

**IRAN SCARCELLA DE CARVALHO JÚNIOR**

**NÍVEIS CRÍTICOS E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA  
BANANEIRA PRATA-ANÃ CULTIVADA NO NORTE DE  
MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada  
ao Curso de Mestrado em  
Produção Vegetal do  
Instituto de Ciências  
Agrárias da Universidade  
Federal de Minas Gerais,  
como requisito parcial  
para obtenção do título de  
Mestre em Produção  
Vegetal.

Área de Concentração:  
Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Luiz  
Arnaldo Fernandes

Montes Claros - MG

2017

Carvalho Junior, Iran Scarcella.

C331n  
2016

Níveis críticos e avaliação nutricional da bananeira Prata-Anã cultivada no norte de Minas Gerais / Iran Scarcella de Carvalho Junior. Montes Claros, MG: Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, 2017.  
56 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

Orientador: Prof. Luiz Arnaldo Fernandes.

Banca examinadora: José Tadeu Alves da Silva, Luiz Arnaldo Fernandes, Rodinei Facco Pegoraro.

Referências: f: 46-53.

1. Solos - Nutrição. 2. Bananeira. I. Fernandes, Luiz Arnaldo. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 631.4

IRAN SCARCELLA DE CARVALHO JUNIOR

NÍVEIS CRÍTICOS E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA BANANEIRA PRATA-  
ANÃ CULTIVADA NO NORTE DE MINAS GERAIS

---

Prof. Dr. Luiz Arnaldo Fernandes  
(Orientador – ICA/UFMG)

Aprovada em 23 de fevereiro de 2017.

Montes Claros  
2017

*À minha família, em especial aos meus pais Iran e Regina pelo incessante apoio, amor e dedicação a mim oferecidos em todos os dias da minha vida, devo a eles tudo que sou.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, acima de tudo, por nos proporcionar o dom da vida e nos abençoar e guiar pelos caminhos que nem sempre são fáceis de ser trilhados.

Às pessoas mais importantes da minha vida, meus pais, Iran e Regina, pelo exemplo, incentivo, amor e dedicação imensuráveis.

À minha irmã Maria Fernanda, pelo companheirismo e amizade.

À minha amada Patrícia pelo amor, carinho e companheirismo demonstrado em minha vida, sempre presente incentivando e me apoiando em tudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Arnaldo Fernandes, pela orientação, amizade, auxílio, compreensão e ensinamentos durante essa jornada. Exemplo e inspiração acadêmica e profissional. Deixo aqui meus sinceros agradecimentos e a minha profunda admiração e gratidão.

A todos os professores do curso pelo saber transmitido e amizade.

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), ao Instituto de Ciências Agrárias e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

À CROS Agroindustrial por proporcionar a realização desse estudo.

A todos os meus amigos pela amizade, incentivo em todos os momentos.

Em fim, a todos que, de forma direta ou indiretamente, colaboraram de alguma forma para a conclusão dessa importante etapa da minha vida.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

A banana destaca-se na produção mundial de frutíferas, ocupando a primeira posição, com uma produção de 106,5 milhões de toneladas, sendo que o Brasil produz sete milhões de toneladas, com uma participação de 6,9% nesse total. A região Norte de Minas Gerais produz 50,6% da produção estadual de banana e ocupa posição de destaque nacional nessa atividade. Possui grande importância socioeconômica para a região, gerando milhares de empregos. Dessa forma, a avaliação do estado nutricional da cultura e interpretação segura dos resultados torna-se determinante para alcançar bons resultados. Propôs-se neste trabalho a definição de níveis críticos no solo e na planta e a avaliação nutricional para a cultura da bananeira, cv. Prata-Anã, utilizando o método da distribuição normal reduzida, cultivada na região norte de Minas Gerais. Foram utilizados os dados de produtividade (Prod.) e teores de nutrientes no solo e na folha de referência de 14 áreas comerciais de produção de banana, nos anos de 2013, 2014 e 2015. De acordo com o método da distribuição normal reduzida, estimou-se a relação entre Prod. e Q ( $Q = \text{Prod.}/N_i$ ), onde  $N_i$  é o teor do nutriente de que se almeja encontrar o nível crítico. O nível crítico foi obtido pela equação  $NC_i = (1,281552s_1 + x_1)/(1,281552s_2 + x_2)$ , onde  $x_1$  e  $s_1$  são a média aritmética e o desvio-padrão de P e  $x_2$  e  $s_2$ , a média e o desvio-padrão de Q. Os níveis críticos dos atributos químicos do solo obtidos para as áreas de bananeira irrigada foram de 6,6 para o pH, 45,1 mg dm<sup>-3</sup> para o P, 132,9 mg dm<sup>-3</sup> para o K, 3,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> para o Ca e 1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> para o Mg. Já para os teores foliares foram de 23,8; 1,7; 35,6; 6,6; 2,9 e 1,7 g kg<sup>-1</sup> para o N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e de 62,3; 17,9; 280,3; 12,3 e 7,1 mg kg<sup>-1</sup> para o Fe, Zn, Mn, B e Cu, respectivamente. Nas áreas de baixas produtividades as maiores deficiências no solo foram de K e Ca no ano de 2013, P e Ca no ano de 2014 e novamente P e Ca no ano de 2015. Já para os teores foliares observou-se maior deficiência para o N no ano de 2014 e K no ano de 2015.

**Palavras-chave:** Fertilidade do solo. Distribuição normal. Nível crítico.

Análise foliar. *Musa ssp.*

## ABSTRACT

Banana stands out in the world production of fruit, occupying the first position, with a production of 106.5 million tons, being that Brazil produces seven million tons, with a participation of 6.9% in this total. The northern region of Minas Gerais produces 50.6% of state banana production and it occupies a prominent national position in this activity. It has great socioeconomic importance for the region, generating thousands of jobs. In this way, the evaluation of the nutritional status of the culture and the safe interpretation of the results becomes determinant to reach good results. It was proposed in this work the definition of critical levels in soil and plant, and the nutritional evaluation for banana crop, cv. Prata-Anã, using the reduced normal distribution method, grown in the northern region of Minas Gerais. Were used the productivity data (Prod.) and nutrient contents in the soil and in the reference leaf of 14 commercial areas of banana production in the years of 2013, 2014 and 2015. According to the reduced normal distribution method, it was estimated the relationship between Prod. and Q ( $Q = \text{Prod.} / N_i$ ), where  $N_i$  is the nutrient content that one hopes to find the critical level. The critical level was obtained by the equation  $NC_i = (1.281552s_1 + x_1) / (1.281552s_2 + x_2)$ , where  $x_1$  and  $s_1$  are the arithmetic mean and standard deviation of P and  $x_2$  and  $s_2$ , the mean and the standard deviation of Q. The critical levels of soil chemical attributes obtained for irrigated banana areas were 6.6 for pH, 45.1  $\text{mg dm}^{-3}$  for P, 132.9  $\text{mg dm}^{-3}$  for K, 3.9  $\text{cmol}_c \text{ Dm}^{-3}$  for Ca and 1.3  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  for Mg. Already for the leaf contents were of 23.8; 1.7; 35.6; 6.6; 2.9 and 1.7  $\text{kg}^{-1}$  for N, P, K, Ca, Mg and S, respectively, and 62.3; 17.9; 280.3; 12.3 and 7.1  $\text{mg kg}^{-1}$  for Fe, Zn, Mn, B and Cu, respectively. In the areas of low productivities the greatest soil deficiencies were K and Ca in the year 2013, P and Ca in the year 2014 and again P and Ca in the year 2015. Already for the foliar contents observed a greater deficiency for the N in the year 2014 and K in the year 2015.

**Keywords:** Soil fertility. Normal Distribution. Critical level. Leaf analysis. *Musa ssp.*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B – Boro

BA – Bahia

Ca – Cálcio

cm – Centímetros

Cmol – Centimol

Cu – Cobre

cv – Cultivar

dm<sup>3</sup> – Decímetro cúbico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Agropecuária

Fe – Ferro

g – Gramas

ha – Hectare

K – Potássio

kg – Quilogramas

Mg – Magnésio

mg – Miligrama

Mn – Manganês

N – Nitrogênio

P – Fósforo

pH – Potencial hidrogeniônico

PE – Pernambuco

S – Enxofre

t – Tonelada

Zn – Zinco

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Morfologia da Bananeira.....	14
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Níveis críticos para atributos químicos do solo para a bananeira cv. Prata-Anã estimado pela distribuição normal reduzida e faixas críticas obtidos por outros autores .....	31
Tabela 2: Índice I <sub>i</sub> dos atributos químicos do solo das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2013.....	33
Tabela 3: Comparação entre níveis críticos com teores dos nutrientes presentes no solo das áreas de baixa produtividade no ano de 2013.....	33
Tabela 4: Índice I <sub>i</sub> dos atributos químicos do solo das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2014.....	34
Tabela 5: Índice I <sub>i</sub> dos atributos químicos do solo das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2015.....	36
Tabela 6: Níveis críticos para teores foliares pela distribuição normal reduzida.....	37
Tabela 7: Índice I <sub>i</sub> dos teores foliares das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2014.....	39
Tabela 8: Índice I <sub>i</sub> dos teores foliares das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2015.....	42
Tabela 9a: Adubações realizadas nas 14 áreas estudadas no ano de 2013.	54
Tabela 10a: Adubações realizadas nas 14 áreas estudadas no ano de 2014. .....	55
Tabela 11a: Adubações realizadas nas 14 áreas estudadas no ano de 2015. .....	56

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DA BANANEIRA.....	13
2.2	NUTRIÇÃO DA BANANEIRA: SOLO.....	16
2.3	NUTRIÇÃO DA BANANEIRA: PLANTA.....	17
2.4	NUTRIÇÃO DA BANANEIRA: FRUTOS.....	20
2.5	NÍVEL CRÍTICO DE NUTRIENTES .....	22
2.6	NÍVEL CRÍTICO PELO MÉTODO DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL REDUZIDA E OUTRAS METODOLOGIAS. ....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	LOCAL DE OBTENÇÃO DOS DADOS.....	26
3.2	CLIMA.....	26
3.3	MANEJO.....	26
3.4	OBTENÇÃO DE DADOS .....	26
3.5	DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS CRÍTICOS .....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
4.1	ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO .....	30
4.2	TEORES FOLIARES.....	37
5	CONCLUSÃO.....	45
	REFERÊNCIAS.....	46
	ANEXO A.....	54

## 1 INTRODUÇÃO

A banana destaca-se na produção mundial de frutíferas, ocupando a primeira posição, com uma produção de 106,5 milhões de toneladas, o Brasil produz sete milhões de toneladas, com uma participação de 6,9% nesse total. Na safra brasileira de 2013, foram cultivados 498.683 hectares de banana, com produção de 7.303.967 toneladas e rendimento médio de 14,65 kg/ha. Em comparação com a safra anterior, houve um acréscimo de 4,6% na área colhida, 6,7% na produção e 2% no rendimento médio. Isso só foi possível graças ao uso intensivo de tecnologias (IBGE, 2014).

