

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

JEFREJAN SOUZA REZENDE

**DIAGNOSE NUTRICIONAL E TEOR DE CA-LIGADO EM MANGUEIRA NO
SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

**Recife
2021**

Jefrejan Souza Rezende
Engenheiro Agrônomo

**Diagnose nutricional e teor de Ca-ligado em mangueira no Submédio do Vale do São
Francisco**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Doutor em Ciência do Solo

Orientador: Prof. Dr. Fernando José Freire

**Recife
2021**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas

Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R467d Rezende, Jefrejan Souza
Diagnose nutricional e teor de Ca-ligado em mangueira no Submédio do Vale do São Francisco / Jefrejan SouzaRezende. - 2021.
186 f. : il.

Orientador: Fernando Jose Freire.
Inclui referências e apêndice(s).

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo,Recife, 2021.

1. Mangifera indica L.. 2. Balanço nutricional.. 3. Qualidade do fruto.. 4. DRIS. 5. M-DRIS. I. Freire, Fernando Jose,orient. II. Título

CDD 631.4

JEFREJAN SOUZA REZENDE

Diagnose nutricional e teor de Ca-ligado em mangueira no Submédio do Vale do São Francisco

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência do Solo.

Aprovada em 26 de Fevereiro de 2021

Prof. Dr. Fernando José Freire
Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rosimar dos Santos Musser
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante
Universidade Federal do Vale do São Francisco

Prof. Dr. Renato Lemos dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

Dr. Eduardo César Medeiros Saldanha
Yara Brasil fertilizantes

A Deus, meus país, minha esposa e meu filho

DEDICO

Porque Sou Eu que conheço os planos que tenho para vocês, diz o Senhor, planos de fazê-los prosperar e não de causar dano, plano de dar a vocês esperança e um futuro.

Jeremias 29:11

AGRADECIMENTOS

A Deus, o autor e consumidor da minha fé, por proporcionar mais uma conquista;

Aos meus pais Joarez da Silva Rezende e Luiza Maria de Souza Rezende, pelos ensinamentos, exemplos, amor incondicional e por terem sempre acreditado em mim;

A minha amada esposa Joelma Santana Rezende, pelo carinho, companheirismo e atenção prestados a mim a todos os momentos;

Ao meu filho Israel Luka Santana Rezende, o maior presente que Deus me deu. O seu existir me dar o combustível para seguir em frente. Amarei eternamente

As minhas irmãs Poliana Rezende Matos e Ruth Júlia Souza Rezende, pelo zelo, compreensão e amizade;

Ao meu orientador Prof. Dr. Fernando José Freire, pela paciência, dedicação, conselhos e ensinamentos que enriqueceram o meu caminho profissional e por ter confiado em mim na execução desse trabalho;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciências do Solo da UFRPE pelos ricos ensinamentos que contribuíram para a minha formação;

Aos meus colegas e amigos de pós-graduação onde juntos construímos conhecimentos valiosos nessa caminhada;

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e as Empresa “AGRODAN” e “AGROBRÁS” pelo apoio e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos, por um período de dois anos;

A Universidade Estadual do Piauí (UESPI) em especial aos professores e alunos de Agronomia que colaboraram para essa tese, pois contribuíram no meu crescimento profissional e pessoal.

Diagnose nutricional e teor de Ca-ligado em mangueira no Submédio do Vale do São Francisco

RESUMO GERAL

A manga (*Mangifera indica* L.) é umas das frutas tropicais de maior importância econômica em todo o mundo, onde a região do Vale do São Francisco, no Brasil se destaca na produção e exportação desse produto. A qualidade do fruto é um fator de extrema relevância, onde o cálcio (Ca) tem sido sinônimo de qualidade do fruto. O manejo nutricional eficiente é fundamental para a maximização da produtividade. Métodos diagnósticos como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), DRIS modificado (M-DRIS), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e chance matemática, permitem diagnosticar desequilíbrios nutricionais com base no balanço dos nutrientes. Os objetivos desse trabalho foram: a. estabelecer padrões DRIS e realizar diagnósticos nutricionais específicos para as cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt e estágio fenológico, bem como para o conjunto dessas cultivares; b. comparar as normas DRIS específicas para cada cultivar e as normas genéricas estabelecidas para plantas de manga na região do Submédio do Vale do São Francisco no semiárido do Nordeste do Brasil. c. estabelecer teores e faixas nutricionais ótimas por diferentes métodos diagnósticos e compará-las entre si e com os valores da literatura; d. identificar que método diagnóstico foi mais eficiente na determinação de desequilíbrios nutricionais; e. selecionar os nutrientes que melhor respondem a aplicação do método diagnóstico; f. identificar a ordem de limitação hierarquizada dos nutrientes; identificar os nutrientes mais limitantes a produção e qualidade de frutos de manga; g. verificar a relação entre o Ca-ligado e a concentração dos nutrientes no solo, folha e frutos de manga e h. avaliar a influência do estado nutricional da manga na concentração de Ca-Ligado. Foram realizados dois estudos. O primeiro estudo foi realizado em sete fazendas comerciais de manga, no Vale do São Francisco nas fases de pós-colheita e pré-florescimento. O segundo estudo foi realizado em duas fazendas comerciais de manga, localizadas nos municípios de Cana Nova e Juazeiro, no Submédio do Vale do São Francisco. Normas DRIS específicas por cultivar fase fenológica foram estabelecidas. Calculou-se os índices DRIS, o Índice de Balanço Nutricional, bem como o Índice de Balanço Nutricional médio e foram determinados os teores ótimos e faixas ótimas. Posteriormente os nutrientes foram classificados em deficientes, equilibrados ou excessivos. Os teores e faixas ótimas estabelecidas em cada fase foram comparados entre si e com os valores recomendadas na literatura. Posteriormente os nutrientes foram hierarquizados por ordem de limitação. Avaliou-se a correlação entre os índices DRIS e a produtividade por cultivar e fase fenológica. Correlacionou-se as concentrações de Ca-Ligado com os teores nutricionais no solo, folha e fruto e a matéria seca. Correlacionou-se os teores de Ca-ligado com os índices DRIS, o IBNm e os valores de produtividade e matéria seca. O uso das normas específicas para cada cultivar foi mais consistente. Os métodos DRIS Beaufils-Maia e M-DRIS Beaufils-Maia foram mais eficientes na diagnose nutricional. Os diagnósticos nutricionais diferiram por cultivar e fases fenológica. A concentração de Ca-ligado foi influenciada positivamente pelos teores totais dos nutrientes no fruto. O equilíbrio nutricional nas folhas de mangueiras não se mostrou importante para concentração de Ca-ligado no fruto.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Balanço nutricional. Qualidade do fruto. DRIS, M-DRIS. CND

Nutritional diagnosis and Ca-linked content in mango in the San Francisco Valley Middle

OVERALL ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica* L.) is one of the most economically important tropical fruits worldwide, where the São Francisco Valley region in Brazil stands out in the production and export of this product. Fruit quality is an extremely relevant factor, where calcium (Ca) has been synonymous with fruit quality. Efficient nutritional management is essential for maximizing productivity. Diagnostic methods such as the Integrated Diagnosis and Recommendation System (DRIS), modified DRIS (M-DRIS), Nutritional Composition Diagnosis (CND) and mathematical chance, allow diagnosing nutritional imbalances based on the balance of nutrients. The objectives of this work were: a. establish DRIS standards and perform specific nutritional diagnoses for mango cultivars Tommy Atkins, Kent and Keitt and phenological stage, as well as for the set of these cultivars; b. compare the specific DRIS standards for each cultivar and the generic standards established for mango plants in the São Francisco Valley region in the semiarid region of Northeast Brazil. c. establish optimum levels and nutritional ranges by different diagnostic methods and compare them with each other and with the values in the literature; d. identify which diagnostic method was most efficient in determining nutritional imbalances; e. select the nutrients that best respond to the application of the diagnostic method; f. identify the order of hierarchical limitation of nutrients; identify the most limiting nutrients to the production and quality of mango fruits; g. verify the relationship between Ca-bound and the concentration of nutrients in soil, leaf and mango fruits and h. to evaluate the influence of the nutritional status of mango on the Ca-linked concentration. Two studies were carried out. The first study was carried out on seven commercial mango farms in the Middle of São Francisco Valley in the post-harvest and pre-flowering phases. The second study was carried out at two commercial mango farms, located in the municipalities of Cana Nova and Juazeiro, in the São Francisco Valley. Specific DRIS rules for cultivating the phenological phase were established. The DRIS indices, the Nutritional Balance Index, as well as the average Nutritional Balance Index were calculated and the optimal levels and optimal ranges were determined. Subsequently, the nutrients were classified as deficient, balanced or excessive. The levels and optimal ranges established in each phase were compared with each other and with the values recommended in the literature. Subsequently, nutrients were ranked in order of limitation. The correlation between DRIS indexes and productivity per cultivar and phenological phase was evaluated. The concentrations of Ca-linked were correlated with the nutritional contents in the soil, leaf and fruit and the dry matter. The levels of Ca-linked were correlated with the DRIS indices, the IBNm and the values of productivity and dry matter. The use of specific rules for each cultivar was more consistent. The DRIS Beaufils-Maia and M-DRIS Beaufils-Maia methods were more efficient in nutritional diagnosis. Nutritional diagnoses differed by cultivar and phenological phases. The Ca-linked concentration was positively influenced by the total nutrient content in the fruit. The nutritional balance in the mango leaves was not important for the concentration of Ca-linked in the fruit.

Keywords: *Mangifera indica* L. Nutritional balance. Fruit quality. DRIS, M-DRIS. CND

LISTA DE FIGURAS

4 BALANÇO DE NUTRIENTES EM MANGUEIRAS UTILIZANDO MÉTODOS DIAGNÓSTICOS NUTRICIONAIS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL

Figura 1. Dispersão dos índices DRIS e dos métodos diagnósticos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e Diagnose da Composição Nutricional (CND) das cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....134

Figura 2. Dendrograma resultante da análise de agrupamento hierárquico mostrando a formação dos grupos de acordo com os métodos diagnósticos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e Diagnose da Composição Nutricional (CND) das cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....135

Figura 3. Dendrograma resultante da análise de agrupamento hierárquico mostrando a formação dos grupos de acordo com os métodos diagnósticos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e Diagnose da Composição Nutricional (CND) e suas relações com a produtividade das cultivares de manga Tommy Atkins (a), Kent (b) e Keitt (c) de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....136

5 DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DE PLANTAS DE MANGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Figura 1. Projeção bidimensional obtida na análise de componentes principais (CP1 e CP2) dos índices DRIS e produtividade na cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita (a) e pré-florrescimento (b) de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....164

6 NUTRIÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Figura 1. Correlação entre os teores de Ca-ligado e os nutrientes no solo (S), folha (F) e fruto (T) de pomares comerciais de manga cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco....181

Figura 2. Correlação entre as concentrações de Ca-ligado e os índices DRIS dos nutrientes de pomares comerciais de mangueira no Submédio do Vale do São Francisco.....182

LISTA DE TABELAS

3 NORMAS DRIS PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE MANGUEIRAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL

Tabela 1. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) de teores de nutrientes em folhas e da produtividade ($Mg\ ha^{-1}$) de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....50

Tabela 2. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt), teste de normalidade (p-valor) e teste t de Student da produtividade ($Mg\ ha^{-1}$) e de teores de nutrientes em folhas dos grupos de alta (n = 24, 13, 11 e 52) e baixa (n = 42, 39, 27 e 104) produtividade de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....53

Tabela 3. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), assimetria (Assim), curtose (Curt), teste de normalidade (p-valor), razão de variâncias (s^2b/s^2a) entre as subpopulações de baixa e alta produtividade e seleção (S) das Normas DRIS de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....56

Tabela 4. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) das Normas DRIS na subpopulação de alta produtividade de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....72

Tabela 5. Normas DRIS específicas (média e desvio padrão) para cada cultivar de manga [Tommy Atkins (Normas-Tommy), Kent (Normas-Kent) e Keitt (Normas-Keitt)] comparadas com as Normas genéricas (Normas-Totais) de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....79

4 BALANÇO DE NUTRIENTES EM MANGUEIRAS UTILIZANDO MÉTODOS DIAGNÓSTICOS NUTRICIONAIS NO VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL

Tabela 1. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt), teste de normalidade (p-valor) e teste t de Student da produtividade e de teores de nutrientes em folhas dos grupos de alta (n = 24, 13 e 11) e baixa (n = 42, 39 e 27) produtividade de pomares de áreas comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....96

Tabela 2. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) das Normas DRIS na população de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....99

Tabela 3. Média (Md) e desvio-padrão (s) das variáveis multinutrientes (V_i) e da média geométrica (G) das Normas CND na população de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....105

Tabela 4. Modelos estatísticos da relação entre os teores de nutrientes e os respectivos índices DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e CND na subpopulação de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....107

Tabela 5. Chance matemática para diferentes classes de distribuição de nutrientes em folhas da cultivar de manga Tommy Atkins de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....111

Tabela 6. Chance matemática para diferentes classes de distribuição de nutrientes em folhas da cultivar de manga Kent de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....112

Tabela 7. Chance matemática para diferentes classes de distribuição de nutrientes em folhas da cultivar de manga Keitt de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....113

Tabela 8. Teor e faixa ótima de nutrientes em folha das cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt obtida pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), CND e Chance Matemática de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), bem como teor e faixa ótima de nutrientes em mangueiras referenciadas na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007).....116

Tabela 9. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007).....125

Tabela 10. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Kent em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007).....127

Tabela 11. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007).....129

Tabela 12. Correlação entre os componentes principais (CP) e os índices nutricionais estabelecidos pelo método DRIS Beaufils atualizado por Maia (1999) para as cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....137

Tabela 13. Frequência média do Potencial de Resposta à Adubação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl nas cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....139

5 DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DE PLANTAS DE MANGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Tabela 1. Modelos estatísticos da relação entre os teores de nutrientes e os respectivos índices DRIS Beaufils-Maia (MDB) e CND na subpopulação de alta produtividade, nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais da cultivar Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....155

Tabela 2. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim) e teste t de Student dos teores de nutrientes em folhas do grupo de alta produtividade nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais da cultivar Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....157

Tabela 3. Relações duais de nutrientes, média (Md) e desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste t de Student de das Normas DRIS na população de alta produtividade nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais da cultivar Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)158

Tabela 4. Faixa ótima de nutrientes em folha da cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento obtida pelo método DRIS Beaufils-Maia de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), bem como faixa ótima de nutrientes em mangueiras referenciadas na literatura por Malavolta et al. (1997), Raij et al. (1996) e Medeiros et al. (2004).....160

Tabela 5. Frequência (%) do Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelo método DRIS Beaufils-Maia.....161

Tabela 6. Frequência média do Potencial de Resposta à Adubação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl na cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).....162

6 NUTRIÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0,0-0,30 m de profundidade das áreas dos pomares de manga nas fazendas comerciais Agrobras (Casa Nova/BA) e Best Fruit (Juazeiro/BA) de amostras coletadas no período de pré-florescimento das plantas.....175

Tabela 2. Média (Md), desvio-padrão (s) e variância das Normas DRIS na população de alta produtividade de 20 pomares de manga Tommy Atkins e Kent nas fazendas comerciais Agrobras (Casa Nova/BA) e Best Fruit (Juazeiro/BA).....176

Tabela 3. Critérios para interpretação dos valores dos índices DRIS baseados no PRA.....178

Tabela 4. Produtividade (Mg ha^{-1}), índices DRIS, índice de balanço nutricional médio e ordem de limitação por deficiência e excesso de 20 pomares de manga Tommy Atkins e Kent no Submédio do Vale do São Francisco.....	180
--	-----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	23
1.1 Hipóteses.....	24
1.2 Objetivo geral.....	25
1.3Objetivos específicos.....	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1 Cultura da mangueira.....	26
2.2 Nutrição mineral de plantas.....	27
2.3 Nutrição mineral na cultura da mangueira.....	29
2.4 Métodos de avaliação nutricional.....	30
2.5 Importância do Cálcio para nutrição e qualidade do fruto.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
3 NORMAS DRIS PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE MANGUEIRAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL.....	43
RESUMO	43
ABSTRACT.....	44
3. 1 INTRODUÇÃO.....	45
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
3.4 CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
4 BALANÇO DE NUTRIENTES EM MANGUEIRAS UTILIZANDO MÉTODOS DIAGNÓSTICOS NUTRICIONAIS NO VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL	89
RESUMO	89
ABSTRACT	90
4. 1 INTRODUÇÃO.....	91
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	92
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	112
4.4 CONCLUSÕES	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138
5 DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DE PLANTAS DE MANGA NO VALE DO SÃO FRANCISCO	147
RESUMO	147

ABSTRACT	148
5.1 INTRODUÇÃO.....	149
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	150
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	154
5.4 CONCLUSÕES	163
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163
6 NUTRIÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA NO VALE DO SÃO FRANCISCO.....	169
RESUMO	169
ABSTRACT	170
6.1 INTRODUÇÃO.....	171
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	171
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	176
6.4 CONCLUSÕES	181
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	187

1 INTRODUÇÃO GERAL

A manga (*Mangifera indica* L.) é cultivada em todas as regiões de clima tropical e subtropical do mundo e teve sua origem no continente asiático. Essa fruta tem se destacado pelas excelentes características nutritivas e sensoriais fato que tem alavancado o mercado consumidor mundial. Nesse cenário o Brasil tem se destacado na produção e comercialização de manga.

A região nordeste do Brasil, mais especificamente no semiárido é responsável pela maior produção de manga nacional, com destaque para o Vale do São Francisco que responde pela maior parte da produção e do mercado interno e externo de manga. Grande parte das mangas produzidas nessa região é destinada *in natura* para mercados internacionais muito exigentes, como Europa, Estados Unidos e Ásia, onde as cultivares Tommy Atkins, kent e Keitt estão entre as mais produzidas e exportadas. Com isso, os produtores não tem buscado apenas aumentar a produtividade, mas também melhorar a qualidade do fruto, sendo necessário agregar valor ao produto e aumentar o tempo de armazenamento e prateleira atendendo assim as exigências do mercado consumidor.

