de troca catiônica de raiz (CTCR) e por isso absorve mais facilmente cátions monovalentes. Outrossim, condições que favoreçam o fechamento de estômatos, como temperaturas elevadas com máximas registradas entre agosto e dezembro, acima de 34 °C, a baixa umidade relativa do ar menor que 50% (Tabela 2), como ocorre no Ceará, afetam a absorção de Mg<sup>++</sup> entre outros elementos de maior mobilidade no solo, que deslocam via fluxo de massa, consequência da diferença de potencial de água entre solo e raiz, causada pela transpiração da planta. A deficiência de Mg afeta o crescimento da bananeira e pode contribuir para redução de produtividade, podendo ser uma das causas associadas a menor produtividade média da bananeira ‘Grande Naine’ no Ceará, 52,35 t ha<sup>-1</sup> comparada à 65,15 t ha<sup>-1</sup> na Bahia. Também pode contribuir para decréscimos na produtividade fatores não nutricionais, considerando aí os efeitos das altas temperaturas na atividade da Rubisco, na permeabilidade das membranas (DONATO et al., 2016), diminuindo a eficiência de carboxilação e as taxas de fotossíntese (ARANTES et al., 2016; 2018; RAMOS et al., 2018).

As diferenças entre as faixas propostas para os micronutrientes estabelecidas para os dois ambientes, ocorre devido principalmente à sua grande variabilidade causada pelos fatores que podem aumentar ou reduzir a sua disponibilidade no solo, por exemplo, pH, teor de matéria orgânica do solo, teor de argila e potencial oxi-redução. Esses fatores interferem no constato íon-raiz e, consequentemente na absorção desses nutrientes pela bananeira, variando assim a faixa de suficiência.

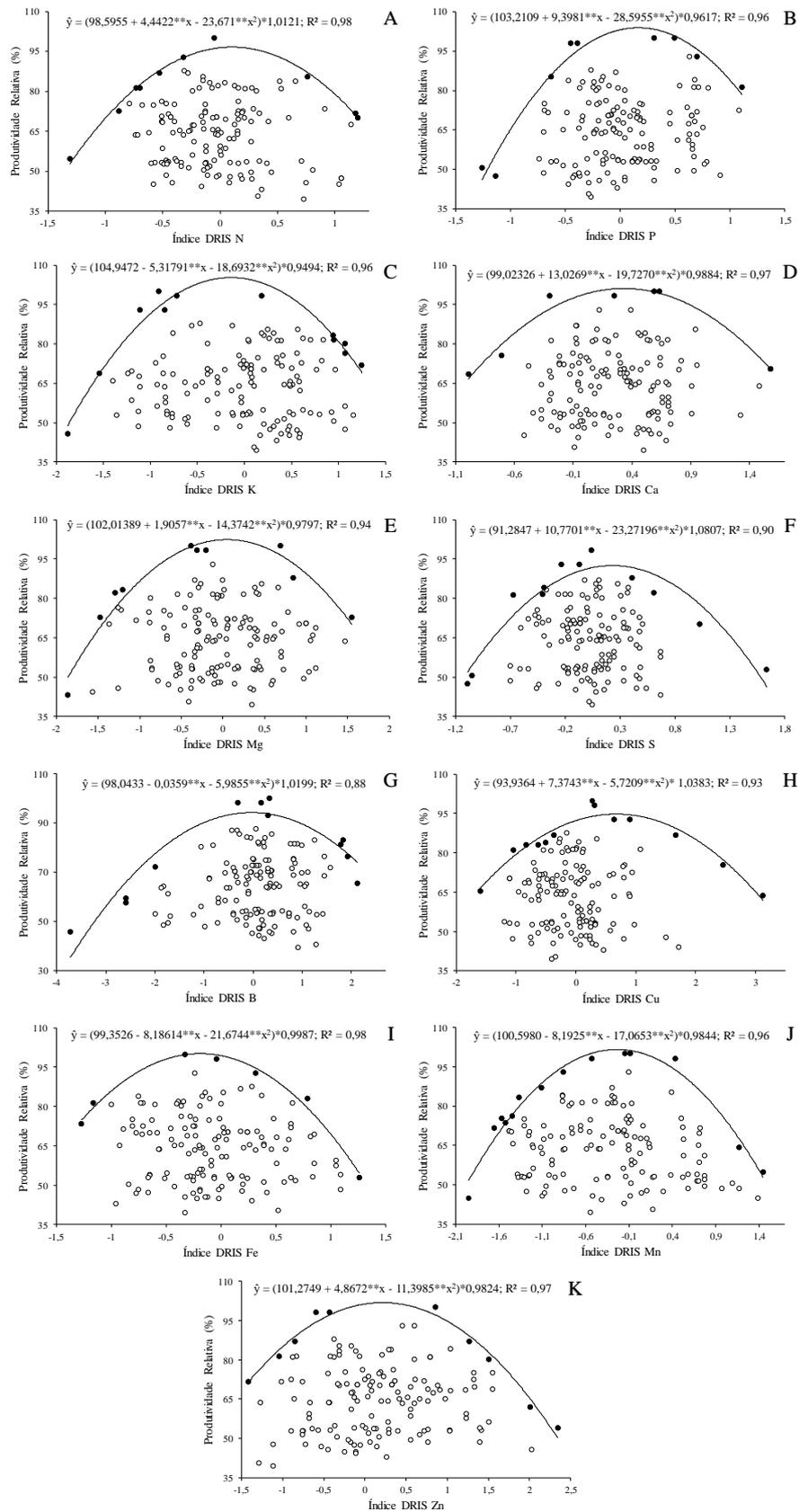
As faixas Suficiente estabelecidas pelos métodos da LF e Kenworthy propostas no presente trabalho foram muito próximas para quase todos os nutrientes e em alguns casos, diferentes da faixa estabelecida pelo Kenworthy tradicional, evidenciando a necessidade do estabelecimento dos valores de referência das faixas de suficiência para método Kenworthy, para maior precisão da avaliação do estado nutricional. As faixas propostas no presente trabalho diferiram das faixas de suficiência de nutrientes em folhas de bananeiras do subgrupo Cavendish, mesmo subgrupo do cultivar Grande Naine, para o estado de São Paulo sugeridas por Quaggio e Raij (1997).

As divergências indicam de forma geral uma redução das faixas Suficiente. De forma análoga aos trabalhos de Camacho et al. (2012), Serra et al. (2010), Urano et al.

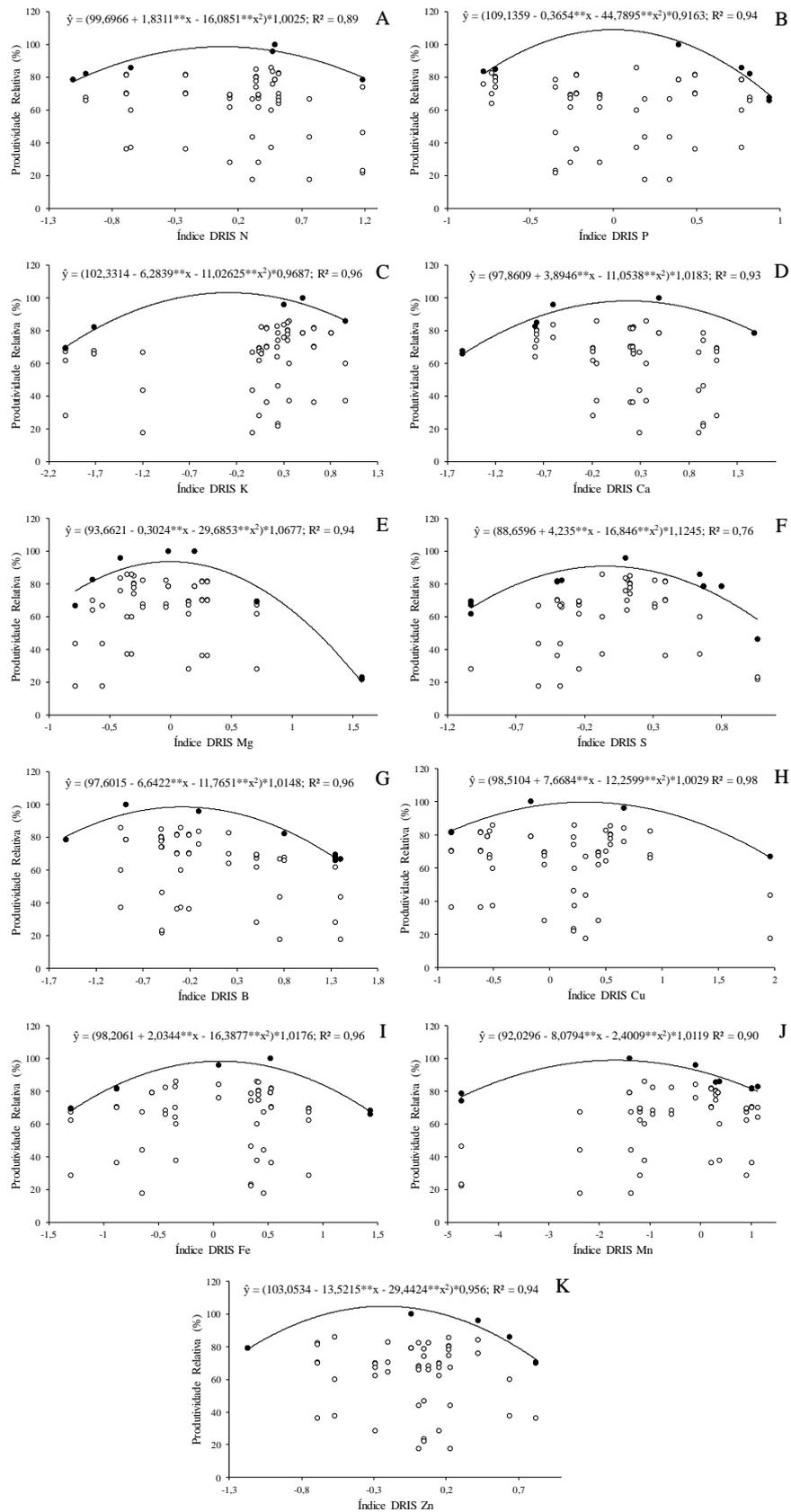
(2007) e Kurihara (2004), a amplitude das faixas normais foram menores quando comparadas à de faixas de suficiência encontradas na literatura, podendo-se inferir que esses métodos apresentam maior confiabilidade por serem desenvolvidos regionalmente, com menor variabilidade das condições de solo e clima, ou seja, em acordo com a capacidade produtiva do sítio. Isso contribui para minimizar as extrapolações equivocadas ou erros por transferência de conhecimento, por considerar as especificidades e não a universalidade das normas, o que em síntese significa dizer, ambientes diferentes, manejos diferentes (RESENDE et al., 2017). Adicionalmente, para nutrientes de maior variabilidade quando as faixas são estimadas pela técnica da faixa de suficiência, deve-se considerar um coeficiente k de correção, que muitas vezes os autores não incorporam.

Para a cultivar Grande Naine produzida no Ceará, o uso da abordagem da Linha de Fronteira (Figuras 5 e 6) possibilitaram o ajuste de equações de regressão quadráticas significativas com valores elevados de  $R^2$  (0,76 a 0,98) para todos os nutrientes. As faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS para cada nutrientes foram calculadas a partir das equações de regressão (Tabela 8).

As faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS derivados pela Linha de Fronteira (Tabela 8) para ‘Grande Naine’ no Ceará, para macronutrientes: - 0,56 a 0,08 (N), -0,44 a 0,15 (P), -0,90 a -0,15 (K), -0,39 a 0,32 (Ca), -0,78 a 0,06 (Mg) e -0,40 a 0,22 (S). Para os micronutrientes: -1,29 a -0,01 (B), -0,66 a 0,63 (Cu), -0,87 a -0,20 (Fe), -1,02 a -0,25 (Mn) e -0,74 a 0,20 (Zn). A faixa Suficiente para os índices DRIS dos nutrientes é diferente para a maioria dos nutrientes e assimétrica ao contrário da faixa Suficiente proposta por Beauflis (1973), que era de -0,66 a 0,0, para todos os nutrientes.



**Figura 5.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e Índice DRIS para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de banana ‘Grande Naine’, Missão Velha, CE. Fonte: Elaboração do autor.



**Figura 6.** Linha de fronteira (LF) estimada em função da relação entre produtividade relativa (%) e Índice DRIS para N (A), P (B), K (C), Ca (D), Mg (E), S (F), B (G), Cu (H), Fe (I), Mn (J) e Zn (K), em folhas de banana ‘Grande Naine’, Ponto Novo, BA. Fonte: Elaboração do autor.

**Tabela 8.** Faixas de suficiência propostas para interpretação dos Índices DRIS de Nutrientes em folhas de bananeira ‘Grande Naine’ em função da produtividade relativa obtidas com o uso do método da Linha Fronteira, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Nutri.	Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)					
	Deficiente (< 70%)	Tendência à Suficiente (70-90%)	Suficiente (90-100%)	Alto (100-90%)	Tendência à Excesso (90-70%)	Excessivo (<70%)
Missão Velha, CE						
N	<-1,03	-1,03 a -0,56	-0,56 a 0,08	0,08 a 0,73	0,73 a 1,21	≥1,21
P	<-0,89	-0,89 a -0,44	-0,44 a 0,15	0,15 a 0,76	0,76 a 1,20	≥1,20
K	<-1,45	-1,45 a -0,90	-0,90 a -0,15	-0,15 a 0,60	0,60 a 1,15	≥1,15
Ca	<-0,92	-0,92 a -0,39	-0,39 a 0,32	0,32 a 1,04	1,04 a 1,57	≥1,57
Mg	<-1,40	-1,40 a -0,78	-0,78 a 0,06	0,06 a 0,90	0,90 a 1,52	≥1,52
S	<-0,87	-0,87 a -0,40	-0,40 a 0,22	0,22 a 0,86	0,86 a 1,32	≥1,32
B	<-2,22	-2,22 a -1,29	-1,29 a -0,01	-0,01 a 1,27	1,27 a 2,21	≥2,21
Cu	<-1,61	-1,61 a -0,66	-0,66 a 0,63	0,63 a 1,94	1,94 a 2,89	≥2,89
Fe	<-1,37	-1,37 a -0,87	-0,87 a -0,20	-0,20 a 0,49	0,49 a 0,98	≥0,98
Mn	<-1,58	-1,58 a -1,02	-1,02 a -0,25	-0,25 a 0,53	0,53 a 1,09	≥1,09
Zn	<-1,43	-1,43 a -0,74	-0,74 a 0,20	0,20 a 1,15	1,15 a 1,85	≥1,85
Ponto Novo, BA						
N	<-1,31	-1,31 a -0,74	-0,74 a 0,05	0,05 a 0,84	0,84 a 1,42	≥1,42
P	<-0,86	-0,86 a -0,50	-0,50 a -0,01	-0,01 a 0,48	0,48 a 0,85	≥0,85
K	<-1,97	-1,97 a -1,26	-1,26 a -0,29	-0,29 a 0,68	0,68 a 1,39	≥1,39
Ca	<-1,46	-1,46 a -0,77	-0,77 a 0,17	0,17 a 1,11	1,11 a 1,80	≥1,80
Mg	<-0,98	-0,98 a -0,57	-0,57 a -0,02	-0,02 a 0,55	0,55 a 0,96	≥0,96
S	<-1,14	-1,14 a -0,61	-0,61 a 0,12	0,12 a 0,85	0,85 a 1,38	≥1,38
B	<-1,87	-1,87 a -1,20	-1,20 a -0,29	-0,29 a 0,63	0,63 a 1,30	≥1,30
Cu	<-1,25	-1,25 a -0,59	-0,59 a 0,30	0,30 a 1,21	1,21 a 1,87	≥1,87
Fe	<-1,28	-1,28 a -0,72	-0,72 a 0,05	0,05 a 0,83	0,83 a 1,40	≥1,40
Mn	<-5,2	-5,2 a -3,72	-3,72 a -1,69	-1,69 a 0,34	0,34 a 1,83	≥1,83
Zn	<-1,27	-1,27 a -0,83	-0,83 a -0,24	-0,24 a 0,36	0,36 a 0,80	≥0,80

Fonte: Elaboração do autor.

As faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS derivados pela Linha de Fronteira (Tabela 8) para ‘Grande Naine’ na Bahia, para macronutrientes: -0,74 a 0,05 (N), -0,50 a 0,01 (P), -1,26 a -0,29 (K), -0,77 a 0,17 (Ca), -0,57 a -0,02 (Mg) e -0,61 a 0,12 (S). Para os micronutrientes: -1,20 a -0,29 (B), -0,59 a 0,30 (Cu), -0,72 a 0,05 (Fe), -3,72 a -1,69 (Mn) e -0,83 a -0,24 (Zn). A faixa Suficiente para os índices DRIS dos nutrientes é diferente para a maioria dos nutrientes e assimétrica ao contrário da faixa Suficiente proposta por Beauflis (1973), que era de -0,66 a 0,0, para todos os nutrientes.

A utilização de valores de referência para os índices DRIS derivados do método Linha de Fronteira, tem como principais vantagens a adequação das faixas para as condições específicas do sítio, clima e solo, do material genético e do manejo, que podem auxiliar na maior precisão na avaliação do estado nutricional quanto ao grau de equilíbrio.

#### 4. CONCLUSÕES

Foram obtidas curvas de resposta potencial para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes, com elevada capacidade preditiva, para bananeira ‘Grande Naine’ irrigada.

Foram obtidas faixas de suficiência para teores, índices balanceados de Kenworthy e índices DRIS de macro e micronutrientes que permitem a avaliação otimizada do estado nutricional, quanto ao grau de balanço e de equilíbrio, como fator de produção, da bananeira ‘Grande Naine’ irrigada.

#### 5. REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.

ALI, A. M. Nutrient Sufficiency Ranges in Mango Using Boundary-Line Approach and Compositional Nutrient Diagnosis Norms in El-Salhiya, Egypt. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, p. 1-14, 2018.

ALMEIDA, E. I. B.; DEUS, J. A. L.; CORRÊA, M. C. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; NEVES, J. C. L. Linha de fronteira e chance matemática na determinação do estado nutricional de pitaia. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, p.744-754, 2016.