Segundo o GCEA-MG (2015), Minas Gerais é o terceiro maior produtor nacional e o norte do estado destaca-se produzindo cerca de 412,9 mil toneladas o que corresponde a 50,6% da produção estadual.

A banana possui grande importância socioeconômica, sendo um alimento energético, rico em carboidratos, sais minerais, como sódio, magnésio, fósforo e, especialmente, potássio. Apresenta predominância de vitamina A e C, contendo também as vitaminas B1, B2 e B6, além de gerar milhares de empregos (AGUIAR *et al.*, 2014)

A bananeira é uma planta tipicamente tropical que exige calor constante, precipitações bem distribuídas e elevada umidade para o seu bom desenvolvimento. Demanda também elevados teores de nutrientes para obter altas produtividades, devido a sua elevada produção de massa vegetativa, absorvendo e exportando grandes quantidades de nutrientes (ALVES *et al.*, 1997).

Para se conseguir boas produtividades, é de suma importância o equilíbrio nutricional durante o todo o ciclo da cultura, de modo que, cada nutriente deve estar disponível em quantidades e proporções adequadas (BORGES; SILVA JÚNIOR, 2001).

É sabido que a análise química do solo é uma importante ferramenta para estimar a disponibilidade de nutrientes para as plantas, que é complementada pela análise foliar, de modo a avaliar adequadamente o estado nutricional das plantas (CANTARUTTI *et al.*, 2007).

A interpretação dos resultados faz-se comparando com padrões já determinados, estabelecendo faixas de referência, através da correlação dos teores de nutrientes nas folhas e no solo com a produtividade (BATAGLIA; DECHEN, 1986).

Entretanto, esses padrões já estabelecidos presentes na maioria dos boletins de recomendação para a cultura da banana, geralmente, são desenvolvidos em sistemas de produção bem distintos e com grandes diferenças climáticas e de manejo, fazendo com que a dinâmica de nutrientes tanto no solo quanto na planta sejam diferentes das condições onde os padrões foram estabelecidos. Além disso, podem ocorrer diferenças entre cultivares, o que justifica estudos específicos para obtenção de dados locais para ajuste de padrões regionais, de modo a ter interpretações mais seguras dos resultados.

Devido às dificuldades de obtenção de dados experimentais, Maia; Morais e Oliveira, (2001), para a cultura do café e Maia e Morais (2015), para a cultura da banana, propuseram o método da distribuição normal reduzida. Esse método proporciona encontrar níveis críticos no solo e na folha sem a necessidade de experimentos de campo, apenas utilizando dados de monitoramento nutricional de lavouras comerciais.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a avaliar o estado nutricional e definir níveis críticos no solo e na planta para a cultura da bananeira, cv. Prata-Anã irrigada, utilizando o método da distribuição normal reduzida, na região do norte de Minas Gerais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DA BANANEIRA.

As bananeiras são plantas da classe das Monocotiledôneas, ordem *Scitaminales*, família *Musaceae* e gênero *Musa*. Na evolução da espécie participaram os diploides selvagens *M. aluminata* Colla e *M. balbisiana* Colla, de modo que as diversas cultivares contêm combinações variadas de genomas completos dessas espécies parentais. São denominados pelas letras A que descende da *M. aluminata* e B que vêm da *M. balbisiana*, formando combinações que resultam nos grupos AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB, AABB e ABBB (NUNES, 2009).

A banana em sua composição, a cada 100g, possui em média 108,2 calorias; 0,2 g de gordura; 1,2 g de proteína; 25,4 g de carboidratos; 9 mg de cálcio; 27 mg de fósforo e 0,6 mg de ferro (ARAUJO, 2008)

A maioria das cultivares de banana tem origem no Continente Asiático, possuindo também cultivares de origem na África e em ilhas do Pacífico. No Brasil, a bananeira é cultivada em todas as regiões do país (BORGES *et al.*, 2006). Prata, Pacovan, Prata Anã, Mysore, Nanica, Nanicão e Grande Nine são algumas das cultivares mais encontradas no Brasil.

A bananeira é dividida principalmente em sistema radicular, caule subterrâneo chamado de rizoma, tronco (pseudocaule), folhas e cacho (Figura 1).

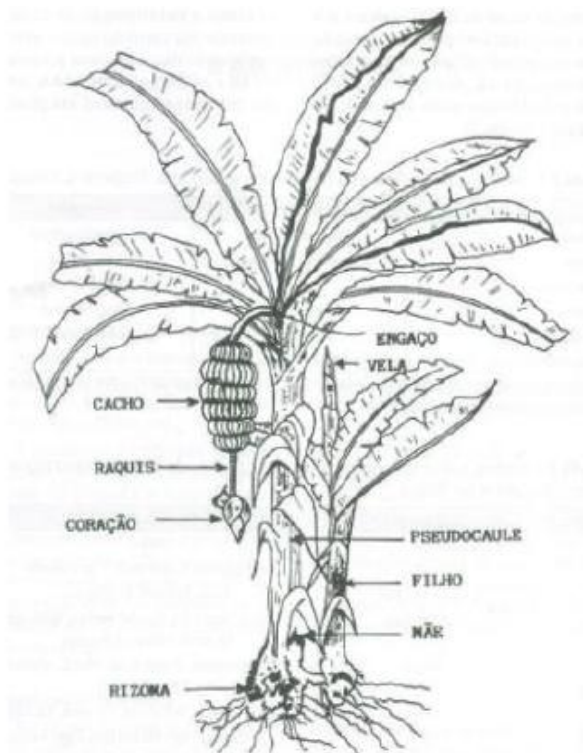


Figura 1: Morfologia da Bananeira. Fonte: CASTRO *et al.*, (2008)

A maior parte das raízes se encontram nos primeiros 20 centímetros de profundidade do solo, podendo, a depender do genótipo e condições edafoclimáticas, atingir de 5 a 10 metros. O rizoma é definido como um caule horizontal em que uma ponta se encontra as folhas e na outra as raízes, já o pseudocaule é a parte formada pelas bainhas das folhas da bananeira que normalmente corresponde ao tronco da bananeira (FERNANDES, 2012).

Silva *et al.*, (2012), estudando a caracterização e produção da cultivar Prata-Anã, sendo esta objeto de estudo do presente trabalho, observaram que ela apresentou 347,2 dias no primeiro ciclo de produção e 224,6 dias no segundo ciclo com altura de 3,27 metros; perímetro de pseudocaule na colheita de 84,3 centímetros; 10,35 folhas vivas por planta e 9,2 pencas por cacho.

A bananeira é uma planta tipicamente tropical que exige calor constante, precipitações bem distribuídas e elevada umidade para o seu bom desenvolvimento. Demanda também elevados teores de nutrientes para obter altas produtividades, devido produzir bastante massa vegetativa, absorvendo e exportando grandes quantidades de nutrientes (ALVES *et al.*, 1997).

Essa absorção dos elementos pela planta é através do contato das raízes com os nutrientes presentes no solo, sendo a troca de cátions, fator importante na nutrição da bananeira, permitindo aos solos reter nutrientes e disponibilizá-los a planta (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

O desbalanceamento de nitrogênio além de prejudicar a qualidade do fruto da bananeira também pode deixar a planta mais suscetível a pragas e doenças (GANESHAMURTHY, *et al.*, 2011)

Esses mesmos autores também ressaltam a importância do potássio, além de estar diretamente ligada à produção, sua aplicação influencia no tamanho, aparência, cor, aroma e sabor dos frutos e ainda uniformiza o seu amadurecimento dando maior resistência aos danos físicos durante o transporte, ficando mais atrativos para o cliente.

Crisostomo *et al.*, (2008) avaliando o efeito de adubações com N, P e K sobre a produção e a qualidade dos frutos verificaram que no segundo ciclo de produção a maioria dos atributos da qualidade dos frutos foram afetados positivamente.

Diante disso, o conhecimento das quantidades dos nutrientes exigidas durante o ciclo da cultura permite aferir sobre possíveis desordens nutricionais e adotar medidas preventivas e de uso racional dos fertilizantes, um dos principais componentes dos custos de produção da atividade (MAIA *et al.*, 2003). Deve-se levar em conta também que não só fatores ligados à planta que influenciam na absorção de nutrientes, mas também, aqueles ligados ao meio que elas se inserem.

## 2.2 NUTRIÇÃO DA BANANEIRA: SOLO

Cultivos em solos de baixa fertilidade e a falta de manutenção dos níveis adequados de nutrientes são algumas das razões de baixas produtividades dos bananais (SILVA; BORGES, 2008).

As análises dos solos e das folhas são ferramentas utilizadas para verificar desordens na fertilidade do solo e na nutrição das plantas, e para estabelecer recomendações de adubações com o objetivo de obter elevadas produtividades. Para tal, envolvem amostragens, análises, interpretações dos resultados e recomendações de corretivos e fertilizantes (LÉDO, 2010).

A interpretação das análises do solo pode ser feita com base na faixa de suficiência. Os padrões dos atributos químicos do solo, em profundidade de 0 a 20 cm, estabelecidos para a cultivar Prata Anã são para o pH: 5,5-7,5; potássio, 90-290 mg dm<sup>-3</sup>; cálcio, 3,5-9,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e magnésio, 0,6-1,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (SILVA *et al.*, 2002).

Um bom programa de adubação além de se conhecer o total de nutrientes requeridos pela cultura deve-se saber também as quantidades restituídas e exportadas. Para isso torna-se imprescindível o conhecimento das quantidades de matéria seca e nutrientes acumulados nas partes da planta (SILVA *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2005)

As cultivares Prata-Anã e *Grand Nine* restituem ao solo 70,2 e 48,6% do total de matéria seca acumulada na planta mãe, respectivamente, o que indica que a *Grand Nine* tem maior transporte dos produtos para os frutos e estes são exportados da área através da colheita, gerando uma maior necessidade de reposição de nutrientes para essa cultivar (SOARES *et al.*, 2008).

Já Hoffmann *et al.*, (2010), avaliando o acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira, observaram que as cultivares Prata-Anã, *Grand Nine*, Pacovan, Pacovan-Apodi e Terrinha restituem ao solo através dos frutos e engaços 82, 76, 74, 59 e 54% de matéria seca da planta mãe, respectivamente, evidenciando que as cultivares diferem na reposição de nutrientes ao solo e sua necessidade de adubação.

Esses autores encontraram para a cultivar Prata-Anã uma restituição de 742,9; 121,9; 17,2; 79,3; 50,0; 59,0 kg ha<sup>-1</sup> para o potássio, nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio e magnésio respectivamente.