A qualidade da manga produzida nessa região acompanhada dos elevados níveis de produtividade é resultado da combinação de cultivares produtivas, manejo de produção e das condições favoráveis ao cultivo, como solo, clima, tecnologia, água de boa qualidade para irrigação e práticas de correção do solo e adubação.

No entanto, devido à elevada exigência nutricional dessas cultivares e da busca constante por maiores produtividades e pela exigência do mercado por frutos de qualidade elevada faz-se necessário aprimorar o manejo nutricional das mangueiras nessa região, pois tem sido um dos maiores desafios para a produção comercial de manga no Vale do São Francisco.

Essa dificuldade ocorre devido à incipiência de estudos na região. As tabelas de interpretação nutricional e de recomendações de adubação são antigas, produzidas com base em cultivares menos exigentes, em condições climáticas diferentes e, além disso, não considera o balanço de nutrientes. Tudo isso, torna a implementação e o acompanhamento do manejo nutricional deficiente.

Dentre os fatores que estão relacionados à produtividade e qualidade da manga, o balanço nutricional é fundamental, pois essa cultura nutricionalmente equilibrada pode realizar suas funções metabólicas de forma adequada, e com isso, atender a demanda dos frutos.

A avaliação nutricional por meio de métodos diagnósticos multivariados que consideram o balanço nutricional são mais adequados para atender a demanda das cultivares de manga supracitadas, que são altamente exigentes em nutrientes. Dentre esses métodos destaca-

se o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) e suas modificações e a Diagnóstico da Composição Nutricional (CND). Esses métodos além de avaliarem o equilíbrio nutricional, permitem identificar os nutrientes mais limitantes à produtividade e qualidade dos frutos, e com isso estabelecer prioridades na correção dos desequilíbrios. Métodos probabilísticos como a Chance Matemática também vêm sendo recomendados. Esse método permite estabelecer índices e faixas nutricionais que possuem grande probabilidade da planta responder com elevadas produtividades a aplicação do nutriente. No entanto, esses métodos precisam ser testados para uso específico, pois a eficácia dos diagnósticos é sujeita a variações quando há mudança nas condições ambientais, de manejo, fase fenológica e genótipo da planta.

Dentre os nutrientes, o Ca por sua função estrutural tem sido sinônimo de qualidade de fruto. Esse nutriente, quando ligado à parede celular (Ca-ligado) aumenta a rigidez do fruto prolongando seu tempo de conservação. Além disso, melhora os aspectos sensoriais (aparência, sabor, textura, aroma e cor) e nutritivos (vitaminas, minerais, fibras e carboidratos). Portanto, uma planta equilibrada nutricionalmente parece ser mais propícia a concentrar Ca-ligado e melhorar a qualidade dos frutos.

Diante do exposto, esse trabalho trará avanços relacionados à melhoria do manejo nutricional de mangueiras na região do Vale do São Francisco, pois fornecerá informações específicas sobre os desequilíbrios nutricionais e sua relação com a produtividade e qualidade do fruto de cultivares de mangueiras cultivadas em diferentes ambientes. Essas informações auxiliarão os produtores e técnicos na tomada de decisão e com isso proporcionará a maximização da produtividade, redução dos custos e melhoria da qualidade dos frutos, agregando valor ao produto.

1.1 Hipóteses

- As normas de referência geradas para cada cultivar e em condições específicas de cultivo, solo e clima são mais adequadas para a avaliação nutricional da manga, fato que subsidiará o manejo da adubação e monitoramento nutricional da cultura;
- Os teores e faixas nutricionais ótimas estabelecidas pelos métodos diagnósticos são mais adequados às exigências nutricionais das cultivares;
- Os métodos diagnósticos proporcionam diagnósticos diferenciados;
- Há interação entre os nutrientes nas folhas de mangueira;
- Os métodos de avaliação nutricional permitem diagnosticar desbalanço nutricional nos pomares de manga e determinar os nutrientes mais limitantes à produtividade da cultura;
- Os teores nutricionais em folhas de mangueira variam conforme a fase fenológica;

- Os diagnósticos nutricionais realizados nas diferentes fases são contrastantes;
- A nutrição da mangueira na fase de pós-colheita apresenta uma maior relação com a produtividade da cultura;
- O diagnóstico nutricional prévio permitirá corrigir limitações que podem ocorrer antes do período de pré-florescimento;
- Os teores totais dos nutrientes no fruto são mais importantes para o aumento do teor de Ca-ligado no fruto;
- Há correlação entre o equilíbrio nutricional e o teor de Ca-ligado no fruto.

1.2 Objetivo geral

Estabelecer normas DRIS, M-DRIS e CND para a mangueira na região do Vale do São Francisco e diagnosticar nutricionalmente pomares de cultivares manga em diferentes ambientes e épocas de produção por métodos diagnósticos distintos, bem como avaliar a relação do teor de Ca-ligado nos frutos com o estado nutricional das mangueiras, teores nutricionais no solo e a produtividade da cultura.

1.3 Objetivos específicos

- Estabelecer padrões nutricionais DRIS específicos para as cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt, bem como de forma genérica para o conjunto dessas cultivares;
- Comparar as normas DRIS específicas para cada cultivar e as normas genéricas estabelecidas para plantas de manga na região do Submédio do Vale do São Francisco no semiárido do Nordeste do Brasil;
- Estabelecer teores e faixas nutricionais ótimas por diferentes métodos diagnósticos e compará-las entre si e com os valores estabelecidos na literatura;
- Identificar qual método diagnóstico é mais eficiente para determinação de desequilíbrios nutricionais em cultivares de manga na região;
- Estabelecer correlações entre os nutrientes no tecido foliar de mangueiras;
- Selecionar os nutrientes que melhor respondem a aplicação do método diagnóstico;
- Identificar a ordem de limitação dos nutrientes, para a produtividade das cultivares de mangueiras na região;
- Comparar as normas DRIS e os diagnósticos estabelecidos nas fases de pós-colheita e pré-florescimento da cultivar de manga Tommy Atkins e correlacionar com os valores de produtividade;
- Identificar os nutrientes mais limitantes a produção e qualidade de frutos de manga;

- Avaliar a relação entre Ca-ligado e o teor dos nutrientes no solo, folha e frutos de manga;
- Avaliar a influência do equilíbrio nutricional da mangueira no teor de Ca-Ligado no fruto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da mangueira

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma planta oriunda da Ásia, basicamente do nordeste da Índia. Essa cultura pertencente à família Anacardiaceae e ao gênero *Mangifera* é uma árvore perene e frutífera, com período juvenil variando de 3 a 7 anos podendo alcançar uma altura de aproximadamente 30 m. O período de crescimento e amadurecimento do fruto varia de 100 a 150 dias (EMBRAPA, 2007; TIAN et al., 2010; HAIDER et al., 2019).

O Fruto da mangueira é considerado um dos preferidos mundialmente, devido algumas características como sabor, aroma agradável e elevado valor nutricional (SINGH et al., 2013; YADAV; SINGH, 2017; HAIDER et al., 2019). Segundo Maia et al. (2020) a manga é rica em minerais, fibras, vitaminas, carboidratos e antioxidantes.

A manga é uma das frutas tropicais de maior importância do mundo, sendo uma das frutas mais produzidas, chegando a responder por cerca de 50% de todas as frutas tropicais produzidas no globo (DHEWARE et al., 2020; FERREIRA et al., 2020). De acordo com Organização das Nações Unidas para a Agricultura (FAO) a produção mundial de manga em 2019 ultrapassou 50 milhões de toneladas, com tendência de crescimento a cada ano.

No Brasil a produção de manga tem se destacado economicamente. O país produziu cerca de 1,4 milhões de toneladas de manga na safra de 2019, com produtividade média de 21 toneladas por hectare (IBGE, 2020). As maiores produções concentram no nordeste do Brasil, com destaque para os estados de Pernambuco e Bahia, mais especificamente na região do Vale do São Francisco (CARVALHO et al., 2020; SIMÕES et al., 2020), considerado uma das maiores cadeias produtivas do mercado frutícola brasileiro (FERREIRA et al., 2020).

A relevância dessa região, para o mercado de manga é devido as características climáticas adequadas ao cultivo e o uso de práticas de manejo cada vez mais eficientes (MOUCO et al., 2010; SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2020).

As principais cultivares de manga produzidas no Vale do São Francisco são a Palmer, Tommy Atkins, Kent, Keitt e Haden de origem americana e a Espada e Rosa de origem brasileira. Destas as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt tem seu mercado voltado, principalmente para a exportação, tendo exigência nutricional elevada (MOUCO; LIMA

NETO, 2018). Com isso, há a necessidade de estudos que busquem identificar os desequilíbrios nutricionais dessas cultivares e assim, melhorar o manejo dos nutrientes.

2.2 Nutrição mineral de plantas

A nutrição mineral de plantas é a ciência que estuda as características dos nutrientes e suas funções no metabolismo vegetal, onde mantém uma relação direta com o crescimento e produtividade das culturas e a qualidade do produto colhido (BOARETO; NATALE, 2016).

Em relação às culturas perenes, a exemplo das fruteiras o manejo nutricional por meio da análise e adubação foliar é umas das práticas primordiais, pois é possível verificar possíveis desordens nutricionais e corrigir ainda na mesma safra, afim de que a planta expresse seu potencial produtivo (PETRI et al., 2011; CAMACHO et al., 2012; AULAR; NATALE, 2013; GRIEBELER et al., 2020).

Os nutrientes são fornecidos à planta via solo, fertirrigação ou adubação foliar, sendo a última a forma mais adequada para a aplicação de nutrientes para fruteiras, por ser mais eficiente. Os nutrientes comumente aplicados via foliar são: N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, onde cada um desses nutrientes exercem seu papel no metabolismo da planta (LI et al., 2018; ZIOGAS et al., 2020).

O N tem um papel fundamental na formação de aminoácidos, enzimas, proteínas, aumentando a produtividade das culturas, mas tem efeitos controversos na qualidade do fruto (ZIOGAS et al., 2020).

O P é importante na regulação das funções celulares por fazer parte da molécula de ATP necessária para a geração de energia na planta, promovendo a maximização da produção e no aumento do volume e peso, teor de açúcar, redução da acidez e controle de doenças (KANPURE et al., 2016; ZIOGAS et al., 2020).

O K promove o balanço iônico nas células das plantas, auxiliando nos processos metabólicos do vegetal. Com isso, resultados na produção e qualidade dos frutos como firmeza, teor de sólidos solúveis e redução da perda de peso são visíveis (JAVAID et al., 2016; HAFEZ et al., 2017; JAWANDHA et al., 2017; SOLHJOO et al., 2017; CARNEIRO et al., 2018; DBARA et al., 2018; ZIOGAS et al., 2020).

O fornecimento de Mg as plantas tem influência positiva clara na fotossíntese, o qual participa da estrutura da clorofila, ativação enzimática e na transferência de energia, atuando como carregador de P. Isso contribui para o crescimento e produção das culturas. Sua associação ao Ca aumenta a rigidez da parede celular dos frutos (LESTER; GRUSAK, 1999; DECHEN et al., 2018; EKINCI et al., 2018)

O S desempenha desde funções estruturais como componente das proteínas e aminoácidos e metabólicas na planta e sua deficiência afeta negativamente a qualidade nutricional do produto vegetal (DECHEN et al., 2018).

A aplicação de B impacta diretamente na produtividade das culturas e a qualidade do produto, principalmente dos frutos. Esse nutriente está associado a processos reprodutivos como germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico (LEE et al., 2009; ZIOGAS et al., 2020), importante para a formação dos frutos, além de favorecer o transporte de açúcares na planta (DECHEN et al., 2018) e ter função estrutural. Isso melhora as características como teor de sólidos solúveis totais, firmeza de frutos, como também reduz o craqueamento interno do fruto, a permeabilidade da membrana interna e o aparecimento de mal formação do fruto (WOJCIK; WOJCIK, 2003; SARAN; KUMAR, 2011; AL-OBEED et al., 2018; OLDONI et al., 2018; ZIOGAS et al., 2020).

O papel do Cu é bem documentado na literatura e quando associado ao Ca tem aumentado a firmeza dos frutos e a resistência ao craqueamento. Além disso esse nutriente tem uma grande relevância na ativação enzimática, que influencia no metabolismo da planta e, portanto no crescimento e produtividade (ZIOGAS et al., 2020).

Para o cultivo de fruteiras a deficiência de Fe, principalmente em solos alcalinos reduz a produtividade e a qualidade dos frutos, enquanto que em teores adequados melhora a produção e características como acidez titulável, firmeza e teor de sólidos solúveis totais (CHOULIARAS et al., 2004; MIRZAPOUR; KHOSHGOFTARMANESH, 2013; SONG et al., 2016; ZIOGAS et al., 2020).

O Mn é um micronutriente vital a vida da planta e com influência na capacidade produtiva das culturas, onde sua função principal é a ativação de enzimas, além de atuar no balanço iônico nas células. Sua função na qualidade do fruto ainda é pouco compreendida, mas já encontraram efeito combinado do Mn e Ca na redução da perda de peso e aumento do tempo de armazenamento (DECHEN et al., 2018; EKINCI et al., 2018).

O Zn influencia na produção, fixação e qualidade dos frutos, atuando na ativação de enzimas, que auxiliam na divisão celular e manutenção da integridade da membrana celular e fotossíntese (MARSCHNER, 2012; ZIOGAS et al., 2020).

2.3 Nutrição mineral na cultura da mangueira

A participação dos nutrientes na produtividade e qualidade dos frutos da mangueira é notória, devido essa cultura possuir elevada exigência nutricional, tanto para manutenção dos processos metabólicos e crescimento vegetativo, como para suprir as necessidades dos frutos (ALMEIDA et al., 2014).

Estudos tem mostrado a influência nutricional na promoção do máximo rendimento, no peso e volume dos frutos (BHATT et al., 2012; CARNEIRO et al., 2018; OLDONI et al., 2018; LOBO et al., 2019), manutenção da integridade das membranas e firmeza dos frutos (EVANGELISTA; CHITARRA; CHITARRA, 2000) e redução da acidez e aumento do teor de sólidos solúveis totais (ASSIS et al., 2004; MOAZZAM et al., 2011; BHATT et al., 2012; CARNEIRO et al., 2018; OLDONI et al., 2018; LOBO et al., 2019).

O N influencia na coloração e desenvolvimento do fruto, por ser integrante de proteínas, aminoácidos, enzimas e molécula de clorofila, sendo importante na fotossíntese (LOBO et al., 2019; ZIOGAS et al., 2019). No entanto o excesso desse nutriente tem levado a problemas de colapso interno, crescimento exagerado de frutos e coloração verde em frutos maduros, além da elevação da incidência de doenças (AULAR; NATALE, 2013; ZIOGAS et al., 2019). Isso mostra a importância do equilíbrio dos nutrientes nos tecidos da mangueira.

Estudos referentes a nutrição de mangueiras, evidenciaram que o equilíbrio nutricional no tecido da planta, é mais importante que os teores isolados dos nutrientes. Moraes et al. (2002) e Assis et al. (2004) observaram uma correlção positiva entre o aumento das relações N/Ca e K/Ca e a incidência de distúrbios fisiológicos de frutos em mangueiras Tommy Atkins, influenciando também na produtividade.

A importância do K na cultura da mangueira tem sido bastante relatada, sendo considerado o segundo nutriente mais limitante a produtividade e a qualidade dos frutos da mangueira (PINTO et al., 2010; CARNEIRO et al., 2018). Esse nutriente auxilia no transporte de carboidratos e água, na fotossíntese e atua na regulação osmótica das células, aumentando a resistência da cultura ao stress (CARNEIRO et al., 2018; DECHEN et al., 2018; LOBO et al., 2019; ZIOGAS et al., 2020). Isso resulta numa maior retenção de frutos, aumento do teor de açúcares e vitaminas, e em frutos mais uniformes e de boa aparência, o que leva a uma maior aceitação pelo mercado consumidor (BAIEA et al., 2015; GANESHAMURTHY et al., 2011; CARNEIRO et al., 2018; LOBO et al., 2019).

Os micronutrientes também tem se mostrado relevantes nos ganhos de produtividade e na melhoria da qualidade dos frutos de mangueiras, principalmente quando associados, com destaque para o B, Fe e Zn (MOAZZAM et al., 2011; BHATT et al., 2012; AULAR; NATALE, 2013; OLDONI et al., 2018). Esses nutrientes possuem função estrutural e atuam na ativação de enzimas e no transporte de açúcares (DECHEN et al., 2018; ZIOGAS et al., 2020).

A absorção dos nutrientes pela mangueira é influenciada pelo tipo de nutriente e fase fenológica, sendo necessário conhecer essa demanda específica, para cada nutriente e estágio fenológico, para ajustar as recomendações de adubação. Os teores de N, P e K nas folhas

diminuem com a evolução da fase fase produtiva, sendo mais elevados antes da época do florescimento e menores no florescimento e formação e maturação dos frutos (AVILAN, 1971; MEDEIROS et al., 2005). Em contra partida, os teores de Ca e B tendem a aumentar com a evolução da idade do tecido, onde os teores mais elevados desses nutrientes nas folhas ocorrem na frutificação e pós-colheita (DIAS et al., 2013).

Souza, (2007) ao determinar a extração de nutrientes e sódio pelos frutos de mangueira observou que a extração de nutrientes e sódio pelos frutos da mangueira foi em ordem decrescente $K > N > Ca > P > Mg > S > Mn > Fe > Na > Cu > B > Zn$, para a cultivar Tommy Atkins, $K > N > Ca > P > Mg > S > Mn > Na > Fe > Cu > B > Zn$, para a cultivar palmer e $K > N > Ca > Mg > S > P > Mn > Fe > Na > B > Zn > Cu$, para a cultivar Haden.