ALVAREZ, V., V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices DRIS. v. 24, n.1, p.20-25, 1999. (Boletim informativo - SBCS).

ANGELES, D. E.; SUMNER, M. E.; LAHAV, E. Preliminary DRIS norms for banana. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, p.1059-70, 1993.

BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. **Handbook of plant nutrition**. CRC press, 773p. 2015.

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

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in diferente varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p.1-12, 2016.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Soil Science. Bulletin N° 1**, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 1973.

BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; VIDALES-CONTRERAS, J. A. Comparación entre normas DNC y estándares nutrimentales de la técnica de curva límite: caso *Opuntia ficus-indica* L. **Revista Chapingo. Serie horticultura**, v. 15, n. 2, p. 217-223, 2009.

BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; Murillo-Amador, B. Nutritional reference values for *Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 173, n. 6, p. 927-934, 2010.

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

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

CAMACHO, M. A.; SILVEIRA, M. V.; CAMARGO, R. A.; NATALE, W. Faixas normais de nutrientes pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pelo método de distribuição normal reduzida para laranjeira-pera. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36, n. 1, 193-200, 2012.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. de; PRIETO, H. E.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendações de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2007. p. 769-850.

DAMATTO JUNIOR, E. R.; VILLAS BOAS, R. L.; NOMURA, E. S.; FUZITANI, E. J.; GARCIA, V. A. Alterações nos teores nutricionais foliares de bananeira 'prata-anã' adubada com composto orgânico em cinco ciclos de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. spe1, p. 692-698, 2011.

DEUS, J. A. L. **Demanda, partição de nutrientes e recomendação de adubação para bananeira com base em análise de solo, diagnose foliar e produtividade.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2016.

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

DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; RODRIGUES, M. G. V. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira ‘Gigante’. **Informe Agropecuário.** v.38, n. 296, p.46-58, 2017.

FARIA, N. G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira.** 1997. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

FERNANDES, L. V. **Normas e determinação de faixas de suficiência para diagnose foliar com base no crescimento relativo de eucalipto.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Dissertação de Mestrado), 2010.

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

JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis,** v. 12, n. 8, p.785-794, 1981.

KENWORTHY, A. L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. In: Reuther, W. (Ed.), **Plant analysis and fertilizers problems.** American Institute of Biological Science, Washington, p. 28-43, 1961.

KURIHARA, C. H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2004.

LAFOND, J. Optimum leaf nutrient concentrations of wild lowbush blueberry in Quebec. **Canadian journal of plant science,** v. 89, n. 2, p. 341-347, 2009.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Boundary Line Model to Estimate the Nutrient Sufficiency Range in Muskmelon Leaves. **Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 40, 2016.

MARQUES, P. R. R. **Estado nutricional, trocas gasosas e características agronômicas em bananeiras tipo Prata submetidas a fontes de fertilizantes para manejo orgânico.** 2017. 102f Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista (Tese de Doutorado), 2017.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. San Diego, CA: Academic press. v. 89. 672p. 2012.

MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B.; VENEGAS, V.H.A.; GUIMARÃES, P.T.G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.6, p.703- 713, jun. 2003.

MARTIN-PRÉVEL, P. Banana. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. **Plant analysis: as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops**. Paris: Lavoisier Publising, p.637-676, 1987.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier. **Fruits**, Paris, v.29, n. 9, 1974. 583-588.

MARTIN-PRÉVEL, P.; BANANIER. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Eds.), *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. **Tec & Doc**, Paris, pp.715-51, 1984.

MCCRAY, J. M.; JI, S.; POWELL, G.; MONTES, G.; PERDOMO, R.; LUO, Y. Boundary lines used to determine sugarcane production limits at leaf nutrient concentrations less than optimum. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 41, n. 5, p. 606-622, 2010.

MORTVEDT, J. J. Tecnologia e produção de fertilizantes com micronutrientes: presença de elementos tóxicos. In: Ferreira, M. E.; Cruz, M. C. P.; Raij, B. van; Abreu, C. A. (eds.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001.p. 237-251.

NJUKENG, J. N.; EHABE, E. E.; NKENG, G. E.; SCHICK, J.; KRATZ, S.; SCHNUG, E. Investigations on the nutritional status of Hevea brasiliensis plantations in the humid forest zone of Cameroon Part 2: Establishment of macro nutrient norms. **J Kulturpflanzen**, v. 65, 2013.

PULITO, A. P.; GONÇALVES, J. L. M.; SMETHURST, P. J.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; ALCARDE ALVARES, C.; ROCHA, J. H. T.; HUBNER, A.; MORAES, L. F.; MIRANDA, A. C.; KAMOGAWA, M. Y.; GAVA, J. L.; CHAVES, R. Available nitrogen and responses to nitrogen fertilizer in Brazilian eucalypt plantations on soils of contrasting texture. **Forests**, v. 6, n. 4, p. 973-991, 2015.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. Frutíferas. In: RAIJ, B. van et al. (Eds.) *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed.rev. Campinas: IAC, 1997. p.121-153, (Boletim Técnico, 100).

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

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. Uso das informações pedológicas agrícola e não agrícola. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia – solos dos biomas brasileiros**. 1ª Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p.47-110.

ROCHA, J. B. O. **Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e Sul da Bahia**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 56p. (Dissertação de Mestrado).

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. D.. Amostragem foliar da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 321-325, 2010.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 105-113, 2010.

SILVA, J. A.; BONOMO, P., DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; DONATO, P. E. R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.866-875, 2012.

SILVA, J. T. A. da. Solo, adubação e nutrição para bananeira. **Informe Agropecuário**, v. 36, n. 288, p.74-83, 2015.

SILVA, J. T. A., CARVALHO, J. G. Estabelecimento de normas DRIS para bananeira 'Prata-Anã' (AAB) sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 43-51, 2006.

SILVA, J. T. A., CARVALHO, J. G. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeira 'Prata-Anã' (AAB) irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 332-338, 2004.

SILVA, J. T. A.; BORGES A. L.; MALBURG J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe agropecuário**, v. 20, p.21-36, 1999.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. **Informe Agropecuário**, v.29, p.23-34, 2008.

SILVA, J. T. A.; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L.; PRUDÊNCIO, J. M. Diagnóstico nutricional da bananeira PrataAnã para o Norte de Minas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002, 16p. **Boletim Técnico**, 70.

SILVA, J. T. A.; 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-Agriambi**, v. 16, n. 12, 2012.

SILVA, J. T. A.; RODRIGUES, M. G. V. Produção da bananeira 'Prata Anã' em função da aplicação de adubo fosfatado, em quatro ciclos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 613-618, 2013.

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

TEIXEIRA, L. A. J.; ZAMBROSI, F. C. B.; BETTIOL NETO, J. E. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de São Paulo: normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 613-620, 2007.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 9, p. 1421-1428, 2006.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 63-72, 2007.

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. D.; ALVAREZ V, V. H.; FONSECA, S.; BARROS, N. D. Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos DRIS e chance matemática. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 685-692, 1998.

## CAPÍTULO 4

### DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DE BANANEIRAS ‘PRATA-ANÃ’ EM DOIS AMBIENTES

#### RESUMO

Para a obtenção de altas produtividades é preciso que os nutrientes na planta estejam em quantidades e proporções adequadas. Portanto, para melhor avaliação é necessário o uso de métodos que contemplem tanto o balanço como o equilíbrio nutricional. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’, produzidas nos estados do Ceará e Bahia, bem como quantificar a limitação de ordem nutricional e não nutricional com base no grau de balanço e equilíbrio. Os estudos foram desenvolvidos a partir do banco de dados de teores de nutrientes nas folhas e de produtividade pertencente à duas fazendas da empresa Sítio Barreiras, localizadas em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como de alta produtividade (PAP), foram considerados população de referência e utilizados para geração das normas, enquanto os talhões com produtividade abaixo desse limite, considerados população de baixa produtividade (PBP), foram utilizados para diagnóstico nutricional. O banco de dados foi subdividido em quatro. O primeiro e o segundo, respectivamente, com 253 amostras e população de referência com produtividade acima de  $39,81 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , e com 553 amostras para PBP, pertencente à fazenda de Missão Velha. O terceiro e quarto, respectivamente, com 147 amostras e população de referência acima de  $41,69 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , e com 334 amostras para a PBP, pertencente à fazenda de Ponto Novo. O Cu foi o nutriente mais limitante por falta pelos IBKW e DRIS modificados, para a ‘Prata-Anã’ cultivada no Ceará. O Mn foi o mais limitante pelo IBKW modificados, independentemente do local. Na Bahia o K foi o nutriente mais limitante por falta, causado pelo desequilíbrio com o Mg no solo. As deficiências de micronutrientes foram mais frequentes que dos macronutrientes. Fatores de ordem não nutricional limitaram a produção dos bananais de ‘Prata-Anã’ na ordem de 28,23% no Ceará e 50,49% na Bahia.

**Palavras-chave:** *Musa* spp AAB e AAA, métodos de diagnóstico, grau de balanço, grau de equilíbrio.

## 1. INTRODUÇÃO

Brasil é considerado o quarto maior produtor mundial banana, com 6,76 milhões t produzidas em 469 mil ha, com rendimento médio de 14,4 t ha<sup>-1</sup>, o que o posiciona depois da Índia, China e Indonésia (FAO, 2016). Apesar do grande volume de produção e grande área produzida, a produtividade a brasileira fica bem abaixo de países como Costa Rica, Indonésia, Guatemala, Equador, Índia e China.

Dentre as práticas de manejo que influenciam o crescimento, o desenvolvimento da bananeira, a nutrição é decisiva para obtenção de alta produtividade, uma vez que as plantas apresentam crescimento rápido e acumulam quantidades elevadas de nutrientes (LAHAV, 1995; LÓPEZ M. e ESPINOSA M., 1995).

O entendimento dos processos relacionados à nutrição das plantas frutíferas é complexo e a identificação dos fatores limitantes da produtividade requer do diagnosticador métodos e habilidade para isolar os fatores nutricionais daqueles não nutricionais. Adicionalmente é comum que fatores ambientais e biológicos influenciem as flutuações na produtividade das plantas frutíferas mesmo quando não há nenhum fator nutricional envolvido (HUNDAL et al., 2005).

Para a obtenção de altas produtividades é preciso que os nutrientes na planta estejam em quantidades e proporções adequadas. Portanto, para melhor avaliação é necessário o uso de métodos que contemplem tanto o balanço como o equilíbrio nutricional. Dessa forma, o uso de dois ou mais métodos possibilitam melhor diagnóstico, visto a complementariedade que os métodos de diagnose nutricional apresentam (BLANCO-MACÍAS et al., 2010; ALMEIDA et al., 2016).

Nesse contexto, os métodos de Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW) (KENWORTHY, 1961) e o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (BEAUFILS, 1973) são indicados para a avaliação do balanço e equilíbrio nutricional respectivamente. Silva e Carvalho (2005), avaliando o estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’, cultivadas no norte de Minas Gerais, utilizando o método DRIS, relataram que Cu e Mn foram os nutrientes que apresentaram maior frequência na classe deficientes e Ca, Mg e Mn apresentaram teores excessivos em maiores frequências. Angeles et al. (1993) observaram que o DRIS foi superior ao critério dos NCs no acerto de diagnósticos nutricionais para N, P e K em bananeira.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’, produzidas nos estados do Ceará e Bahia, bem como quantificar a limitação de ordem nutricional e não nutricional com base no grau de balanço e equilíbrio.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição das condições experimentais**

Os estudos foram desenvolvidos a partir de dados levantados em duas fazendas da empresa Sítio Barreiras. A primeira, localizada no município de Missão Velha, Ceará, coordenadas geográficas de 7°35’90" S e 39°21’17" W, com altitude aproximada de 442 m. O clima da região é do tipo Aw– clima tropical com estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão (Köppen-Geiger), com médias anuais de precipitação de 942 mm e temperatura média de 25,8 °C. O solo predominante da área classificado originalmente como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 57 talhões de bananeira ‘Prata-Anã’, todas fertirrigadas com área média de 3,26 ha.

A segunda, localizada no perímetro irrigado de Ponto Novo, S/N, Lote 14, Ponto Novo, Bahia com latitude de 10°51’46’’ sul, longitude 40°08’01’’ oeste, altitude de 362 m, clima Aw pela classificação de Köppen-Geiger, médias anuais de precipitação de 696 mm e temperatura média de 24,1 °C. O solo predominante da área classificado originalmente como Latossolo Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 117 talhões, sendo 100 talhões de bananeira ‘Prata-Anã’, todas fertirrigadas com área média de 4,53 ha.

As características químicas dos solos nos quais estão cada cultivar e por local constam na Tabela 1. Os dados climáticos dos locais constam na Tabela 2.

**Tabela 1.** Características químicas dos solos cultivados com bananeiras ‘Prata-Anã’, em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

Local	Cultivar	Profundidade da amostragem cm	pH	MOS	P	K	Ca	Mg	CTC	V	P-Rem
				g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----			%	mg L <sup>-1</sup>	
Ceará	Prata-Anã	0 – 20	7,1	21,3	121,9	4,7	61,1	16,0	93,6	83,4	53,4
		20 – 40	8,0	29,0	140,0	9,0	132,0	25,0	175,1	94,8	49,8
Bahia	Prata-Anã	0 – 20	6,4	15,0	66,2	2,7	20,0	7,0	52,0	46,1	64,0
		20 – 40	6,4	12,0	21,0	2,1	11,0	5,0	38,0	58,0	44,6

pH em água relação 1:2,5; P, K, Cu, Mn, Fe e Zn, extrator Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; MOS = teor de matéria orgânica do solo obtida por carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black); CTC = Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; V = saturação por base. Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados de Análise de Solos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA.

**Tabela 2.** Dados meteorológicos registrados nas estações meteorológicas automáticas das fazendas de Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA durante o ano de 2016.

Mês	Temp. média (°C)	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	DPV (kPa)	Vel. Max. Vento (m s <sup>-1</sup> )
Missão Velha – CE							
Janeiro	26,91	31,96	21,86	231,10	74,22	0,76	1,60
Fevereiro	26,95	33,17	20,73	60,90	77,61	0,67	1,60
Março	27,79	33,38	22,21	198,50	78,13	0,68	1,54
Abril	27,05	32,84	21,26	33,50	74,05	0,78	3,09
Mai	27,14	33,40	20,88	30,00	66,65	1,01	3,09
Junho	26,23	32,64	19,82	17,60	64,00	1,05	7,72
Julho	26,39	33,22	19,57	0,00	50,60	1,46	5,14
Agosto	27,00	34,68	19,32	0,00	45,92	1,67	5,14
Setembro	28,29	35,58	21,01	3,10	45,66	1,78	4,63
Outubro	29,26	36,72	21,81	0,00	44,07	1,93	3,60
Novembro	29,67	36,32	23,03	0,00	43,41	1,97	3,09
Dezembro	29,04	35,61	22,47	69,10	52,98	1,58	3,09
Ponto Novo – BA							
Janeiro	25,19	29,84	22,37	190,83	82,92	0,48	5,18
Fevereiro	25,83	31,86	21,08	20,80	74,06	0,75	5,98
Março	26,90	32,95	21,85	0,00	69,02	0,94	6,58
Abril	26,51	32,63	21,37	14,45	64,73	1,05	5,58
Mai	24,48	29,58	20,45	49,25	76,05	0,64	6,21
Junho	23,12	27,93	19,47	31,55	78,08	0,54	5,68
Julho	22,60	28,29	18,16	8,85	75,48	0,60	6,11
Agosto	23,33	29,25	18,57	11,75	71,71	0,72	6,50
Setembro	24,48	30,63	19,66	1,80	69,65	0,82	6,75
Outubro	25,99	32,57	20,86	5,95	66,99	0,98	7,10
Novembro	24,53	25,23	23,82	184,00	70,79	0,74	1,34
Dezembro	25,2	25,98	24,42	44,20	69,49	0,80	1,32

Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados Meteorológicos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA, registrados por estações meteorológicas automáticas instaladas nas respectivas áreas.

## 2.2. Banco de dados

Foram utilizados resultados de análises de tecidos (folha) do banco de dados pertencentes ao grupo Sítio Barreiras. Proveniente de análises realizadas ao longo dos anos, assim como as produtividades correspondentes aos respectivos talhões.

O tecido foliar foi amostrado de acordo com as recomendações de Martin-Prével (1974; 1984; 1987) com modificações conforme Rodrigues et al. (2010). A amostragem consistiu na coleta da porção central do limbo da terceira folha, contando-se a partir do ápice, na época em que a inflorescência apresentava duas ou três pencas masculinas abertas. As amostras foram processadas e analisadas quanto aos teores de teores foliares de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de acordo com Bataglia et al. (1983).

As produtividades foram estimadas em  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  por meio de pesagem das pencas na colheita. As análises de folha foram realizadas uma vez por semestre. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como de alta produtividade (PAP), foram considerados população de referência e utilizados para a geração das normas Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW) e Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), enquanto os talhões com produtividade abaixo desse limite, considerados população de baixa produtividade (PBP), foram utilizados para o diagnóstico nutricional.

O banco de dados foi dividido em quatro, em função dos ambientes e da produtividade. O primeiro e o segundo banco de dados, originado da fazenda de Missão Velha, CE, contendo os resultados das análises de tecidos coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2010 e 2017, correspondem, à cultivar Prata-Anã (AAB). Com amostra inicial com 804 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $35,91 \pm 7,8\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi separada em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $39,81\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (72,72% da PR máxima) e tamanho da amostra  $n = 253$ , e com 553 amostras para a PBP.

O terceiro e o quarto banco de dados, originado da fazenda de Ponto Novo, BA, contendo os resultados das análises de tecidos coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2014 e 2016, correspondem, respectivamente, à cultivar Prata-Anã. A amostra inicial composta de 481 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $34,89 \pm 13,59\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi subdividida em populações de baixa e alta produtividade,

cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à 41,69 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (57,00% da PR máxima) e tamanho da amostra n = 147, e com 334 amostras para a PBP.