Pelo fato da dinâmica de nutrientes na cultura da banana ser muito complexa, o monitoramento dos seus teores é de suma importância. Malavolta (2006) cita que a absorção de potássio não depende da sua quantidade no solo e sim das concentrações de cálcio e magnésio presentes. Aquino (2003) relata que o excesso de K pode provocar a lixiviação do íon K<sup>+</sup>, provocando efeito salino ao solo. Adubações nitrogenadas podem favorecer a acidificação do solo, diminuir a saturação por bases e o teor de magnésio trocável, principalmente quando utiliza o nitrato de amônio (TEIXEIRA *et al.*, 2001).

Já Silva e Marouelli (2002), expuseram que o excesso de potássio pode inibir a absorção de cálcio e magnésio, podendo levar a deficiência desses nutrientes, desse modo, as interações entre os nutrientes se tornam fundamentais na nutrição da bananeira.

Para o bom desenvolvimento da cultura, as quantidades de K; Ca e Mg devem satisfizer 10%, 50% e 40% da saturação por bases, ou seja, uma interação K:Ca:Mg de 0,5:2,5:2 a 0,3:2:1 (SILVA; BORGES; RODRIGUES, 2001)

Desse modo, é de suma importância avaliar os atributos químicos do solo e das plantas a fim de garantir níveis adequados de nutrientes para elevar a produtividade e maximizar os lucros.

### **2.3 NUTRIÇÃO DA BANANEIRA: PLANTA**

Para alcançar boa produtividade econômica é de suma importância que a bananeira esteja equilibrada nutricionalmente (SILVA; CARVALHO, 2005).

A avaliação do estado nutricional da bananeira é instrumento importante para uma melhor recomendação de fertilizantes. A folha é a parte

da planta que é utilizada para esse diagnóstico por ser a sede do metabolismo, refletindo bem o estado nutricional (SILVA, 2015).

Os principais métodos para avaliar o estado nutricional das plantas são a diagnose foliar e a diagnose visual. Este último consiste em comparar visualmente o aspecto como coloração; tamanho e forma da parte amostrada que pode ser a planta, folhas ou ramos e se determinado nutriente estiver em falta ou excesso, sintomas visíveis irão se manifestar os quais são típicos para cada elemento. Contudo esse método possui limitações, pois quando os sintomas de deficiência ou toxidez se manifestam visualmente nas plantas, já ocorreram problemas metabólicos irreversíveis comprometendo a produção (FAQUIN, 2002).

Já a diagnose foliar, através da análise química das folhas, avalia-se o estado nutricional da planta, comparando-se os resultados obtidos com os valores de referencia de uma lavoura padrão (BATAGLIA; DECHEN, 1986). Dessa forma, a planta funciona como uma solução extratora de nutrientes do solo, que é influenciada pelas práticas de manejo. A análise foliar possui três etapas importantes para o seu sucesso: amostragem; preparo e análise química do tecido vegetal e interpretação dos resultados (BORGES, SILVA; 2012).

Martin-Prével (1974) propôs a padronização da amostragem foliar de bananeira para permitir a comparação dos dados de diferentes pesquisas, ressaltando a importância do momento da amostragem, pois a composição mineral varia de acordo com a idade da planta e a folha que é amostrada.

O Método de Amostragem Internacional de Referência (MEIR) para a bananeira define que a folha a ser amostrada a terceira a contar do ápice com a inflorescência no estágio de todas as pencas femininas sem as brácteas e apresentando até três pencas de flores masculinas, no entanto, observa-se uma dificuldade em seguir essa recomendação para a cultivar Prata-Anã, devido apresentar porte elevado e roseta foliar muito densa e ainda a dificuldade de encontrar 20 plantas em estágio adequado em uma área de 1 a 4 hectares (BORGES, SILVA, 2012).

Observando este fato, Silva *et al.*,(1999) recomendaram para a diagnose foliar da bananeira Prata-Anã cultivada no norte de Minas Gerais a

amostragem conforme o método MEIR, porém, adaptando para quando as plantas estiverem em início de floração.

Outros autores defendem que a folha a ser amostrada não precisa ser necessariamente a terceira a contar do ápice da planta. Rodrigues *et al.*, (2010) concluíram que os teores foliares mantiveram-se dentro da faixa de suficiência independentemente se a folha amostrado foi a segunda, terceira ou quarta folha, tendo pouca alteração no teor foliar em relação ao método indicado pela MEIR.

Além da amostragem, o preparo da amostra é fundamental para o sucesso da análise química no laboratório. O ideal é que as amostras sejam acondicionadas em sacos papel e mantidas em baixas temperaturas para que os processos de respiração e de decomposição não venham a comprometer os resultados e, caso não seja possível o envio da amostra para o laboratório no mesmo dia, elas devem ser armazenadas em sacos plásticos e refrigeradas a 5°C (CANTARUTTI *et al.*, 2007).

A interpretação dos resultados das análises foliares identifica os nutrientes que podem estar limitando o desenvolvimento e produção da cultura. Lédo (2010), afirma que a forma mais usual de interpretação da análise foliar, assim como foi citado da análise de solo, é através da verificação da suficiência ou não dos teores dos nutrientes, embora seja passível de críticas, pois se baseia apenas em uma simples comparação. Afirma também que existem outros modelos como o Desvio Percentual Ótimo (DOP) e o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS).

Faquin (2002) cita que pelo solo ser um meio complexo e que nele ocorre várias reações que muitas vezes influenciam na disponibilidade e aproveitamento dos nutrientes, podendo mascarar o estado nutricional das culturas em certo momento, a análise foliar permite um diagnóstico mais preciso, se tornando ainda mais importante para o nitrogênio e micronutrientes, para o qual a análise química do solo não está bem definida.

As faixas de suficiência estabelecidas para a bananeira cv. Prata-Anã cultivada no norte de Minas Gerais são: nitrogênio, 25,0-29,0; fósforo, 1,5-1,9; potássio, 27,0-35,0; cálcio, 4,5-7,5; magnésio, 2,4-4,0; enxofre, 1,7-2,0 expressos em g kg<sup>-1</sup> para os macronutrientes e para os micronutrientes são

de 72,0-157,0; 14,0-25,0; 173,0-630,0; 12,0-25,0 e 2,6-8,8 para o ferro, zinco, manganês, boro e cobre, respectivamente, expressos em  $\text{mg kg}^{-1}$  (SILVA *et al.*, 2002).

A ordem crescente de absorção de macronutrientes pela bananeira é:  $\text{P} < \text{S} < \text{Mg} < \text{Ca} < \text{N} < \text{K}$  (FARIA, 1997). No trabalho de Hoffmann *et al.*, (2010), avaliando o acúmulo de macronutrientes nas diversas partes de bananeira nas cultivares *Grand Nine*; Gross Michel; Pacovan; Pacovan-Apodi; Prata-Anã e Terrinha, observaram que aquelas que apresentaram maiores teores foliares foram: para o K foi a cultivar Prata-Anã com conteúdo foliar de  $144,1 \text{ kg ha}^{-1}$ , para o N foi a Gross Michel com  $60,8 \text{ kg ha}^{-1}$ , para o P foi a Prata-Anã com  $4,5 \text{ kg ha}^{-1}$ , o S foi novamente a Prata-Anã com  $30,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , Ca foi a Pacovan com  $40,4 \text{ kg ha}^{-1}$  e por último o Mg mais uma vez a Prata-Anã com  $14,8 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Assim, entre essas cultivares estudadas por esses autores, a Prata-Anã foi a que acumulou mais macronutrientes em suas folhas, demonstrando a importância do estudo nutricional das diferentes cultivares encontradas nas áreas produtoras.

Silva e Rodrigues (2001), pesquisando o estado nutricional de bananais irrigados no norte de Minas Gerais, mediante 1099 análises foliares, verificaram que 36% apresentaram deficiência para macronutrientes e 95% para micronutrientes. Diante disso, a análise foliar é ferramenta essencial para auxiliar nas recomendações de adubação, suprindo as deficiências nutricionais da cultura, de modo a obter produtividades satisfatórias.

## 2.4 NUTRIÇÃO DA BANANEIRA: FRUTOS

A nutrição da bananeira além de afetar no seu desenvolvimento, resistência a pragas e doenças, produção, afeta também na qualidade dos frutos. Malavolta (1981) estudando a produção de cachos raquíticos atribuiu esse fato a deficiência de nitrogênio, potássio e enxofre; já a maturação irregular pela falta de potássio cálcio e magnésio.

Bar-Yosef (1999) cita que as adubações juntamente com a irrigação são as práticas de manejo que mais afetam o desenvolvimento, rendimento e qualidade dos frutos na cultura da banana.

Uma adubação adequada, além de não prejudicar o meio ambiente e reduzir custos com o gasto com fertilizantes e mão de obra, influencia também nas qualidades dos frutos. Aular e Natale (2013) citam que as elevações das doses de adubos aplicados afetam o tamanho, a resistência ao transporte, coloração e teores de sólidos solúveis totais nos frutos.

Em estudos nas condições do estado de São Paulo, Teixeira *et al.*, (2007), avaliaram a adubação nitrogenada na cultura da banana e concluíram que o nitrogênio afetou de maneira negativa o diâmetro dos frutos no primeiro ciclo, já no segundo ciclo houve um incremento para essa característica. Pinto *et al.*, (2005) não encontraram efeito do nitrogênio sobre o peso de cachos e pencas, entretanto, com maiores doses de nitrogênio que atingiu-se máxima relação entre os sólidos solúveis totais e acidez total titulável, relação está que está ligada ao sabor e maturação do fruto.

Já Ganeshamurthy *et al.*, (2011) observaram que a aplicação de potássio influencia nas características dos frutos como tamanho, aparência, cor e sabor. Martins *et al.*, (2011) também observaram que adubações com potássio afetam positivamente a produção e qualidade dos frutos da bananeira.

Silva *et al.*, (2013) concluíram que independentemente do ciclo de produção a aplicação de potássio incrementa o peso dos cachos, já para o magnésio foi observado no primeiro ciclo.

Não só os macronutrientes, mas também os micronutrientes como Boro e Zinco afetam a qualidade dos frutos afirmam Aular e Natale (2013).

Assim sendo, a nutrição da planta influencia não somente na produtividade, mas também na qualidade do produto final. Desse modo, as adubações e manejo nutricional da cultura da banana são fundamentais para o sucesso da atividade.

## 2.5 NÍVEL CRÍTICO DE NUTRIENTES

Faquin (2002) cita que o nível crítico é o teor do nutriente no solo ou na folha abaixo do qual a produção é reduzida e acima não é econômica, ou seja, o nível crítico para certa cultura para o nutriente potássio no solo é de  $140 \text{ mg dm}^{-3}$ , abaixo desse valor poderá ocorrer queda na produção e acima não é viável economicamente. Bataglia *et al.*, (1992), associa o nível crítico a uma produção que varia de 80% a 95% da produção máxima.