2.4 Métodos de avaliação nutricional

A avaliação do estado nutricional das culturas é realizada por meio do uso de métodos diagnósticos, onde o nível crítico e a faixa crítica foliares têm sido amplamente utilizados pela facilidade de interpretação. Esses métodos relacionam os teores de cada nutriente com um valor ou faixa de referência estabelecido em cada componente e fase fenológica de produção da planta (GARCÍA-ESCUDEIRO et al., 2013; MARTÍN et al., 2013). No entanto, as concentrações nutricionais de um elemento, determinada por esses métodos pode gerar diagnósticos equivocados, visto que o nível crítico de cada nutriente, individualmente pode variar com as concentrações dos demais nutrientes, idade da cultura, manejo e ambiente, o que pode não representar o equilíbrio nutricional da planta (SINGH et al., 2012; BHAT et al., 2016; VILLASEÑOR et al., 2020).

Em evolução ao nível e à faixa crítica, surgiu o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) (BEAUFILS, 1973), que tem como base a razão entre os nutrientes. No método, se determina os desvios médios de cada nutriente presente na relação comparando com as normas (valores ideais) (SOUZA et al., 2015), levando em consideração as relações nutricionais, tornando-se um melhor indicador do estado nutricional, pelo fato dos nutrientes influenciarem, concomitantemente, na fisiologia das plantas (BEAUFILS, 1973). Além disso, o DRIS detecta de forma simultânea deficiências e excessos nutricionais e hierarquiza os nutrientes em ordem de limitação (NAYAK et al., 2011; SRIVASTAVA; PATIL, 2016; LLANDERAL et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2021).

O processo de implementação do DRIS inicia-se com a obtenção dos valores de referência (normas), que são estabelecidos a partir de amostragens do tecido vegetal em plantios comerciais e determinação dos teores dos nutrientes e o rendimento das culturas, ou em

experimentos de campo. Ambos visam à obtenção de um banco de dados (BEAUFILS, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987; DAGBENONBAKIN et al., 2012; LLANDERLAL et al., 2018). Para isso é necessário estabelecer uma população de alta produtividade, partindo do pressuposto que o equilíbrio nutricional se relaciona significativamente com a produtividade e torna as plantas mais tolerantes às patologias (QUEIROZ et al., 2014; LLANDERLAL et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2021). Com a obtenção do banco de dados se calcula as razões bivariadas entre os elementos e os parâmetros de variabilidade (MARROCOS et al., 2020).

Após a determinação das normas, são determinados os índices DRIS de cada nutriente que representa a média dos desvios nas razões em que um nutriente aparece em relação aos valores tidos como ótimos. Esses valores podem ser positivos, negativos ou nulos, onde a soma desses índices deverá ser sempre igual à zero, quando a cultura estiver equilibrada nutricionalmente (DAGBENONBAKIN et al., 2012; SOUZA et al., 2015). A média desses índices, em módulo, resulta no Índice de Balanço Nutricional Médio (IBNm), que reflete o balanço nutricional da cultura. Quanto mais próximo a zero for o IBNm maior é o equilíbrio nutricional (HERNANDES et al., 2014; PEIXOTO et al., 2017).

A partir dos índices nutricionais e o IBNm, os nutrientes são classificados quanto ao seu potencial de resposta a adubação (PRA) (WADT, 2005). Isso se dá da seguinte forma. Se o índice for negativo e de menor valor e seu módulo for maior que o IBNm, o nutriente é classificado como deficiente, onde o mesmo apresenta alta probabilidade de resposta positiva a adubação. Quando o índice for negativo, não sendo o de menor valor e seu módulo for maior que o IBNm, o nutriente é classificado como provavelmente deficiente, onde o mesmo apresenta baixa probabilidade de resposta positiva ou resposta nula a adubação. Quando o índice em módulo for menor ou igual a o IBNm, o nutriente é classificado como equilibrado, onde o mesmo apresenta resposta nula a adubação. Quando o índice for positivo, não sendo o de maior valor e seu módulo for maior que o IBNm, o nutriente é classificado como provavelmente excessivo, onde o mesmo apresenta baixa probabilidade de resposta negativa a adubação. Se o índice for positivo e de maior valor e seu módulo for maior que o IBNm, o nutriente é classificado como excessivo, onde o mesmo apresenta alta probabilidade de resposta negativa a adubação.

O método do diagnóstico da composição nutricional (CND) foi desenvolvido por Parent e Dafir (1992), no Canadá e vem sendo amplamente empregada na avaliação nutricional de culturas anuais e perenes (ROZANE et al., 2020). Esse método relaciona o nutriente com a média geométrica dos teores dos demais nutrientes das folhas amostradas, inclusive para os nutrientes que não foram determinados (PARENT, 2011; ROZANE et al., 2020), estimando as

relações nutricionais em uma análise multinutrientes da composição da matéria seca do tecido vegetal (RENÉ et al., 2013). Além disso, permite determinar um fator de correção, e um único desvio padrão permitindo identificar e eliminar dados anormais (outliers), além de proporcionar o mesmo peso de desequilíbrios para deficiência e excesso. Isso possibilita uma maior confiabilidade ao método (PARENT et al., 2009; PARENT et al., 2013; ROZANE et al., 2020).

Resultado discordante foi encontrado por Schaller et al. (2002), no qual o CND proporcionou uma melhor hierarquização dos nutrientes, em comparação ao DRIS, fato que foi associado a capacidade do CND em integrar uma maior quantidade de interações e por esse método não depender do período de amostragem das folhas. No entanto, estudos têm demonstrado semelhança entre os métodos DRIS e CND na determinação dos teores nutricionais das plantas (URANO et al., 2007; SERRA et al., 2010; CAMACHO et al., 2012; SANTOS et al., 2013; PARTELLI et al., 2014; XU et al., 2015; GOTT et al., 2017). Politi et al. (2013), avaliando o estado nutricional de mangueiras pelos métodos DRIS e CND no Submédio do Vale do São Francisco, encontraram resultados semelhantes a essas abordagens.

O M-DRIS consiste na modificação do método DRIS original. Esse procedimento acrescenta no método original os teores nutricionais individuais, com o objetivo de comparar o índice de matéria seca com o índice DRIS de cada nutriente em particular. Com isso, os autores consideraram que é possível selecionar o nutriente que realmente limita a produção (HALLMARK et al., 1987), fator desconsiderado pelos métodos DRIS e CND.

A ChM é um processo matemático em que se determina, por meio de probabilidade as faixas de valores nutricionais do tecido da planta que se correlaciona com a máxima produtividade da cultura. Esse método possibilita estabelecer níveis e faixas ótimas, com o qual se consegue classificar os teores de cada nutriente por ordem de limitação. Com isso, evita diagnósticos tendenciosos (WADT et al., 1998; URANO et al., 2007; CAMACHO et al., 2012; SANTOS et al., 2013).

2.5 Importância do cálcio para nutrição e qualidade do fruto

O cálcio (Ca) é importante para o funcionamento celular da planta e sua deficiência leva a morte das células (ZIOGAS et al., 2020). Fato que leva a redução do crescimento, desenvolvimento e produção das culturas. O Ca é fundamental para a síntese de proteínas e o transporte de carboidratos nas plantas, além de aumentar a resistência das plantas a doenças (GULBAGCA et al., 2020).

Esse nutriente tem íntima relação com a qualidade do fruto, pois melhora a firmeza da polpa, reduz a perda de peso, aumenta a vida útil do fruto pós-colheita, promove o acúmulo de

compostos bioativos e atua na prevenção de distúrbios fisiológicos relacionados à destruição da parede celular. (EKINCI, 2018; ZIOGAS et al., 2020).

O Ca total do fruto pode ser dividido em Ca solúvel, Ca trocável e o Ca fisiologicamente não ativo. Essa divisão se dá devido à solubilidade e a atividade fisiológica do nutriente (BONOMELLI et al., 2018).

O Ca solúvel está associado a cloretos, nitratos e ácidos orgânicos (SAURE, 2005; BONOMELLI; RUIZ, 2010; BONOMELLI et al., 2018).

O Ca trocável é o elemento que pode ser absorvido nas estruturas dos grupos carboxílicos da pectina ou proteína da parede celular (SAURE, 2005; BONOMELLI; RUIZ, 2010; BONOMELLI et al., 2018).

O Ca aderido a parede celular (Ca-ligado) é o responsável pela estabilidade estrutural dos frutos, pois inibe a solubilização da pectina pelas enzimas (LARA, 2013), como a poligalacturonase que se acumula nos tecidos com a deficiência de Ca, causando rompimento das paredes celulares. Diante disso, o Ca-ligado tem um papel fundamental no desenvolvimento e qualidade do fruto (DONG et al., 2018), aumentando a vida útil, o tempo de armazenamento e a resistência à pragas e doenças (GULBAGCA et al., 2020). Estudos mostraram a influência do Ca-ligado na melhoria da qualidade do fruto de videira (KURT et al., 2017) e pessegueiro (EKINCI, 2018).

O Ca não ativo é o Ca associado a estruturas aniônicas como pectatos, grupos carboxílicos presentes na membrana e parede celular que dependendo da força de ligação forma cristais insolúveis denominados de oxalatos de Ca (GILLIHAM et al., 2011; ATKINSON, 2014; BONOMELLI et al., 2018). Ato que reduz a concentração desse elemento nos apoplastos das células adjacentes e conseqüentemente a sua mobilidade. Além disso, o Ca pode se ligar fortemente a carbonatos e fosfatos, tornando-o inativo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. X.; PITA JÚNIOR, J. L.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A.; NATALE, W.; FERRAUDO, A. S. Nutrient cycling in mango trees. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 259-266, 2014.

AL-OBEED, R.S.; AHMED, M. A. A.; KASSEM, H. A.; AL-SAIF, A. M. 2018. Improvement of “Kinnow” mandarin fruit productivity and quality by urea, boron and zinc foliar spray. **Journal of Plant Nutrition**, v. 41, n. 5, p. 609-618, 2018. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1406111>.

ASSIS, J. S.; SILVA, D. J.; MORAES, P. L. D. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 326-329, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000200034>

ATKINSON, C. J. Is xylem sap calcium responsible for reducing stomatal conductance after soil liming? **Plant and Soil**, New York, v. 382, n. 1, p. 349-56, 2014.

AULAR, J.; NATALE, W. MINERAL NUTRITION AND FRUIT QUALITY OF SOME TROPICAL FRUIT: GUAVA, MANGO, BANANA, AND PAPAYA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

AVILAN, R. L. Variaciones de los niveles de nitrogens, fosforo, potassio y calcio em las hojas de mango (*Mangifera indica* L.) atraves de um ciclo de produção. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 21, n. 1, p. 3-10, 1971.

BAIEA, M. H. M.; EL-BADAWY, H. E. M.; ELGIOUSHY, S. F. Effect of potassium, zinc and boron on growth, yield and fruit quality of Keitt mango trees. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**. v. 6, n. 4, p. 800-812, 2015. <https://doi.org/10.33887/rjpbcs>

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Pietermaritzburg, University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BHATT, A.; MISHRA, N.; MISHRA, D.; SINGH, C. Foliar application of potassium, calcium, zinc and boron enhanced yield, quality and shelf life of mango. **HortFlora Research Spectrum**, New Delhi, v.1, n.4, p.300-305, 2012.

BHAT, R.; SUJATHA, S.; JOSE, C. T. Role of Nutrient Imbalance on Yellow Leaf Disease in Smallholder Arecanut Systems on a Laterite Soil in India. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 47, n. 15, p. 1738-1750, 2016.

BOARETO, A. E.; NATALE, W. Importância da nutrição adequada para a produtividade e qualidade dos alimentos. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Nutrição e adubação de hortaliças**. 1. ed. Jaboticabal-SP: FUNEP, 2016. Cap 2, p. 45-74.

BONOMEELLI, C.; RUIZ, R. Effects of foliar and soil calcium application on yield and quality of table grape cv, 'Thompson Seedless'. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 33, n. 3, p. 299-314, 2010.

BONOMEELLI, C.; ARIAAS, M. I.; VILLALOBOS, L. Adaptation and validation of a methodology for the measurement of calcium fractions in fruits. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 49, n. 6, p. 735-744, 2018. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1435681>

CAMACHO, M. A.; SILVEIRA, M. V.; CAMARGO, R. A.; NATALE, W. Normal nutrient ranges by the ChM, DRIS and CND methods and critical level by method of the reduced normal distribution for orange-pera. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 193-200, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000100020>

CHOULIARAS, V.; THERIOS, I.; MOLASSIOTIS, A.; DIAMANTIDIS, G. Iron chlorosis in grafted sweet orange (*Citrus sinensis* L.) plants: physiological and biochemical responses.

Biologia Plantarum, v. 48, n. 1, p. 141-144, 2004.

<https://doi.org/10.1023/B:BIOP.0000024292.51938.aa>.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de HORTIEFRUTI 2020**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2020. 96 p. Disponível em: <

[http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-](http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2020/05/HORTIFRUTI_2020.pdf)

[content/uploads/2020/05/HORTIFRUTI_2020.pdf](http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2020/05/HORTIFRUTI_2020.pdf)>. Acesso em: 04 de mar, 2020.

DAGBENONBAKIN, G. D.; SRIVASTAVA, A. K.; GAISER, T.; GOLDBACH, H.

Diagnosis and recommendation integrated system: A tool for detecting nutrient deficiencies in Yam. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 35, n. 14, p. 2124-2134, 2012.

DBARA, S., LAHMAR, K., BEN MIMOUN, M. Potassium mineral nutrition combined with sustained deficit irrigation to improve yield and quality of a late season peach cultivar (*Prunus persica* L. cv “Chatos”). **International Journal of Fruit Science**, v. 18, n. 4, p. 369-382, 2018. <https://doi.org/10.1080/15538362.2018.1438329>.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. CARMELLO, Q. A. C.; SANTOS, L. A.;

SPERANDIO, M. V. L. Micronutriente. In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2. ed. Viçosa: SBCS, 2018. cap. XIII, p 328-352

DHEWARE, R. M.; NALAGE, N. A.; SAWANT, B. N.; HALDAVANEKAR, P. C.;

RAUT, R. A.; AY MUNJ, A. Y.; SAWANT, S. N. Response of micronutrient on the quality yield of mango cv. Alphonso under Konkan agro-climatic conditions. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, New Delhiv. 9, n. 3, p. 2004-2006, 2020.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; SILVA, S. V.

Normas DRIS multivariadas para avaliação do estado nutricional de laranjeira ‘Pera’ no estado do Amazonas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 251-259, 2013.

DONG, Y.; ZHANG, S.; WANG, Y. Compositional changes in cell wall polyuronides and enzyme activities associated with melting/mealy textural property during ripening following long-term storage of ‘Comice’ and ‘d’Anjou’ pears. **Postharvest Biology and Technology**, v.

135, n. 36, p. 131-140, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.09.010>

EKINCI, N. Foliar spray nutrients effects fruit quality, polygalacturonic acid (pectin) content and storage life of peach in Turkey. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 16,

n. 1, p. 749-759, 2018. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1601_749759

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2020). **Características da Planta, 2007**. Disponível em

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_17_24112005115221.html.

EVANGELISTA, R. M.; CHITARRA, A. D.; CHITARRA, M. I. F. Influência da Aplicação

Pré-Colheita de Cálcio na Textura e na Atividade das Enzimas Poligalacturonase, pectinametilsterase e b- Galactosidase de Mangas ‘Tommy Atkins’ Armazenadas sob Refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n. esp, p.174-181, 2000.

FAOSTAT, 2020. Food. **Agriculture organization of the United Nations**. Disponível em:

<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Acesso em: 01 de nov, 2020.

FERREIRA, K. M.; SIMÕES, W. L.; MOUCO, M. A. C.; SILVA, J. R.; MESQUITA, A. C. Physiological and biochemical aspects of 'Tommy Atkins' mango subjected to doses and methods of application of paclobutrazol. **Scientia Plena**, v. 16, n. 10, p. 1-9, 2020. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.100201>

GANESHAMURTHY, A.N.; SATISHA, G.C.; PRAKASH, P. Potassium nutrition on yield and quality of fruit crops with special emphasis on banana and grapes. **Journal of Agricultural Sciences**, Toronto, v. 24, n.1, p. 29-38, 2011.

GARCÍA-ESCUADERO, E.; ROMERO, I.; BENITO, A.; DOMÍNGUEZ, N.; MARTÍN, I. Reference Levels for Leaf Nutrient Diagnosis of cv. Tempranillo Grapevine in the Rioja Appellation. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 44, n. 1-4, p.645-654, 2013.

GILLIHAM, M.; DAYOD, M.; HOCKING, B. J.; XU, B.; CONN, S. J.; KAISER, B. N. Calcium delivery and storage in plant leaves: Exploring the link with water flow. **Journal Experimental Botany**, v. 62, n. 7, p. 2233-50, 2011. <https://doi.org/10.1093/jxb/err111>

GOTT, R. M.; AQUINO, L. A.; CLEMENTE, J. M.; DOS SANTOS, L. P. D.; CARVALHO, A. M. X.; XAVIER, F. O. Foliar Diagnosis Indexes for Corn by the Methods Diagnosis and Recommendation Integrated System (Dris) and Nutritional Composition (CND). **Communications Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 48, n. 1, p. 11-19, 2017.