### 2.3. Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW)

A partir da população de referência foram obtidas a média e a variabilidade dos teores foliares de nutrientes referente às normas (Tabela 3), sendo em seguida, calculado os índices-padrão, por meio da proporção (P) entre o teor do nutriente na amostra e o teor padrão, influência da variação (I) e coeficiente de variação (CV), sendo todos expressos em percentagem (KURIHARA, 2004). Para a obtenção do IBKW, utilizou as seguintes equações:

$$P = (100y_i) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.1})$$

$$I = CV (y_i - \bar{Y}) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.2})$$

$$\text{IBKW} = P - I \quad (\text{Eq. 2.3})$$

Em que, P = proporção (%) entre o teor do nutriente na amostra (y<sub>i</sub>) e o teor padrão ( $\bar{Y}$ ); I = influência da variação (%); CV = coeficiente de variação (%) do teor do nutriente na população de referência; IBKW = Índice balanceado de Kenworthy.

**Tabela 3.** Normas de teores foliares de nutrientes em bananeiras ‘Prata-Anã’ estabelecidas pelos métodos Kenworthy, estratificados por locais, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Norma	CEARÁ			Norma	BAHIA		
	$\bar{Y}$	s	CV (%)		$\bar{Y}$	s	CV (%)
N	21,9089	1,5820	7,22	N	23,0045	2,9416	12,79
P	1,6753	0,2491	14,87	P	1,6101	0,1313	8,16
K	33,9927	6,3498	18,68	K	31,3565	7,1523	22,81
Ca	6,4860	1,2523	19,31	Ca	5,6180	0,5681	10,11
Mg	2,3777	0,3690	15,52	Mg	2,7007	0,4349	16,10
S	1,5536	0,2691	17,32	S	1,4702	0,1526	10,38
B	11,0638	4,5581	41,20	B	14,7435	2,7223	18,46
Cu	6,1797	2,3583	38,16	Cu	5,2980	0,8416	15,89
Fe	67,4036	12,7856	18,97	Fe	57,3365	15,2073	26,52
Mn	179,3976	92,5274	51,58	Mn	84,6806	32,1586	37,98
Zn	16,4921	2,9857	18,10	Zn	14,8340	1,5562	10,49

Norma = teores da população de referência ( $\geq$  média + 0,5 desvio padrão), os teores de N, P, K, Ca, Mg e S são expressos em g kg<sup>-1</sup>, e Cu, Fe, Zn, Mn e B em mg kg<sup>-1</sup>;  $\bar{y}$  = média de teores de nutrientes na folha diagnóstico; s = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Após a determinação dos IBKW, os valores foram interpretados considerando os limites das classes de suficiência determinadas por Kenworthy (1961): deficiente ( $IBKW < 50 \%$ ); tendência a suficiente ( $50 \leq IBKW < 83 \%$ ); suficiente ( $83 \leq IBKW < 100 \%$ ); alta ( $100 \leq IBKW < 117 \%$ ); tendência a excessiva ( $117 \leq IBKW < 150 \%$ ) e excessiva ( $IBKW \geq 150 \%$ ), e determinado a frequência de talhões para as diferentes classes. E também foram interpretados para os novos valores de referência dos Índices Balanceados de Kenworthy, com base nas classes deficiente ( $PR < 70 \%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , a direita do máximo).

#### **2.4. Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)**

Para determinação das faixas normais pelo método DRIS, foram calculados a média ( $\bar{Y}$ ), o coeficiente de variação (CV) e o desvio-padrão (s) para a população de referência (Tabela 4), utilizando todas as relações possíveis (ex.: A/B ou B/A). As funções intermediárias para geração dos índices DRIS serão calculadas pela fórmula de Jones (1981):

$$f(A/B) = [(A/B) - (a/b)] / s \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Em que A/B = valor da relação entre as concentrações dos dois nutrientes na planta sob diagnóstico; a/b e s = as médias e os desvios-padrão das relações (A/B) entre nutrientes das amostras da população de referência.

Os índices DRIS para cada nutriente (NI, PI, KI, CaI, MgI, SI, BI, CuI, FeI, MnI e ZnI) serão determinados segundo Alvarez V. e Leite (1999).

Após a determinação dos índices DRIS, os valores foram interpretados considerando os limites das classes de suficiência determinadas por Beaufils (1973): deficiente ( $IDRIS < -1,33$ ); tendência a suficiente ( $-1,33 \leq IDRIS < -0,66$ ); suficiente ( $-0,66 \leq IDRIS < 0$ ); alta ( $0 \leq IDRIS < 0,66$ ); tendência a excessiva ( $0,66 \leq IDRIS < 1,33$ ) e excessiva ( $IDRIS \geq 1,33$ ), e determinado a frequência de talhões para as diferentes classes. E também foram interpretados para os novos valores de referência dos índices DRIS, com base nas classes deficiente ( $PR < 70 \%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do

máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , a direita do máximo).

**Tabela 4.** Normas das relações duais em bananeiras ‘Prata-Anã’ estabelecidas pelo método DRIS, estratificados por locais, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Normas	CEARÁ			Normas	BAHIA		
	$\bar{Y}$	s	CV (%)		$\bar{Y}$	s	CV (%)
N/P	13,3398	2,0543	15,40	N/P	14,3936	2,2744	15,80
N/K	0,6671	0,1397	20,94	N/K	0,7973	0,3022	37,90
N/Ca	3,5051	0,7397	21,10	N/Ca	4,1439	0,6994	16,88
N/Mg	9,4200	1,5191	16,13	N/Mg	8,7305	1,7727	20,30
N/S	14,3666	1,9412	13,51	N/S	15,7997	2,5173	15,93
N/Cu	3,8927	1,0864	27,91	N/Cu	4,4357	0,8302	18,72
N/Fe	0,3347	0,0582	17,39	N/Fe	0,4756	0,4433	93,21
N/Zn	1,3701	0,2568	18,74	N/Zn	1,5670	0,2516	16,06
N/Mn	0,1860	0,1648	88,60	N/Mn	0,3079	0,1121	36,41
N/B	2,3715	1,1968	50,47	N/B	1,5998	0,2870	17,94
P/N	0,0769	0,0127	16,51	P/N	0,0712	0,0110	15,45
P/K	0,0507	0,0107	21,10	P/K	0,0545	0,0151	27,71
P/Ca	0,2672	0,0627	23,47	P/Ca	0,2894	0,0366	12,65
P/Mg	0,7140	0,1102	15,43	P/Mg	0,6123	0,1180	19,27
P/S	1,0872	0,1251	11,51	P/S	1,1020	0,0971	8,81
P/Cu	0,2928	0,0703	24,01	P/Cu	0,3111	0,0531	17,07
P/Fe	0,0254	0,0043	16,93	P/Fe	0,0333	0,0314	94,29
P/Zn	0,1034	0,0157	15,18	P/Zn	0,1097	0,0141	12,85
P/Mn	0,0139	0,0112	80,58	P/Mn	0,0215	0,0075	34,88
P/B	0,1810	0,0977	53,98	P/B	0,1128	0,0224	19,86
K/N	1,5555	0,2896	18,62	K/N	1,4004	0,4083	29,16
K/P	20,5414	4,0373	19,65	K/P	19,4651	4,2820	22,00
K/Ca	5,4063	1,3430	24,84	K/Ca	5,6079	1,3520	24,11
K/Mg	14,5339	3,0897	21,26	K/Mg	11,8039	3,0621	25,94
K/S	22,1786	4,1896	18,89	K/S	21,4213	5,2131	24,34
K/Cu	6,0043	1,7976	29,94	K/Cu	6,1028	1,8113	29,68
K/Fe	0,5153	0,1086	21,08	K/Fe	0,6518	0,6380	97,88
K/Zn	2,1150	0,4818	22,78	K/Zn	2,1425	0,5765	26,91
K/Mn	0,2831	0,2430	85,84	K/Mn	0,4223	0,1764	41,77
K/B	3,6052	1,7591	48,79	K/B	2,2172	0,6670	30,08
Ca/N	0,2977	0,0637	21,40	Ca/N	0,2492	0,0490	19,66
Ca/P	3,9395	0,8980	22,79	Ca/P	3,5130	0,4650	13,24
Ca/K	0,1969	0,0522	26,51	Ca/K	0,1905	0,0537	28,19
Ca/Mg	2,7570	0,5055	18,34	Ca/Mg	2,1206	0,3260	15,37
Ca/S	4,2376	0,8920	21,05	Ca/S	3,8520	0,4867	12,63

Continua

**Tabela 4.** Continuação

Ca/Cu	1,1557	0,4062	35,15	Ca/Cu	1,0871	0,2026	18,64
Ca/Fe	0,0980	0,0197	20,10	Ca/Fe	0,1151	0,1030	89,49
Ca/Zn	0,4024	0,0904	22,47	Ca/Zn	0,3824	0,0523	13,68
Ca/Mn	0,0534	0,0458	85,77	Ca/Mn	0,0743	0,0241	32,44
Ca/B	0,6950	0,3499	50,35	Ca/B	0,3912	0,0679	17,36
Mg/N	0,1090	0,0179	16,42	Mg/N	0,1190	0,0230	19,33
Mg/P	1,4343	0,2262	15,77	Mg/P	1,6876	0,2996	17,75
Mg/K	0,0720	0,0160	22,22	Mg/K	0,0910	0,0257	28,24
Mg/Ca	0,3759	0,0764	20,32	Mg/Ca	0,4817	0,0682	14,16
Mg/S	1,5498	0,2439	15,74	Mg/S	1,8376	0,2198	11,96
Mg/Cu	0,4198	0,1228	29,25	Mg/Cu	0,5165	0,0820	15,88
Mg/Fe	0,0359	0,0060	16,71	Mg/Fe	0,0557	0,0537	96,41
Mg/Zn	0,1469	0,0248	16,88	Mg/Zn	0,1826	0,0256	14,02
Mg/Mn	0,0198	0,0167	84,34	Mg/Mn	0,0358	0,0130	36,31
Mg/B	0,2585	0,1387	53,66	Mg/B	0,1881	0,0406	21,58
S/N	0,0711	0,0126	17,72	S/N	0,0648	0,0099	15,28
S/P	0,9343	0,1364	14,60	S/P	0,9147	0,0842	9,21
S/K	0,0472	0,0126	26,69	S/K	0,0497	0,0135	27,16
S/Ca	0,2468	0,0557	22,57	S/Ca	0,2633	0,0299	11,36
S/Mg	0,6635	0,1311	19,76	S/Mg	0,5535	0,0830	15,00
S/Cu	0,2700	0,0631	23,37	S/Cu	0,2823	0,0399	14,13
S/Fe	0,0236	0,0048	20,34	S/Fe	0,0304	0,0296	97,37
S/Zn	0,0961	0,0191	19,88	S/Zn	0,0997	0,0109	10,93
S/Mn	0,0130	0,0109	83,85	S/Mn	0,0196	0,0067	34,18
S/B	0,1685	0,0934	55,43	S/B	0,1027	0,0199	19,38
Cu/N	0,2830	0,1074	37,95	Cu/N	0,2332	0,0432	18,52
Cu/P	3,7050	1,3897	37,51	Cu/P	3,3084	0,5813	17,57
Cu/K	0,1885	0,0882	46,79	Cu/K	0,1828	0,0726	39,72
Cu/Ca	0,9858	0,4026	40,84	Cu/Ca	0,9526	0,1828	19,19
Cu/Mg	2,6366	1,0037	38,07	Cu/Mg	1,9948	0,3885	19,48
Cu/S	3,9592	1,2541	31,68	Cu/S	3,6194	0,5699	15,75
Cu/Fe	0,0932	0,0354	37,98	Cu/Fe	0,1074	0,0954	88,83
Cu/Zn	0,3766	0,1274	33,83	Cu/Zn	0,3577	0,0481	13,45
Cu/Mn	0,0507	0,0450	88,76	Cu/Mn	0,0704	0,0254	36,08
Cu/B	0,6635	0,4130	62,25	Cu/B	0,3688	0,0798	21,64
Fe/N	3,0921	0,6385	20,65	Fe/N	2,5424	0,7911	31,12
Fe/P	40,6943	8,0413	19,76	Fe/P	35,7411	9,0723	25,38
Fe/K	2,0417	0,5214	25,54	Fe/K	1,9648	0,7933	40,38
Fe/Ca	10,6544	2,3433	21,99	Fe/Ca	10,2703	2,7810	27,08
Fe/Mg	28,7051	5,5612	19,37	Fe/Mg	21,8698	8,1776	37,39
Fe/S	43,9699	8,7991	20,01	Fe/S	39,1895	9,9127	25,29
Fe/Cu	11,8438	3,4553	29,17	Fe/Cu	10,9484	2,8498	26,03
Fe/Zn	4,1625	0,8071	19,39	Fe/Zn	3,8522	0,8423	21,87
Fe/Mn	0,5802	0,5877	101,29	Fe/Mn	0,7600	0,3270	43,03

Continua

**Tabela 4.** Continuação.

Fe/B	7,1985	3,5654	49,53	Fe/B	4,0081	1,3587	33,90
Zn/N	0,7557	0,1432	18,95	Zn/N	0,6549	0,1066	16,28
Zn/P	9,9019	1,5362	15,51	Zn/P	9,2609	1,1224	12,12
Zn/K	0,5008	0,1309	26,14	Zn/K	0,5069	0,1587	31,31
Zn/Ca	2,6134	0,5945	22,75	Zn/Ca	2,6600	0,3344	12,57
Zn/Mg	7,0047	1,1964	17,08	Zn/Mg	5,5998	0,9278	16,57
Zn/S	10,7083	1,7422	16,27	Zn/S	10,1491	1,1088	10,93
Zn/Cu	2,8606	0,6859	23,98	Zn/Cu	2,8402	0,3400	11,97
Zn/Fe	0,2488	0,0463	18,61	Zn/Fe	0,3048	0,3037	99,64
Zn/Mn	0,1372	0,1162	84,69	Zn/Mn	0,1969	0,0684	34,74
Zn/B	1,7980	1,0305	57,31	Zn/B	1,0388	0,2217	21,34
Mn/N	8,2641	4,3550	52,70	Mn/N	3,7690	1,5845	42,04
Mn/P	108,9150	58,6525	53,85	Mn/P	53,2277	21,8798	41,11
Mn/K	5,4360	2,9823	54,86	Mn/K	2,9643	1,7055	57,53
Mn/Ca	28,1425	14,5899	51,84	Mn/Ca	15,1384	5,8524	38,66
Mn/Mg	76,4575	39,2911	51,39	Mn/Mg	32,0350	12,5149	39,07
Mn/S	117,3808	61,7209	52,58	Mn/S	58,2454	22,7192	39,01
Mn/Cu	31,5170	18,5780	58,95	Mn/Cu	16,3685	6,5795	40,20
Mn/Fe	2,7396	1,4540	53,07	Mn/Fe	1,7944	2,2514	125,47
Mn/Zn	11,1897	6,1951	55,36	Mn/Zn	5,7439	2,1286	37,06
Mn/B	19,7740	16,4827	83,36	Mn/B	5,7967	2,0424	35,23
B/N	0,5071	0,2147	42,34	B/N	0,6493	0,1409	21,70
B/P	6,6880	2,7247	40,74	B/P	9,2431	2,0286	21,95
B/K	0,3303	0,1310	39,66	B/K	0,5153	0,2314	44,91
B/Ca	1,7608	0,8102	46,01	B/Ca	2,6425	0,5261	19,91
B/Mg	4,7698	2,0869	43,75	B/Mg	5,5908	1,3413	23,99
B/S	7,2498	3,0497	42,07	B/S	10,1530	2,2780	22,44
B/Cu	1,9498	0,9096	46,65	B/Cu	2,8384	0,6057	21,34
B/Fe	0,1677	0,0735	43,83	B/Fe	0,2997	0,2533	84,52
B/Zn	0,6918	0,3012	43,54	B/Zn	1,0066	0,2164	21,50
B/Mn	0,0948	0,1049	110,65	B/Mn	0,1925	0,0623	32,36

Norma = relações duais da população de referência ( $\geq$  média + 0,5 desvio padrão);  $\bar{y}$  = média das relações duais de nutrientes na folha diagnóstico; s = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação; Dados extraídos de talhões de bananeira de alta produtividade denominado de população de referência.

Fonte: Elaboração do autor.

## 2.5 Utilização das Curvas de Resposta Potencial para relacionar a produtividade com fatores nutricionais e não nutricionais.

Os valores dos Índices Balanceados de Kenworthy e dos índices DRIS de cada nutriente, obtidos no diagnóstico do estado nutricional das lavouras, foram substituídos nas Curvas de Resposta Potencial obtidas pela Linha de Fronteira. Assim, foram obtidos os valores de produtividade relativa estimada (PRE), limitada pelo grau de balanço e desequilíbrio nutricional para cada nutriente.

Com base no critério da Lei do mínimo foi selecionado o menor valor de PRE dentre os nutrientes seja pelo grau de balanço ou de equilíbrio nutricional, identificando o nutriente mais limitante na definição da produtividade. Após a identificação do nutriente mais limitante seja pelo grau de balanço ou de equilíbrio nutricional, utilizou a seguinte equação:

$$LN = PRE - 100\% \quad (\text{Eq. 4.1})$$

Em que, LN = Limitação Nutricional (%); PRE = Produtividade Relativa Estimada com base na curva de resposta potencial; 100% valor pelo qual a lavoura estaria balanceada e equilibrada nutricionalmente dentro dos níveis ideais para todos os nutrientes. Obtendo deste modo, a perda de produtividade associado a fatores nutricionais.

Para a obtenção da perda de produtividade associada a fatores não nutricionais, utilizou a seguinte equação:

$$LNN = LN - PRR \quad (\text{Eq 4.1})$$

Em que, LNN = Limitação Não Nutricional (%); PRR = Produtividade Relativa Real, estimada com base na máxima produtividade.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices balanceados de Kenworthy, propostos pelo método original e por este trabalho, foram gerados os diagnósticos nutricionais para os 553 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade (produtividade menor que 39,81 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) para a cultivar Prata-Anã, produzida no Ceará (Tabela 5).