Os níveis críticos, na maioria das vezes são estabelecidos a partir da condução de experimentos de campo, que estão sujeitos a erros, portanto, é conveniente a recomendação de doses de adubação para manter os teores de nutrientes um pouco acima do nível crítico, dentro do que é chamado de faixa de suficiência (BATAGLIA *et al.*, 1996).

As faixas de suficiência para os teores de nutrientes no solo para a bananeira foram estabelecidas por diversos autores. No norte de Minas Gerais, para a cultivar Prata-Anã, Silva *et al.*,(2002), encontraram as faixas de suficiências de nutrientes no solo de 5,5-7,5 para o pH; P: 15,0-40,0  $\text{mg dm}^{-3}$ ; K: 90,0-290,0  $\text{mg dm}^{-3}$ , Ca: 3,5-9,5  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg: 0,6-1,8  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Maia e Morais (2015), definiram como nível crítico no solo, para a cultivar Pacovan, na região da Chapada do Apodi-CE: 7,1 para o pH, valor este que se apresenta alto devido a água calcária que é utilizada para a irrigação; P: 25,7  $\text{mg dm}^{-3}$ ; K: 140,4  $\text{mg dm}^{-3}$ , Ca: 6,4  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; Mg: 1,1  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Nas faixas de suficiência dos teores foliares pode-se citar o trabalho de Silva *et al.*,(2002), para a Prata-Anã no norte de Minas Gerais, onde encontraram os seguintes teores: 25,0-29,0; 1,5-1,9; 27,0-35,0; 4,5-7,5 e 2,4-4,0  $\text{g kg}^{-1}$  para o N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e de 12,0-25,0; 2,6-8,8; 72,0-157,0; 173,0-630,0; 14,0-25,0  $\text{mg kg}^{-1}$  para o B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. Teores diferentes foram encontrados por Borges e Caldas (2004) para a cultivar Pacovan, 22,0-24,0; 1,7-1,9; 25,0-28,0; 6,3-7,3 e 3,1-3,5  $\text{g kg}^{-1}$  para o N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e de 71,0-86,0; 12,0-24,0; 315,0-398,0; 13,0-16,0 e 6,0-7,0  $\text{mg kg}^{-1}$  para o Fe, Zn, Mn, B e Cu, respectivamente, mais uma vez, evidenciando a importância de estudos para definições de valores regionais e para cada cultivar.

A determinação do nível crítico pelo método convencional/tradicional é realizada através de experimentos de campo relacionando doses crescentes de um determinado nutriente aplicado ao meio com os teores de nutrientes no solo ou foliar com o crescimento/produção da cultura, buscando relações matemática entre elas. Normalmente, modelos não lineares para doses e crescimento/produção e lineares para doses e teores de nutrientes no solo ou na folha, sendo uma maneira trabalhosa e onerosa para encontrar tais valores.

Outra forma de definição do nível crítico de nutrientes é pela distribuição normal reduzida, situação em que se utiliza apenas dados de monitoramento nutricionais como resultados de análises de solo, foliares e produtividades, tendo a vantagem de não ter a necessidade de montagem de experimentos de campo, fazendo com que o processo se torne menos trabalhoso e oneroso.

## **2.6 NÍVEL CRÍTICO PELO MÉTODO DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL REDUZIDA E OUTRAS METODOLOGIAS.**

O método da obtenção de níveis críticos de nutrientes pelo método da distribuição normal reduzida inicialmente foi proposto por Maia, Morais e Oliveira (2001), para o cafeeiro. De acordo com o método proposto, não há necessidade de experimentos de campo e os dados são obtidos de lavouras comerciais. Esse método também foi utilizado para determinação de níveis críticos foliares em outras culturas como uva (TONIN *et al.*, 2009), laranja (CAMACHO *et al.*, 2012), cana-de-açúcar (SANTOS *et al.*, 2013) e banana (MAIA; MORAIS, 2015).

Embora tenha sido proposto para definição de teores foliares, Silva *et al.*, (2002) usaram o método para estimar níveis críticos de atributos químicos no solo em áreas cultivadas com bananeira e concluíram também ser possível obter esses níveis para os atributos químicos do solo sem a implantação de experimentos de campo. Maia e Morais (2015) utilizou o

mesmo método para a cultura da bananeira, onde também encontraram resultados satisfatórios.

Outra metodologia utilizada é o Desvio Percentual Ótimo (DPO) que foi proposto por Montañez *et al.*, (1993), que permite estimar o percentual de desvio de concentração de determinado nutriente em relação ao padrão (nível crítico de cada nutriente) e à ordem de limitação nutricional, além do balanço nutricional. O índice obtido indica a ordem de limitação do nutriente e, quando negativo indica deficiência, positivo excesso e valor ótimo quando é zero (BORGES; SILVA, 2012). Ainda segundo esses autores, quando se soma os valores absolutos encontrados no índice DPO para todos os nutrientes analisados em diferentes áreas, aquela que apresentar menor soma de valor absoluto é que está mais bem equilibrada nutricionalmente.

Outro método utilizado para a avaliação do estado nutricional das plantas é o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), proposta por Beaufiglioli (1973) que se baseia na comparação de índices calculados por meio de relações entre nutrientes dois a dois.

Inicialmente estabelece padrões calculando a média, a variância e o coeficiente de variação das relações dos nutrientes, dois a dois, para uma lavoura de alta produtividade a qual é chamada de lavoura de referência. Na sua interpretação compara-se as relações dos nutrientes da amostra estudada com as médias das razões da lavoura de referência, alcançando assim, os índices DRIS para cada nutriente da lavoura amostrada. O índice não indica qual nutriente encontra-se deficiente ou tóxico e sim aquele que mais limita a produção e sua ordem de limitação (FAQUIN, 2002).

Baldock e Schulte (1996) citam como vantagens desse método a fácil escala de interpretação, os nutrientes serem ordenados do mais limitante ao mais excessivo, a possibilidade de verificar a ocorrência de desequilíbrio nutricional, comparação entre o balanceamento nutricional de diferentes lavouras. Como desvantagens mencionam a necessidade de um sistema computacional complexo, os índices não serem independentes e não mostrar a possibilidade da resposta à adubação do nutriente limitante.

No norte de Minas, Silva e Carvalho (2005) estabeleceram as normas DRIS para a bananeira Prata-Anã cultivadas sob irrigação e dessas normas

foi desenvolvido um software para que o DRIS possa ser utilizado como ferramenta de diagnose dessa cultivar na região. Baseado nos índices DRIS obtidos para cada nutriente das 168 amostras foliares, os autores ressaltaram que o K e o S foram os macronutrientes que mais apresentaram deficientes, nos micronutrientes foram o Mn e Cu e o P foi aquele que se apresentou teor adequado na maioria dos bananais.

Verificaram também que 54% e 69% dos bananais do norte de Minas apresentaram teor adequado para o K e N, respectivamente. Já Silva e Rodrigues (2001) utilizando o método da faixa de suficiência, encontraram 34% e 42% dos bananais adequados para o K e N, respectivamente. Essa diferença de valores está atribuída aos métodos e valores de referência diferentes utilizados por eles, esses últimos utilizaram valores de referência obtidos por Prezotti (1992), com dados coletados em bananais sem a utilização de irrigação no estado do Espírito Santo, enquanto Silva e Carvalho (2005) utilizaram valores de referência de bananais irrigados no norte de Minas Gerais, evidenciando a importância de obtenção de valores regionais para uma melhor interpretação e sucesso na ação praticada.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 LOCAL DE OBTENÇÃO DOS DADOS**

Os dados de resultados de análise de solo e de planta e produtividade da bananeira foram obtidos em quatorze lavouras comerciais irrigadas cultivadas do norte de Minas Gerais.

#### **3.2 CLIMA**

O clima da região é Aw pela classificação de Köppen-Geiger (tropical com estação seca). A precipitação média anual durante os anos em que os dados foram utilizados é de 1199 mm, com período chuvoso de outubro a abril. As temperaturas médias anuais são: máxima de 32,5°C; média de 25,5°C e mínima de 18,8°C. A umidade relativa média anual é de 75,6% e radiação de 280,4 w/m.

#### **3.3 MANEJO**

As áreas estudadas são irrigadas pela água do Rio São Francisco pelo método da microaspersão com a disposição de um microaspersor para quatro plantas. As adubações dos bananais foram realizadas, predominantemente, pela fertirrigação e também por aplicação manual. Nas tabelas 9a, 10a e 11a do anexo A estão descritas as fertirrigações e adubações manuais feitas durante os anos de 2013, 2014 e 2015 nas 14 áreas estudadas.

#### **3.4 OBTENÇÃO DE DADOS**

Utilizou dados de monitoramento nutricional como teores dos nutrientes presentes no solo e nas folhas e as produtividades obtidas nos

anos de 2013, 2014 e 2015 de 14 áreas de produção cultivadas com banana (cv. Prata-Anã).

- A) **Amostras de solo:** foram coletadas na camada de 0 – 20 cm, usando trado holandês, e os valores de pH e teores de P; K; Ca e Mg, foram determinados em laboratório de acordo com a metodologia de Embrapa (1997). Foram coletadas 4 amostras de solo compostas em cada área por ano, totalizando um número de 168 amostras.
- B) **Amostras foliares:** A folha amostrada foi a terceira a contar do ápice, no início da emissão da inflorescência. Coletou cerca de 15 cm da parte interna mediana do limbo foliar, eliminando a nervura central. Foram coletadas 4 amostras foliares compostas em cada área por ano, totalizando um número de 168 amostras foliares.
- C) **Produção:** em cada área foi determinado o número e peso de cachos despencados; número e peso de caixas e o descarte, chegando assim a produtividade total em  $\text{kg ha}^{-1}$  de cada área.

As áreas foram classificadas de acordo com sua produtividade, considerando  $27 \text{ t ha}^{-1}$  como o valor de referência, valor este que representa a média de produção das áreas. Quando observado valor igual ou maior que  $27 \text{ t ha}^{-1}$  representa área de alta produtividade e valor menor área de baixa produtividade, onde resultou no ano de 2013 4 áreas de baixa produtividade e 10 áreas de alta; no ano de 2014 9 áreas de baixa produtividade e 5 áreas de alta e no ano de 2015 novamente 9 áreas de baixa produtividade e 5 áreas de alta.

A média de produção de todas as áreas estudadas no ano de 2013 foi de  $30,5 \text{ t ha}^{-1}$ ; no ano de 2014 de  $25,7 \text{ t ha}^{-1}$  e no ano de 2015 de  $25,6 \text{ t ha}^{-1}$ .