GRIEBELER, S. R.; GONZATTO, M. P.; SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; SCHWARZ, S. F. Diagnóstico nutricional de pomares de laranjeiras da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.26, n.1, p. 114-130, 2020. <https://doi.org/10.36812/pag.2020261114-130>

GULBAGCA, F.; BURHAN, H.; ELMUSA, F.; SEN, F. Calcium nutrition in fruit crops: Agronomic and physiological implications. In: SRIVASTAVA, A. K.; HU, C. (Eds.). **Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints**. Elsevier, 2020. 776 p. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00014-9>

HAFEZ, O.M.; SULTAN, M.; IBRAHIM, S.; SALEH, M. A. Enhancement yield and fruit quality of Washington navel orange by application of spraying potassium microencapsulated biodegradable polylactic acid. **AgricEngInt: CIGR Journal**, v. 1, n.Special, p. 101-110, 2017.

HAIDER, Z.; AHMAD, N.; DANISH, S.; IQBAL, J.; ALI, M. A.; CHAUDHRY, U. K. Effect of foliar application of boric acid on fruit quality and yield traits of mango. **Advances in Horticultural Science**, v. 33, n. 4, p. 457-464, 2019. <https://doi.org/10.13128/ahsc-8101>

HALLMARK, W.B.; WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E.; DE MOOY, C.J.; PESEK, J.; SHAO, K.P. Separating limiting from non-limiting nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, v.10, n.9-16, p.1381- 1390, 1987.

HERNANDES, A.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A.; NATALE, W.; LAVRES JR., J.; BOARETTO, A. E.; CAMACHO, M. A. DRIS Norms for Pêra Orange. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 45, n. 1, p.2853-2867, 2014.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. (2020). Produção Agrícola Municipal, 2019. Disponível em:

<http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/manga/b1_manga.pdf>. Acesso em 10 janeiro 2021.

JAVOID, K.; DAR, K. R.; QURESHI, S. N.; PARVEEN, I. Influence of crop load and foliar nutrient sprays on plant nutrient content and post harvest quality of apple (*Malus x domestica* Borkh.) cv. Red delicious during storage. **Ecology, Environment and Conservation**, Pune, v. 22, n. 3, p.1457-1463, 2016.

JAWANDHA, S. K.; PPS,G.;SINGH, H.; THAKUR, A. Effect of potassium nitrate on fruit yield, quality and leaf nutrients content of plum. **International Journal of Plant Research**, v. 30, n. Special, p. 325-328, 2017. <https://doi.org/10.5958/2229-4473.2017.00090.8>

KANPURE, R. N.; MANDIOI, D. S.; ANJANAWE, S. R.; KACHOULI, B. Growth, yield and quality of guava (*Psidium guajava* L.) augmented by foliar application of phosphorus and micronutrients. **Ecology, Environment and Conservation**, Pune, v. 22, p.7-11, 2016.

KURT, A.; TORUN, H.; COLAK, N.; SEILER, G.; HAYIRLIOGLU-AYAZ, S.; AYAZ, F. A. Nutrient profiles of the hybrid grape cultivar ‘Isabel’ during berry maturation and ripening. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 8, p. 2468-2479, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8061>

LARA, I. Preharvest sprays and their effects on the postharvest quality of fruit. **Stewart Postharvest Review**, v.9, n. 3, 5, p. 1-12, 2013. <https://doi.org/10.2212/spr.2013.3.5>

LESTER, E.; GRUSAK, A. M. Postharvest application of calcium and magnesium to honeydew and netted muskmelons: Effects on tissue ion concentrations, quality, and senescence. **American Society for Horticultural Science**, v. 124, n. 5, p. 545-552, 1999. <https://doi.org/10.21273/JASHS.124.5.545>

LI, M.; ZHAO, Z.; ZHOU, J.; ZHOU, D.; CHEN, B.; HUANG, L.; ZHANG, Z.; LIU, X. Effects of a foliar spray of selenite or selenate at different growth stages on selenium distribution and quality of blueberries. **Journal Science of Food Agriculture**, v. 98, n. 12, p. 4700-4706, 2018. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9004>.

LLANDERAL, A.; LAO, M. T.; CONTRERAS, J. I.; SEGURA, M. L. Diagnosis and Recommendation Integrated System Norms and Sufficiency Ranges for Tomato Greenhouse in Mediterranean Climate. **Hortscience**, Alexandria, v. 53, n. 4, p. 479–482, 2018. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12718-17>

LOBO, J. T.; SOUSA, K. S. M.; PAIVA NETO, V. B.; PEREIRA, R. N.; SILVA, L. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Biostimulants on Fruit Yield and Quality of Mango cv. Kent Grown in Semiarid. **Journal of the American Pomological Society**, v. 73, n. 3, p. 152-160, 2019. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13753-18>

MAIA, L. D. M.; DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, H. F.; SILVA, E. C.; PORCINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C. Mangifera indica postharvest: evaluation of the potential of alternative treatments to control anthracnose. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 53977-53993, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-880>

MARROCOS, P. C. L.; LOUREIRO, A.; GUILHERME, A. H.; ARAUJO, Q. R.; SODRÉ, G. A.; AHNERT, D.; BALIGAR, V. C. Razões de nutrientes minerais e produtividade do cacau. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 10, p. 1498-1509, 2020. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1771582>

MARSCHNER, P. **Rhizosphere Biology, Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**. Amsterdam; Boston, MA, 2012. 651p. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123849052000157>.

MARTÍN, I.; BENITO, A.; ROMERO, I.; DOMÍNGUEZ, N.; GARCÍA-ESCUADERO, E. Preliminary diagnosis and recommendation integrated system norms for leaf nutrient diagnosis of Tempranillo grapevine in the Rioja appellation. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 44, n. 1-4, p. 655-667, 2013.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; GUEDES, F. X.; GUERRA, A. G.; DANTAS, J. A. **Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira, em cultivo irrigado, no Rio Grande do Norte**. Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), p. 12, 2005.

MIRZAPOUR, M. H.; KHOSHGOFTARMANESH, A. H. Effect of soil and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate. **Journal of Plant Nutrition**, v. 36, n. 1, p. 55-66, 2013. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.733049>.

MOAZZAM, A.; TAHIR, F. M.; SHAHZAD, J.; MAHMOOD, N. Effect of foliar application of micronutrients on the quality of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Dusehri fruit.). **Mycopathologia**, Dordrecht, v.9, n.1, p. 25-28, 2011.

MORAES, P.L.D.; ASSIS, J.S.; SILVA, D.J. Equilíbrio Nutricional e Distúrbios Fisiológicos em Manga Tommy Atkins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Resumos...** Jaboticabal: SBF, 2002.CDROM.

MOUCO, M. A.; LIMA NETO, F. P. **A mangueira no Vale do São Francisco**. Toda Fruta, 2018. Disponível em <https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2018/06/MANGA.pdf>. Acesso em 12 de Janeiro 2021

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira 'Tommy Atkins'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.2, p. 273- 279, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000200004>

NAYAK, A. K.; SHARMA, D. K.; SINGH, C. S.; MISHRA, V. K.; SINGH, G.; SWARUP, A. Diagnosis and recommendation integrated system approach for nitrogen, phosphorus, potassium, and zinc foliar diagnostic norms for aonla in central Indo-gangetic plains. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 34, n. 4, p. 547-556, 2011

OLDONI, F. C. A.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, I. H. L.; SOUSA, K. S. M.; CARNEIRO, M. A.; CARVALHO, I. R. B. Boron fertilizing management on fruit production and quality of mango cv. Palmer in semiarid. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 3: (e-622), p. 1-8, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018622>

OLIVEIRA, M. G.; PARTELLI, F. L.; CAVALCANTI, A. C.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Soil patterns and foliar standards for two cocoa clones in the States of Espírito Santo and Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.49, n.10, p. 1-7, 2019.

OLIVEIRA, R. C.; SILVA, J. R. R.; LANA, R. M. Q.; PEREIRA, A. I. A.; CASTOLDI, R.; CAMARGO, R.; LUZ, J. M. Q. Fertilizer Application Levels in Potato Crops and the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). **Agronomy**, v. 11, n. 51, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010051>

PARENT, L.; DAFIR, M. A Theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 2, p. 239-242, 1992. <https://doi.org/10.21273/JASHS.117.2.239>

PARENT, L. E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. 1, p.321-334, 2011.

PARENT, L. E.; NATALE, W.; ZIADI, N. Compositional nutrient diagnosis of corn using the Mahalanobis distance as nutrient imbalance index. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 89, n. 4, p. 383-390, 2009. <https://doi.org/10.4141/cjss08050>

PARENT, S. É.; PAI, L. E.; EGOZCUE, J. J.; ROZANE, D. E.; HERNANDES, A.; LAPOINTE, L.; GENTIO, V. H.; NAESS, K.; MARCHAND, S.; LAFOND, J. The plant ionome revisited by the nutrient balance concept. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, n. 39, p. 1-11, 2013. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00039>

PARTELLI, F. L.; DIAS, J. R. M.; VIEIRA, H. D.; WADT, P. G. S.; PAIVA JÚNIOR, E. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 3, p.858-866, 2014.

PEIXOTO, J. M. V.; CARDOSO, A. F.; LANA, R. M. Q.; REIS NASCIMENTO, A. Establishing diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for industrial use of tomato. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 11, n. 2, p. 193, 2017.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCATTO, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. spe1, p. 48-56, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500007>

PINTO, P. A. C.; DIAS, L.E.; ALVAREZ, V. H.; CHOUDHURY, M. M.; VIEIRA, G. Avaliação de estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no submédio do vale do rio São Francisco: Cálculo dos índices DRIS. **Recursos Rurais**, Santiago, v. 5, n. 6, p. 5-13, 2010.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S.; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. C.; PRADO, R. M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n. 1, p.11-18, 2013.

QUEIROZ, A. A.; LUZ, J. M. Q.; OLIVEIRA, R. C.; FIGUEIREDO, F. C. Productivity and establishment of DRIS indices for tubers of the potato cultivar 'Agata'. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 351-360, 2014.

RENÉ, W.; CÔTÉ, B.; CAMIRÉ, C.; BURGESS, M.; FYLES, J. W. Development and application of CVA, DRIS, and CND norms for three hybrids of populus maximowiczii planted in Southern Quebec. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 36, n. 1, p. 118-142, 2013.

ROZANE, D. E.; PAULA, B. V.; MELO, G. W. B.; SANTOS, E. M. H.; TRENTIN, E.; MARCHEZAN, C.; SILVA, L. O. S.; TASSINARI, A.; DOTTO, L.; OLIVEIRA, F. N.; NATALE, W.; BALDI, E.; TOSELLI, M.; BRUNETTO, G. Diagnóstico Compositional

Nutrient Diagnosis (CND) Applied to Grapevines Grown in Subtropical Climate Region. **Horticulturae**, v. 6, n. 3, p. 1-13, 2020. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6030056>

SANTOS, E. F.; DONHA, R. M. A.; ARAÚJO, C. M. M.; LAVRES JUNIOR, J.; CAMACHO, M. A. Normal nutrient ranges for sugarcane by the methods ChM, DRIS and CND and critical level by reduced normal distribution. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.6, 1651-1658, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600021>

SANTOS, L. R.; LIMA, A. M. N.; RODRIGUES, M. S.; CUNHA, J. C.; SANTOS, L. P. A. dos; SOARES, E. M. B.; SILVA, A. V. L. da; SOUZA, I. M. de. Does the irrigated mango cultivation in the semiarid change the physical and chemical attributes of the soil?. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 3, p. 402-414, 2019. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i3.2966>

SARAN, P. L.; KUMAR, R. Boron deficiency disorders in mango (*Mangifera indica*): field screening, nutrient composition and amelioration by boron application. **Indian Journal Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 81, n. 6, p. 506-510, 2011.

SAURE, M. C. Calcium translocation to fleshy fruit: Its mechanism and endogenous control. **Scientia Horticulturae**, v. 105, n. 1, p. 65-89, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.10.003>

SCHALLER, K.; LÖHNERTZ, O.; MICHEL, H. Modified Dris-System for Leaf Analysis to Optimise Fertilizer Inputs – Further Developments with Grapevines. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 594, n. 1, p. 369-375, 2002.

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, L. S.; SILVA, P. T. S.; CAVALCANTE, I. E. L. Impact of fulvic acid and free amino acids on paclobutrazol absorption by 'Keitt' mango. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 15 n. 4, p. 1-12, 2020b.

SIMÕES, W. L.; MOUCO, M. A. C.; ANDRADE, V. P. M.; BEZERRA, P. P.; COELHO, E. F. Fruit yield and quality of Palmer mango trees under different irrigation systems. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 11, n. 3254, p. 1-5, 2020.

SINGH, D.; SINGH, K.; HUNDAL, H. S.; SEKHON, K. S. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for evaluating nutrient status of cotton (*Gossypium Hirsutum*). **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 35, n. 2, p. 192-202, 2012.

SINGH, Z.; SINGH, R. K.; SANE, V. A.; NATH, P. Mango - Postharvest Biology and Biotechnology. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 32, n. 4, p. 217-236, 2013. <https://doi.org/10.1080/07352689.2012.743399>

- SOLHJOO, S.; GHARAGHANI, A.; FALLAHI, E. Calcium and potassium foliar sprays affect fruit skin color, quality attributes, and mineral nutrient concentrations of “red delicious” apples. **International Journal of Fruit Science**, v.17, n. 4, p. 358-373, 2017. <https://doi.org/10.1080/15538362.2017.1318734>.
- SONG, Z.; MA, R.; ZHANG, B.; GUO, S.; YU, M.; KORIR, N. K. Differential expression of iron-sulfur cluster biosynthesis genes during peach fruit development and ripening, and their response to iron compound spraying. **Scientia Horticulturae**, v. 207, n. 5, p. 73-81, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.05.024>. Elsevier B.V.
- SOUZA, F. V. **Curva de crescimento e exportação de nutrientes e sódio por frutos de mangueira Palmer, Haden e Tommy Atkins**. 2007. 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2007.
- SOUZA, H. A.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A.; DIAS, M. J. T.; MODESTO, V. C.; NATALE, W. Avaliação do Estado Nutricional de Mudanças de Goiaba usando Normas DRIS Preliminares e Faixas de Suficiência. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, n. 10, p. 1611-1618, 2015. <https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1017050>
- SRIVASTAVA, A. K.; PATIL, P. Nutrient Indexing in ‘Kinnow’ Mandarin (Citrus Deliciosa Lour. X Citrus Nobilis Tanaka) Grown In Indo-Gangetic Plains. **Communications Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 47, n. 18, p. 2115-2125, 2016.
- TIAN, S. P.; LIU, J.; ZHANG, C. F.; MENG, X. H. 2010 Quality properties of harvested mango fruits and regulating technologies, pp. 4954. In: SIVAKUMAR D. (ed.) **New trends in postharvest management of Fresh Produce II**. Fresh Produce 4 (Special Issue 1). Kagawa ken: Global Science Books, pp. 127.
- 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 Diagnóstico e Recomendação e Diagnóstico da Composição Nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 63-72, 2007.
- VILLASEÑOR, D.; PRADO, R. M.; SILVA, G. P.; CARRILLO, M.; DURANGO, W. DRIS norms and limiting nutrients in banana cultivation in the South of Ecuador. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 18, p. 2785-2796, 2020. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1793183>
- WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n. 2, p.227-234, 2005.
- WADT, P. G. S.; ALVAREZ V. H.; NOVAIS, R.F.; FONSECA, S.; BARROS, N. F. O método da Chance Matemática na interpretação de dados de levantamento nutricional de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.4, p. 773-778, 1998.
- WALWORTH, J. L., SUMNER. M. E. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v. 61, p. 149-188, 1987.

WOJCIK, P.; WOJCIK, M. Effects of boron fertilization on “conference” pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. **Plant Soil**, v. 256, n. 2, p. 413-421, 2003. <https://doi.org/10.1023/A:1026126724095>.

XU, M.; ZHANG, J.; WU, F.; WANG, X. Nutritional Diagnosis for Apple by DRIS, CND and DOP. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 7, n. 4, p. 266-273, 2015. <https://doi.org/10.19026/ajfst.7.1306>

YADAV D.; SINGH S. P. Mango: History origin and distribution. **Journal Pharmacognosy Phytochemistry**, New Delhi, v. 6, n. 6, p. 1257-1262, 2017.

ZIOGAS, V.; MICHAELIDIS, M.; KARAGIANNIS, E.; TANOU, G.; MOLASSIOTIS, A. Manipulating fruit quality through foliar nutrition. In: SRIVASTAVA, A. K.; HU, C. (Eds.). **Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints**. Elsevier, 2020. 776 p. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00029-0>

3 NORMAS DRIS PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE MANGUEIRAS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO, BRASIL

RESUMO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera cultivada em regiões tropicais e subtropicais. A manga apresenta alto potencial nutritivo e econômico. A região do Vale do São Francisco se destaca na produção de manga devido às características climáticas adequadas ao cultivo da manga. No entanto, essas condições devem estar associadas ao manejo nutricional adequado da cultura a fim de se manejar os nutrientes de forma mais eficiente. Para isso é necessário desenvolver padrões nutricionais específicos. Assim, o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) é um método diagnóstico promissor na avaliação de distúrbios nutricionais. Os objetivos desse trabalho foram: a. Estabelecer padrões nutricionais DRIS específicos para as cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt, bem como de forma genérica para o conjunto dessas cultivares; e b. comparar as normas DRIS específicas para cada cultivar e as normas genéricas estabelecidas para plantas de manga na região do Vale do São Francisco no semiárido do Nordeste do Brasil. O estudo foi realizado em sete fazendas comerciais cultivadas com três cultivares manga (Tommy, Kent e Keitt), localizadas no Submédio do Vale do São Francisco. Para formação do banco de dados foram coletadas 66 amostras foliares da cultivar Tommy Atkins, 52 amostras da cultivar Kent e 38 amostras da cultivar Keitt, totalizando 156 amostras foliares escolhidas aleatoriamente nas 156 lavouras. As coletas foram realizadas no estágio de pré-florescimento, onde cada amostra foi composta por quatro folhas coletadas na porção mediana da copa e nos quatro pontos cardeais de 20 plantas escolhidas aleatoriamente em cada lavoura. Foram determinados os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl. A população foi dividida em duas subpopulações: alta e baixa produtividades. O limite entre as duas subpopulações para as cultivares Tommy Atkins, Kent, Keitt e para o conjunto das cultivares foi de 34, 33, 45 e 37 Mg ha⁻¹, respectivamente. As normas DRIS foram estabelecidas a partir da escolha da razão de nutrientes que apresentou maior relação de variância entre as subpopulações de baixa e alta produtividade. As normas DRIS e os dados de produtividade e teores nutricionais das subpopulações de alta e baixa produtividade foram comparados pelo teste t a 5% de probabilidade. Os teores foliares de S e micronutrientes das plantas das lavouras apresentaram maior variabilidade. Os teores nutricionais nas folhas da subpopulação de alta produtividade foram em geral menos distorcidos em comparação a subpopulação de baixa produtividade. O que levou a um maior número de dados normalmente distribuídos. Os nutrientes P, K, Mg, S, Mn e Zn para a cultivar Tommy Atkins, K para cultivar Kent, N para cultivar Keitt e P, K e S para o conjunto das cultivares apresentaram-se mais elevados na subpopulação de alta produtividade, tendo assim, elevada capacidade de promover desequilíbrios nutricionais. O uso das normas específicas para cada cultivar foram mais consistentes e poderão servir de referência para diagnósticos nutricionais que podem impactar na calibração da fertilização da manga na região.