Com os resultados dos índices Kenworthy é possível ter ideia do estado nutricional quanto ao grau de balanço. Para índice Kenworthy tradicional, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para P (45,01%), Ca (49,18%), S (52,27%), Cu (48,64%), Fe (49,73%), Zn (38,29%) e B (37,93), enquanto para N (50,45%), K (42,11%) e Mg (47,91%), encontram-se na

classe alto, ou seja, encontram-se em consumo de luxo. O Mn foi o que apresentou maior número de talhões na classe tendência à suficiente (53,72%), o que mostra que o Mn foi o nutriente mais limitante por falta.

Para índice Kenworthy modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para P (80,76%), Ca (62,98%), Mg (64,79%), S (75,86%), Fe (65,52%), Zn (65,34%) e B (58,98%), enquanto para N (46,64%) e K (55,54%), encontram-se na classe alto. O Mn (55,45%) e Cu (50,45%) foram os que apresentaram maior número de talhões na classe tendência à suficiente, o que demonstra que o Mn e Cu foram os nutrientes mais limitante por falta.

**Tabela 5.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Prata-Anã’ para classes de Índice Balanceado de Kenworthy, produzidas em Missão Velha – CE.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendência à Suf.	Suficiente	Alto	Tendência à Exc.	Excessivo
N	IBKW	0,00	1,27	47,01	50,45	1,27	0,00
	IBKW_M	1,09	6,90	40,29	46,64	4,17	0,91
P	IBKW	0,00	9,80	45,01	39,75	5,26	0,18
	IBKW_M	1,09	9,07	80,76	8,35	0,73	0,00
K	IBKW	0,00	15,97	36,12	42,11	5,81	0,00
	IBKW_M	1,81	5,08	34,12	55,54	3,45	0,00
Ca	IBKW	0,00	11,43	49,18	28,49	10,71	0,18
	IBKW_M	1,45	9,98	62,98	21,78	3,45	0,36
Mg	IBKW	0,18	3,27	35,39	47,91	12,89	0,36
	IBKW_M	0,91	2,54	64,79	30,13	1,27	0,36
S	IBKW	0,00	8,71	52,27	32,67	2,54	3,81
	IBKW_M	0,73	17,97	75,86	1,63	1,81	2,00
Cu	IBKW	0,00	24,50	48,64	15,25	4,90	6,72
	IBKW_M	0,73	50,45	38,84	4,36	0,18	5,44
Fe	IBKW	0,00	7,62	49,73	32,30	9,07	1,27
	IBKW_M	0,91	11,07	65,52	20,15	1,09	1,27
Zn	IBKW	0,00	11,43	38,29	34,85	13,43	2,00
	IBKW_M	0,73	9,44	65,34	19,78	3,09	1,63
Mn	IBKW	0,00	53,72	24,68	11,07	7,99	2,54
	IBKW_M	0,18	55,35	35,03	7,08	1,63	0,73
B	IBKW	0,36	26,86	37,93	21,05	11,43	2,36
	IBKW_M	0,36	11,98	58,98	21,78	4,90	2,00

IBKW = índice Balanceado Kenworthy tradicional; IBKW\_M = Índice Balanceado Kenworthy modificado.

Fonte: Elaboração do autor.

Houve um aumento da frequência de talhões dentro da classe suficiente, pelo método Kenworthy modificado em comparação com o tradicional, para P (35,75%), Ca (13,80%), Mg (29,4%), S (23,61%), Fe (15,79%), Zn (27,05%), Mn (10,35%) e B (21,05%). Enquanto que para N (7,28%), K (2,00%) e Cu (9,80%), houve redução na frequência na classe suficiente.

O K (13,43%), foi o único nutriente para o qual houve aumento na frequência de talhões na classe alto, pelo método Kenworthy modificado em comparação como tradicional. Os demais nutrientes reduziram a frequência na classe alto.

Os elevados teores de N e K na folha, é reflexo da elevada adubação nitrogenada e potássica. Já que esses são os macronutrientes mais demandados e absorvidos pela bananeira (HOFFMANN, 2010), e, conseqüentemente mais aplicados pelo produtor no manejo convencional. O consumo de luxo de N na folha também é resultante do elevado teor de M.O. do solo (Tabela 1), que em condições de temperatura elevada, e da alta umidade do solo proporcionado pela irrigação, resulta em melhores condições para mineralização da M.O.S (PULITO et al., 2015).

Concentrações de K muito elevadas na solução do solo podem reduzir a absorção de Ca e Mg e, conseqüentemente, os teores destes na folha (Fonseca e Meurer, 1997; Andreotti et al., 2000; Silva e Trevizam, 2015). A absorção de  $K^+$  pelas raízes é favorecida, por este ser um íon monovalente com menor grau de hidratação, apesar do  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , serem de forma geral, dominantes do complexo de troca (Oliveira et al., 2001; Prado, 2008). Adicionalmente, a bananeira é uma monocotiledônea, por isso possui baixa capacidade de trocas de cátions nas raízes, o que facilita à maior absorção de cátions monovalente em detrimento dos bivalente comparado à dicotiledôneas (DONATO et al., 2016).

Nesse contexto, Silva e Trevizam (2015) destacam a importância de aprimorar as adubações visando ganhos de produtividades, porém, sem esquecer o equilíbrio entre os íons no sistema solo-planta, que pode vir a ser um fator limitante. Deficiência de Mg em 'Prata-Anã' pode causar redução de até 67% do crescimento relativo (SILVA et al., 2014), o que requer atenção na nutrição com esse nutriente, principalmente em condições de aplicações frequentes de K, em solos com já elevado teor, principalmente em condições atmosféricas mais estressantes, pois o Mg assim como o K possui atuação antiestresse (MARSCHNER, 2012).

Para os dois métodos, há alta variabilidade dos micronutrientes, principalmente de Cu e Mn, em relação a distribuição dos talhões. Deficiências severas de Cu e Mn

em experimento em vasos, com omissão do nutriente, podem causar redução no crescimento relativo da ‘Prata-Anã’ de até 47% e 84%, respectivamente (SOUZA et al., 2016).

É preciso considerar que os micronutrientes tem a sua disponibilidade no solo afetada pelo pH, pelo teor de matéria orgânica, pelo teor de argila, pelo material de origem e no caso específico do Fe e Mn pelo potencial de oxi-redução, que pode afetar as suas disponibilidade também temporalmente quando sob anoxia. Esses fatores podem contribuir para interferência no contato íon-raiz e na consequente absorção do elemento pela bananeira e no seu teor nos tecidos (ABREU et al., 2007). Esses nutrientes também apresentaram CV acima de 30%, o que reduz a precisão das normas Kenworthy para avaliação do estado nutricional (ROCHA, 2008).

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices balanceados de Kenworthy, propostos pelo método original e por este trabalho, foram gerados os diagnósticos nutricionais para os 334 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade (produtividade menor que  $41,69 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), para a cultivar Prata-Anã, produzida na Bahia (Tabela 6).

Com os resultados dos índices Kenworthy é possível ter ideia do estado nutricional quanto ao grau de balanço. Para índice Kenworthy tradicional, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para N (58,08%) P (72,75%), Fe (40,12%), Mn (28,44%), enquanto para K (56,89%), Mg (49,70%), S (61,38%), Cu (57,49%), Zn (55,99%) e B (39,52%), encontram-se na classe alto, ou seja, encontram-se em consumo de luxo. O Ca foi o que apresentou maior número de talhões na classe tendência à suficiente (44,31%), o que mostra que o Ca foi o nutriente mais limitante por falta. Deficiência severa de cálcio podem reduzir o crescimento relativo da bananeira ‘Prata-Anã’ em até 93% (SILVA et al., 2014).

Para índice Kenworthy modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para P (49,70%), K (61,68%), Ca (46,71%), Fe (51,20%), Mn (50,00%) e B (44,01%), enquanto para N (52,10%), Mg (57,19%), S (50,30%), Cu (74,85%) e Zn (52,69%), encontram-se na classe alto.

Houve um aumento da frequência de talhões dentro da classe suficiente, pelo método Kenworthy modificado em comparação com o tradicional, frequência de talhões na classe normal para K (45,21%), Ca (10,78%), Fe (11,08%), Mn (21,56%) e B (9,58%). Enquanto para N (10,18%), P (23,05%), Mg (7,48%), S (23,35%), Cu (13,47%) e Zn (5,39%), houve redução na frequência na classe suficiente. O N, P, Ca,

Mg e Cu, foram os únicos nutrientes para os quais ocorreram aumentos na frequência de talhões na classe alto, pelo método Kenworthy modificado em comparação com o tradicional. Os demais nutrientes reduziram a frequência na classe alto.

**Tabela 6.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Prata-Anã’ para classes de Índice Balanceado de Kenworthy, produzidas em Ponto Novo – BA.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendencia à Suf.	Suficiente	Alto	Tendencia à Exc.	Excessivo
N	IBKW	0,00	0,90	58,08	41,02	0,00	0,00
	IBKW_M	0,00	0,00	47,90	52,10	0,00	0,00
P	IBKW	0,00	0,90	72,75	24,55	1,80	0,00
	IBKW_M	0,00	1,80	49,70	40,12	8,38	0,00
K	IBKW	0,00	17,37	16,47	56,89	9,28	0,00
	IBKW_M	11,98	6,29	61,68	20,06	0,00	0,00
Ca	IBKW	0,90	44,31	35,93	16,77	2,10	0,00
	IBKW_M	0,00	5,09	46,71	29,34	11,68	7,19
Mg	IBKW	0,00	1,20	29,04	49,70	20,06	0,00
	IBKW_M	0,90	0,30	21,56	57,19	17,07	2,99
S	IBKW	0,00	0,00	34,43	61,38	4,19	0,00
	IBKW_M	0,00	0,00	11,08	50,30	24,25	14,37
Cu	IBKW	0,00	3,89	30,54	57,49	5,09	2,99
	IBKW_M	0,00	0,00	17,07	74,85	4,49	3,59
Fe	IBKW	0,00	13,17	40,12	34,73	10,18	1,80
	IBKW_M	0,00	10,78	51,20	32,34	3,29	2,40
Zn	IBKW	0,00	2,40	35,63	55,99	5,09	0,90
	IBKW_M	0,00	4,19	30,24	52,69	8,38	4,49
Mn	IBKW	0,00	11,98	28,44	27,54	20,36	11,68
	IBKW_M	0,00	20,36	50,00	18,86	4,49	6,29
B	IBKW	0,00	14,67	34,43	39,52	6,29	5,09
	IBKW_M	0,00	14,67	44,01	32,34	2,40	6,59

IBKW = índice Balanceado Kenworthy tradicional; IBKW\_M = Índice Balanceado Kenworthy modificado.

Fonte: Elaboração do autor.

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS, propostos pelo método original e por este trabalho, foi gerado o diagnóstico nutricional para os 553 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade (produtividade menor a 39,81 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), para a cultivar Prata-Anã, produzida no Ceará (Tabela 7).

Com os resultados dos índices DRIS é possível ter ideia do estado nutricional quanto ao grau de equilíbrio. Para índice DRIS tradicional, a maior frequência dos

talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para N (35,03%), Cu (41,20%), Mn (31,22%) e B (37,21%), enquanto para P (41,38%), K (38,84%), Ca (37,02%), Mg (45,92%), S (44,10%), Fe (40,83%) e Zn (33,21%), encontram-se na classe alto.

**Tabela 7.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Prata-Anã’ para classes de Índice DRIS, produzidas em Missão Velha – CE.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendencia à Suf.	Suficiente	Alto	Tendencia à Exc.	Excessivo
N	DRIS	2,36	9,26	35,03	33,76	17,97	1,63
	DRIS_M	0,36	2,00	61,16	35,57	0,18	0,73
P	DRIS	3,63	8,89	35,57	41,38	8,35	2,18
	DRIS_M	0,91	3,63	57,35	37,21	0,91	0,00
K	DRIS	9,26	10,89	23,96	38,84	15,97	1,09
	DRIS_M	2,18	4,36	31,22	60,80	1,45	0,00
Ca	DRIS	4,54	11,62	34,85	37,02	8,53	3,45
	DRIS_M	0,36	0,54	25,23	67,33	6,53	0,00
Mg	DRIS	1,27	5,08	20,51	45,92	24,68	2,54
	DRIS_M	0,91	0,54	25,95	65,52	6,72	0,36
S	DRIS	0,36	7,26	41,74	44,10	2,00	4,54
	DRIS_M	0,18	12,89	80,94	2,00	2,00	2,00
Cu	DRIS	3,27	19,78	41,20	24,50	3,99	7,26
	DRIS_M	0,00	89,11	3,27	3,81	0,73	3,09
Fe	DRIS	2,72	5,81	36,48	40,83	12,34	1,81
	DRIS_M	0,73	3,09	80,58	14,70	0,54	0,36
Zn	DRIS	2,00	8,35	31,76	33,21	21,05	3,63
	DRIS_M	0,73	5,26	63,34	27,77	2,00	0,91
Mn	DRIS	20,51	19,24	31,22	19,06	7,44	2,54
	DRIS_M	0,18	1,27	43,74	52,09	2,54	0,18
B	DRIS	7,26	10,71	37,21	31,58	9,26	3,99
	DRIS_M	0,36	0,18	8,89	84,03	6,53	0,00

DRIS = índice DRIS tradicional; DRIS\_M = Índice DRIS modificado. Fonte: Elaboração do autor.

Para índice DRIS modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para N (61,16%), P (57,35%), S (80,94%), Fe (80,58%) e Zn (63,54%), enquanto para K (60,80%), Ca (67,32%), Mg (65,52%), Mn (52,09%) e B (84,03%), encontram-se na classe alto. O Cu (89,11%), foi o único que apresentou elevada frequência de talhões na tendência à suficiência, o que demonstra que o Cu foi o nutriente mais limitante pela falta. Deficiência severa de Cu em

experimento em vasos, com omissão do nutriente, pode causar redução no crescimento relativo da ‘Prata-Anã’ em até 47% (SOUZA et al., 2016).

Houve um aumento da frequência de talhões dentro da classe suficiente, pelo método DRIS modificado em comparação com o tradicional, para todos os nutrientes com exceção do Ca, Cu e B. Enquanto que para a classe alto houve também um aumento na frequência dos talhões para N, K, Ca, Mg, Mn e B

Apesar de não apresentarem frequência majoritariamente, alguns nutrientes apresentaram frequência significativa nas classes mais limitantes por falta (classe tendência à suficiente + deficiente) como K, Cu e Mn, e nas classes mais limitantes por excesso (tendência à excesso + excessivo) como N, K, Mg e Zn utilizando o DRIS tradicional. Disso depreende-se que para esses nutriente há necessidade de ajuste no programa de adubação. Entretanto, utilizando o método DRIS modificado somente o Cu apresentou maior desequilíbrio por falta. Isso pode sere devido ao método utilizar faixas de suficiência para interpretação estabelecidos para essas condições de clima, solo e cultivar específicos, o que aufere vantagem na precisão dos diagnósticos em comparação ao método tradicional, que possui faixas de suficiência mais amplas, o que não ocorre nessas condições de campo.

O Cu também foi o mais limitante por falta tanto pelo método Kenworthy modificado (Tabela 7), quanto pelo método DRIS modificado, o que sugere que o Cu limitou a produção nesses talhões avaliados. Silva e Carvalho (2005), avaliando o estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’ pelo método DRIS, cultivadas no norte do estado de Minas Gerais, constataram que o Cu e Mn foram os nutrientes mais limitantes pela falta, e, como comentado anteriormente deficiências severas de Cu e Mn em experimento em vasos, com omissão do nutriente, podem causar redução no crescimento relativo da ‘Prata-Anã’ de até 47% e 84%, respectivamente (SOUZA et al., 2016), o que requer atenção nesses casos.

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS, propostos pelo método original e pelo presente trabalho, foi gerado o diagnóstico nutricional para os 334 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade, menor que  $41,69 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Tabela 8).

Com os resultados dos índices DRIS é possível avaliar o estado nutricional quanto ao grau de equilíbrio. Para índice DRIS tradicional, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para P (45,51%) e Fe (51,80%), enquanto para N (41,02%), K (47,90%), Ca (36,53%), Mg (52,99%), S

(48,20%), Cu (44,61%), Zn (32,34%), Mn (32,04%) e B (35,93%), encontram-se na classe alto.

**Tabela 8.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Prata-Anã’ para classes de Índice DRIS, produzidas em Ponto Novo – BA.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendencia à Suf.	Suficiente	Alto	Tendencia à Exc.	Excessivo
N	DRIS	4,79	19,46	32,63	41,02	2,10	0,00
	DRIS_M	0,00	14,37	40,42	45,21	0,00	0,00
P	DRIS	2,10	22,75	45,51	27,84	1,80	0,00
	DRIS_M	8,68	27,84	41,32	21,56	0,30	0,30
K	DRIS	11,98	5,39	25,15	47,90	9,58	0,00
	DRIS_M	0,00	12,87	24,85	62,28	0,00	0,00
Ca	DRIS	4,49	9,58	28,14	36,53	11,38	9,88
	DRIS_M	4,49	11,98	43,11	28,14	8,38	3,89
Mg	DRIS	1,20	2,69	24,25	52,99	17,96	0,90
	DRIS_M	1,20	0,00	13,17	70,96	13,77	0,90
S	DRIS	0,00	3,29	44,61	48,20	3,89	0,00
	DRIS_M	0,90	5,99	38,92	42,51	9,88	1,80
Cu	DRIS	1,50	11,98	28,74	44,61	7,78	5,39
	DRIS_M	1,50	10,18	47,60	34,43	2,69	3,59
Fe	DRIS	0,00	1,20	51,80	41,02	4,19	1,80
	DRIS_M	0,00	0,00	25,75	70,06	2,40	1,80
Zn	DRIS	0,00	22,46	31,74	32,34	9,88	3,59
	DRIS_M	0,00	8,68	38,92	41,62	9,88	0,90
Mn	DRIS	4,49	6,29	26,05	32,04	19,46	11,68
	DRIS_M	3,59	5,69	38,32	40,72	7,19	4,49
B	DRIS	6,59	18,86	25,45	35,93	6,59	6,59
	DRIS_M	5,09	17,96	40,72	29,64	2,10	4,49

DRIS = índice DRIS tradicional; DRIS\_M = Índice DRIS modificado.