Fazendo a separação entre áreas de alta e baixa produção, observamos que a média das 20 áreas de alta produção foi

de 33,1 t ha<sup>-1</sup> em 2013; 30,5 t ha<sup>-1</sup> em 2014 e 32,1 t ha<sup>-1</sup> em 2015, já a média de produção das áreas de baixa produção foram de 24,1 t ha<sup>-1</sup> em 2013; 23 t ha<sup>-1</sup> em 2014 e 22,1 t ha<sup>-1</sup> em 2015.

### 3.5 DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS CRÍTICOS

Os níveis críticos foram determinados através do método da distribuição normal reduzida, de acordo com Maia, Moraes e Oliveira (2001), estimando a relação entre a produtividade (P) e Q (Q=P/N<sub>i</sub>), onde N<sub>i</sub> é o teor do nutriente de que se almeja encontrar o nível crítico.

O nível crítico foi obtido pela equação:

$$NCR_{Iz} = \frac{1,281552s_1 + x_1}{1,281552s_2 + x_2}$$

Onde: s<sub>1</sub>: desvio padrão de P

x<sub>1</sub>: média aritmética de P

s<sub>2</sub>: desvio padrão de Q

x<sub>2</sub>: média aritmética de Q

O pressuposto básico para obter o nível crítico através desse método é que os dados de P e Q devem seguir uma distribuição normal, para tal, foi verificada a normalidade dos dados empregando o teste Shapiro-Wilk e em caso de não normalidade os dados foram transformados utilizando o logaritmo.

Neste caso, os níveis críticos foram obtidos pela equação:

$$NCR_{Iz} = \frac{\text{Exp}(1,281552s_1 + x_1)}{\text{Exp}(1,281552s_2 + x_2)}$$

Onde: s<sub>1</sub>: desvio padrão de P

x1: média aritmética de P

s2: desvio padrão de Q

x2: média aritmética de Q

Seguindo a metodologia de Maia e Morais (2015), a fertilidade do solo das áreas de baixa produtividade foi avaliada através do índice  $I_i$ , através da equação:

$$I_i = \frac{A_i}{NCRi_z} - 1$$

Onde:  $A_i$ : resultado da análise de solo ou foliar para cada nutriente

$NCRi_z$ : nível crítico calculado do nutriente no solo ou na folha

As áreas de alta produtividade (lavouras de referência), aquelas com produtividades acima ou igual da média ( $27 \text{ t ha}^{-1}$ ), foram utilizadas para definição dos níveis críticos e toma-se como pressuposto que elas estão equilibradas nutricionalmente, portanto, as avaliações da fertilidade do solo através do índice  $I_i$ , onde valores positivos (+) indicam teor superior e valores negativos (-) indicam teor inferior em relação ao nível crítico, foram realizadas apenas nas áreas de baixa produtividade, aquelas que apresentaram produção abaixo de  $27 \text{ t ha}^{-1}$ .

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Os níveis críticos dos atributos químicos do solo obtidos pelo do método da distribuição normal reduzida para a bananeira irrigada cv. Prata-Anã encontram-se na Tabela 1. Os valores observados foram  $45,1 \text{ mg dm}^{-3}$  para o P;  $132,91 \text{ mg dm}^{-3}$  para o K;  $3,99$  e  $1,35 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para Ca e Mg respectivamente. Os níveis críticos estimados para os nutrientes K, Ca e Mg são superiores aos estabelecidos por Alvarez V. *et al.*, (1999), que é de  $70 \text{ mg dm}^{-3}$  para o K;  $0,90$  e  $2,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  para Ca e Mg, respectivamente. Uma possível explicação é que os dados do presente estudos são de bananais irrigados, de alta produtividade e que receberam periodicamente elevadas aplicações de nutrientes. Por outro lado, o pH e teores de K, Ca e Mg estão dentro da faixa de suficiência encontrado por Silva *et al.*, (2002) também para a cultivar Prata-Anã irrigada no norte de Minas Gerais, estimada pela média e desvio padrão.

Esses resultados indicam a importância do estabelecimento de faixas de suficiência regionais e em função das tecnologias de produção adotadas. Ainda segundo Silva *et al.*, (2002), para a banana cultivar Prata-Anã com produção média de  $25 \text{ t ha}^{-1}$ , inferior aos dos bananais do presente estudo, os limites inferiores da faixa de suficiência estimados para o K ( $90 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e Mg ( $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) estão inferiores os níveis críticos encontrados neste estudo, indicando que, quanto menor a produtividade, menor é o requerimento por nutrientes.

A cultivar da bananeira influencia os níveis críticos de nutrientes, como verificado por vários autores, por exemplo, Teixeira *et al.*, (2001) com a cultivar Nanicão sob irrigação que encontraram nível crítico para P de  $46 \text{ mg dm}^{-3}$ ; Maia e Morais (2015) estudando a cultivar Pacovan irrigada com produção média de  $27 \text{ t ha}^{-1}$  estimaram nível crítico de Ca de  $6,43 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , valores esses superiores aos encontrados para o P e Ca no presente estudo para a cultivar Prata Anã.

Outro fator que influencia os níveis críticos no solo são as condições edafoclimáticas. Maia e Morais (2015), também pelo método da distribuição normal reduzida e para a cultivar Pacovan, pertencente ao mesmo grupo da Prata-Anã na Chapada do Apodi, leste do estado do Ceará, obtiverem valores de níveis críticos diferentes do presente estudo. Resultados distintos também foram encontrados por Silva *et al.*, (2002) estudando a bananeira Prata-Anã irrigada no norte de Minas Gerais, entretanto esses autores fizeram uma amostragem maior, englobando áreas bastante distintas o que explica valores diferentes (Tabela 1).

Tabela 1: Níveis críticos para atributos químicos do solo para a bananeira cv. Prata-Anã estimado pela distribuição normal reduzida e faixas críticas obtidos por outros autores

pH	P	K	Ca	Mg	
-	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
6,6	45,1	132,9	3,9	1,3	
-	-	70	2,4	0,9	Alvarez V. <i>et al.</i> , (1999)
5,5 – 7,5	-	90 – 240	3,5 – 9,5	0,6 – 1,8	Silva <i>et al.</i> , (2002)
7,1	25,7	140,4	6,4	1,1	MAIA; MORAIS (2015)

Nas áreas de baixa produtividade deste estudo, aquelas que obtiveram produtividades abaixo de 27 t ha<sup>-1</sup>, a fertilidade do solo foi avaliada através do índice I<sub>i</sub>, onde valores positivos indicam teores superiores ao nível crítico e valores negativos teores inferiores. No ano de 2013 as áreas 5, 7, 8 e 11 foram as que apresentaram baixa produtividade e os atributos químicos do solo com valores abaixo do nível crítico foram K e Ca em 50% das áreas e Mg e P em 25% nas áreas 7, 8 e 11 (Tabela 2). A área 5 não apresentou nenhuma deficiência dos atributos avaliados, entretanto, sua produção foi abaixo da média, fato este que pode ser associado a nutrientes deficientes que não foram mensurados na análise de solo ou à fatores não nutricionais.

A interação entre os nutrientes que estão em deficiência nessas áreas, K; Ca e Mg, é de suma importância para o bom desenvolvimento da cultura

da bananeira, podendo ser positiva (sinergismo) ou negativa (antagonismo), e deve ser considerada no manejo dos bananais (SILVA *et al.*, 1999). Esses mesmos autores enfatizam que neste caso, a aplicação de K ou o aumento das doses desse nutriente poderia corrigir a deficiência mostrada através do índice  $I_i$ , sem desequilibrar a relação Mg/K, a fim de evitar distúrbios fisiológicos como o “azul da bananeira”, que é a deficiência de magnésio induzido pelo excesso de potássio, assim como deve se observar as relações Ca/K.

Situação semelhante ao presente estudo também foi mostrada por Silva; Borges e Rodrigues (2001), onde as saturações de K e Ca na CTC encontravam-se baixas e a de Mg alta, logo, baixa relação K/Mg, sendo assim, necessário a aplicação de K e Ca. Outro fato interessante foi a percepção que em solo aluvial eutrófico, apesar de conter valores satisfatórios de K ( $120 \text{ mg dm}^{-3}$ ), ainda pode apresentar deficiência desse elemento quando os teores de Ca e Mg são elevados (SILVA; BORGES; RODRIGUES, 2001).

Caso os níveis desses nutrientes permaneçam abaixo do valor de referência, como apontou o índice  $I_i$  podem ocorrer distúrbios na planta, como queda de produção e perda na qualidade dos frutos. A adequada nutrição em K resulta no acréscimo de pencas e números de bananas por cacho, aumentando assim seu peso final (BRASIL *et al.*, 2000); já o Mg é responsável pelo aumento no diâmetro do pseudocaule (SILVA *et al.*, 2008)

Portanto, para aumentar a produção e garantir a qualidade dos frutos dessas áreas de baixa produtividade, de acordo com os resultados obtidos, seria necessário ajustar os teores no solo, tanto em quantidade quanto na relação entre eles. Silva; Borges e Rodrigues (2001) citam que as quantidades de K; Ca e Mg devem corresponder a 10%; 50% e 40% da saturação por bases, ou seja, uma relação de K:Ca:Mg de 0,5:2,5:2 a 0,3:2:1.

Tabela 2: Índice I<sub>i</sub> dos atributos químicos do solo das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2013.

Área	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	pH	P	K	Ca	Mg
5	25,73	0,01	0,20	0,42	0	0,41
7	22,58	-0,02	0,96	-0,07	-0,10	0,04
8	23,21	0,01	-0,12	0,30	-0,10	0,11
11	25,15	-0,08	0,02	-0,26	0,13	-0,52

Em relação aos teores de nutrientes observados nos solos dos bananais de baixa produtividade através dos resultados das análises de solo, verificou-se que estão abaixo dos níveis críticos de nutrientes encontrados, sugerindo a ocorrência de deficiência no programa de adubação adotado, o que pode ter contribuído para a menor produtividade desses bananais, conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3: Comparação entre níveis críticos com teores dos nutrientes presentes no solo das áreas de baixa produtividade no ano de 2013.

Área	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	pH	P	K	Ca	Mg
<b>Níveis críticos</b>						
			mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	
		6,6	45,1	132,9	3,9	1,3
<b>Teores dos atributos presentes no solo no ano de 2013</b>						
5	25,73	6,7	54,2	189,3	4,0	1,9
7	22,58	6,5	88,2	123,1	3,6	1,4
8	23,21	6,7	39,9	172,3	3,6	1,5
11	25,15	6,1	45,8	98,8	4,5	0,6

Nas nove áreas que apresentaram baixa produtividade no ano de 2014 os nutrientes P, Ca e Mg foram os fatores que mais se apresentaram limitantes, como indicado pelo valores negativos dos os índices I<sub>i</sub> (Tabela 4).