Palavras - chave: *Mangifera indica* L. Semiárido Nordestino. Desequilíbrio nutricional. Diagnóstico nutricional. Padrões Nutricionais. Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação.

3 DRIS STANDARDS FOR ASSESSMENT OF THE NUTRITIONAL STATE OF MANGO IN THE VALLEY OF MIDDLE SÃO FRANCISCO, BRAZIL

ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica* L.) is a fruit species grown in tropical and subtropical regions. Mango has a high nutritional and economic potential. The São Francisco Valley region stands out in the production of mangoes due to the climatic characteristics suitable for the cultivation of mangoes. However, these conditions must be associated with the proper nutritional management of the crop in order to manage nutrients more efficiently. For this it is necessary to develop specific nutritional standards. Thus, the Integrated Diagnosis and Recommendation System (DRIS) is a promising diagnostic method in the assessment of nutritional disorders. The objectives of this work were: a. Establish specific DRIS nutritional standards for mango cultivars Tommy Atkins, Kent and Keitt, as well as in a generic way for the set of these cultivars; and b. compare the specific DRIS standards for each cultivar and the generic standards established for mango plants in the São Francisco Valley region in the semiarid region of Northeast Brazil. The study was carried out on seven commercial farms grown with three mango cultivars (Tommy, Kent and Keitt), located in the São Francisco Valley. To form the database, 66 leaf samples from cultivar Tommy Atkins, 52 samples from cultivar Kent and 38 samples from cultivar Keitt were collected, totaling 156 leaf samples chosen at random from 156 crops. The collections were carried out in the pre-flowering stage, where each sample consisted of four leaves collected in the median portion of the crown and in the four cardinal points of 20 plants chosen at random in each crop. Leaf contents of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo and Cl were determined. The population was divided into two subpopulations: high and low productivity. The limit between the two subpopulations for the cultivars Tommy Atkins, Kent, Keitt and for the group of cultivars was 34, 33, 45 and 37 Mg ha⁻¹, respectively. DRIS norms were established based on the choice of the nutrient ratio that presented the highest variance ratio between the low and high productivity subpopulations. The DRIS norms and the data of productivity and nutritional contents of the subpopulations of high and low productivity were compared by the t test at 5% probability. The leaf contents of S and micronutrients of plant crops showed greater variability. The nutritional contents in the leaves of the high productivity subpopulation were generally less distorted compared to the low productivity subpopulation. Which led to more data normally distributed. The nutrients P, K, Mg, S, Mn and Zn for the cultivar Tommy Atkins, K for the cultivar Kent, N for the cultivar Keitt and P, K and S for the group of cultivars were higher in the subpopulation of high productivity, thus having a high capacity to promote nutritional imbalances. The use of specific standards for each cultivar was more consistent and may serve as a reference for nutritional diagnoses that may impact the calibration of mango fertilization in the region.

Keywords: *Mangifera indica* L. Northeastern semiarid. Nutritional imbalance. Nutritional diagnosis. Nutritional Standards. Integrated Diagnosis and Recommendation System.

3.1 INTRODUÇÃO

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie frutífera cultivada em regiões tropicais e subtropicais e que apresenta alto potencial nutritivo e econômico (MODESTO et al., 2016). O Brasil é o sexto maior produtor e um dos maiores exportadores (FAO, 2019). A região do Vale do São Francisco foi responsável por 68% da produção de manga brasileira em 2019 (IBGE, 2020).

A região do Vale do São Francisco se destaca devido às características climáticas adequadas para a produção de manga. No entanto, essas condições devem estar associadas a técnicas de cultivo que promovam a máxima rentabilidade, como o manejo nutricional da cultura. Portanto, o conhecimento do estado nutricional da mangueira ao longo do seu cultivo é necessário, a fim de se manejar os nutrientes de forma mais eficiente. Isso pode aprimorar a recomendação das adubações, maximizar a produtividade e reduzir os custos de produção (GOULDING et al., 2008; NJUKENG et al., 2013; SILVA et al., 2020).

O processo de monitoramento do estado nutricional comumente utilizado na cultura da mangueira na região do Vale do São Francisco é realizado pelos métodos do nível crítico (NC) e da faixa de suficiência (FS), devido à facilidade de interpretação dos resultados, e por serem considerados práticos (DIAS et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2019). Os teores nutricionais avaliados por esses métodos são determinados por meio da análise química do tecido foliar e comparados com valores de referência pré-estabelecidos (NC e FS). Com isso, se verifica se determinado nutriente encontra-se em níveis adequados (TEIXEIRA et al., 2015). No entanto, o emprego desses padrões nutricionais, exige uma análise cuidadosa, porque muitas vezes são utilizados valores de referência estabelecidos em condições experimentais controladas, sem considerar variações ambientais, diferentes condições climáticas, tipos de solo, adubação, cultivares, entre outras. Todas essas diferentes condições experimentais influenciam na exigência nutricional das culturas e podem comprometer o diagnóstico nutricional (FAGERIA et al., 2009; DIAS et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2015; BERNARDES et al., 2016).

Padrões nutricionais para a cultura da mangueira foram propostos por Quaggio et al. (1996), Malavolta et al. (1997) e Medeiros et al. (2004). No entanto, esses padrões não especificaram as cultivares e nem levam em consideração o equilíbrio entre os nutrientes, além de serem estabelecidos em condições diferentes das que ocorrem na região do Vale do São Francisco, reduzindo a eficiência do diagnóstico.

Assim, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) surgiu como um método alternativo e promissor na avaliação de distúrbios nutricionais. A abordagem do DRIS é mais robusta, precisa e menos dependente de fatores externos como: tipo de solo, tratos

culturais, órgão amostrado, idade da planta e época de avaliação (BEAUFILS, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987; MOURÃO FILHO, 2004).

O DRIS possibilita avaliar o estado nutricional da cultura fundamentado no equilíbrio nutricional. Esse método compara teores de nutrientes nas folhas com padrões estabelecidos em grupo de plantas de alto rendimento, classificando os nutrientes por ordem de deficiência ou excesso. Isso ocorre mesmo que os nutrientes estejam adequados, segundo os métodos do NC ou FS (BEAUFILS, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987; HUANG et al., 2012; CHACÓN-PARDO, 2013b; BERNARDES et al., 2016; DEVI et al., 2020)

Para implementação do diagnóstico nutricional pelo método DRIS é necessário o desenvolvimento de normas de referência. Essas normas são obtidas a partir de teores de nutrientes nas folhas de plantas pertencentes à população de alto rendimento, partindo do pressuposto que as relações nutricionais discriminam as populações de alta e baixa produtividade (WALWORTH; SUMNER, 1987; BAILEY et al., 1997; NACHTIGALL; DECHEN, 2007; CHACÓN-PARDO et al., 2013b; DEVI et al., 2020).

Apesar do uso do DRIS ser menos dependente de variações de fatores externos (BEAUFILS, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987; MOURÃO FILHO, 2004), trabalhos têm demonstrado a necessidade do estabelecimento de padrões nutricionais mais específicos, sendo necessário o uso de condições edafoclimáticas mais uniformes. Muitos autores relataram que esses padrões nutricionais variam com a cultivar, idade da planta, fase fenológica, época do ano, condições de solo, clima, disponibilidade de água e ocorrência de pragas e doenças (PARTELLI et al., 2007; CARVALHO et al., 2011; DIAS et al., 2013; CARNEIRO et al., 2015; PEREIRA et al., 2015; GOMES et al., 2016; MATOS et al., 2017; LLANDERAL et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019; TEIXEIRA et al., 2019; LIMA NETO et al., 2020). Essas informações vão de encontro a premissa inicial do DRIS, que foi desenvolvido para uso genérico. De acordo com Teixeira et al. (2019), os desequilíbrios nutricionais em culturas perenes podem se acumular nas plantas de acordo com a idade do cultivo. Isso altera a resposta das plantas à adubação. Segundo Souza et al. (2015) a razão entre dois nutrientes com mobilidades diferentes não pode permanecer constante com o tempo de cultivo, porque o teor desses nutrientes varia de forma diferente ao longo do tempo.

Normas DRIS de nutrientes para a cultura da mangueira foram estabelecidas sob condições genéricas no Vale do São Francisco para a cultivar Tommy Atkins (WADT et al., 2007; PINTO et al., 2009) ou para outras cultivares em outras regiões (HUNDAL et al., 2005; RAJ; RAO, 2006; DEVI et al., 2020). Essas normas genéricas, podem não ser adequadas para serem utilizadas em condições específicas e para cultivares diferentes daquelas em que as

normas foram estabelecidas. Isso pode ocasionar diagnósticos nutricionais equivocados, que impactará nas recomendações de adubação. Assim, esse estudo propõe desenvolver normas para cultivares específicas (Tommy Atkins, Kent e Keitt) em condições e genéricas considerando todas essas três cultivares em um mesmo ambiente edafoclimático na região do Vale do São Francisco. Isso poderá contribuir para o uso racional de insumos e para o manejo nutricional mais eficiente, em busca de maiores produtividades.

Além da cultivar Tommy Atkins, as cultivares Kent e Keitt estão sendo muito produzidas na região do Vale do São Francisco, principalmente para atender as demandas de exportação para o mercado europeu (BARBOSA et al., 2016). Isso torna esse estudo ainda mais importante e necessário.

A hipótese desse estudo é que nutrientes com teores nas folhas com elevada variabilidade resulta em normas DRIS mais variáveis. A população de referência estabelecida possui uma menor variação, sendo ideal para geração de padrões nutricionais. As normas de referência geradas para cada cultivar e em condições específicas de cultivo, solo e clima são mais adequadas para a avaliação nutricional da mangueira, fato que subsidiará o manejo da adubação e monitoramento nutricional da cultura.

Assim, os objetivos desse trabalho foram: a. estabelecer padrões nutricionais DRIS específicos para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt, bem como de forma genérica para o conjunto dessas cultivares; e b. comparar as normas DRIS específicas para cada cultivar e as normas genéricas estabelecidas para mangueiras na região do Submédio do Vale do São Francisco no semiárido do Nordeste do Brasil.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em sete fazendas comerciais cultivadas com manga, localizadas no Submédio do Vale do São Francisco (8, 674725 S; 39, 160595 W). O clima, segundo a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BshW⁰, semiárido quente, tipo estepe, com chuvas de verão (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 26,7 °C e a pluviosidade média anual é de 494 mm (CLIMA TEMPO, 2020).

O banco de dados utilizado para gerar as normas DRIS para a cultura da mangueira foi formado dos resultados das análises de folhas e das produtividades de mangueiras irrigadas nas safras 2015/2016 e 2016/2017 da empresa Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), localizada no município de Belém do São Francisco, em Pernambuco, Brasil. Foram coletadas 66 amostras foliares da cultivar Tommy Atkins, 52 amostras da cultivar Kent e 38 amostras da cultivar Keitt, totalizando 156 amostras foliares escolhidas aleatoriamente nos 156 pomares. Os

pomares escolhidos são representativos, para cada cultivar. Cada amostra foi composta por quatro folhas coletadas na porção mediana da copa, no último fluxo vegetativo e nos quatro pontos cardeais (TRANI et al., 1983) de 20 plantas escolhidas aleatoriamente em cada pomar. As coletas foram realizadas no estágio de pré-florescimento, antes da aplicação de nitrato de cálcio e potássio para a quebra de dormência das gemas florais, em plantas de cinco ou mais anos de idade, de porte uniforme e estado sanitário adequado (PINTO et al., 2009; POLITI et al., 2013).

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel contendo informações com a identificação da variedade, época de coleta e lavoura de coleta. Em seguida foram encaminhadas ao laboratório, onde, foram submetidas à limpeza sequencial com água, solução ácida ($\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e água destilada, sendo posteriormente secas em estufa com circulação mecânica de ar e mantidas a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ até apresentarem peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley e tamizadas em peneiras de 1 mm de malha (POLITI et al., 2013). A análise química do tecido vegetal foi realizada de acordo com Malavolta et al. (1997), sendo determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl.

Com as informações de produtividade, a população foi dividida em duas subpopulações: alta e baixa produtividades. Essa divisão ocorreu de acordo com Urano et al. (2007), que recomendaram como população de alta produtividade plantas que apresentassem rendimento médio de frutos $+ 0,5$ do desvio-padrão. Portanto, o limite entre as subpopulações de alta e baixa produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent, Keitt e para o conjunto das cultivares foi de 34, 33, 45 e 37 Mg ha^{-1} , respectivamente.

A subpopulação de alta produtividade foi composta por 36, 25, 29 e 33% do total de amostras para as cultivares Tommy Atkins, Kent, Keitt e para o conjunto das cultivares, respectivamente. Esse percentual está de acordo com o critério estabelecido por Letsch & Sumner (1984). Esses autores recomendaram que a subpopulação de alta produtividade deve ser composta por pelo menos 10% do total de amostras do banco de dados.

Posteriormente foram determinados os valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt) e teste de normalidade Kolmogorov – Smirnov (p-valor) da produtividade e dos teores foliares. Esse procedimento foi realizado para cada cultivar, como também para o conjunto das cultivares.

As normas DRIS foram estabelecidas por meio dos Md, s, s^2 e CV das relações bivariadas obtidas nas formas direta e inversa, entre todos os nutrientes na subpopulação de alta produtividade (PARTELLI et al., 2014). A seleção da razão de nutrientes escolhida como norma

DRIS foi baseada no critério de maior relação de variância entre as subpopulações de baixa e alta produtividade (s^2b/s^2a) (WALWORTH; SUMNER, 1987). Esse critério busca a menor variação possível na subpopulação de alta produtividade.

Nesse estudo se estabeleceu as normas DRIS para cada cultivar e para o conjunto das cultivares, sem especificar a cultivar. Assim, designamos as normas DRIS da cultivar Tommy Atkins de Normas-Tommy; normas DRIS da cultivar Kent de Normas-Kent; normas DRIS da cultivar Keitt de Normas-Keitt; e normas DRIS para o conjunto das cultivares de Normas-Totais.

O teste t de Student a 5% de probabilidade foi aplicado para comparação das médias de produtividade e teores nutricionais entre as subpopulações de alta e baixa produtividade e comparação entre as normas DRIS específicas e genéricas.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores foliares de S e micronutrientes das plantas dos pomares apresentaram maior variabilidade, com destaque para o Fe, Zn e Mo que apresentaram $CV > 50\%$ e $Assim > 1$ para todas as cultivares e para o conjunto das cultivares (Tabela 1). Isso poderá promover uma maior amplitude das faixas de suficiência derivadas do DRIS (PARTELLI et al., 2006), reduzindo a acurácia do diagnóstico. Quando isso ocorre, teores nutricionais de pomares de baixa produtividade podem inadequadamente se posicionar na faixa ótima (URANO et al., 2007; SERRA et al., 2010). Resultados semelhantes foram encontrados por Partelli et al. (2006), Dias et al. (2013) e Saldanha et al. (2015), que trabalhando no desenvolvimento de normas DRIS para café conilon, laranjeira “Pera” e coqueiro, respectivamente verificaram maiores variabilidades, para os micronutrientes, em geral. Tais resultados foram atribuídos a maiores variações nas determinações laboratoriais desses nutrientes ou a grandes interferências que esses nutrientes apresentam em sua dinâmica no sistema solo-planta, o que interfere na sua absorção.