Fonte: Elaboração do autor.

Para o índice DRIS modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para P (41,32%), Ca (43,11%), Cu (47,60%) e B (40,72%), enquanto para N (45,21%), K (62,28%), Mg (70,96%), S (42,51%), Fe (70,06%), Zn (41,62%) e Mn (40,72%), encontram-se na classe alto, ou seja, caracterizam estado nutricional de consumo de luxo. Os nutrientes com maior frequência por serem mais limitante por falta foram P, K, Ca, Cu e B. Enquanto os mais limitantes por excesso foram Ca e Mg. Deficiências de P, K e Ca podem reduzir o crescimento relativo da bananeira ‘Prata-Anã’ em até 89%, 44% e 93%,

respectivamente (SILVA et al., 2014), e de Cu e B em até 47% e 94%, respectivamente (SOUZA et al., 2016).

Houve um aumento da frequência de talhões dentro da classe suficiente, pelo método DRIS modificado em comparação com o tradicional para N, Ca, Cu, Zn, Mn e B. Enquanto que para a classe alto houve também um aumento na frequência dos talhões para N, K, Mg, Fe, Zn e Mn.

A apesar Mg e Ca não apresentarem maior parte da frequência de talhões como limitantes por excesso, esse aumento no excesso desses nutrientes, parece refletir no número de talhões limitantes por falta de K e Ca, o que sugere um desbalanço na nutrição de K, Ca e Mg, nutrientes com antagonismo conhecido para bananeira. A elevada demanda de K e Ca pela bananeira em associação com os elevados teores de Mg em relação aos de K e Ca no solo (Tabela 1), resulta no desbalanço da relação K/Ca/Mg. Essa relação é de grande importância no manejo nutricional da bananeira, além de que o aumento do pH muito comuns em bananais produtivos e dos teores de Ca do solo para níveis elevados podem promover desequilíbrio de nutrientes na bananeira, que é muito sensível ao desequilíbrio entre Ca, K e Mg (LOPES M. e ESPINOSA M., 1995; SILVA e CARVALHO, 2004).

A maior frequência de talhões na classe suficiente e na classe alto, independentemente do método utilizado, evidencia que outros fatores de ordem não nutricional possam está limitando a produtividade nesses talhões. Referendado nessa ideia foi determinado com base na curva de resposta potencial, quanto que cada nutriente limita a produtividade e qual é a participação quantitativa de fatores não nutricionais na limitação da produtividade (Tabela 9).

Para o Ceará o nutriente que mais limita a produtividade, quanto ao grau de balanço foi o Mn com PRE de 86,63%. Quanto ao grau de equilíbrio o nutriente mais limitante foi o S com PRE de 87,92%, assim a máxima produtividade que poderá ser alcançada será de 86,63%. Em condições de nutrição balanceada e equilibrada a lavoura de bananeira 'Prata-Anã', poderia atingir a produtividade de 100%. Então supõe-se que esse bananal possui uma perda de produtividade atribuída à nutrição inadequada da ordem de 13,37%.

Analisando esse bananal, o mesmo apresentou PRR de 58,40%, ao considerar que esse bananal, sofresse limitação somente de ordem nutricional sua produtividade seria bem acima, em torno de 86,63%. Como a produtividade real foi inferior a produtividade estimada, sugere que 28,23% da produtividade seja limitada por outros

fatores de ordem não nutricional, como por exemplo, o clima, pois as temperaturas máximas registradas entre agosto e dezembro, acima de 34 °C, a baixa umidade relativa do ar menor que 50%, são condições de alto déficit de pressão de vapor (Tabela 2) que pode conduzir as bananeiras à estresse térmico com decréscimo nas taxas de fotossíntese e na produtividade (ARANTES et al., 2016; 2018; RAMOS et al., 2018).

**Tabela 9.** Produtividade Relativa Real (PRR) e Produtividade Relativa Estimada (PRE) da população de baixa produtividade (PBP) com base nos IBKW e IDRIS, para bananeiras ‘Prata-Anã’, produzidas em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Ceará											
Índice Balanceado de Kenworthy											
PR	N	P	K	Ca	Mg	PRE S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----											
58,40	95,57	94,95	95,98	95,10	96,81	92,69	94,23	87,07	93,88	86,63	94,61
Índice DRIS											
PR	N	P	K	Ca	Mg	PRE S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----											
58,40	97,68	97,36	96,17	97,18	95,87	87,92	96,46	89,72	97,65	97,27	94,68
Bahia											
Índice Balanceado de Kenworthy											
PR	N	P	K	Ca	Mg	PRE S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----											
37,34	98,84	96,68	92,51	89,85	93,18	88,04	92,65	94,67	92,20	90,70	92,74
Índice DRIS											
PR	N	P	K	Ca	Mg	PRE S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----											
37,34	96,13	87,83	97,01	90,56	94,13	94,50	90,72	93,58	96,67	92,59	94,85

Fonte: Elaboração do autor.

Para a Bahia o nutriente mais limitante quanto ao grau de balanço foi o S com PRE de 88,04%. Enquanto o mais limitante quanto ao grau de equilíbrio foi o P com PRE de 87,83%. Assim, a máxima produtividade que poderá ser alcançada será de 87,83%. Em condições de nutrição balanceada e equilibrada a lavoura de bananeira ‘Prata-Anã’, poderia atingir a produtividade de 100%. Então infere-se que esse

bananal possui uma perda de produtividade devido à nutrição inadequada da ordem de 12,17%.

Analisando esse bananal, o mesmo apresentou PRR de 37,34%, assim, se considerarmos que as limitações fossem somente de ordem nutricional depreende-se que sua produtividade seria bem acima, em torno de 87,83%. Como a produtividade real foi inferior à produtividade estimada, sugere que 50,49% da produtividade seja limitada por outros fatores de ordem não nutricional, como por exemplo o clima, que apesar das máximas temperaturas registradas na Bahia (Tabela 2), serem mais amenas durante o ano, com exceção dos meses de fevereiro à abril e umidade relativa acima de 60% durante o ano, possui velocidade máxima de vento acima de  $5 \text{ m s}^{-1}$  (com excessão dos meses de novembro e dezembro), que pode causar dilaceração do limbo foliar, que reduz sua área foliar, e conseqüentemente a taxa fotossintética (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2012; DONATO et al., 2016).

Além do clima, fatores bióticos como incidência de pragas e doenças como a murcha causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, podem estar causando limitação à produtividade em ambos os locais. Isso faz todo o sentido pois trata-se de um patógeno bastante disseminado nessas áreas.

A despeito de toda essa discussão, para propor diagnósticos interpretativos e manejo cultural mais precisos (DONATO et al., 2017) é essencial considerar as interações entre nutrientes, radiação solar, água, temperatura e arejamento do solo que influenciam o fluxo de nutrientes no sistema solo-planta. Isso é compreensível, pois a visão do solo como um corpo natural *in situ* e sua relação com o genótipo e a atmosfera é insubstituível para prever a disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que não é possível somente pelas análises químicas de solos e tecidos (RESENDE et al., 2002). O diagnóstico demanda ainda do diagnosticador uma postura investigativa e raciocínio lógico, o que só é possível com profissional experiente, motivado, competente e envolvido com poucas espécies e produtores como ressalta Fontes (2016), independentemente de quão precisas e refinadas sejam as ferramentas disponíveis para o diagnóstico, como apresentadas no presente trabalho.

Por fim, espera-se assim contribuir para minimizar as extrapolações equivocadas ou erros por transferência de conhecimento, por considerar as especificidades e não a universalidade das normas, o que em síntese significa dizer, ambientes diferentes, manejos diferentes (RESENDE et al., 2017).

#### 4. CONCLUSÕES

O Cu foi o nutriente mais limitante por falta pelo IBKW modificado e DRIS modificado, para a cultivar Prata-Anã cultivada no Ceará.

O Mn foi o mais limitante pelo IBKW modificado para a bananeira, independentemente do ambiente.

Na Bahia o K foi o nutriente mais limitante por falta, causado pelo desequilíbrio com o Mg no solo.

As deficiências de micronutrientes foram mais frequentes que dos macronutrientes.

Fatores de ordem não nutricional limitaram a produção dos bananais na ordem de 28,23% no Ceará e 50,49% na Bahia.

#### 5. REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.

ALMEIDA, E. I. B.; DEUS, J. A. L.; CORRÊA, M. C. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; NEVES, J. C. L. Linha de fronteira e chance matemática na determinação do estado nutricional de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, p.744-754, 2016.

ALVAREZ, V., V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices DRIS. v. 24, n.1, p.20-25, 1999. (Boletim informativo - SBCS).

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D., BÜLL, L. T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2437-2446, 2000.

ANGELES, D. E.; SUMNER, M. E.; LAHAV, E. Preliminary DRIS norms for banana. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, p.1059-70, 1993.

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

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in diferente varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p.1-12, 2016.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Soil Science. Bulletin N° 1**, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 1973.

BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; Murillo-Amador, B. Nutritional reference values for *Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 173, n. 6, p. 927-934, 2010.

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

DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; RODRIGUES, M. G. V. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira 'Gigante'. **Informe Agropecuário**, v.38, n.296, 2017.

FAO. **Food and Agricultural Organization**. Faostat. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 04 janeiro. 2018.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 47-50, 1997.

FONTES, P. C. R. de. **Nutrição mineral de plantas: anamnese e diagnóstico**. Viçosa, MG: UFV, 2016. 315p.

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

HUNDAL, H. S.; SINGH, D.; BRAR, J. S. Diagnosis and recommendation integrated system for monitoring nutriente status of mango trees in submountainous area of Punjab, India. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p.2085-2099, 2005.

JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 12, n. 8, p.785-794, 1981.

KENWORTHY, A. L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. In: Reuther, W. (Ed.), **Plant analysis and fertilizers problems**. American Institute of Biological Science, Washington, p. 28-43, 1961.

KURIHARA, C. H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2004.

LAHAV, E., Banana nutrition. In: Gowen, S. (Ed.), **Banana and plantains**. Chapman e Hall, London, UK, pp. 258-316, 1995.

LÓPEZ, M. A.; ESPINOZA, M. J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Pococí (Costa Rica) Instituto de la Potasa y el Fósforo, Querétaro (México)., 1995.

MARSCHNER, H. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. San Diego, CA: Academic press. v. 89. 672p. 2012.

MARTIN-PRÉVEL, P. Banana. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. **Plant analysis: as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops**. Paris: Lavoisier Publishing, p.637-676, 1987.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier. **Fruits**, Paris, v.29, n. 9, 1974. 583-588.

MARTIN-PRÉVEL, P.; BANANIER. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Eds.), *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. **Tec & Doc**, Paris, pp.715-51, 1984.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 329-335, 2001.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. 1ª ed. Editora UNESP, São Paulo, 2008.

PULITO, A. P.; GONÇALVES, J. L. M.; SMETHURST, P. J.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; ALCARDE ALVARES, C.; ROCHA, J. H. T.; HUBNER, A.; MORAES, L. F.; MIRANDA, A. C.; KAMOGAWA, M. Y.; GAVA, J. L.; CHAVES, R. Available nitrogen and responses to nitrogen fertilizer in Brazilian eucalypt plantations on soils of contrasting texture. **Forests**, v. 6, n. 4, p. 973-991, 2015.

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

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J.L. Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. In: ÁLVAREZ V., V.H. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2, p.593-643.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. Uso das informações pedológicas agrícola e não agrícola. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia – solos dos biomas**

**brasileiros**. 1ª Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p.47-110.

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

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. D.. Amostragem foliar da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 321-325, 2010.

ROCHA, J. B. O. **Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e Sul da Bahia**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 56p. (Dissertação de Mestrado).

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

SILVA, 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. A.; CARVALHO, J. G. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeira 'Prata-Anã' (AAB) irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 332-338, 2004.

SILVA, M. L. S., TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações Agronômicas n° 149**. IPNI - Brasil, Piracicaba, São Paulo, 2015.

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

## CAPÍTULO 5

### DIAGNÓSTICO DO ESTADO NUTRICIONAL DE BANANEIRAS ‘GRANDE NAINÉ’ EM DOIS AMBIENTES

#### RESUMO

A nutrição é condição essencial para atingir produtividades elevadas, porém fatores de ordem não nutricionais também possuem grande importância na determinação da produtividade. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional de bananeiras ‘Grande Nainé’, produzidas nos estados do Ceará e Bahia, bem como quantificar a limitação de ordem nutricional e não nutricional com base no grau de balanço e equilíbrio. Os estudos foram desenvolvidos a partir do banco de dados de teores de nutrientes nas folhas e de produtividade pertencente à duas fazendas da empresa Sítio Barreiras, localizadas em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como de alta produtividade (PAP), foram considerados população de referência e utilizados para geração das normas, enquanto os talhões com produtividade abaixo desse limite, considerados população de baixa produtividade (PBP), foram utilizados para diagnóstico nutricional. O banco de dados foi subdividido em quatro. O primeiro e o segundo, respectivamente, com 46 amostras e população de referência com produtividade maior que  $58,84 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , com 104 amostras para a PBP, pertencente à fazenda de Missão Velha. O terceiro e quarto, respectivamente, com 19 amostras e população de referência acima de  $76,12 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , com 42 amostras para a PBP, pertencente à fazenda de Ponto Novo. O Mn foi o mais limitante pelos IBKW e DRIS modificados, independentemente do ambiente. Na Bahia o K foi o nutriente mais limitante por falta, causado pelo desequilíbrio com o Mg no solo. As deficiências de micronutrientes foram mais frequentes que dos macronutrientes. Fatores de ordem não nutricional limitaram a produção dos bananeiras de ‘Grande Nainé’ na ordem de 30,11% no Ceará e 29,41% na Bahia.

**Palavras-chave:** *Musa* spp., AAA, métodos de diagnóstico, grau de balanço, grau de equilíbrio.

## **1. INTRODUÇÃO**

Na cultura da bananeira, a interpretação da análise química foliar e a avaliação do estado nutricional das plantas são realizadas, principalmente, pelo método da Faixa de Suficiência (FS). Essa técnica apresenta facilidade na interpretação dos resultados analíticos, como também disponibilidade de padrões nutricionais na literatura especializada (QUAGGIO e RAIJ, 1997). No entanto, a eficiência desses métodos apresenta forte influência de fatores não nutricionais como cultivar, luminosidade, temperatura e regime hídrico (JARREL e BEVERLY, 1981).

Nesse contexto, os métodos de Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW) (KENWORTHY, 1961) e o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) (BEAUFILS, 1973) são indicados para a avaliação do balanço e equilíbrio nutricional respectivamente. Silva e Carvalho (2005), avaliando o estado nutricional de bananeiras ‘Prata-Anã’, cultivadas no norte de Minas Gerais, utilizando o método DRIS, relataram que os teores de Cu e Mn foram os nutrientes que apresentaram maior frequência na classe deficientes e Ca, Mg e Mn apresentaram teores excessivos em maiores frequências. Angeles et al. (1993) observaram que o DRIS foi superior ao critério dos NCs no acerto de diagnósticos nutricionais para N, P e K em bananeira.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o estado nutricional de bananeiras ‘Grande Naine’, produzidas nos estados do Ceará e Bahia, bem como quantificar a limitação de ordem nutricional e não nutricional com base no grau de balanço e equilíbrio.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição das condições experimentais**

Os estudos foram desenvolvidos a partir de dados levantados em duas fazendas da empresa Sítio Barreiras. A primeira, localizada no município de Missão Velha, Ceará, coordenadas geográficas de 7°35'90" S e 39°21'17" W, com altitude aproximada de 442 m. O clima da região é do tipo Aw– clima tropical com estação seca no inverno e chuvas concentradas no verão (Köppen-Geiger), com médias anuais de precipitação de 942 mm e temperatura média de 25,8 °C. O solo da área classificado originalmente como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa.

Nessa propriedade, a empresa dispõe de 11 talhões de bananeira ‘Grande Naine’, todas fertirrigadas com área média de 3,26 ha.

A segunda, localizada no perímetro irrigado de Ponto Novo, S/N, Lote 14, Ponto Novo, Bahia com coordenadas geograficas de 10°51’46’’ S, 40°08’01’’ W, altitude de 362 m, clima Aw pela classificação de Köppen-Geiger, médias anuais de precipitação de 696 mm e temperatura média de 24,1 °C. O solo da área classificado originalmente como Latossolo Amarelo distrófico, A fraco, textura arenosa. Nessa propriedade, a empresa dispõe de 17 de bananeira ‘Grande Naine’, todas fertirrigadas com área média de 4,53 ha.

As características químicas dos solos nos quais estão cada cultivar e por local constam na Tabela 1. Os dados climáticos dos locais constam na Tabela 2.

**Tabela 1.** Características químicas dos solos cultivados com bananeiras ‘Grande Naine’, em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

Local	Cultivar	Profundidade da amostragem	pH	MOS	P	K	Ca	Mg	CTC	V	P-Rem
			g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----mmolc dm <sup>-3</sup> -----	%	mg L <sup>-1</sup>				
Ceará	Grande Naine	0 – 20	7,3	17,6	119,6	4,3	50,5	11,8	77,2	82,8	54,1
		20 – 40	7,9	18,0	79,0	4,9	91,0	21,0	124,0	94,0	47,9
Bahia	Grande Naine	0 – 20	6,6	18,0	76,4	4,2	25,0	10,0	53,8	68,3	44,7
		20 – 40	6,1	12,0	28,0	2,4	14,0	5,0	32,0	62,0	43,5

pH em água relação 1:2,5; P, K, Cu, Mn, Fe e Zn, extrator Mehlich-1; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, extrator KCl 1mol L<sup>-1</sup>; MOS = teor de matéria orgânica do solo obtida por carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black); CTC = Capacidade de troca catiônica do solo a pH 7,0; V = saturação por base. Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados de Análise de Solos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA.

**Tabela 2.** Dados meteorológicos registrados nas estações meteorológicas automáticas das fazendas de Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA durante o ano de 2016.