No entanto, no ano de 2014, verificou-se que o valor de K nas áreas 7 e 11 que estava inferior ao nível crítico obtido no ano anterior e, portanto apresentaram índices  $I_i$  negativos (Tabela 2), foram corrigidos através das adubações realizadas e os índices  $I_i$  tornaram-se positivos (Tabela 4).

Tabela 4: Índice  $I_i$  dos atributos químicos do solo das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2014.

Área	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	pH	P	K	Ca	Mg
4	23,68	0,00	0,03	0,83	-0,05	0,41
5	25,8	0,04	0,35	0,96	0,05	0,63
7	22,87	-0,03	-0,12	0,55	-0,12	0,11
8	21,47	-0,02	0,01	0,21	-0,05	0,11
9	23,77	-0,02	-0,16	0,71	-0,02	0,19
10	22,97	-0,06	-0,25	0,02	-0,06	-0,26
11	23,89	-0,06	-0,55	0,41	0,02	-0,30
12	21,31	-0,04	-0,27	0,91	-0,12	-0,31
14	21,73	-0,01	-0,72	-0,37	0,24	-0,39

Corroborando com este estudo, Maia e Moraes (2015), utilizando da mesma metodologia para obtenção de níveis críticos para bananeira cultivar Pacovan na Chapada do Apodi – CE verificaram que o fósforo também foi o principal fator limitante na produção em decorrência da baixa fertilidade natural em P e aos elevados teores de Ca dos solos dessa região. De acordo com Furtini Neto *et al.*, (2001), em solos com elevados teores de Ca, o P se liga a esse elemento formando compostos cada vez mais estáveis e diminuindo a sua disponibilidade para as plantas.

Silva *et al.*, (2011) enfatizam que a adubação fosfatada é fundamental nos estádios iniciais das plantas de bananeira, de modo que se desenvolvam com maior vigor, especialmente, quando cultivada em solos com baixos teores desse elemento. Esses autores verificaram que os teores de fósforo

disponível no solo e nas folhas aumentaram linearmente com aumento das doses de fósforo aplicadas ao solo. Silva e Rodrigues (2013), também verificaram que a bananeira “Prata-Anã” cultivada em solos com baixos teores de P, responde à aplicação desse nutriente somente no primeiro ciclo de produção. Dessa forma, em casos de deficiências eventuais após o estágio inicial de formação, as adubações com P poderão ter baixa eficiência, como verificado no presente estudo, em que, no ano de 2014, os bananais estavam com mais de cinco ciclos de produção.

Para o Ca e o Mg, os índices  $I_i$  negativos encontrados nas áreas de baixa produção no ano de 2014 (Tabela 4) podem ser atribuídos ao desbalanço na relação desses elementos com o K. Tanto o Ca (SILVA; BORGES; RODRIGUES, 2001) quanto o Mg (SOUZA *et al.*, 2012) são essenciais para o aumento da produtividade da bananeira.

No ano de 2015, para os atributos químicos do solo, nas 9 áreas que apresentaram baixa produtividade observou-se novamente índices  $I_i$  negativos para o P e para o Ca (Tabela 5).

Tabela 5: Índice I<sub>i</sub> dos atributos químicos do solo das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2015.

Área	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	pH	P	K	Ca	Mg
5	20,85	0,03	-0,05	1,05	-0,02	0,41
7	18,46	-0,02	0,01	0,14	-0,20	0,04
8	26,60	-0,03	-0,58	0,41	-0,25	0,04
9	25,32	-0,02	-0,50	1,08	-0,02	0,26
10	20,47	-0,10	-0,15	0,74	-0,17	0,03
11	17,08	-0,10	-0,11	0,57	0,09	0,10
12	22,90	-0,09	-0,41	1,16	-0,12	-0,15
13	25,17	-0,14	0,28	0,76	-0,19	0,00
14	22,36	-0,14	-0,15	0,31	-0,14	-0,09

Nos três anos avaliados para os atributos químicos do solo, apesar de se mostrar deficiente nas áreas 7 e 11 no ano de 2013 e na área 14 no ano de 2014, o K foi o nutriente que mais vezes foi observado com índice I<sub>i</sub> de valor positivo, ou seja, aquele que mais apresentou teores acima do nível crítico, por outro lado, o P e o Ca foram os nutrientes que apresentaram índice I<sub>i</sub> negativos na maioria dos bananais de baixa produtividade. Em função da dinâmica dos nutrientes no solo e das exigências da bananeira, ressalta-se a importância a aplicação de corretivos com teores mais elevados de Ca, da adequada adubação com P na implantação dos bananais e no estágio inicial das plantas e da relação direta entre a adubação com potássio e a produtividade da cultura.

## 4.2 TEORES FOLIARES

Os níveis críticos obtidos para os teores foliares da bananeira cv. Prata-Anã irrigada das áreas estudadas utilizando o método da distribuição normal reduzida estão descritos na tabela 6.

Tabela 6: Níveis críticos para teores foliares pela distribuição normal reduzida.

		<b>Silva <i>et al.</i>, (2002)</b>	<b>Silva e Borges (2001)</b>	<b>Borges e Caldas (2004)</b>
<b>N</b>	23,8	25,0 – 29,0	25,0 – 26,0	22,0 – 24,0
<b>P</b>	1,7	1,5 – 1,9	1,68 – 1,72	1,7 – 1,9
<b>K</b>	35,6	27,0 – 35,0	27,0 – 28,0	25,0 – 28,0
<b>Ca</b>	6,6	4,5 – 7,5	5,9 – 6,1	6,3 – 7,3
<b>Mg</b>	2,9	2,4 – 4,0	3,35 – 3,44	3,1 – 3,5
<b>S</b>	1,7	1,7 – 2,0	1,85 – 1,89	1,7 – 1,9
<b>Fe</b>	62,31	72,0 – 157,0	98,5 – 106,4	71,0 – 86,0
<b>Zn</b>	17,94	14,0 – 25,0	18,7 – 19,7	12,0 – 24,0
<b>Mn</b>	280,32	173,0 – 630,0	514,3 – 566,3	315,0 – 398,0
<b>B</b>	12,36	12,0 – 25,0	33,5, – 34,2	13,0 – 16,0
<b>Cu</b>	7,10	2,6 – 8,8	7,2 – 8,0	6,0 – 7,0

\*Os valores de N, P, K, Ca, Mg e S estão em  $\text{g kg}^{-1}$  e Fe, Zn, Mn, B, Cu em  $\text{mg kg}^{-1}$

Os níveis críticos dos teores foliares de nutrientes estimados pelo método da distribuição normal reduzida estão dentro das faixas de suficiência encontrados por Silva *et al.*,(2002) para a bananeira Prata-Anã no norte de Minas Gerais, estimadas pela média e desvio padrão, exceto para o N e Fe que ficaram ligeiramente abaixo (Tabela 6).

Em comparação com o levantamento nutricional realizado nos bananais da região norte de Minas Gerais, com predominância da cv. Prata-

Anã irrigada realizado por Silva e Rodrigues (2001), pelo método da média e desvio padrão e com os resultados obtidos por Borges e Caldas (2004), nas regiões de Petrolina-PE/Juazeiro-BA, com a cultivar Pacovan, verificou-se pequenas diferenças de valores de níveis críticos. Essas diferenças foram atribuídas às metodologias utilizadas, às variedades de bananeira avaliadas e condições edafoclimática evidenciando mais uma vez a importância do estabelecimento de níveis críticos regionais e específicos para uma determinada variedade e nível tecnológico, de modo a obter interpretação mais segura dos resultados da análise de tecidos de plantas.

Assim como realizado para os atributos químicos do solo, nas áreas de baixa produtividade, aquelas que obtiveram produção abaixo de  $27 \text{ t ha}^{-1}$ , os teores foliares foram avaliados através do índice  $I_i$ , onde valores positivos indicam teores superiores ao nível crítico e valores negativos teores inferiores.

No ano de 2014 as áreas de baixa produtividade foram a 4; 5; 7; 8; 9; 10; 11; 12 e 14 e o nutriente que apresentou índices foliares inferiores ao nível crítico no maior número de áreas foi o N, sendo observado em cinco delas (55,56%), seguido pelo K que se apresentou deficiente em quatro áreas (44,45%) (Tabela 7).

Tabela 7: Índice I<sub>i</sub> dos teores foliares das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2014.

Área	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
4	23,68	0,00	0,06	0,00	0,03	0,03	0,06	0,20	0,24	0,22	0,13	0,17
5	25,87	-0,02	0,06	0,01	0,02	0,00	0,06	0,09	0,11	-0,05	0,19	0,11
7	22,87	0,00	0,06	0,00	0,11	-0,03	0,06	0,28	0,12	0,17	0,05	0,26
8	21,47	0,00	0,06	0,00	0,11	-0,03	0,06	0,28	0,12	0,68	0,05	0,26
9	23,77	0,00	0,06	0,00	0,11	-0,03	0,06	0,28	0,12	0,68	0,05	0,26
10	22,97	-0,06	0,00	-0,15	0,33	0,17	0,06	0,12	0,09	0,03	0,04	0,08
11	23,89	-0,06	0,00	-0,15	0,33	0,17	0,06	0,12	0,09	0,03	0,04	0,08
12	21,31	-0,06	0,00	-0,15	0,33	0,17	0,06	0,12	0,09	0,03	0,04	0,20
14	21,73	-0,06	0,00	-0,15	0,33	0,17	0,06	0,12	0,09	0,03	0,04	0,08

Avaliando o estado nutricional dos bananais da região do Norte de Minas Gerais, utilizando 1099 amostras foliares de bananeiras com predomínio da cultivar Prata-Anã, Silva e Rodrigues (2001) observaram deficiência de N e K em 57% e 66% das amostras, respectivamente, resultado bastante semelhante ao do presente estudo para o nitrogênio e superior para o potássio. Esses autores verificaram ainda que 36% das amostras foliares apresentaram algum tipo de deficiência de macronutrientes e 95% de micronutrientes e de modo geral 97% dos bananais avaliados mostravam algum tipo de deficiência, evidenciando a necessidade de melhorar o manejo nutricional dos bananais. Silva e Carvalho (2005) avaliando o estado nutricional da bananeira Prata-Anã irrigada em 56 áreas exploradas comercialmente no norte de Minas Gerais, também verificaram deficiências de N e K em 31% e 46%, respectivamente, dos bananais.

Silva (2015), explica que a partir do segundo ciclo de produção os restos culturais que permanecem na área, proveniente dos pseudocaules e folhas cortadas após a colheita, contêm quantidades elevadas de nutrientes que após mineralizados podem ser aproveitados pelas plantas. Hoffmann *et al.*, (2010) citam para a bananeira Prata-Anã uma restituição de 121,9 kg ha<sup>-1</sup> de N e 742,9 kg ha<sup>-1</sup> de K provenientes dos restos culturais.