Tabela 1. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s²), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) de teores de nutrientes em folhas e da produtividade (Mg ha⁻¹) de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Variável	Md	Min	Max	s	CV	s ²	Assim	Curt	P-valor
Tommy Atkins									
Produtividade	29,45	11,06	48,23	9,26	31,47	85,88	0,04	2,09	0,73
N (g kg ⁻¹)	17,11	9,82	30,24	3,29	19,24	10,84	0,86	5,60	0,42
P (g kg ⁻¹)	1,87	1,17	3,68	0,45	24,26	0,20	1,17	6,23	0,58
K (g kg ⁻¹)	13,03	8,25	19,50	2,29	17,64	5,28	0,66	3,50	0,37
Ca (g kg ⁻¹)	28,35	17,50	65,00	6,51	22,95	42,36	2,65	16,38	0,11
Mg (g kg ⁻¹)	2,20	0,93	4,80	0,59	26,80	0,34	1,33	7,52	0,39
S (g kg ⁻¹)	1,24	0,05	2,78	0,57	46,71	0,33	0,54	3,18	0,54
B (mg kg ⁻¹)	171,53	55,80	336,64	62,43	36,40	3898,72	0,51	3,20	0,86
Cu (mg kg ⁻¹)	10,64	1,30	30,50	5,08	47,77	25,81	1,59	6,74	0,02
Fe (mg kg ⁻¹)	237,09	57,62	1850,00	265,45	111,96	70463,82	4,41	24,82	0,00
Mn (mg kg ⁻¹)	454,13	106,88	1200,00	277,99	61,21	77280,63	1,02	3,24	0,17
Zn (mg kg ⁻¹)	85,88	24,00	420,00	66,11	76,97	4371,06	2,55	11,88	0,00
Mo (mg kg ⁻¹)	1,65	0,03	5,53	1,29	78,08	1,66	1,23	3,71	0,02
Cl (mg kg ⁻¹)	0,32	0,08	0,69	0,13	39,98	0,02	0,45	2,91	0,14
Kent									
Produtividade	28,81	10,19	51,26	8,72	30,29	76,19	0,07	3,13	0,87
N (g kg ⁻¹)	15,11	8,93	23,33	3,39	22,49	11,55	0,23	2,94	0,39
P (g kg ⁻¹)	1,93	1,34	2,69	0,32	16,79	0,10	0,14	2,30	0,32
K (g kg ⁻¹)	14,46	9,25	21,75	2,70	18,70	7,32	0,33	3,25	0,52
Ca (g kg ⁻¹)	27,73	5,50	42,50	6,31	22,76	39,86	-0,58	4,66	0,93
Mg (g kg ⁻¹)	2,47	1,68	3,33	0,37	15,34	0,14	0,08	2,56	0,99
S (g kg ⁻¹)	1,46	0,12	6,14	0,96	66,34	0,94	2,23	11,73	0,33
B (mg kg ⁻¹)	186,02	45,36	630,76	132,05	70,98	17438,32	1,94	6,52	0,00
Cu (mg kg ⁻¹)	12,01	2,50	36,00	6,12	50,97	37,49	1,66	6,93	0,02
Fe (mg kg ⁻¹)	144,68	15,00	415,00	79,96	55,26	6394,75	1,02	4,34	0,68
Mn (mg kg ⁻¹)	723,35	85,00	2200,00	387,12	53,51	149867,05	1,49	6,55	0,11
Zn (mg kg ⁻¹)	89,49	24,50	390,00	89,00	99,45	7921,82	2,68	9,01	0,00
Mo (mg kg ⁻¹)	2,10	0,03	8,49	2,13	101,49	4,56	1,44	4,13	0,02
Cl (mg kg ⁻¹)	0,30	0,08	1,26	0,18	60,88	0,03	2,90	16,53	0,12
Keitt									
Produtividade	41,06	11,99	64,32	9,55	23,27	91,38	-0,30	4,27	0,98
N (g kg ⁻¹)	16,07	10,72	25,00	3,86	24,02	14,90	0,92	3,10	0,43
P (g kg ⁻¹)	1,91	0,80	3,19	0,47	24,79	0,22	0,30	3,70	0,63
K (g kg ⁻¹)	15,24	9,00	47,50	6,53	42,85	42,65	3,36	16,84	0,05
Ca (g kg ⁻¹)	26,52	17,25	35,25	4,53	17,11	20,60	0,15	2,28	0,97
Mg (g kg ⁻¹)	2,36	1,63	4,48	0,53	22,49	0,28	1,72	7,68	0,46
S (g kg ⁻¹)	1,64	0,14	3,60	0,86	52,99	0,75	0,34	2,84	0,97
B (mg kg ⁻¹)	162,71	49,75	445,62	93,48	57,45	8739,54	1,43	4,46	0,20
Cu (mg kg ⁻¹)	14,80	3,00	30,00	7,07	47,80	50,09	0,65	2,71	0,65

(Continua)

Tabela 1. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s²), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) de teores de nutrientes em folhas e da produtividade (Mg ha⁻¹) de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

	(Conclusão)								
Fe (mg kg ⁻¹)	207,60	42,20	1500,00	244,95	117,99	60005,20	4,18	21,89	0,00
Mn (mg kg ⁻¹)	559,65	173,25	1100,00	203,48	36,35	41404,32	0,71	3,14	0,39
Zn (mg kg ⁻¹)	139,28	32,91	455,00	113,45	81,46	12873,12	1,41	3,79	0,00
Mo (mg kg ⁻¹)	2,08	0,10	8,73	2,09	100,33	4,37	1,28	4,14	0,13
Cl (mg kg ⁻¹)	0,30	0,08	0,70	0,15	51,56	0,02	0,78	3,26	0,42
Conjunto das cultivares									
Produtividade	32,06	10,19	64,32	10,45	32,59	109,22	0,16	2,80	0,98
N (g kg ⁻¹)	16,19	8,93	30,24	3,55	21,97	12,66	0,60	4,00	0,17
P (g kg ⁻¹)	1,90	0,80	3,68	0,41	22,02	0,17	0,71	5,15	0,38
K (g kg ⁻¹)	14,05	8,25	47,50	3,95	28,16	15,65	4,19	34,36	0,00
Ca (g kg ⁻¹)	27,70	5,50	65,00	6,02	21,75	36,32	1,27	11,91	0,36
Mg (g kg ⁻¹)	2,33	0,93	4,80	0,52	22,49	0,27	1,01	6,74	0,28
S (g kg ⁻¹)	1,41	0,05	6,14	0,81	57,41	0,65	1,62	9,59	0,20
B (mg kg ⁻¹)	174,21	45,36	630,76	97,67	56,06	9541,20	2,05	8,86	0,00
Cu (mg kg ⁻¹)	12,11	1,30	36,00	6,15	50,78	37,83	1,36	5,12	0,00
Fe (mg kg ⁻¹)	199,11	15,00	1850,00	218,18	109,57	47602,89	5,06	33,43	0,00
Mn (mg kg ⁻¹)	569,57	85,00	2200,00	324,40	56,95	105236,37	1,49	7,24	0,01
Zn (mg kg ⁻¹)	100,09	24,00	455,00	89,51	89,42	8012,62	2,27	7,65	0,00
Mo (mg kg ⁻¹)	1,90	0,03	8,73	1,80	94,78	3,25	1,56	5,20	0,00
Cl (mg kg ⁻¹)	0,31	0,08	1,26	0,15	49,71	0,02	1,78	11,26	0,01

Os teores nutricionais nas folhas da subpopulação de alta produtividade, para todas as cultivares, assim como para o conjunto das cultivares foram menos distorcidos em comparação a subpopulação de baixa produtividade. 84,6; 61,5; 76,9 e 69,2% dos nutrientes da subpopulação de alta produtividade apresentaram Assim < 1 e/ou CV < 50%, para as cultivares Tommy Atkins, Kent, Keitt e o conjunto das cultivares, respctivamente, o que resultou num maior número de dados normalmente distribuídos (Tabela 2). Esses resultados indicaram que os teores nutricionais da subpopulação de alta produtividade são mais adequados para estabelecimento de normas DRIS. Essa é uma exigência para o estabelecimento de valores padrões (MAIA, 2012; NJUKENG et al., 2013). Quanto menor o CV, menor a amplitude dos teores nutricionais, gerando normas mais confiáveis e melhores estimativas na determinação dos índices DRIS (WALWORTH; SUMNER, 1987; SANTANA et al., 2008). De acordo com Ramakrishna et al. (2009), os dados simétricos contribuem para uma melhor estimativa da influência dos nutrientes na produtividade da cultura.

As subpopulações de alta e baixa produtividade foram diferentes (Tabela 2), mostrando que o limite estabelecido para diferenciar essas subpopulações foram adequados para todas as cultivares, bem como para o conjunto das cultivares. Portanto, isso torna a metodologia utilizada para separar as subpopulações adequada para o estabelecimento de normas DRIS (CHACÓN-PARDO et al., 2013a). Além disso, o grupo de alta produtividade apresentou um menor CV. Isso mostra uma menor amplitude nos dados de produtividade da subpopulação de alta produtividade (Tabela 2).

Os teores dos nutrientes P, K, Mg, S, Mn e Zn para a cultivar Tommy Atkins, K para cultivar Kent, N para cultivar Keitt e P, K e S para o conjunto das cultivares foram diferentes entre as subpopulações de alta e baixa produtividade (Tabela 2). Esses nutrientes apresentaram teores mais elevados na subpopulação de alta produtividade, a exceção do Mg, para a cultivar Tommy Atkins (Tabela 2). Esses nutrientes tendem a apresentar maiores índices DRIS e com isso, possuir uma maior probabilidade de indicar possíveis desequilíbrios nutricionais (ROCHA et al., 2007; SANTANA et al., 2008; SALDANHA et al., 2015). Diferenças encontradas nos teores foliares entre as duas subpopulações torna o estabelecimento das normas DRIS mais confiável, pois esses valores de referência são estabelecidos a partir da subpopulação de alta produtividade (REIS JR.; MONNERAT, 2003; TEIXEIRA et al., 2015; ABEBE ABERA; BEYENE, 2018).

O teor de Mg foi mais elevado na subpopulação de baixa produtividade para cultivar Tommy Atkins (Tabela 2). Esse fato mostra que as práticas de manejo adotadas, para essa cultivar têm provocado excesso desse nutriente. Isso elevou os teores acima dos recomendados para a cultura, refletindo em redução de produtividade (TEIXEIRA et al., 2015). Outra explicação pode estar associada ao maior teor de K na subpopulação de alta produtividade, que pode ter provocado redução de Mg na subpopulação de referência. Esses nutrientes são antagônicos, o K pode induzir a deficiência de Mg nas plantas (SILVA; TREVISAM, 2015; BERNARDES et al., 2016). O fornecimento de K no período de maturação dos ramos, entre as fases de pós-colheita e florescimento, com o objetivo de melhorar a fotossíntese, respiração e translocação de açúcares é comum (MARSCHNER, 2012; CAVALCANTE et al., 2018). Segundo Teixeira et al. (2019) nutrientes que possuem teores mais elevados na subpopulação de baixa produtividade podem ocasionar diagnósticos equivocados, porque a cultura pode apresentar teores nutricionais adequados e desequilibrados simultaneamente.

Baseados nesses resultados, o uso do método DRIS torna-se importante, pois essa abordagem considera que o valor médio da razão entre pares de nutrientes obtidos da população

de alta produtividade estará mais próximo do ótimo fisiológico nesta população (SILVA; CARVALHO, 2006; TEIXEIRA et al., 2019).

Os teores de Ca não apresentaram diferenças entre as duas subpopulações para todas as cultivares e o conjunto delas (Tabela 2). O valor expressivo dos teores de K na subpopulação de alta produtividade pode ter contribuído para os teores de Ca não apresentarem diferença entre as subpopulações (SILVA; TREVIZAM, 2015). Isso evidencia que o desbalanço nutricional pode ter prejudicado a absorção de Ca, nutriente muito importante para a nutrição e qualidade dos frutos das mangueiras.

Tabela 2. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt), teste de normalidade (p-valor) e teste t de Student da produtividade ($Mg\ ha^{-1}$) e de teores de nutrientes em folhas dos grupos de alta ($n = 24, 13, 11$ e 52) e baixa ($n = 42, 39, 27$ e 104) produtividade de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Variável	Md	Min	Max	s	CV	s^2	Assim	Curt	p-valor	Test
População de alta produtividade (PAP) – Mangueira Tommy ($\geq 34\ Mg\ ha^{-1}$)										
Produtividade	39,47	34,18	48,23	3,98	10,10	15,91	0,76	2,70	0,71	*
N ($g\ kg^{-1}$)	16,38	10,52	22,84	2,85	17,41	8,13	0,35	3,18	0,55	ns
P ($g\ kg^{-1}$)	2,03	1,17	3,68	0,60	29,53	0,36	0,79	4,19	0,26	*
K ($g\ kg^{-1}$)	13,53	8,25	19,50	2,84	21,03	8,10	0,19	2,54	0,88	*
Ca ($g\ kg^{-1}$)	29,53	17,50	65,00	8,79	29,78	77,36	2,80	12,28	0,09	ns
Mg ($g\ kg^{-1}$)	1,92	0,93	2,94	0,43	22,85	0,19	-0,08	3,13	0,98	*
S ($g\ kg^{-1}$)	1,44	0,11	2,78	0,67	46,48	0,45	0,09	2,52	0,98	*
B ($mg\ kg^{-1}$)	160,7	55,80	317,47	59,63	37,09	3556,65	0,26	3,50	0,95	ns
Cu ($mg\ kg^{-1}$)	12,21	5,50	30,50	5,94	48,68	35,36	1,73	5,64	0,08	ns
Fe ($mg\ kg^{-1}$)	250,0	82,98	1250,0	252,3	100,9	63694,3	2,96	11,72	0,02	ns
Mn ($mg\ kg^{-1}$)	569,9	224,6	1200,0	266,7	46,80	71181,0	0,82	2,99	0,36	*
Zn ($mg\ kg^{-1}$)	109,4	32,00	420,00	87,30	79,78	7622,80	2,22	8,06	0,23	*
Mo ($mg\ kg^{-1}$)	1,96	0,10	4,89	1,43	73,24	2,06	0,77	2,43	0,24	ns
Cl ($mg\ kg^{-1}$)	0,32	0,17	0,59	0,12	38,57	0,01	0,54	2,26	0,25	ns
População de baixa produtividade (PBP)-Mangueira Tommy ($< 34\ Mg\ ha^{-1}$)										
Produtividade	23,71	11,06	33,37	5,88	24,83	34,67	-0,20	2,11	0,53	
N ($g\ kg^{-1}$)	17,52	9,82	30,24	3,48	19,88	12,13	0,92	5,82	0,91	
P ($g\ kg^{-1}$)	1,78	1,20	2,65	0,32	17,94	0,10	0,25	2,92	0,95	
K ($g\ kg^{-1}$)	12,75	10,00	19,00	1,90	14,90	3,61	0,97	4,50	0,70	
Ca ($g\ kg^{-1}$)	27,68	19,75	37,50	4,74	17,13	22,48	-0,03	2,03	0,84	
Mg ($g\ kg^{-1}$)	2,36	1,40	4,80	0,61	25,86	0,37	1,58	7,51	0,42	
S ($g\ kg^{-1}$)	1,12	0,05	2,50	0,49	43,67	0,24	0,65	3,94	0,86	
B ($mg\ kg^{-1}$)	177,6	74,88	336,64	63,86	35,94	4078,90	0,60	2,91	0,79	
Cu ($mg\ kg^{-1}$)	9,73	1,30	24,86	4,33	44,54	18,81	1,06	5,47	0,51	
Fe ($mg\ kg^{-1}$)	229,6	57,62	1850,0	275,3	119,8	75825,5	5,04	30,02	0,00	

(Continua)

Mn (mg kg ⁻¹)	387,9	106,8	1150,0	265,0	68,31	70236,7	1,39	4,10	0,07	
Zn (mg kg ⁻¹)	72,43	24,00	205,00	46,29	63,92	2143,36	1,31	3,59	0,03	
Mo (mg kg ⁻¹)	1,47	0,03	5,53	1,17	80,03	1,38	1,59	5,29	0,07	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,33	0,08	0,69	0,13	41,16	0,02	0,40	3,12	0,75	
População de alta produtividade (PAP) - Mangueira Kent (≥ 33 Mg ha ⁻¹)										
Produtividade	39,71	33,52	51,26	5,28	13,31	27,95	0,63	2,72	0,95	*
N (g kg ⁻¹)	14,90	8,95	17,28	2,49	16,75	6,24	-1,15	3,41	0,33	ns
P (g kg ⁻¹)	1,87	1,37	2,27	0,30	16,11	0,09	-0,23	1,63	0,71	ns
K (g kg ⁻¹)	15,65	9,75	21,00	2,90	18,53	8,42	-0,30	3,01	0,75	*
Ca (g kg ⁻¹)	26,04	5,50	42,50	9,43	36,21	88,98	-0,31	3,17	0,99	ns
Mg (g kg ⁻¹)	2,53	1,75	3,33	0,47	18,64	0,22	-0,07	2,02	0,98	ns
S (g kg ⁻¹)	1,59	0,12	3,00	0,82	51,51	0,67	-0,34	2,50	0,96	ns
B (mg kg ⁻¹)	214,6	58,53	490,03	127,9	59,61	16371,6	1,10	3,47	0,20	ns
Cu (mg kg ⁻¹)	13,98	8,50	36,00	7,85	56,17	61,70	2,03	5,98	0,04	ns
Fe (mg kg ⁻¹)	148,6	75,14	415,00	90,30	60,74	8155,42	2,13	6,97	0,28	ns
Mn (mg kg ⁻¹)	654,3	85,00	1300,0	283,8	43,37	80570,7	0,36	3,99	0,77	ns
Zn (mg kg ⁻¹)	75,93	34,47	190,00	48,93	64,44	2394,35	1,58	4,11	0,17	ns
Mo (mg kg ⁻¹)	2,00	0,03	8,49	2,71	135,1	7,36	1,55	4,04	0,14	ns
Cl (mg kg ⁻¹)	0,29	0,08	0,42	0,10	34,83	0,01	-0,38	2,61	0,69	ns
População de baixa produtividade (PBP) - Mangueira Kent (< 33 Mg ha ⁻¹)										
Produtividade	25,18	10,19	32,93	6,26	24,88	39,26	-0,88	3,03	0,52	
N (g kg ⁻¹)	15,17	8,93	23,33	3,67	24,22	13,52	0,33	2,63	0,81	
P (g kg ⁻¹)	1,95	1,34	2,69	0,33	17,04	0,11	0,18	2,30	0,65	
K (g kg ⁻¹)	14,06	9,25	21,75	2,55	18,15	6,52	0,53	3,92	0,63	
Ca (g kg ⁻¹)	28,29	17,75	39,00	4,91	17,35	24,11	-0,11	2,46	0,92	
Mg (g kg ⁻¹)	2,45	1,68	3,30	0,34	14,17	0,12	0,06	2,77	0,99	
S (g kg ⁻¹)	1,41	0,12	6,14	1,01	71,99	1,03	2,69	13,13	0,08	
B (mg kg ⁻¹)	176,4	45,36	630,76	133,6	75,72	17861,0	2,25	7,81	0,02	
Cu (mg kg ⁻¹)	11,35	2,50	29,00	5,39	47,47	29,06	0,96	4,46	0,47	
Fe (mg kg ⁻¹)	143,3	15,00	325,00	77,45	54,03	5999,78	0,46	2,61	0,78	
Mn (mg kg ⁻¹)	746,3	90,00	220,00	416,5	55,81	173524,	1,49	5,99	0,12	
Zn (mg kg ⁻¹)	94,01	24,50	390,00	98,95	105,2	9791,91	2,46	7,45	0,00	
Mo (mg kg ⁻¹)	2,13	0,19	7,12	1,96	92,14	3,87	1,32	3,78	0,04	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,30	0,08	1,26	0,20	67,79	0,04	2,77	13,93	0,15	
População de alta produtividade (PAP) - Mangueira Keitt (≥ 45 Mg ha ⁻¹)										
Produtividade	51,50	46,42	64,32	5,63	10,94	31,77	1,23	3,33	0,32	*
N (g kg ⁻¹)	18,08	11,75	25,00	5,24	29,03	27,55	0,30	1,41	0,69	*
P (g kg ⁻¹)	2,05	1,46	2,81	0,43	21,41	0,19	0,57	2,43	0,72	ns
K (g kg ⁻¹)	17,65	10,75	47,50	10,33	58,52	106,78	2,45	7,69	0,17	ns
Ca (g kg ⁻¹)	27,01	20,25	33,75	5,20	19,28	27,12	-0,08	1,42	0,70	ns
Mg (g kg ⁻¹)	2,30	1,63	3,05	0,40	17,50	0,16	0,34	2,50	0,91	ns
S (g kg ⁻¹)	1,87	1,12	3,60	0,68	36,64	0,46	1,49	4,81	0,63	ns
B (mg kg ⁻¹)	124,9	69,19	192,69	44,93	35,96	2019,53	0,31	1,58	0,63	ns
Cu (mg kg ⁻¹)	14,51	3,00	30,00	6,68	46,04	44,65	0,75	4,19	0,80	ns
Fe (mg kg ⁻¹)	128,5	42,20	260,00	55,57	43,23	3089,08	0,90	4,18	0,57	ns
Mn (mg kg ⁻¹)	572,8	340,0	867,30	200,0	34,93	40038,5	0,31	1,47	0,73	ns
Zn (mg kg ⁻¹)	136,6	32,91	455,00	122,3	89,56	14975,4	1,84	5,29	0,14	ns
Mo (mg kg ⁻¹)	1,95	0,28	5,68	1,73	88,87	3,02	0,92	2,79	0,61	ns