Mês	Temp. média (°C)	Temp. Max (°C)	Temp. Min (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	DPV (kPa)	Vel. Max. Vento (m s <sup>-1</sup> )
Missão Velha – CE							
Janeiro	26,91	31,96	21,86	231,10	74,22	0,76	1,60
Fevereiro	26,95	33,17	20,73	60,90	77,61	0,67	1,60
Março	27,79	33,38	22,21	198,50	78,13	0,68	1,54
Abril	27,05	32,84	21,26	33,50	74,05	0,78	3,09
Mai	27,14	33,40	20,88	30,00	66,65	1,01	3,09
Junho	26,23	32,64	19,82	17,60	64,00	1,05	7,72
Julho	26,39	33,22	19,57	0,00	50,60	1,46	5,14
Agosto	27,00	34,68	19,32	0,00	45,92	1,67	5,14
Setembro	28,29	35,58	21,01	3,10	45,66	1,78	4,63
Outubro	29,26	36,72	21,81	0,00	44,07	1,93	3,60
Novembro	29,67	36,32	23,03	0,00	43,41	1,97	3,09
Dezembro	29,04	35,61	22,47	69,10	52,98	1,58	3,09
Ponto Novo – BA							
Janeiro	25,19	29,84	22,37	190,83	82,92	0,48	5,18
Fevereiro	25,83	31,86	21,08	20,80	74,06	0,75	5,98
Março	26,90	32,95	21,85	0,00	69,02	0,94	6,58
Abril	26,51	32,63	21,37	14,45	64,73	1,05	5,58
Mai	24,48	29,58	20,45	49,25	76,05	0,64	6,21
Junho	23,12	27,93	19,47	31,55	78,08	0,54	5,68
Julho	22,60	28,29	18,16	8,85	75,48	0,60	6,11
Agosto	23,33	29,25	18,57	11,75	71,71	0,72	6,50
Setembro	24,48	30,63	19,66	1,80	69,65	0,82	6,75
Outubro	25,99	32,57	20,86	5,95	66,99	0,98	7,10
Novembro	24,53	25,23	23,82	184,00	70,79	0,74	1,34
Dezembro	25,2	25,98	24,42	44,20	69,49	0,80	1,32

Fonte: Elaboração do autor à partir do Banco de Dados Meteorológicos das Fazendas de Missão Velha, CE, e Ponto Novo, BA, registrados por estações meteorológicas automáticas instaladas nas respectivas áreas.

## 2.2. Banco de dados

Foram utilizados resultados de análises de tecidos (folha) do banco de dados pertencentes ao grupo Sítio Barreiras. Proveniente de análises realizadas ao longo dos anos, assim como as produtividades correspondentes aos respectivos talhões.

O tecido foliar foi amostrado de acordo com as recomendações de Martin-Prével (1974; 1984; 1987) com modificações conforme Rodrigues et al. (2010). A amostragem consistiu na coleta da porção central do limbo da terceira folha, contando-se a partir do ápice, na época em que a inflorescência apresentava duas ou três pencas masculinas abertas. As amostras foram processadas e analisadas quanto aos teores de

teores foliares de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de acordo com Bataglia et al. (1983).

As produtividades foram estimadas em  $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  por meio de pesagem das pencas na colheita. As análises de folha foram realizadas uma vez por semestre. Os talhões com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, definidos como de alta produtividade (PAP), foram considerados população de referência e utilizados para a geração das normas Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW) e Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), enquanto os talhões com produtividade abaixo desse limite, considerados população de baixa produtividade (PBP), foram utilizados para o diagnóstico nutricional.

O banco de dados foi dividido em quatro, em função dos ambientes e da produtividade. O primeiro e o segundo banco de dados, originado da fazenda de Missão Velha, CE, contendo os resultados das análises de tecidos coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2010 e 2017, correspondem, à cultivar Grande Naine (AAA). Para a ‘Grande Naine’ a amostra inicial com 150 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $52,35 \pm 12,98\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi separada em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $58,84\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (72,24% da produtividade máxima) e tamanho da amostra  $n = 46$ , e com 104 amostras para a PBP. O terceiro e o quarto banco de dados, originado da fazenda de Ponto Novo, BA, contendo os resultados das análises de tecidos coletadas duas vezes por ano e de produtividade anual entre 2014 e 2016, correspondem, respectivamente, à cultivar Grande Naine. Para a ‘Grande Naine’ a amostra inicial com 65 registros, média  $\pm$  desvio-padrão de  $65,15 \pm 21,94\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  foi subdividida em populações de baixa e alta produtividade, cuja população de referência foi considerada aquela com produtividade acima da média mais 0,5 desvio-padrão, correspondente à  $76,12\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$  (75,80% da produtividade máxima) e tamanho da amostra  $n = 19$ , e com 42 amostras para a PBP.

### **2.3. Índices Balanceados de Kenworthy (IBKW)**

A partir da população de referência foram obtidas a média e a variabilidade dos teores foliares de nutrientes referente às normas (Tabela 3), sendo em seguida, calculado os índices-padrão, por meio da proporção (P) entre o teor do nutriente na

amostra e o teor padrão, influência da variação (I) e coeficiente de variação (CV), sendo todos expressos em percentagem (KURIHARA, 2004). Para a obtenção do IBKW, utilizou as seguintes equações:

$$P = (100y_i) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.1})$$

$$I = CV (y_i - \bar{Y}) / \bar{Y} \quad (\text{Eq. 2.2})$$

$$IBKW = P - I \quad (\text{Eq. 2.3})$$

Em que, P = proporção (%) entre o teor do nutriente na amostra ( $y_i$ ) e o teor padrão ( $\bar{Y}$ ); I = influência da variação (%); CV = coeficiente de variação (%) do teor do nutriente na população de referência; IBKW = Índice balanceado de Kenworthy.

**Tabela 3.** Normas de teores foliares de nutrientes em bananeiras ‘Grande Naine’ estabelecidas pelos métodos Kenworthy, estratificados por locais, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Norma	CEARÁ			Norma	BAHIA		
	$\bar{Y}$	s	CV (%)		$\bar{Y}$	s	CV (%)
N	21,7667	1,8413	8,46	N	22,0211	1,8504	8,40
P	1,6368	0,2274	13,89	P	1,5632	0,1116	7,14
K	36,1928	6,3267	17,48	K	32,6421	7,7467	23,73
Ca	7,8817	1,9026	24,14	Ca	6,9737	0,8621	12,36
Mg	2,5923	0,3945	15,22	Mg	2,8526	0,1264	4,43
S	1,5441	0,2229	14,44	S	1,4947	0,1177	7,88
B	9,6391	3,0533	31,68	B	13,4053	2,1441	15,99
Cu	5,9109	2,6298	44,49	Cu	6,4947	0,5921	9,12
Fe	68,7087	10,9113	15,88	Fe	59,0211	9,1099	15,43
Mn	168,8761	121,8828	72,17	Mn	73,5474	16,8846	22,96
Zn	15,7891	2,8883	18,29	Zn	15,3895	1,3316	8,65

Norma = teores da população de referência ( $\geq$  média + 0,5 desvio padrão), os teores de N, P, K, Ca, Mg e S são expressos em  $g\ kg^{-1}$ , e Cu, Fe, Zn, Mn e B em  $mg\ kg^{-1}$ ;  $\bar{y}$  = média de teores de nutrientes na folha diagnóstico; s = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação. Fonte: Elaboração do autor.

Após a determinação dos IBKWs, os valores foram interpretados considerando os limites das classes de suficiência determinadas por Kenworthy (1961): deficiente ( $IBKW < 50\%$ ); tendência a suficiente ( $50 \leq IBKW < 83\%$ ); suficiente ( $83 \leq IBKW < 100\%$ ); alta ( $100 \leq IBKW < 117\%$ ); tendência a excessiva ( $117 \leq IBKW < 150\%$ ) e excessiva ( $IBKW \geq 150\%$ ), e determinado a frequência de talhões para as diferentes classes. E também foram interpretados para os novos valores de referência dos Índices Balanceados de Kenworthy, com base nas classes deficiente ( $PR < 70\%$ ), tendência a

suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , a direita do máximo).

#### **2.4. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)**

Para determinação das faixas normais pelo método DRIS, foram calculados a média ( $\bar{Y}$ ), o coeficiente de variação (CV) e o desvio padrão (s) para a população de referência, utilizando todas as relações possíveis (ex.: A/B ou B/A). As funções intermediárias para geração dos índices DRIS serão calculadas pela fórmula de Jones (1981):

$$f(A/B) = [(A/B) - (a/b)] / s \quad (\text{Eq. 3.1})$$

Em que A/B = valor da relação entre as concentrações dos dois nutrientes na planta sob diagnóstico; a/b e s = as médias e os desvios-padrão das relações (A/B) entre nutrientes das amostras da população de referência.

Os índices DRIS para cada nutriente (NI, PI, KI, CaI, MgI, SI, BI, CuI, FeI, MnI e ZnI) serão determinados segundo Alvarez V. e Leite (1999).

Após a determinação dos índices DRIS, os valores foram interpretados considerando os limites das classes de suficiência determinadas por Beaufils (1973): deficiente ( $IDRIS < -1,33$ ); tendência a suficiente ( $-1,33 \leq IDRIS < -0,66$ ); suficiente ( $-0,66 \leq IDRIS < 0$ ); alta ( $0 \leq IDRIS < 0,66$ ); tendência a excessiva ( $0,66 \leq IBKW < 1,33$ ) e excessiva ( $IDRIS \geq 1,33$ ), e determinado a frequência de talhões para as diferentes classes. E também foram interpretados para os novos valores de referência dos índices DRIS, com base nas classes deficiente ( $PR < 70 \%$ ), tendência a suficiente ( $70 \leq PR < 90 \%$ ), suficiente ( $90 \leq PR < 100 \%$ ), alta ( $100 > PR \geq 90 \%$ , à direita do máximo), tendência a excesso ( $90 \leq PR < 70 \%$ , à direita do máximo), excesso ( $PR < 70 \%$ , a direita do máximo).

**Tabela 4.** Normas das relações duais em bananeiras ‘Grande Naine’ estabelecidas pelo método DRIS, estratificados por locais, Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

CEARÁ				BAHIA			
Normas	$\bar{Y}$	s	CV (%)	Normas	$\bar{Y}$	s	CV (%)
N/P	13,5413	2,2173	16,37	N/P	14,1805	1,7882	12,61
N/K	0,6168	0,1071	17,36	N/K	0,7344	0,2812	38,29
N/Ca	3,1863	2,7722	87,00	N/Ca	3,2157	0,5700	17,73
N/Mg	8,5346	1,1521	13,50	N/Mg	7,7363	0,7627	9,86
N/S	14,3395	2,1735	15,16	N/S	14,7938	1,4383	9,72
N/Cu	4,0694	1,0999	27,03	N/Cu	3,4040	0,2865	8,42
N/Fe	0,3240	0,0556	17,16	N/Fe	0,3817	0,0677	17,74
N/Zn	1,4166	0,2461	17,37	N/Zn	1,4413	0,1736	12,04
N/Mn	0,2447	0,2241	91,58	N/Mn	0,3157	0,0817	25,88
N/B	2,5541	1,0364	40,58	N/B	1,6740	0,2430	14,52
P/N	0,0756	0,0111	14,68	P/N	0,0716	0,0091	12,71
P/K	0,0464	0,0093	20,04	P/K	0,0519	0,0188	36,22
P/Ca	0,2432	0,2393	98,40	P/Ca	0,2270	0,0307	13,52
P/Mg	0,6364	0,0737	11,58	P/Mg	0,5488	0,0437	7,96
P/S	1,0655	0,0977	9,17	P/S	1,0496	0,0837	7,97
P/Cu	0,3035	0,0799	26,33	P/Cu	0,2434	0,0348	14,30
P/Fe	0,0242	0,0039	16,12	P/Fe	0,0272	0,0052	19,12
P/Zn	0,1058	0,0178	16,82	P/Zn	0,1027	0,0153	14,90
P/Mn	0,0180	0,0155	86,11	P/Mn	0,0225	0,0063	28,00
P/B	0,1924	0,0836	43,45	P/B	0,1196	0,0224	18,73
K/N	1,6648	0,2647	15,90	K/N	1,4934	0,3739	25,04
K/P	22,4262	4,5729	20,39	K/P	20,9152	4,8457	23,17
K/Ca	5,3505	5,0576	94,53	K/Ca	4,6874	1,0615	22,65
K/Mg	14,1641	2,6979	19,05	K/Mg	11,4606	2,7625	24,10
K/S	23,7753	4,7047	19,79	K/S	21,6687	4,2943	19,82
K/Cu	6,7136	1,9674	29,30	K/Cu	5,0655	1,3340	26,34
K/Fe	0,5401	0,1265	23,42	K/Fe	0,5752	0,1790	31,12
K/Zn	2,3561	0,5287	22,44	K/Zn	2,1490	0,5995	27,90
K/Mn	0,4017	0,3665	91,24	K/Mn	0,4710	0,1676	35,58
K/B	4,1748	1,6267	38,96	K/B	2,5589	0,8507	33,24
Ca/N	0,3623	0,0817	22,55	Ca/N	0,3198	0,0531	16,60
Ca/P	4,8837	1,2218	25,02	Ca/P	4,4701	0,5199	11,63
Ca/K	0,2238	0,0647	28,91	Ca/K	0,2279	0,0700	30,72
Ca/Mg	3,0644	0,5850	19,09	Ca/Mg	2,4424	0,2653	10,86
Ca/S	5,1503	1,1741	22,80	Ca/S	4,6883	0,6478	13,82
Ca/Cu	1,4787	0,5558	37,59	Ca/Cu	1,0855	0,1879	17,31
Ca/Fe	0,1167	0,0291	24,94	Ca/Fe	0,1227	0,0334	27,22
Ca/Zn	0,5124	0,1398	27,28	Ca/Zn	0,4599	0,0946	20,57
Ca/Mn	0,0864	0,0768	88,89	Ca/Mn	0,1015	0,0354	34,88
Ca/B	0,9276	0,4285	46,19	Ca/B	0,5368	0,1267	23,60

Continua.

**Tabela 4.** Continuação.

Mg/N	0,1193	0,0166	13,91	Mg/N	0,1305	0,0130	9,96
Mg/P	1,5930	0,1929	12,11	Mg/P	1,8327	0,1391	7,59
Mg/K	0,0734	0,0155	21,12	Mg/K	0,0949	0,0343	36,14
Mg/Ca	0,3934	0,4659	118,43	Mg/Ca	0,4139	0,0445	10,75
Mg/S	1,6904	0,2056	12,16	Mg/S	1,9197	0,1756	9,15
Mg/Cu	0,4824	0,1361	28,21	Mg/Cu	0,4429	0,0469	10,59
Mg/Fe	0,0384	0,0069	17,97	Mg/Fe	0,0496	0,0092	18,55
Mg/Zn	0,1670	0,0261	15,63	Mg/Zn	0,1869	0,0201	10,75
Mg/Mn	0,0299	0,0284	94,98	Mg/Mn	0,0409	0,0103	25,18
Mg/B	0,3077	0,1427	46,38	Mg/B	0,2177	0,0344	15,80
S/N	0,0712	0,0101	14,19	S/N	0,0682	0,0070	10,26
S/P	0,9480	0,1090	11,50	S/P	0,9586	0,0773	8,06
S/K	0,0438	0,0093	21,23	S/K	0,0489	0,0147	30,06
S/Ca	0,2264	0,2088	92,23	S/Ca	0,2173	0,0313	14,40
S/Mg	0,6007	0,0790	13,15	S/Mg	0,5249	0,0459	8,74
S/Cu	0,2845	0,0689	24,22	S/Cu	0,2320	0,0287	12,37
S/Fe	0,0228	0,0038	16,67	S/Fe	0,0260	0,0047	18,08
S/Zn	0,1003	0,0213	21,24	S/Zn	0,0980	0,0133	13,57
S/Mn	0,0172	0,0151	87,79	S/Mn	0,0214	0,0055	25,70
S/B	0,1819	0,0810	44,53	S/B	0,1149	0,0238	20,71
Cu/N	0,2726	0,1229	45,08	Cu/N	0,2959	0,0265	8,96
Cu/P	3,6279	1,4820	40,85	Cu/P	4,1891	0,5983	14,28
Cu/K	0,1657	0,0689	41,58	Cu/K	0,2155	0,0765	35,50
Cu/Ca	0,8674	0,8601	99,16	Cu/Ca	0,9480	0,1645	17,35
Cu/Mg	2,3040	0,9736	42,26	Cu/Mg	2,2824	0,2444	10,71
Cu/S	3,8215	1,4844	38,84	Cu/S	4,3706	0,5129	11,74
Cu/Fe	0,0872	0,0386	44,27	Cu/Fe	0,1125	0,0198	17,60
Cu/Zn	0,3878	0,2089	53,87	Cu/Zn	0,4238	0,0403	9,51
Cu/Mn	0,0649	0,0632	97,38	Cu/Mn	0,0931	0,0237	25,46
Cu/B	0,6994	0,4225	60,41	Cu/B	0,4941	0,0759	15,36
Fe/N	3,1767	0,5506	17,33	Fe/N	2,6958	0,4589	17,02
Fe/P	42,5403	8,0146	18,84	Fe/P	38,0165	6,8389	17,99
Fe/K	1,9649	0,5138	26,15	Fe/K	2,0215	1,0183	50,37
Fe/Ca	10,0514	8,5796	85,36	Fe/Ca	8,7038	2,2655	26,03
Fe/Mg	26,9947	5,7386	21,26	Fe/Mg	20,7581	3,4629	16,68
Fe/S	45,1094	8,2849	18,37	Fe/S	39,7874	7,4901	18,83
Fe/Cu	12,7756	3,5795	28,02	Fe/Cu	9,1467	1,5915	17,40
Fe/Zn	4,4699	1,0396	23,26	Fe/Zn	3,8255	0,4178	10,92
Fe/Mn	0,7302	0,6005	82,24	Fe/Mn	0,8305	0,1640	19,75
Fe/B	8,1333	3,6858	45,32	Fe/B	4,4791	0,8566	19,12
Zn/N	0,7273	0,1283	17,64	Zn/N	0,7037	0,0873	12,41
Zn/P	9,7263	1,7018	17,50	Zn/P	9,9281	1,3887	13,99
Zn/K	0,4488	0,1144	25,49	Zn/K	0,5149	0,1991	38,67
Zn/Ca	2,3518	2,3835	101,35	Zn/Ca	2,2532	0,4139	18,37

Continua.