No entanto, nos bananais de baixa produtividade, apesar do aporte de N tanto da restituição pelos restos culturais quanto das adubações realizadas nas áreas estudadas, parece não ser suficiente para elevar os teores foliares de N, o que gerou os valores negativos de índice I<sub>f</sub>. Esses resultados indicam a necessidade de rever o programa de adubação nitrogenada nos bananais de baixa produtividade do presente estudo. Por outro lado, há na literatura resultados divergentes quanto a resposta dos bananais em produção quanto a aplicação de fertilizantes nitrogenados. Brasil *et al.*, (2000) e Silva *et al.*, (2012) não verificaram efeito da aplicação de N sobre as variáveis de desenvolvimento e de produção da bananeira, enquanto que, Silva *et al.*, (2003) obtiveram efeito significativo da aplicação de N no solo sobre a produção de banana no 2º e 3º ciclos de produção. Weber *et al.*, (2006) citam que a aplicação de N no solo afeta positivamente a qualidade dos frutos, portanto, essas contradições de informações mostram a necessidade de

novos estudos sobre a restituição do N pelo restos culturais da bananeira e da aplicação de N mineral em bananais em produção para correto manejo desse nutriente.

No ano de 2015, as áreas de baixa produtividade foram a 5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13 e 14 e o nutriente que apresentou valores inferiores ao nível crítico no maior número de áreas foi o K, sendo observado em oito delas (88,89%), seguido pelo Cu que foi deficiente em sete áreas (77,78%) e Zn (66,67%) (Tabela 8).

Tabela 8: Índice I<sub>i</sub> dos teores foliares das áreas de baixa produtividade de bananeira irrigada no norte de Minas Gerais no ano de 2015.

Área	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
5	20,85	0,05	0,06	0,01	-0,02	0,00	0,12	0,17	0,08	0,12	-0,04	-0,08
7	18,46	0,01	0,06	-0,03	0,09	0,00	0,06	0,06	0,04	0,22	0,08	0,09
8	26,60	0,00	0,00	-0,04	0,06	-0,03	0,06	0,03	-0,05	0,26	0,10	-0,06
9	25,32	0,01	0,06	-0,03	0,09	0,00	0,06	0,06	0,04	0,22	0,08	0,09
10	20,47	0,00	0,06	-0,09	0,23	0,03	0,06	0,02	-0,09	-0,13	0,11	-0,06
11	17,08	0,00	0,06	-0,09	0,23	0,03	0,06	0,02	-0,09	-0,13	0,11	-0,06
12	22,90	0,00	0,06	-0,09	0,23	0,03	0,06	0,02	-0,09	-0,13	0,11	-0,06
13	25,17	0,00	0,06	-0,09	0,23	0,03	0,06	0,02	-0,10	-0,13	0,11	-0,06
14	22,36	0,00	0,06	-0,09	0,23	0,03	0,06	0,02	-0,09	-0,13	0,11	-0,06

Do ano de 2014 para o ano de 2015 observou-se que as áreas que apresentaram teores foliares para o K abaixo do nível crítico aumentaram de quatro para oito, entretanto, os valores desse nutriente presente no solo para estes anos estavam satisfatórios, sendo iguais ou superiores ao do nível crítico. Esse fato pode ser explicado através do efeito de diluição, onde ocorre a absorção do nutriente pela planta, entretanto, sucede crescimento e desenvolvimento proporcionalmente maior não permitindo assim o aumento do seu teor foliar. (FAQUIN, 2002). Fontes *et al.*, (2003) sugerem que esse fato pode ser explicado devido a época de amostragem das folhas, se for feita um pouco mais tardia, e sendo o K o nutriente mais encontrado nos frutos, há a translocação deste nutriente das folhas para os frutos, que neste momento é o dreno mais forte da planta, fazendo com que os teores de K diminua nas folhas.

O Cu e Zn que se mostraram deficientes em 77,78% e 66,67%, respectivamente, das áreas de baixa produtividade não foram mensurados nas análises de solo, portanto, não se pode afirmar que seus teores foliares estão deficientes por apresentar níveis baixos no solo. Apesar do aporte de Cu e Zn tanto da restituição pelos restos culturais quanto das adubações realizadas nas áreas estudadas, parece não ser suficiente para elevar os teores foliares desses nutrientes, o que geraram os valores negativos de índice I<sub>i</sub>.

Silva e Carvalho (2005) avaliando o estado nutricional da bananeira “Prata-Anã” irrigada no norte de Minas Gerais também observaram que o Cu, juntamente com o Mn foram os micronutrientes que se apresentaram deficientes na maioria dos bananais. Já Silva e Rodrigues (2001), também em bananais do norte de Minas Gerais, com predominância da cultivar Prata-Anã, observaram severas deficiências de Zn em 72% das amostras, teor adequado em 26% das amostras e excesso em 2% das amostras avaliadas. No entanto, deve-se observar que alguns solos do norte de Minas Gerais são originados de rochas calcárias e que alguns bananais são irrigados com águas subterrâneas em que se caracterizam por apresentar elevadas concentrações de  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$  e  $\text{HCO}_3^-$ , que elevam o pH do solo, diminuindo

a disponibilidade de micronutrientes catiônicos para as plantas (FERNANDES *et al.*, 2008; SILVA; CARVALHO, 2005).

## 5 CONCLUSÃO

- 1) A metodologia distribuição normal reduzida para estimar os níveis críticos dos atributos químicos do solo e teores foliares de nutrientes foi eficiente quando comparada a diferentes metodologias utilizadas por outros autores;
- 2) Os níveis críticos dos atributos químicos do solo e dos teores foliares de nutrientes dos bananais estudados estão dentro das faixas de suficiência estabelecidas na literatura para a bananeira Prata-Anã irrigada para o norte de Minas Gerais;
- 3) Nos bananais de baixa produtividade os nutrientes mais deficientes no solo no ano de 2013 foram o K e o Ca, enquanto que, nos anos de 2014 e 2015, o P e o Ca foram os nutrientes com menores teores no solo;
- 4) Para os teores foliares, o N foi o nutriente mais deficiente nos bananais de baixa produtividade.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T., GONÇALVES, C., AYRES, M. E., PATERNIANI, G. Z., TUCCI, M. L. S., CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2014, 452p. 7 ed.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., H. (Eds.). Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG). **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. de A.; DANTAS, J. L. L.; OLIVEIRA, S. L. de. Exigências climáticas. In: ALVES, E. J. (Org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: Embrapa/SPI, 1997. p. 35-46.

AQUINO, B. F. **Adubos e adubação**. Fortaleza: UFC. 2003. 241p.

ARAÚJO, J. P. C. de. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes de bananeira (Musa sp. AAA), “Grand Naine” no primeiro ciclo de produção**. 79 f. Tese (Doutor em Agronomia: Fitotecnia). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. . **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, dez. 2013.

BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis standardized score combines DRIS and sufficient range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 88, p. 448-456, 1996.

BAR-YOSEF, B. Advances in fertigation. In: Sparks, D. L. (Ed.). **Advances in agronomy**. New York: Academic Press, 1999. p.1-77.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: **Simpósio Avançado de Química e Fertilidade do Solo**, 1., 1986, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação Cargill, 1986. p.115-136.

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. dos. Diagnose visual e análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais ...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.369-393

BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. dos. Princípios da diagnose foliar. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS: UFV, 1996. p. 647-660.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition**. University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 1973. (Soil Science Bulletin, 1).

BORGES, A. L.; CALDAS, R. C. Teores de nutrientes nas folhas de bananeira, cv. Pacovan, sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras, v. 28, n. 5, p. 1099-1106, set.out., 2004.

BORGES, A. L.; OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, E. F.; TRINDADE, A. V. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p. 77-84.

BORGES, A. L.; SILVA, J. T. A. da. Diagnose foliar na cultura da banana. In: PRADO, R. M. (Ed.). **Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FAPESP/CNPq, 2012. p. 199-226.

BORGES, A. L.; SILVA JÚNIOR, J. F. Calagem e adubação. In: ALVES, E.J. **Cultivo de bananeira tipo terra**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 2001. p 35-40.

BORGES, A. L.; SILVA, S. O.; CALDAS, R. C.; LEDO, C. A. S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 314-318, ago. 2006.

BRASIL, E. C.; OEIRAS, A. H. L.; MENEZES, A. J. E. A. de; VELOSO, C. A. C. Desenvolvimento e produção de frutos de bananeira em resposta a adubação nitrogenada e potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p. 2407-2414, dez. 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**, v.1, p.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.; 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.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de Fisiologia Vegetal: fisiologia dos cultivos** – Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 864p. 2008.

CRISOSTOMO, L. A.; MONTENEGRO, A. A. T.; de SOUSA NETO, J.; DE LIMA, R. N. Influência da adubação NPK sobre a produção e qualidade dos frutos de bananeira cv. Pacovan. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.39, n. 1, p. 45-52, 2008.

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p. Documentos; 1

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Trad. Maria Edna Tenório Nunes. 2.ed. Londrina: Planta, 2006. 403p.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002, 77p.

FARIA, N. G. **Absorção de nutrientes por variedades e híbridos promissores de bananeira**. 66 f. Mestrado. UFBA – Escola de Agronomia/EMBRAPA – CNPMF, Cruz das Almas, BA, 1997.

FERNANDES, L. A.; RAMOS, S. J.; VALADARES, S. V; LOPES, P.S.N; FAQUIN, V. Fertilidade do solo, nutrição mineral e produtividade da bananeira irrigada por dez anos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1575-1581, 2008.

FERNANDES, P. L. O. **Avaliação de cinco cultivares de bananeiras em Baraúna/RN**. 141 f. Dissertação (Mestre em Agronomia: Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

FONTES, P. S. F.; CARVALHO, A. J. C. de; CEREJA, B. S.; MARINHO, C. S.; MONNERAT, P. H. Avaliação do estado nutricional e do desenvolvimento da bananeira Prata-Anã (*Musa* spp.) em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 156-159, abril 2003.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do Solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

GANESHAMURTHY, N.; SATISHA, G.; PRAKASHPATIL, P. Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and

grapes. **Karnataka Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.24, n.1, p.29-38, 2011.

GCEA-MG. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da safra agrícola de Minas Gerais no ano civil – safra 2015, março de 2015. Belo Horizonte: IBGE, 2015. 44p.

HOFFMANN, R. B.; OLIVEIRA, F. H. T.; SOUZA, A. P.; GHEYI, H. R.; SOUZA JUNIOR, R. F. Acúmulo de matéria seca e de macronutrientes em cultivares de bananeira irrigada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p. 268-275, março 2010.

IBGE. **Instituto de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 abril. 2016.

LÉDO, A. G. **Atributos químicos do solo, teores foliares de nutrientes e produtividade de bananeiras tipo prata sob diferentes sistemas de irrigação**. 47 f. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2010.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. Critical levels for soil attributes in irrigated banana plantations in semiarid region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande - PB, v. 19, n. 10, p. 926-930, 2015.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; OLIVEIRA, M. Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida: uma nova proposta para interpretação de análise foliar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande - PB, v. 5, n. 2, p. 235-238, 2001.