(Continua)

Cl (mg kg ⁻¹)	0,29	0,08	0,70	0,15	54,47	0,02	1,37	5,01	0,33	ns
População de baixa produtividade (PBP) - Mangueira Keitt (< 45 Mg ha ⁻¹)										
Produtividade	36,81	11,99	45,45	7,27	19,76	52,92	-1,48	6,02	0,82	
N (g kg ⁻¹)	15,25	10,72	22,48	2,86	18,77	8,20	0,50	2,91	0,96	
P (g kg ⁻¹)	1,85	0,80	3,19	0,48	26,08	0,23	0,32	4,03	0,83	
K (g kg ⁻¹)	14,25	9,00	25,00	4,01	28,19	16,15	1,05	3,55	0,50	
Ca (g kg ⁻¹)	26,32	17,25	35,25	4,33	16,44	18,74	0,25	2,90	0,90	
Mg (g kg ⁻¹)	2,39	1,70	4,48	0,58	24,29	0,33	1,77	7,20	0,67	
S (g kg ⁻¹)	1,55	0,14	3,54	0,92	60,07	0,86	0,32	2,37	0,97	
B (mg kg ⁻¹)	178,0	49,75	445,62	103,9	58,38	10811,3	1,12	3,31	0,26	
Cu (mg kg ⁻¹)	14,92	3,50	29,00	7,35	49,26	54,05	0,61	2,29	0,62	
Fe (mg kg ⁻¹)	239,8	45,00	1500,0	283,6	118,3	80484,1	3,52	15,78	0,00	
Mn (mg kg ⁻¹)	554,3	173,2	1100,0	208,3	37,59	43419,2	0,86	3,70	0,43	
Zn (mg kg ⁻¹)	140,3	41,50	402,75	112,0	79,82	12555,4	1,20	3,05	0,04	
Mo (mg kg ⁻¹)	2,14	0,10	8,73	2,25	105,3	5,08	1,28	4,01	0,31	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,31	0,08	0,69	0,16	51,30	0,02	0,54	2,69	0,66	
População de alta produtividade (PAP) – Conjunto das cultivares (≥ 37 Mg ha ⁻¹)										
Produtividade	43,65	37,30	64,32	5,66	12,98	32,10	1,39	5,33	0,29	*
N (g kg ⁻¹)	16,50	10,52	25,00	3,61	21,91	13,07	0,70	2,91	0,40	ns
P (g kg ⁻¹)	2,04	1,17	3,68	0,49	24,25	0,24	1,01	4,82	0,21	*
K (g kg ⁻¹)	15,31	8,25	47,50	5,69	37,16	32,38	3,60	20,87	0,10	*
Ca (g kg ⁻¹)	27,44	5,50	65,00	7,88	28,72	62,10	1,70	11,91	0,36	ns
Mg (g kg ⁻¹)	2,23	0,93	3,33	0,47	21,03	0,22	-0,09	3,25	0,92	ns
S (g kg ⁻¹)	1,66	0,11	3,60	0,79	48,12	0,63	0,21	3,14	0,87	*
B (mg kg ⁻¹)	166,7	55,80	455,64	94,76	56,82	8981,02	1,44	4,77	0,17	ns
Cu (mg kg ⁻¹)	12,73	3,00	36,00	5,83	45,84	34,06	1,72	7,49	0,33	ns
Fe (mg kg ⁻¹)	156,3	42,20	710,00	101,7	65,05	10349,6	3,53	18,52	0,00	ns
Mn (mg kg ⁻¹)	572,9	85,00	1100,0	214,9	37,51	46214,9	0,47	3,17	0,13	ns
Zn (mg kg ⁻¹)	116,3	32,00	455,00	92,49	79,53	8555,63	2,05	7,07	0,01	ns
Mo (mg kg ⁻¹)	1,86	0,03	8,49	1,82	98,47	3,34	1,46	5,05	0,08	ns
Cl (mg kg ⁻¹)	0,30	0,08	0,70	0,13	45,41	0,02	0,97	4,49	0,19	ns
População de baixa produtividade (PBP) – Conjunto das cultivares (< 37 Mg ha ⁻¹)										
Produtividade	26,27	10,19	36,74	6,84	26,03	46,78	-0,52	2,44	0,34	
N (g kg ⁻¹)	16,03	8,93	30,24	3,53	22,05	12,50	0,55	4,56	0,44	
P (g kg ⁻¹)	1,83	0,80	2,69	0,36	19,61	0,13	-0,11	2,85	0,90	
K (g kg ⁻¹)	13,41	8,92	22,50	2,51	18,72	6,31	0,88	4,46	0,61	
Ca (g kg ⁻¹)	27,83	17,25	42,50	4,88	17,55	23,86	0,21	2,85	0,79	
Mg (g kg ⁻¹)	2,38	1,29	4,80	0,54	22,93	0,29	1,32	7,21	0,42	
S (g kg ⁻¹)	1,28	0,05	6,14	0,79	61,42	0,62	2,50	15,40	0,04	
B (mg kg ⁻¹)	177,9	45,36	630,76	99,34	55,83	9869,19	2,31	10,39	0,00	
Cu (mg kg ⁻¹)	11,80	1,30	30,50	6,30	53,44	39,77	1,25	4,25	0,01	
Fe (mg kg ⁻¹)	220,4	15,00	1850,0	255,2	115,7	65127,7	4,44	25,25	0,00	
Mn (mg kg ⁻¹)	567,8	90,00	2200,0	368,0	64,81	135473,	1,50	6,44	0,06	
Zn (mg kg ⁻¹)	91,99	24,00	402,75	87,30	94,90	7622,72	2,45	8,24	0,00	
Mo (mg kg ⁻¹)	1,93	0,03	8,73	1,80	93,41	3,24	1,62	5,27	0,00	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,32	0,08	1,26	0,16	51,50	0,02	1,95	12,18	0,16	

*Significativo pelo teste t de Student (p<0,05). ns não significativo.

Do total de 156 relações duais entre os nutrientes da subpopulação de alta produtividade, 78 relações foram selecionadas para compor as normas DRIS, tendo como base a relação que apresenta a maior razão de variância entre as subpopulações de baixa e alta produtividade (Tabela 3). O objetivo dessa escolha foi a maior possibilidade dessas relações diferenciarem plantas de alta e baixa produtividade, com uma menor variação da subpopulação de referência (SERRA et al., 2013).

Tabela 3. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), assimetria (Assim), curtose (Curt), teste de normalidade (p-valor), razão de variâncias (s^2b/s^2a) entre as subpopulações de baixa e alta produtividade e seleção (S) das Normas DRIS de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Relação	Md	S	CV	Assim	Curt	p-valor	s^2b/s^2a	S
Normas-Tommy								
N/P	8,822	3,181	36,05	0,41	2,40	0,85	0,86	X
P/N	0,129	0,052	40,66	1,14	3,80	0,42	0,40	
N/K	1,268	0,369	29,15	0,79	3,35	0,59	0,89	X
K/N	0,853	0,250	29,37	0,94	4,22	0,62	0,60	
N/Ca	0,586	0,115	19,64	0,95	5,05	0,39	0,97	X
Ca/N	1,910	0,984	51,52	3,53	16,16	0,01	0,23	
N/Mg	8,984	2,914	32,44	1,85	6,48	0,05	0,57	
Mg/N	0,119	0,028	23,59	1,70	2,50	0,35	2,14	X
N/S	18,139	25,348	139,74	4,12	4,40	0,00	4,06	X
S/N	0,089	0,042	47,39	0,37	2,78	0,35	0,58	
N/B	0,120	0,062	52,10	1,69	5,26	0,09	0,66	
B/N	9,997	3,855	38,56	0,36	3,12	0,80	1,58	X
N/Cu	1,556	0,535	34,44	-0,35	-0,31	0,91	13,76	X
Cu/N	0,766	0,414	54,05	1,78	4,92	0,05	0,45	
N/Fe	0,103	0,060	57,90	0,55	2,71	0,88	13,33	X
Fe/N	17,309	21,042	121,56	2,79	10,05	0,01	0,47	
N/Mn	0,035	0,017	49,36	0,76	2,52	0,35	3,33	X
Mn/N	35,915	19,096	53,17	1,36	4,98	0,22	0,87	
N/Zn	0,216	0,112	51,86	0,56	3,42	0,95	3,47	X
Zn/N	7,314	8,059	110,19	3,12	12,62	0,01	0,13	
N/Mo	23,558	40,731	172,89	2,82	9,42	0,00	2,45	X
Mo/N	0,126	0,102	80,79	1,03	3,19	0,26	0,39	
N/Cl	61,330	29,221	47,64	0,66	2,37	0,44	1,85	X
Cl/N	0,020	0,009	48,61	0,82	2,84	0,84	0,76	
P/K	0,155	0,055	35,64	1,69	6,61	0,30	0,40	
K/P	7,091	2,125	29,97	0,39	2,96	0,86	0,92	X
P/Ca	0,073	0,026	35,87	0,51	2,94	0,94	0,50	X
Ca/P	15,686	6,134	39,10	0,86	2,66	0,10	0,44	

(Continua)

P/Mg	1,118	0,416	37,22	0,58	2,78	0,83	0,22	
Mg/P	1,028	0,416	40,52	1,03	3,37	0,48	0,95	X
P/S	1,397	0,519	37,21	-0,10	2,54	0,87	0,69	X
S/P	0,806	0,528	65,54	1,53	5,32	0,10	0,45	
P/B	0,014	0,006	46,60	1,25	5,25	0,91	0,37	
B/P	85,266	47,825	56,08	2,28	9,33	0,38	0,66	X
P/Cu	0,205	0,124	60,41	1,59	5,83	0,12	2,44	X
Cu/P	6,937	5,241	75,55	2,12	6,89	0,06	0,26	
P/Fe	0,012	0,006	55,51	0,54	2,44	0,76	0,82	
Fe/P	129,001	127,302	98,68	2,93	11,89	0,05	1,97	X
P/Mn	0,004	0,002	54,71	0,88	3,39	0,88	2,58	X
Mn/P	314,316	217,101	69,07	1,73	5,40	0,09	0,47	
P/Zn	0,027	0,019	70,21	1,50	5,47	0,68	1,00	X
Zn/P	56,856	41,878	73,65	1,56	5,27	0,42	0,40	
P/Mo	3,184	6,176	193,95	2,92	9,78	0,00	2,70	X
Mo/P	1,120	1,104	98,56	1,70	4,91	0,15	0,52	
P/Cl	7,153	3,265	45,65	0,52	2,36	0,84	1,87	X
Cl/P	0,175	0,09	53,42	1,50	5,50	0,63	1,01	
K/Ca	0,491	0,171	34,97	0,58	3,02	0,92	0,44	X
Ca/K	2,303	0,869	37,74	1,00	3,73	0,37	0,28	
K/Mg	7,308	2,042	27,95	1,45	4,85	0,54	0,61	
Mg/K	0,145	0,032	22,52	-0,42	2,26	0,81	3,20	X
K/S	14,948	19,593	131,07	3,51	14,82	0,00	2,24	X
S/K	0,108	0,048	44,85	0,11	3,21	0,94	0,55	
K/B	0,099	0,049	50,29	1,27	4,08	0,53	0,45	
B/K	12,335	5,187	42,05	0,34	2,24	0,99	0,86	X
K/Cu	1,328	0,660	49,73	1,47	6,44	0,42	4,89	X
Cu/K	0,965	0,597	61,85	2,15	7,77	0,28	0,36	
K/Fe	0,082	0,047	57,98	0,97	3,75	0,60	0,72	
Fe/K	19,372	20,678	106,74	3,17	13,15	0,01	1,37	X
K/Mn	0,029	0,016	54,90	0,97	3,11	0,37	3,50	X
Mn/K	44,628	25,071	56,17	1,26	4,57	0,70	0,70	
K/Zn	0,188	0,125	66,78	1,08	3,80	0,66	0,86	X
Zn/K	8,710	7,229	82,99	1,67	5,13	0,21	0,29	
K/Mo	8,915	5,311	59,58	0,67	2,49	0,57	2,34	X
Mo/K	0,152	0,115	75,99	0,96	2,96	0,40	0,57	
K/Cl	47,932	20,571	42,91	0,60	2,45	0,66	1,87	X
Cl/K	0,025	0,011	44,10	0,77	2,85	0,82	0,91	
Ca/Mg	16,592	7,553	45,40	1,71	5,79	0,23	0,17	
Mg/Ca	0,070	0,028	40,26	1,49	7,13	0,65	0,75	X
Ca/S	37,464	70,160	187,27	4,35	20,61	0,00	1,44	X
S/Ca	0,052	0,027	51,54	0,54	3,39	0,92	0,36	
Ca/B	0,223	0,138	62,16	1,38	3,58	0,12	0,30	
B/Ca	5,858	2,712	46,30	0,47	3,11	0,80	0,81	X
Ca/Cu	2,757	1,013	36,75	0,20	2,51	0,97	12,46	X
Cu/Ca	0,425	0,198	46,69	1,45	4,56	0,39	0,60	

(Continua)

Ca/Fe	0,170	0,082	48,51	0,52	3,11	0,96	1,50	
Fe/Ca	6,881	3,253	47,28	0,88	2,78	0,33	2,48	X
Ca/Mn	0,061	0,027	44,58	0,81	2,71	0,60	4,85	X
Mn/Ca	19,578	8,241	42,09	0,49	2,11	0,70	1,09	
Ca/Zn	0,376	0,197	52,51	0,48	2,30	0,97	1,33	X
Zn/Ca	3,669	2,364	64,44	1,26	3,67	0,18	0,45	
Ca/Mo	42,686	79,822	186,99	2,92	9,85	0,00	3,63	X
Mo/Ca	0,067	0,047	71,04	0,81	2,56	0,10	0,86	
Ca/Cl	105,010	41,793	39,79	0,49	2,30	0,82	3,22	X
Cl/Ca	0,011	0,004	42,93	0,93	3,10	0,47	1,47	
Mg/S	2,197	3,367	153,31	4,18	19,58	0,00	1,64	X
S/Mg	0,777	0,390	50,17	0,61	3,32	0,27	0,41	
Mg/B	0,014	0,007	54,87	1,54	4,82	0,16	1,46	X
B/Mg	88,149	40,169	45,57	0,98	4,74	0,67	0,82	
Mg/Cu	0,185	0,077	41,80	0,15	1,99	0,85	14,10	X
Cu/Mg	6,818	4,361	63,97	2,54	10,31	0,20	0,25	
Mg/Fe	0,012	0,007	61,68	0,63	2,44	0,49	1,07	
Fe/Mg	142,576	151,804	106,47	2,72	10,37	0,05	1,09	X
Mg/Mn	0,004	0,0024	57,27	0,92	2,93	0,28	3,00	X
Mn/Mg	331,650	239,364	72,17	1,92	6,24	0,10	0,23	
Mg/Zn	0,027	0,017	64,21	0,92	4,00	0,94	2,50	X
Zn/Mg	64,295	59,157	92,00	1,81	5,88	0,01	0,19	
Mg/Mo	1,333	0,890	66,80	0,95	3,46	0,06	3,99	X
Mo/Mg	1,117	0,922	82,62	0,98	2,78	0,12	0,31	
Mg/Cl	7,153	3,670	51,31	1,04	3,90	0,77	1,77	X
Cl/Mg	0,179	0,098	54,64	1,24	4,11	0,49	0,43	
S/B	0,011	0,009	88,39	2,21	7,64	0,14	0,25	
B/S	190,78	291,52	152,80	3,83	17,31	0,00	1,14	X
S/Cu	0,132	0,066	50,29	0,13	2,28	0,69	6,29	X
Cu/S	12,854	15,730	112,38	2,90	10,66	0,00	3,13	
S/Fe	0,009	0,006	68,99	0,28	1,66	0,69	0,42	
Fe/S	270,773	353,351	130,49	2,17	6,77	0,02	1,94	X
S/Mn	0,003	0,002	69,89	1,97	8,22	0,40	1,42	X
Mn/S	628,044	869,555	138,45	3,38	14,24	0,00	0,20	
S/Zn	0,018	0,013	71,83	1,31	5,05	0,72	0,82	
Zn/S	103,856	114,132	109,89	2,64	10,43	0,02	18,54	X
S/Mo	2,720	6,215	228,47	3,01	3,22	0,00	1,13	X
Mo/S	2,327	3,580	153,83	2,91	11,09	0,00	0,30	
S/Cl	5,567	3,667	65,86	0,99	3,69	0,59	1,57	X
Cl/S	0,344	0,473	137,37	3,60	15,82	0,01	1,31	
B/Cu	15,755	9,162	58,15	0,76	2,86	0,72	7,28	X
Cu/B	0,089	0,052	58,70	0,61	2,00	0,23	0,54	
B/Fe	0,976	0,634	64,99	1,19	4,56	0,47	0,87	X
Fe/B	1,969	2,827	143,58	3,64	15,99	0,00	0,39	
B/Mn	0,356	0,230	64,80	0,93	2,93	0,19	2,94	X
Mn/B	4,302	3,071	71,40	1,37	4,51	0,09	0,50	