**Tabela 4.** Continuação.

Zn/Mg	6,1319	0,9597	15,65	Zn/Mg	5,4077	0,5521	10,21
Zn/S	10,3465	1,9258	18,61	Zn/S	10,3728	1,3412	12,93
Zn/Cu	2,9431	0,8536	29,00	Zn/Cu	2,3808	0,2374	9,97
Zn/Fe	0,2336	0,0470	20,12	Zn/Fe	0,2643	0,0285	10,78
Zn/Mn	0,1737	0,1554	89,46	Zn/Mn	0,2183	0,0431	19,74
Zn/B	1,8746	0,9070	48,38	Zn/B	1,1723	0,1942	16,57
Mn/N	7,8758	5,6946	72,31	Mn/N	3,3538	0,7713	23,00
Mn/P	106,5183	80,7597	75,82	Mn/P	47,3920	11,6367	24,55
Mn/K	4,7766	3,3835	70,83	Mn/K	2,4728	1,1901	48,13
Mn/Ca	23,2019	17,8011	76,72	Mn/Ca	10,7848	2,9414	27,27
Mn/Mg	68,7137	52,3007	76,11	Mn/Mg	25,7699	5,7010	22,12
Mn/S	112,5520	82,0593	72,91	Mn/S	49,4236	11,7943	23,86
Mn/Cu	30,6473	21,1488	69,01	Mn/Cu	11,3929	2,7572	24,20
Mn/Fe	2,4562	1,7723	72,16	Mn/Fe	1,2536	0,2759	22,01
Mn/Zn	10,9648	8,2211	74,98	Mn/Zn	4,7672	1,0163	21,32
Mn/B	19,9410	17,3705	87,11	Mn/B	5,5885	1,4370	25,71
B/N	0,4433	0,1429	32,24	B/N	0,6104	0,0961	15,74
B/P	5,9667	2,0211	33,87	B/P	8,6313	1,5686	18,17
B/K	0,2686	0,0840	31,27	B/K	0,4668	0,2585	55,38
B/Ca	1,4078	1,2286	87,27	B/Ca	1,9684	0,4973	25,26
B/Mg	3,8084	1,3958	36,65	B/Mg	4,7066	0,7730	16,42
B/S	6,3337	2,1388	33,77	B/S	9,0877	2,0213	22,24
B/Cu	1,8173	0,8193	45,08	B/Cu	2,0738	0,3490	16,83
B/Fe	0,1441	0,0554	38,45	B/Fe	0,2311	0,0444	19,21
B/Zn	0,6312	0,2394	37,93	B/Zn	0,8752	0,1429	16,33
B/Mn	0,1058	0,0993	93,86	B/Mn	0,1916	0,0534	27,87

Norma = relações duais da população de referência ( $\geq$  média + 0,5 desvio padrão);  $\bar{y}$  = média das relações duais de nutrientes na folha diagnóstico; s = desvio-padrão; CV = coeficiente de variação; Dados extraídos de talhões de bananeira de alta produtividade denominado de população de referência.

Fonte: Elaboração do autor.

## 2.5 Utilização das Curvas de Resposta Potencial para relacionar a produtividade com fatores nutricionais e não nutricionais.

Os valores dos Índices Balanceados de Kenworthy e dos índices DRIS de cada nutriente, obtidos no diagnóstico do estado nutricional das lavouras, foram substituídos nas Curvas de Resposta Potencial obtidas pela Linha de Fronteira. Assim, foram obtidos os valores de produtividade relativa estimada (PRE), limitada pelo grau de balanço e desequilíbrio nutricional para cada nutriente.

Com base no critério da Lei do mínimo foi selecionado o menor valor de PRE dentre os nutrientes seja pelo grau de balanço ou de equilíbrio nutricional, identificando o nutriente mais limitante na definição da produtividade. Após a

identificação do nutriente mais limitante seja pelo grau de balanço ou de equilíbrio nutricional, utilizou a seguinte equação:

$$LN = PRE - 100\% \quad (\text{Eq. 4.1})$$

Em que, LN = Limitação Nutricional (%); PRE = Produtividade Relativa Estimada com base na curva de resposta potencial; 100% valor pelo qual a lavoura estaria balanceada e equilibrada nutricionalmente dentro dos níveis ideais para todos os nutrientes. Obtendo deste modo, a perda de produtividade associado a fatores nutricionais.

Para a obtenção da perda de produtividade associada a fatores não nutricionais, utilizou a seguinte equação:

$$LNN = LN - PRR \quad (\text{Eq 4.1})$$

Em que, LNN = Limitação Não Nutricional (%); PRR = Produtividade Relativa Real, estimada com base na máxima produtividade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices balanceados de Kenworthy, propostos pelo método original e por este trabalho, foi gerado o diagnóstico nutricional para os 104 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade (produtividade menor que 58,84 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), para a cultivar Grande Naine, produzida no Ceará (Tabela 5).

Com os resultados dos índices Kenworthy é possível ter ideia do estado nutricional quanto ao grau de balanço. Para índice Kenworthy tradicional, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para Cu (47,12%) e Fe (50,00%), enquanto para N (51,92%), P (50,00%), K (33,25,11%), Ca (38,46%), Mg (45,19%), S (55,77%), Zn (33,65%) e B (32,62%), encontram-se na classe alto, ou seja, encontram-se no consumo de luxo. O Mn foi o que apresentou maior número de talhões na classe tendência à suficiente (46,15%), o que mostra que o Mn foi o nutriente mais limitante por falta.

**Tabela 5.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Grande Naine’ para classes de Índice Balanceado de Kenworthy, produzidas em Missão Velha – CE.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendencia à Suf.	Suficiente	Alto	Tendencia à Exc.	Excessivo
N	IBKW	0,00	0,96	45,19	51,92	1,92	0,00
	IBKW_M	1,92	12,50	32,69	43,27	7,69	1,92
P	IBKW	0,00	5,77	37,50	50,00	6,73	0,00
	IBKW_M	0,96	7,69	36,54	48,08	3,85	2,88
K	IBKW	0,00	18,27	28,85	33,65	19,23	0,00
	IBKW_M	7,69	16,35	23,08	32,69	14,42	5,77
Ca	IBKW	0,00	2,88	26,92	38,46	28,85	2,88
	IBKW_M	1,92	4,81	56,73	31,73	4,81	0,00
Mg	IBKW	0,00	7,69	35,58	45,19	11,54	0,00
	IBKW_M	0,96	13,46	51,92	30,77	1,92	0,96
S	IBKW	0,00	1,92	38,46	55,77	3,85	0,00
	IBKW_M	0,00	0,96	38,46	56,73	2,88	0,96
Cu	IBKW	0,00	12,50	47,12	25,96	8,65	5,77
	IBKW_M	0,00	17,31	48,08	20,19	4,81	9,62
Fe	IBKW	0,00	4,81	50,00	31,73	13,46	0,00
	IBKW_M	1,92	11,54	52,88	24,04	7,69	1,92
Zn	IBKW	0,00	6,73	30,77	33,65	25,96	2,88
	IBKW_M	1,92	9,62	38,46	27,88	13,46	8,65
Mn	IBKW	0,00	46,15	44,23	6,73	2,88	0,00
	IBKW_M	0,00	43,27	48,08	7,69	0,96	0,00
B	IBKW	1,92	16,35	21,15	32,69	21,15	6,73
	IBKW_M	7,69	9,62	24,04	46,15	7,69	4,81

IBKW = índice Balanceado Kenworthy tradicional; IBKW\_M = Índice Balanceado Kenworthy modificado.  
Fonte: Elaboração do autor.

Para índice Kenworthy modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para Ca (56,73%), Mg (51,92%), Cu (48,08%), Fe (52,88%), Zn (38,46%) e Mn (48,08%), enquanto para N (43,27%), P(48,08%), K (32,29%), S (56,73%), e B (46,15%), encontram-se na classe alto. O Mn (43,27%) também apresentou frequência elevada de talhões na classe tendência à suficiente, o que mostra que o Mn é o nutriente mais limitante por falta.

Houve um aumento da frequência de talhões dentro da classe suficiente, pelo método Kenworthy modificado em comparação com o tradicional, frequência de talhões na classe normal para Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn e B, para os demais havendo redução da frequência. Para a classe alto, houve aumento da frequência somente para

S, Mn e B, os demais nutrientes houve redução da frequência da classe alto, pelo método Kernworthy modificado em comparação com o tradicional.

O B (13,46%), foi o único nutriente para qual houve aumento na frequência de talhões na classe alto, pelo método Kenworthy modificado em comparação como tradicional. Os demais nutrientes reduziram a frequência na classe alto.

Para os dois métodos, há alta variabilidade dos micronutrientes, principalmente para Mn, em relação a distribuição dos talhões. Deficiência severa de Mn em experimento em vasos, com omissão do nutriente, podem causar redução no crescimento relativo da 'Prata-Anã' de até 84% (SOUZA et al., 2016). É preciso considerar que os micronutrientes tem à sua disponibilidade no solo afetada pelo pH, pelo teor de matéria orgânica, pelo teor de argila, pelo material de origem e no caso específico do Fe e Mn pelo potencial de oxi-redução que pode afetar as suas disponibilidade também temporalmente quando sob anoxia. Esses fatores podem contribuir para interferência no contato íon-raiz e na consequente absorção do elemento pela bananeira e no seu teor nos tecidos (ABREU et al., 2007). O Mn também apresentou CV acima de 30%, o que reduz a precisão das normas Kenworthy para avaliação do estado nutricional desse nutriente (ROCHA, 2008).

O N foi o único nutriente que houve aumento da frequência da classe tendência à suficiente, utilizando o método Kenworthy modificado em comparação como tradicional. Enquanto que para a mesma classe o K, S, Mn e B, houve redução da frequência.

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS, propostos pelo método original e por este trabalho, foi gerado o diagnóstico nutricional para os 104 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade (produtividade menor que 58,84 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), para a cultivar Grande Naine, produzida na Bahia (Tabela 6).

Com os resultados dos índices DRIS é possível ter ideia do estado nutricional quanto ao grau de equilíbrio. Para índice DRIS tradicional, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para N (53,85%), P (49,04%), Mg (37,50%), Cu (36,54%), Fe (50,00%) e Mn (40,38%), enquanto para K (40,38%), Ca (54,81%), S (51,92%), Zn (31,73%) e B (35,58%), encontram-se na classe alto.

Para índice DRIS modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para N (55,77%), P (51,92%), Ca (47,12%), Mg

(45,19%), S (80,94%), Cu (68,27%), Zn (38,46%), Mn (32,69%), enquanto para K (49,04%), Fe (44,23%) e B (52,88%), encontram-se na classe alto, ou seja, encontram-se no consumo de luxo.

**Tabela 6.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Grande Naine’ para classes de Índice DRIS, produzidas em Missão Velha – CE.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendência à Suf.	Suficiente	Alto	Tendência à Exc.	Excessivo
N	DRIS	0,00	6,73	53,85	31,73	7,69	0,00
	DRIS_M	0,00	10,58	55,77	27,88	5,77	0,00
P	DRIS	0,00	4,81	49,04	32,69	12,50	0,96
	DRIS_M	0,96	10,58	51,92	31,73	3,85	0,96
K	DRIS	5,77	20,19	20,19	40,38	12,50	0,96
	DRIS_M	4,81	9,62	21,15	49,04	12,50	2,88
Ca	DRIS	0,00	2,88	24,04	54,81	15,38	2,88
	DRIS_M	1,92	1,92	47,12	45,19	1,92	1,92
Mg	DRIS	3,85	13,46	37,50	29,81	12,50	2,88
	DRIS_M	2,88	11,54	45,19	31,73	7,69	0,96
S	DRIS	0,00	2,88	40,38	51,92	3,85	0,96
	DRIS_M	1,92	11,54	56,73	27,88	0,96	0,96
Cu	DRIS	0,96	13,46	36,54	34,62	8,65	5,77
	DRIS_M	0,00	14,42	68,27	13,46	0,96	2,88
Fe	DRIS	0,00	10,58	50,00	29,81	9,62	0,00
	DRIS_M	0,00	3,85	36,54	44,23	10,58	4,81
Zn	DRIS	0,00	12,50	25,96	31,73	18,27	11,54
	DRIS_M	0,00	10,58	38,46	33,65	11,54	5,77
Mn	DRIS	15,38	28,85	40,38	11,54	3,85	0,00
	DRIS_M	3,85	26,92	32,69	31,73	3,85	0,96
B	DRIS	9,62	6,73	22,12	35,58	18,27	7,69
	DRIS_M	3,85	5,77	27,88	52,88	9,62	0,00

DRIS = índice DRIS tradicional; DRIS\_M = Índice DRIS modificado.

Fonte: Elaboração do autor.

Com exceção do Fe, todos os nutrientes aumentaram a frequência de talhões na classe suficiente pelo método DRIS modificado em comparação com o tradicional. Enquanto que K, Mg, Fe, Zn, Mn e B, aumentaram a frequência de talhões na classe alto pelo método DRIS modificado em comparação com o tradicional.

Apesar de não apresentarem frequência majoritariamente para o índice DRIS tradicional, alguns nutrientes apresentaram frequência significativa nas classes mais limitantes por falta (classe tendência à suficiente + deficiente) como K, Mg, Cu e Mn,

e nas classes mais limitantes por excesso (tendência à excesso + excessivo) como P, K, Ca, Mg, Cu, Zn e B. Disso depreende-se que para esses nutrientes há necessidade de ajuste no programa de adubação. Entretanto utilizando o método DRIS modificado o N, P, K, Mg, S, Cu, Zn e Mn apresentaram maior desequilíbrio por falta, enquanto K, Fe e Zn desequilíbrio por excesso, entretanto houve redução na frequência dos talhões limitantes por excesso, utilizando o método DRIS modificado em comparação com o DRIS tradicional, para todos os nutrientes, com exceção do Fe e Zn. Enquanto que a frequência dos talhões limitantes por falta somente houve redução em comparação a esses métodos, somente para K, Zn e Mn. Deficiências severas de K, Zn e Mn em experimento em vasos, com omissão do nutriente, podem reduzir o crescimento relativo da bananeira 'Prata-Anã' em até 44%, 83% e 84%, respectivamente (SILVA et al., 2014; SOUZA et al., 2016)

O K foi o nutriente mais desequilibrado, tanto por falta quanto por excesso, independentemente do método utilizado para diagnóstico. A deficiência/excesso de K também parece refletir no número de talhões com deficiência/excesso de Mg, o que sugere um desbalanço nutricional na nutrição de K e Mg, nutrientes com antagonismo muito estudado na cultura da bananeira (ESPINOSA M e LOPÉZ M, 1995).

Enquanto que os micronutrientes apresentam grande variabilidade nos teores. Os micronutrientes tem à sua disponibilidade no solo afetada pelo pH, pelo teor de matéria orgânica, pelo teor de argila, pelo material de origem e no caso específico do Fe e Mn pelo potencial de oxi-redução, fatores esses, que podem contribuir para interferência no contato íon-raiz e na consequente absorção do elemento pela bananeira e no seu teor nos tecidos (ABREU et al., 2007).

Essa diferença de diagnósticos entre os métodos é devida, que os métodos Kenworthy modificado e DRIS modificado como utilizam faixas de suficiência para interpretação estabelecidos para essas condições de clima, solo e variedade específicos, leva vantagem na precisão dos diagnósticos em comparação ao método tradicional, que possui faixas de suficiência mais amplos, o que não ocorre nessas condições de campo.

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices balanceados de Kenworthy, propostos pelo método original e modificado, foram gerados os diagnósticos nutricionais para os 42 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade menor a  $76,12 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Tabela 7).

**Tabela 7.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Grande Naine’ para classes de Índice Balanceado de Kenworthy, produzidas em Ponto Novo – BA.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendencia à Suf.	Suficiente	Alto	Tendencia à Exc.	Excessivo
N	IBKW	0,00	0,00	28,57	57,14	14,29	0,00
	IBKW_M	0,00	14,29	14,29	38,10	19,05	14,29
P	IBKW	0,00	0,00	40,48	59,52	0,00	0,00
	IBKW_M	0,00	0,00	40,48	28,57	30,95	0,00
K	IBKW	0,00	19,05	19,05	57,14	4,76	0,00
	IBKW_M	19,05	0,00	52,38	28,57	0,00	0,00
Ca	IBKW	0,00	4,76	26,19	50,00	19,05	0,00
	IBKW_M	0,00	4,76	26,19	50,00	19,05	0,00
Mg	IBKW	0,00	0,00	45,24	40,48	14,29	0,00
	IBKW_M	0,00	11,90	73,81	0,00	14,29	0,00
S	IBKW	0,00	0,00	45,24	40,48	14,29	0,00
	IBKW_M	7,14	38,10	7,14	33,33	14,29	0,00
Cu	IBKW	0,00	0,00	38,10	54,76	7,14	0,00
	IBKW_M	0,00	7,14	45,24	40,48	7,14	0,00
Fe	IBKW	0,00	7,14	28,57	59,52	4,76	0,00
	IBKW_M	0,00	7,14	28,57	52,38	11,90	0,00
Zn	IBKW	0,00	0,00	40,48	59,52	0,00	0,00
	IBKW_M	0,00	4,76	19,05	61,90	14,29	0,00
Mn	IBKW	0,00	50,00	7,14	23,81	19,05	0,00
	IBKW_M	0,00	14,29	35,71	30,95	14,29	4,76
B	IBKW	0,00	9,52	47,62	23,81	19,05	0,00
	IBKW_M	0,00	4,76	42,86	26,19	19,05	7,14

IBKW = índice Balanceado Kenworthy tradicional; IBKW\_M = Índice Balanceado Kenworthy modificado.  
 Fonte: Elaboração do autor.