MAIA, V. M.; SALOMÃO, L. C. C.; CANTARUTTI, R.B.; ALVAREZ V, V. H.; COUTO, F. A. D'A. Efeitos de dose de nitrogênio, fósforo e potássio sobre os componentes da produção e qualidade de bananas “Prata Anã” no distrito agroindustrial de Jaíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25, p. 319-322, 2003.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Livroceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 594p.

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

MARTINS, A. N.; TEIXEIRA, L. A. J.; SUGUINO, E.; HASHIMOTO, J. M.; NARITA, N. Irrigação e adubação potássica via fertirrigação em bananeira 'Willians' – produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. p. 743-751, 2011. Volume especial.

MONTAÑEZ, L.; HERAS, L.; ABADIA, J.; SANZ, M. Plant analysis interpretation based on a new index: deviation from optimum percentage (DOP). **Journal Plant Nutrition**, v.16, n.7, p. 1289-1308, 1993.

NUNES, A. P. A. **Crescimento e produção da bananeira em função da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio**. 51 f. Dissertação (Mestre em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B. Desenvolvimento de um sistema para recomendação de adubação para a cultura da bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.131-143, 2005.

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

PINTO, J. M.; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J.; FEITOSA FILHO, J. C. Doses de nitrogênio e potássio aplicadas via fertirrigação em bananeira. **Irriga**, Botucatu, v.10, p.46-52, 2005.

PREZOTTI, L. C. **Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 3ª aproximação**. Vitória: EMCAPA, 1992. 73p. (Circular Técnica, 12).

RODRIGUES, M. G. V.; PACHECO, D. D.; NATALE, W.; SILVA, J. T. A. da. Amostragem foliar da bananeira "Prata-Anã". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 321-325, março. 2010.

SANTOS, E. F.; DONHA, R. M. A.; ARAÚJO, C. M. M.; LAVRES JÚNIOR, J.; CAMACHO, M. A. Faixas normais de nutrientes em cana-de-açúcar pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pela distribuição normal reduzida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.37, p.1651-1658, 2013.

SILVA, E. B.; BORGES, A. L.; RODRIGUES, M. G. V. Situação da fertilidade do solo e nutrição da bananeira no norte de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 74-90.

SILVA, E. B.; RODRIGUES, M. G. V. Levantamento nutricional dos bananais da região norte de Minas Gerais pela análise foliar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 695-698, dez. 2001.

SILVA, I. P. da; SILVA, J. T. da; PINHO, P. J. de; RODAS, C. L.; CARVALHO, J. G. de. Vegetative development and yield of the banana cv. 'Prata-Anã' as a function of magnesium and potassium fertilization. **IDESIA**, Arica, v.31, n.2, p.83-88, 2013.

SILVA, M. J. R.; ANJOS, J. M. C.; JESUS, P. R. R.; SANTOS, G. S.; LIMA, F. B. F.; RIBEIRO, V. G. Produção e caracterização da bananeira "Prata Anã" (AAB) em dois ciclos de produção (Juazeiro, Bahia). **Revista Ceres**, v.60, n.1, p. 122-126, 2012.

SILVA, J. T. A. da; BORGES A. L., CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 152-155, 2003.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L.; DIAS, M. S. C.; COSTA, E. L. da; PRUDÊNCIO, J. M. **Diagnóstico nutricional da bananeira 'Prata-Anã' para o Norte de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 16p. (Boletim Técnico, 70).

SILVA, J. T. A. da; BORGES A. L., MALBURG, J. L. Solos, adubação e nutrição da bananeira. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 21-36, 1999.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeira "Prata anã" (AAB) irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.2, p. 332-338, mar./abr., 2004.

SILVA, J. T. A. da; BORGES, A. L. Solo, nutrição mineral e adubação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, p. 25-37, jul/ago. 2008.

SILVA, J. T. A. da; CARVALHO, J. G. de. Avaliação nutricional de bananeira "Prata Anã" (AAB), sob irrigação no semi-árido do norte de Minas Gerais, pelo método Dris. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p. 731-739, jul./ago., 2005.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. Fertirrigação de hortaliças. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, v. 52/53, 2001/2002.

SILVA, J. T. A. da; SILVA, I. P. da; MOURA NETO, A. COSTA, E. L. da. Aplicação de potássio, magnésio e calcário em mudas de bananeira “Prata-Anã” (AAB). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v.30, n.3, p.782-786, set. 2008.

SILVA, J. T. A. da; SILVA, I. P.; PEREIRA, R. D. Adubação fosfatada em mudas de bananeira “Prata anã” (AAB), cultivadas em dois latossolos. **Revista Ceres**, v.58, n.1, p. 238-242, 2011.

SILVA, J. T. A. da; RODRIGUES, M. G. V. Produção da bananeira “Prata Anã” em função da aplicação de adubo fosfatado, em quatro ciclos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.6, p.613-618, jun. 2013.

SILVA, J. T. A. da. **Solos, adubação e nutrição da bananeira**. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 36, n. 288, p. 74-83, 2015.

SIMMONDS, N. W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. **The Journal of the Linnean Society of London**, London, v. 55, p. 302-312, 1955.

SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; ALVES, A. N.; SILVA, F. V. Acúmulo, exportação e restituição de nutrientes pelas bananeiras “Prata-Anã” e “Grand Nine”. **Ciência Rural**, v.38, n.7, out, 2008.

SOUZA, B. P.; SILVA, E. B.; ALMEIDA, M. O.; JUNKER, L. C.; CARVALHO, F. P.; DONATO, S. L. R.; AMORIM, E. P.; NARDIS, B. O. Exigências nutricionais de mudas de bananeira tipo prata submetidas à deficiência de nutrientes. In: In: FertiBio, 2012, Maceió. **Anais da FertiBio 2012**, 2012. v. único.

TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; MARTINS, A. L. M. Nitrogênio e potássio via fertirrigação e adubação convencional – estado nutricional das bananeiras e produção de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p. 153-160, abril. 2007.

TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; RUGGIERO. Alterações em alguns atributos químicos do solo decorrentes da irrigação e adubação nitrogenada e potássica em bananeira após dois ciclos de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, p. 684-689, dez. 2001.

TONIN, T. A.; MUNIZ, A. S.; SCAPIM, C. A.; SILVA, M. A. G.; ALBRECHT, L. P.; CONRADO, T. V. Avaliação do estado nutricional das cultivares de uva Itália e rubi no município de Marialva, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, p.63-69, 2009.

WEBER, O. B.; MONTENEGRO, A. T.; SILVA, I. M. N.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira “Pacovan” (*Musa* AAB, subgrupo prata) na chapada do apodi, estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p. 154-157, abr. 2006.

## ANEXO A

Tabela 9a: Adubações realizadas nas 14 áreas estudadas no ano de 2013.

	Áreas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Fertirrigação (g/cova)</b>														
<b>Nitrato de Amônio</b>	360	320	320	320	320	320	320	320	320	296	289	289	289	289
<b>Cloreto de Potássio</b>	784	784	784	784	784	784	784	784	784	832	811	811	811	811
<b>Sulfato de Magnésio</b>	148	148	148	148	148	148	148	148	148	136	133	133	133	133
<b>Ácido Bórico</b>	34	34	34	34	34	34	34	34	34	30	30	30	30	30
<b>Sulfato de Zinco</b>	17	17	17	17	17	17	17	17	17	14	14	14	14	14
<b>Sulfato de Cobre</b>	19	19	19	19	19	19	19	19	19	16	16	16	16	16
<b>Adubação manual (g/cova)</b>														
<b>Cloreto de Potássio</b>	197	105	150	14	926	124	183	435	332	749	486	685	586	480
<b>MAP</b>	-	45	-	25	66	-	75	114	162	251	22	187	-	65
<b>Sulfato de Magnésio</b>	-	-	13	-	-	18	-	-	319	308	290	287	456	
<b>Calcário</b>	310	532	734	510	1000	630	882	628	944	754	1076	741	692	375

Tabela 10a: Adubações realizadas nas 14 áreas estudadas no ano de 2014.

	Áreas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	<b>Fertirrigação (g/cova)</b>													
<b>Nitrato de Amônio</b>	310	316	316	316	316	316	316	316	316	444	444	444	444	444
<b>Cloreto de Potássio</b>	595	608	608	608	608	608	608	608	608	1392	1392	1392	1392	1392
<b>Sulfato de Magnésio</b>	201	204	204	204	204	204	204	204	204	228	228	228	228	228
<b>Ácido Bórico</b>	6	10	10	10	10	10	10	10	10	24	24	24	24	24
<b>Sulfato de Zinco</b>	5	8	8	8	8	8	8	8	8	17	17	17	17	17
<b>Geox</b>	396	396	396	396	396	396	396	396	396	888	888	888	888	888
	<b>Adubação manual (g/cova)</b>													
<b>Nitrato de Amônio</b>	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
<b>Cloreto de Potássio</b>	277	242	156	266	156	327	156	249	192	228	215	231	255	252
<b>MAP</b>	-	-	10	7	-	54	90	112	6	-	9	7	21	25
<b>Sulfato de Magnésio</b>	32	112	32	32	32	164	58	173	217	54	77	109	109	109
<b>Calcário</b>	182	260	104	688	248	625	613	121	456	155	353	163	380	280

Tabela 11a: Adubações realizadas nas 14 áreas estudadas no ano de 2015.

	Áreas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Fertirrigação (g/cova)</b>														
<b>Nitrato de Amônio</b>	244	244	244	244	244	244	244	244	244	273	273	273	273	273
<b>Cloreto de Potássio</b>	320	320	320	320	320	320	320	320	320	787	787	787	787	787
<b>Sulfato de Magnésio</b>	428	428	428	428	428	428	428	428	428	381	381	381	381	381
<b>Ácido Bórico</b>	21	21	21	21	21	21	21	21	21	33	33	33	33	33
<b>Sulfato de Zinco</b>	11	11	11	11	11	11	11	11	11	13	13	13	13	13
<b>Geox</b>	384	384	384	384	384	384	384	384	384	882	882	882	882	882
<b>Adubação manual (g/cova)</b>														
<b>Nitrato de Amônio</b>	160	160	160	160	160	160	160	160	160	112	112	112	112	112
<b>Cloreto de Potássio</b>	420	420	395	360	300	360	390	340	300	322	462	374	443	503
<b>MAP</b>	20	20	55	20	50	20	70	70	60	55	60	60	70	111
<b>Sulfato de Magnésio</b>	160	160	160	160	160	160	160	160	210	95	153	95	130	150
<b>Calcário</b>	514	855	365	690	590	-	220	820	1892	3070	1512	1254	1922	2593