Com os resultados dos índices Kenworthy é possível avaliar o estado nutricional quanto ao grau de balanço. Para índice Kenworthy tradicional, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para Mg (45,24%), S (45,24%) e B (47,62), enquanto para N (57,14%), P (59,52%), K (57,14%), Ca (50,00%), Cu (54,56%), Fe (59,52%) e Zn (59,52%), encontram-se na classe alto, ou seja, encontram-se em consumo de luxo. O Mn foi o que apresentou maior número de talhões na classe tendência à suficiente (50,00%), o que mostra que o Mn foi o nutriente mais limitante por falta. Deficiência severa Mn em experimento em vasos, com omissão do nutriente, podem reduzir o crescimento relativo da bananeira ‘Prata-Anã’ em até 84% (SOUZA et al., 2016)

Para índice Kenworthy modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontra-se nas classes Suficiente, para P (40,48%), K (52,38%), Mg (73,81%), Cu (45,24%), Mn (35,71%) e B (42,86), enquanto para N (38,10%), Ca (50,00%), Fe (52,38%) e Zn (61,90%), encontram-se na classe alto. O S (38,10%) foi o que apresentou maior número de talhões na classe tendência à suficiente, o que evidencia que o S foi o nutriente mais limitante por falta. Deficiência severa de S, em experimento em vasos, com omissão do nutriente, podem reduzir o crescimento relativo da bananeira ‘Prata-Anã’ em até 72% (SILVA et al., 2014)

Houve um aumento da frequência de talhões dentro da classe suficiente, pelo método Kenworthy modificado em comparação com o tradicional, frequência de talhões na classe normal para K (34,33%), Mg (28,57%), Cu (7,14%) e Mn (28,57%). Enquanto que para N (14,22%), S (38,10%), Zn (21,43%) e B (4,76%), houve redução na frequência na classe suficiente. O P, Ca e Fe não houve mudança de frequência relativa para a classe suficiente, em comparação com os métodos avaliados. O Zn, Mn e B, foram os únicos nutrientes que houveram aumentos na frequência de talhões na classe alto, utilizando o método Kenworthy modificado em comparação como tradicional. Os demais nutrientes reduziram a frequência na classe alto.

Utilizando as faixas de suficiência para interpretação dos índices DRIS, propostos pelo método original e por este trabalho, foi gerado o diagnóstico nutricional para os 42 talhões do banco de dados, que representam a população de baixa produtividade, menor a  $76,12 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , (Tabela 8).

Com os resultados dos índices DRIS é possível avaliar o estado nutricional quanto ao grau de equilíbrio. Para índice DRIS tradicional, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontra-se nas classes Suficiente, para P (35,71%), Mg (45,24%), S (38,10%), e B (42,86%), enquanto para N (50,00%), K (64,29%), Ca (35,71%), Cu (45,24%), Fe (47,62%) e Zn (59,52%), encontram-se na classe alto. O Mn foi o que apresentou maior número de talhões na classe deficiente (33,33%).

Para o índice DRIS modificado, a maior frequência dos talhões diagnosticados encontram-se nas classes Suficiente, para P (35,71%), Mg (35,71%), S (45,24%), Cu (45,24%) e B (42,86%), enquanto para N (57,14%), K (71,43%), Ca (64,29%), Fe (47,62%), Zn (61,90%) e Mn (50,00%), encontram-se na classe alto, ou seja, encontram-se no consumo de luxo.

Houve um aumento da frequência de talhões dentro da classe suficiente, pelo método DRIS modificado em comparação com o tradicional para N, Ca, S e Cu.

Enquanto que para a classe alto houve também um aumento na frequência dos talhões para N, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn e B.

**Tabela 8.** Frequência relativa (%) de talhões de bananeira ‘Grande Naine’ para classes de Índice DRIS, produzidas em Ponto Novo – BA.

Classes (Valor de Referência – CRPN, Curva de Resposta Potencial do Nutriente)							
Nutri.	Método	Deficiente	Tendência à Suf.	Suficiente	Alto	Tendência à Exc.	Excessivo
N	DRIS	0,00	16,67	11,90	50,00	21,43	0,00
	DRIS_M	0,00	9,52	19,05	57,14	14,29	0,00
P	DRIS	0,00	14,29	35,71	30,95	19,05	0,00
	DRIS_M	0,00	14,29	35,71	23,81	21,43	4,76
K	DRIS	11,90	7,14	7,14	64,29	9,52	0,00
	DRIS_M	7,14	4,76	7,14	71,43	9,52	0,00
Ca	DRIS	4,76	11,90	14,29	35,71	28,57	4,76
	DRIS_M	4,76	4,76	21,43	64,29	4,76	0,00
Mg	DRIS	0,00	7,14	45,24	26,19	7,14	14,29
	DRIS_M	0,00	11,90	35,71	30,95	7,14	14,29
S	DRIS	0,00	7,14	38,10	30,95	23,81	0,00
	DRIS_M	0,00	7,14	45,24	33,33	14,29	0,00
Cu	DRIS	0,00	7,14	33,33	45,24	7,14	7,14
	DRIS_M	0,00	14,29	45,24	33,33	0,00	7,14
Fe	DRIS	0,00	14,29	26,19	47,62	7,14	4,76
	DRIS_M	7,14	7,14	26,19	47,62	7,14	4,76
Zn	DRIS	0,00	11,90	21,43	59,52	7,14	0,00
	DRIS_M	0,00	4,76	19,05	61,90	7,14	7,14
Mn	DRIS	33,33	16,67	7,14	23,81	19,05	0,00
	DRIS_M	0,00	14,29	7,14	50,00	28,57	0,00
B	DRIS	4,76	9,52	42,86	11,90	11,90	19,05
	DRIS_M	0,00	4,76	42,86	21,43	11,90	19,05

DRIS = índice DRIS tradicional; DRIS\_M = Índice DRIS modificado. Fonte: Elaboração do autor.

Apesar de não apresentaram frequência majoritariamente, alguns nutrientes que foram mais limitantes por excesso (Classe tendência à suficiente + excessivo) pelo método DRIS tradicional, foram N, P, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B. Enquanto que os mais limitantes por falta (Classes tendência à suficiente + deficiente), foram N, P, K, Ca, Fe, Zn, Mn e B. Os nutrientes que foram mais limitantes por excesso (Classe tendência à suficiente + excessivo) pelo método DRIS modificado, foram N, P, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn e B. Enquanto que os mais limitantes por falta (Classes tendência à suficiente + deficiente), foram P, K, Mg, Cu, Fe e Mn.

Essa diferença de diagnósticos entre os métodos é devida, que os métodos Kenworthy modificado e DRIS modificado como utilizam faixas de suficiência para interpretação estabelecidos para essas condições de clima, solo e cultivar específicos, o que confere vantagem na precisão dos diagnósticos em comparação ao método tradicional, que possui faixas de suficiência mais amplos, o que não ocorre nessas condições de campo.

O K foi o nutriente mais desequilibrado por falta independentemente do método utilizado para diagnóstico. A deficiência de K também parece refletir no número de talhões com excesso de Mg, o que sugere um desbalanço nutricional na nutrição de K e Mg, nutrientes com antagonismo muito estudado na cultura da bananeira (ESPINOSA M e LOPÉZ M, 1995). Deficiência severa de K em experimento em vasos, com omissão do nutriente, podem reduzir o crescimento relativo da bananeira ‘Prata-Anã’ em até 44% (SILVA et al., 2014)

A maior frequência de talhões na classe suficiente e na classe alto, independentemente do método utilizado, evidencia que outros fatores de ordem não nutricional possam estar limitando a produtividade nesses talhões. Referenciado nessa ideia foi determinado com base na curva de resposta potencial, quanto que cada nutriente limita a produtividade e qual é a participação quantitativa de fatores não nutricionais na limitação da produtividade (Tabela 9).

Para o Ceará o nutriente que mais limita a produtividade, quanto ao grau de balanço foi o K com PRE de 88,83%. Quanto ao grau de equilíbrio o nutriente mais limitante foi o M com PRE de 89,20%, assim a máxima produtividade que poderá ser alcançada será de 88,83%. Em condições de nutrição balanceada e equilibrada a lavoura de bananeira ‘Grande Naine’, poderia atingir a produtividade de 100%. Então supõe-se que esse bananal possui uma perda de produtividade atribuída à nutrição inadequada da ordem de 11,17%.

Analisando esse bananal, o mesmo apresentou PRR de 58,72%, ao considerar que esse bananal, sofresse limitação somente de ordem nutricional sua produtividade seria bem acima, em torno de 88,83%. Como a produtividade real foi inferior a produtividade estimada, sugere que 30,11% da produtividade seja limitada por outros fatores de ordem não nutricional, como por exemplo, o clima, pois as temperaturas máximas registradas entre agosto e dezembro, acima de 34 °C, a baixa umidade relativa do ar menor que 50%, são condições de alto déficit de pressão de vapor (Tabela

2) que pode conduzir as bananeiras à estresse térmico com decréscimo nas taxas de fotossíntese e na produtividade (ARANTES et al., 2016; 2018; RAMOS et al., 2018).

**Tabela 9.** Produtividade Relativa Real (PRR) e Produtividade Relativa Estimada (PRE) da população de baixa produtividade (PBP) com base nos IBKW e IDRIS, para bananeiras ‘Grande Naine’, produzidas em Missão Velha, CE e Ponto Novo, BA.

Ceará											
Índice Balanceado de Kenworthy											
PR	PRE										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----%-----										
58,72	93,15	94,02	88,83	94,45	94,37	96,37	89,87	83,22	93,40	91,01	89,09
Índice DRIS											
PR	PRE										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----%-----										
58,72	95,14	93,59	91,77	92,28	94,76	94,22	94,16	92,94	93,39	89,20	92,29
Bahia											
Índice Balanceado de Kenworthy											
PR	PRE										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----%-----										
55,08	88,47	94,75	86,22	94,86	93,05	86,76	89,20	94,02	91,02	90,62	96,10
Índice DRIS											
PR	PRE										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----%-----										
55,08	94,05	91,01	90,89	94,59	85,21	92,25	88,02	93,55	89,44	90,92	93,87

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a Bahia o nutriente mais limitante quanto ao grau de balanço foi também o K com PRE de 86,22%. Enquanto o mais limitante quanto ao grau de equilíbrio foi o Mg com PRE de 85,21%. Assim a máxima produtividade que poderá ser alcançada será de 85,21%. Em condições de nutrição balanceada e equilibrada a lavoura de bananeira ‘Grande Naine’, poderia atingir a produtividade de 100%. Então infere que esse bananal possui uma perda de produtividade devido à nutrição inadequada na ordem de 14,79%.

Analisando esse bananal, o mesmo apresentou PRR de 55,08%, assim se considerarmos que as limitações fossem somente de ordem nutricional depreende-se

que sua produtividade seria bem acima, em torno de 85,21%. Como a produtividade real foi inferior à produtividade estimada, sugere que 29,41% da produtividade seja limitada por outros fatores de ordem não nutricional, como por exemplo o clima, que apesar das máximas temperatura registradas na Bahia (Tabela 2), serem mais amenas durante o ano, com exceção dos meses de fevereiro à abril e umidade relativa acima de 60% durante o ano, possui velocidade máxima de vento acima de 5 m s<sup>-1</sup> (com excessão dos meses de novembro e dezembro), que pode causar dilaceração do limbo foliar, que reduz sua área foliar, e conseqüentemente a taxa fotossintética (ROBINSON e GALÁN SAÚCO, 2012; DONATO et al., 2016).

A despeito de toda essa discussão, para propor diagnósticos interpretativos e manejo cultural mais precisos (DONATO et al., 2017) é essencial considerar as interações entre nutrientes, radiação solar, água, temperatura e arejamento do solo que influenciam o fluxo de nutrientes no sistema solo-planta. Isso é compreensível, pois a visão do solo como um corpo natural *in situ* e sua relação com o genótipo e a atmosfera é insubstituível para prever a disponibilidade de nutrientes para as plantas, o que não é possível somente pelas análises químicas de solos e tecidos (RESENDE et al., 2002). O diagnóstico demanda ainda do diagnosticador uma postura investigativa e raciocínio lógico, o que só é possível com profissional experiente, motivado, competente e envolvido com poucas espécies e produtores como ressalta Fontes (2016), independentemente de quão precisas e refinadas sejam as ferramentas disponíveis para o diagnóstico, como apresentadas no presente trabalho.

Por fim, espera-se assim contribuir para minimizar as extrapolações equivocadas ou erros por transferência de conhecimento, por considerar as especificidades e não a universalidade das normas, o que em síntese significa dizer, ambientes diferentes, manejos diferentes (RESENDE et al., 2017).

#### **4. CONCLUSÕES**

O Mn foi o mais limitante pelo IBKW modificado e DRIS modificado para a bananeira, independentemente do local.

Na Bahia o K foi o nutriente mais limitante por falta, causado pelo desequilíbrio com o Mg no solo.

As deficiências de micronutrientes foram mais frequentes que dos macronutriente.

Fatores de ordem não nutricional limitaram a produção dos bananais na ordem de 30,11% no Ceará e 29,41% na Bahia.

## 5. REFERÊNCIAS

ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.645-736.

ALMEIDA, E. I. B.; DEUS, J. A. L.; CORRÊA, M. C. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; NEVES, J. C. L. Linha de fronteira e chance matemática na determinação do estado nutricional de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, p.744-754, 2016.

ALVAREZ, V., V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices DRIS. v. 24, n.1, p.20-25, 1999. (Boletim informativo - SBCS).

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D., BÜLL, L. T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2437-2446, 2000.

ANGELES, D. E.; SUMNER, M. E.; LAHAV, E. Preliminary DRIS norms for banana. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, p.1059-70, 1993.

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

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SIQUEIRA, D. L.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. Gas exchange in diferente varieties of banana prata in semi-arid environment. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, p.1-12, 2016.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: IAC, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Soil Science. Bulletin** Nº 1, University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 1973.

BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; Murillo-Amador, B. Nutritional reference values for *Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 173, n. 6, p. 927-934, 2010.

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

DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R.; SILVA, J. A.; RODRIGUES, M. G. V. Diagnóstico nutricional e recomendação de adubação para a palma forrageira 'Gigante'. **Informe Agropecuário**, v.38, n.296, 2017.

FAO. **Food and Agricultural Organization**. Faostat. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx>>. Acesso em: 04 janeiro. 2018.

FONSECA, J. A.; MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, n. 1, p. 47-50, 1997.

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

HUNDAL, H. S.; SINGH, D.; BRAR, J. S. Diagnosis and recommendation integrated system for monitoring nutrient status of mango trees in submountainous area of Punjab, India. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.36, p.2085-2099, 2005.

JARREL, W.M. & BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Adv. Agron.**, v. 34, p. 197-224, 1981.

JONES, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 12, n. 8, p.785-794, 1981.

KENWORTHY, A. L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. In: Reuther, W. (Ed.), **Plant analysis and fertilizers problems**. American Institute of Biological Science, Washington, p. 28-43, 1961.

KURIHARA, C. H. **Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais (Tese de Doutorado), 2004.

LAHAV, E., Banana nutrition. In: Gowen, S. (Ed.), **Banana and plantains**. Chapman e Hall, London, UK, pp. 258-316, 1995.

LÓPEZ, M. A.; ESPINOZA, M. J. **Manual de nutrición y fertilización del banano**. Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Pococí (Costa Rica) Instituto de la Potasa y el Fósforo, Querétaro (México), 1995.

MARTIN-PRÉVEL, P. Banana. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. **Plant analysis: as a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops**. Paris: Lavoisier Publishing, p.637-676, 1987.

MARTIN-PRÉVEL, P.; BANANIER. In: MARTIN-PRÉVEL, P.; GAGNARD, J.; GAUTIER, P. (Eds.), *L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales*. **Tec & Doc**, Paris, pp.715-51, 1984.

MARTIN-PRÉVEL, P. Les méthodes d'échantillonnage pour l'analyse foliaire du bananier. **Fruits**, Paris, v.29, n. 9, 1974. 583-588.

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

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J.L. Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. In: ÁLVAREZ V., V.H. et al. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v.2, p.593-643.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. Uso das informações pedológicas agrícola e não agrícola. In: CURI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). **Pedologia – solos dos biomas brasileiros**. 1ª Ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p.47-110.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 329-335, 2001.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. 1ª ed. Editora UNESP, São Paulo, 2008.

PULITO, A. P.; GONÇALVES, J. L. M.; SMETHURST, P. J.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; ALCARDE ALVARES, C.; ROCHA, J. H. T.; HUBNER, A.; MORAES, L. F.; MIRANDA, A. C.; KAMOGAWA, M. Y.; GAVA, J. L.; CHAVES, R. Available nitrogen and responses to nitrogen fertilizer in Brazilian eucalypt plantations on soils of contrasting texture. **Forests**, v. 6, n. 4, p. 973-991, 2015.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. Frutíferas. In: RAIJ, B. van et al. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed.rev. Campinas: IAC, 1997. p.121-153, (Boletim Técnico, 100).

ROCHA, J. B. O. **Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e Sul da Bahia**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 56p. (Dissertação de Mestrado).

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. D.. Amostragem foliar da bananeira 'Prata-Anã'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 321-325, 2010.

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

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeira 'Prata-Anã' (AAB) irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 332-338, 2004.

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, M. L. S., TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações Agronômicas n° 149**. IPNI - Brasil, Piracicaba, São Paulo, 2015.

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

## CONCLUSÕES GERAIS

As normas Kenworthy e DRIS sofrem influência do genótipo e do ambiente, comprovado pelo baixo grau de universalidade das normas, o que sugere o estabelecimento de normas específicas e que essas, devam ser utilizadas no diagnóstico nutricional da bananeira.

As variedades Prata-Anã e Grande Naine, independentemente do local em que foram produzidas, apresentam menor amplitude das suas faixas Suficiente, em comparação com as faixas encontradas na literatura e que faixa de Suficiente propostas pelos métodos da Linha de Fronteira e Kenworthy modificado, foram muito semelhantes, o que corrobora o uso dessas faixas para a diagnose nutricional.

Os micronutrientes apresentam maior frequência relativa de talhões limitantes por falta ou por excesso, independentemente da variedade e ambiente. Mesmo com essa maior frequência de talhões limitantes pelos micronutrientes, fatores de ordem não nutricional podem está limitando a produção dos bananais.