(Continua)

B/Zn	2,299	2,057	89,48	2,30	9,00	0,20	1,13	X
Zn/B	0,841	0,837	99,60	2,11	6,72	0,08	0,24	
B/Mo	277,98	556,186	200,08	2,98	10,44	0,00	6,16	X
Mo/B	0,017	0,021	121,87	2,02	6,42	0,04	0,28	
B/Cl	581,357	325,710	56,02	0,60	2,30	0,75	1,86	X
Cl/B	0,002	0,001	63,82	1,18	3,62	0,45	0,69	
Cu/Fe	0,071	0,042	60,00	0,56	2,36	0,73	0,72	
Fe/Cu	22,951	21,357	93,05	2,28	8,24	0,03	2,56	X
Cu/Mn	0,026	0,020	78,39	2,94	12,31	0,05	1,27	
Mn/Cu	52,441	26,463	50,46	0,93	3,63	0,27	3,78	X
Cu/Zn	0,148	0,087	58,87	1,37	5,20	0,15	1,42	
Zn/Cu	9,372	5,855	62,47	1,11	3,04	0,08	1,51	X
Cu/Mo	16,918	28,557	168,79	2,60	8,42	0,00	3,29	X
Mo/Cu	0,187	0,158	84,90	1,51	5,13	0,26	0,83	
Cu/Cl	46,035	33,192	72,10	2,42	9,43	0,00	1,64	
Cl/Cu	0,029	0,015	50,90	0,82	3,72	0,71	6,81	X
Fe/Mn	0,493	0,432	87,73	2,34	9,31	0,23	4,31	X
Mn/Fe	3,309	2,083	62,95	0,59	2,20	0,87	0,50	
Fe/Zn	2,666	1,778	66,69	1,48	5,78	0,65	6,49	X
Zn/Fe	0,555	0,351	63,27	0,78	2,35	0,37	2,35	
Fe/Mo	383,833	866,558	225,76	3,32	13,06	0,00	2,19	X
Mo/Fe	0,011	0,008	80,18	0,99	3,07	0,45	0,62	
Fe/Cl	890,323	978,413	109,89	2,97	12,34	0,12	1,39	X
Cl/Fe	0,002	0,0012	61,92	0,71	3,36	0,87	0,92	
Mn/Zn	6,899	4,159	60,28	1,01	3,39	0,53	0,79	
Zn/Mn	0,206	0,130	63,21	1,11	3,35	0,35	4,64	X
Mn/Mo	631,388	1045,102	165,52	3,52	14,94	0,00	0,51	
Mo/Mn	0,003	0,002	62,38	0,78	3,32	0,85	8,29	X
Mn/Cl	2174,314	1565,984	72,02	1,48	4,95	0,36	2,45	X
Cl/Mn	0,0007	0,0005	79,16	1,52	4,54	0,19	2,25	
Zn/Mo	133,263	217,874	163,49	2,72	9,29	0,01	1,02	
Mo/Zn	0,025	0,024	95,12	1,54	5,11	0,36	1,08	X
Zn/Cl	408,587	314,236	76,90	0,99	2,67	0,15	2,50	X
Cl/Zn	0,004	0,003	71,15	0,83	2,58	0,30	1,79	
Mo/Cl	7,152	6,911	96,63	1,54	4,65	0,29	0,28	
Cl/Mo	0,444	0,681	153,54	2,49	6,47	0,01	15,47	X
Normas-Kent								
N/P	8,166	1,792	21,95	-0,75	3,54	0,96	1,76	X
P/N	0,130	0,041	31,64	2,18	7,36	0,32	1,41	
N/K	0,977	0,218	22,39	0,16	2,65	0,87	0,94	X
K/N	1,075	0,259	24,13	0,79	2,84	0,56	0,61	
N/Ca	0,714	0,467	65,52	2,18	7,54	0,32	0,11	
Ca/N	1,607	0,601	37,46	-0,04	2,37	0,87	1,42	X
N/Mg	5,993	1,190	19,87	0,59	2,13	0,69	1,37	X
Mg/N	0,172	0,032	18,50	-0,18	1,74	0,84	1,04	
N/S	20,124	30,478	151,45	2,67	8,86	0,03	0,47	
S/N	0,112	0,079	70,93	1,52	5,86	0,39	0,53	X

(Continua)

N/B	0,100	0,076	75,88	1,59	4,24	0,03	1,06	X
B/N	15,612	12,992	83,21	2,27	7,60	0,04	1,00	
N/Cu	1,277	0,512	40,08	-0,29	1,85	0,93	8,90	X
Cu/N	0,984	0,612	62,20	1,79	5,52	0,21	0,55	
N/Fe	0,125	0,059	47,68	0,29	1,90	0,96	3,82	X
Fe/N	10,339	6,133	59,32	1,40	4,47	0,73	1,02	
N/Mn	0,036	0,047	131,75	3,04	10,57	0,01	0,36	
Mn/N	45,882	22,787	49,66	0,58	3,33	0,62	2,81	X
N/Zn	0,261	0,129	49,63	0,16	2,42	0,93	1,20	
Zn/N	5,753	5,382	93,55	2,15	6,48	0,05	3,22	X
N/Mo	66,452	155,07	233,35	2,78	8,87	0,03	0,03	
Mo/N	0,124	0,196	158,04	1,74	4,47	0,05	0,49	X
N/Cl	59,845	35,508	59,33	2,80	9,63	0,06	1,33	
Cl/N	0,019	0,005	28,25	-1,06	3,93	0,95	7,76	X
P/K	0,126	0,043	34,31	1,27	3,88	0,24	0,61	X
K/P	8,676	2,449	28,23	0,02	2,89	0,81	0,45	
P/Ca	0,087	0,052	60,77	2,41	8,21	0,24	0,11	
Ca/P	13,924	5,062	36,36	-0,12	2,39	0,96	0,46	X
P/Mg	0,763	0,195	25,67	0,75	2,67	0,80	1,08	X
Mg/P	1,386	0,330	23,80	0,13	2,41	0,99	0,92	
P/S	2,759	4,825	174,88	2,88	9,81	0,03	0,33	
S/P	0,861	0,425	49,37	-0,68	2,22	0,53	1,19	X
P/B	0,012	0,008	73,06	1,94	5,88	0,05	0,96	X
B/P	112,917	57,223	50,67	0,64	2,84	0,88	0,90	
P/Cu	0,154	0,044	28,75	-1,16	3,30	0,11	11,52	X
Cu/P	7,464	3,945	52,85	2,26	7,10	0,07	0,53	
P/Fe	0,015	0,006	44,25	0,08	2,32	0,91	12,50	X
Fe/P	84,916	64,526	75,98	2,27	7,44	0,28	0,53	
P/Mn	0,004	0,006	137,93	3,10	10,80	0,00	0,20	
Mn/P	358,090	158,391	44,23	0,50	4,56	0,75	1,54	X
P/Zn	0,032	0,016	51,11	0,56	2,26	0,33	1,18	
Zn/P	41,512	26,482	63,79	1,50	4,35	0,27	2,49	X
P/Mo	8,971	20,618	229,84	2,76	8,83	0,03	0,02	
Mo/P	0,969	1,452	149,94	1,49	3,57	0,08	0,54	X
P/Cl	8,041	6,298	78,33	2,54	8,30	0,04	1,66	
Cl/P	0,159	0,055	34,58	-0,94	3,24	0,38	3,69	X
K/Ca	0,807	0,798	98,92	2,93	10,20	0,03	0,03	
Ca/K	1,555	0,514	33,08	-1,08	4,11	0,46	1,19	X
K/Mg	6,402	1,789	27,94	0,27	1,74	0,89	0,40	
Mg/K	0,168	0,046	27,91	0,25	1,69	0,85	0,57	X
K/S	26,261	47,795	182,00	2,62	8,54	0,00	0,37	
S/K	0,095	0,046	48,70	-0,75	2,88	0,46	1,80	X
K/B	0,104	0,072	69,17	1,20	3,31	0,26	0,90	X
B/K	14,912	12,118	81,26	2,04	6,74	0,20	0,76	
K/Cu	1,323	0,494	37,33	-0,54	1,84	0,72	8,09	X
Cu/K	0,922	0,515	55,84	1,41	3,80	0,37	0,78	

(Continua)

K/Fe	0,127	0,047	37,31	-0,32	2,56	0,77	7,45	X
Fe/K	9,729	6,090	62,60	2,02	6,30	0,12	0,77	
K/Mn	0,036	0,043	117,98	2,92	10,15	0,01	0,29	
Mn/K	44,289	23,631	53,35	0,46	2,32	0,68	1,90	X
K/Zn	0,263	0,103	39,30	-0,69	2,73	0,94	1,42	
Zn/K	5,272	4,731	89,73	2,38	7,52	0,04	2,71	X
K/Mo	56,368	120,652	123,70	2,75	8,76	0,04	0,03	
Mo/K	0,095	0,128	135,09	1,49	3,85	0,11	1,00	X
K/Cl	68,217	59,786	87,64	2,91	10,10	0,03	0,85	
Cl/K	0,019	0,007	38,39	-0,01	3,41	0,95	3,88	X
Ca/Mg	10,914	5,563	50,97	0,63	2,51	0,74	0,28	X
Mg/Ca	0,124	0,094	75,66	2,38	8,15	0,15	0,05	
Ca/S	33,239	60,372	181,62	3,12	10,90	0,00	0,61	
S/Ca	0,064	0,033	51,48	0,44	3,00	0,88	2,15	X
Ca/B	0,158	0,108	68,36	1,24	3,55	0,66	1,08	X
B/Ca	9,156	5,674	61,97	1,05	3,62	0,83	0,57	
Ca/Cu	2,151	0,968	45,87	-0,15	2,28	0,96	4,00	X
Cu/Ca	0,646	0,488	75,58	1,62	4,46	0,08	0,18	
Ca/Fe	0,217	0,117	54,26	0,21	2,64	0,76	7,93	X
Fe/Ca	7,296	6,562	89,94	1,68	4,72	0,15	0,19	
Ca/Mn	0,039	0,013	35,09	-0,62	2,57	0,54	6,59	X
Mn/Ca	29,533	22,062	74,70	2,25	7,78	0,36	0,30	
Ca/Zn	0,398	0,158	39,78	-0,31	2,01	0,96	1,99	
Zn/Ca	3,152	1,968	62,45	1,81	5,62	0,24	2,36	X
Ca/Mo	104,672	214,034	204,48	2,71	8,65	0,04	0,03	
Mo/Ca	0,124	0,284	229,08	2,77	9,31	0,02	0,08	X
Ca/Cl	111,319	90,21	81,04	1,77	5,05	0,10	1,71	X
Cl/Ca	0,014	0,010	75,10	2,14	7,52	0,14	0,83	
Mg/S	3,546	5,456	153,88	2,56	8,33	0,04	0,47	
S/Mg	0,661	0,402	60,85	0,42	3,02	0,89	1,26	X
Mg/B	0,018	0,016	88,91	1,72	4,51	0,07	0,56	
B/Mg	90,620	61,819	68,21	1,41	4,73	0,24	1,09	X
Mg/Cu	0,214	0,076	35,55	-0,43	3,28	0,86	5,39	X
Cu/Mg	5,909	4,592	77,71	2,75	9,41	0,10	0,26	
Mg/Fe	0,021	0,009	45,38	0,31	2,01	0,90	6,66	X
Fe/Mg	59,658	31,838	53,36	1,16	3,77	0,74	1,14	
Mg/Mn	0,006	0,009	150,90	3,10	10,80	0,00	0,32	
Mn/Mg	275,022	147,602	53,66	1,41	4,92	0,38	1,71	X
Mg/Zn	0,044	0,024	55,60	0,50	2,11	0,71	1,02	
Zn/Mg	32,186	23,904	74,26	1,72	5,34	0,59	4,21	X
Mg/Mo	12,509	29,472	235,60	2,76	8,82	0,03	0,01	
Mo/Mg	0,700	1,070	152,88	1,78	4,79	0,14	0,61	X
Mg/Cl	10,482	6,607	63,03	2,31	7,91	0,20	1,29	
Cl/Mg	0,119	0,049	41,90	0,36	2,55	0,70	3,37	X
S/B	0,011	0,011	107,57	1,87	5,37	0,13	0,61	X
B/S	272,850	441,561	161,83	2,85	9,77	0,02	0,45	

(Continua)

S/Cu	0,131	0,078	59,87	-0,06	1,70	0,93	23,42	X
Cu/S	18,299	28,663	156,63	1,65	8,84	0,08	0,10	
S/Fe	0,013	0,007	54,68	-0,51	2,03	0,86	2,55	X
Fe/S	229,540	425,695	185,45	2,76	9,26	0,02	0,61	
S/Mn	0,004	0,007	171,23	2,98	10,34	0,02	0,16	
Mn/S	874,122	1244,231	142,34	2,42	7,89	0,13	0,85	X
S/Zn	0,025	0,016	64,07	0,63	3,49	0,79	1,07	X
Zn/S	99,422	168,717	169,69	2,83	9,65	0,05	0,38	
S/Mo	5,462	9,034	165,38	2,29	7,08	0,00	0,35	X
Mo/S	7,417	19,866	267,84	2,79	9,35	0,00	0,03	
S/Cl	5,920	4,394	74,23	1,44	4,93	0,69	1,89	
Cl/S	0,288	0,249	86,63	1,57	4,47	0,35	6,86	X
B/Cu	18,252	11,155	61,11	0,41	2,26	0,95	3,21	X
Cu/B	0,100	0,112	111,79	2,16	6,67	0,09	0,30	
B/Fe	1,834	1,267	69,09	0,88	3,36	0,95	1,43	X
Fe/B	1,183	1,701	143,85	2,76	9,38	0,04	0,33	
B/Mn	0,370	0,214	57,88	0,88	2,75	0,59	0,48	
Mn/B	3,662	2,144	58,54	1,00	3,21	0,83	3,48	X
B/Zn	3,299	2,122	64,32	1,26	3,95	0,39	0,24	
Zn/B	0,428	0,264	61,68	1,01	3,01	0,32	0,90	X
B/Mo	828,323	1749,432	211,20	2,65	8,40	0,04	0,01	
Mo/B	0,012	0,019	153,94	1,26	2,69	0,03	0,99	X
B/Cl	908,906	838,094	92,20	1,65	4,18	0,15	5,37	
Cl/B	0,002	0,001	65,44	0,88	3,01	0,47	15,00	X
Cu/Fe	0,115	0,071	61,41	1,06	3,82	0,60	5,89	X
Fe/Cu	13,354	11,946	89,46	2,21	7,17	0,14	1,43	
Cu/Mn	0,041	0,077	185,36	3,00	10,35	0,00	0,13	
Mn/Cu	57,731	32,038	55,49	0,70	4,41	0,79	3,40	X
Cu/Zn	0,241	0,181	74,99	1,28	3,46	0,45	0,60	
Zn/Cu	6,324	3,939	62,29	0,75	2,64	0,95	10,34	X
Cu/Mo	61,156	121,531	198,72	2,56	8,08	0,11	0,02	
Mo/Cu	0,149	0,222	149,03	1,40	3,39	0,12	1,16	X
Cu/Cl	57,724	42,323	73,31	1,34	3,78	0,29	1,54	
Cl/Cu	0,025	0,012	50,93	-0,05	1,71	0,94	4,10	X
Fe/Mn	0,341	0,375	110,02	2,03	6,22	0,10	0,26	
Mn/Fe	5,779	4,251	73,57	1,11	3,85	0,68	5,27	X
Fe/Zn	2,385	1,518	63,69	1,63	5,89	0,52	0,78	
Zn/Fe	0,597	0,400	67,04	1,20	3,09	0,14	4,52	X
Fe/Mo	425,828	846,547	198,80	2,69	8,57	0,05	0,02	
Mo/Fe	0,011	0,015	135,32	1,55	3,91	0,18	0,58	X
Fe/Cl	677,925	643,447	94,91	1,69	4,85	0,22	1,72	
Cl/Fe	0,002	0,0016	65,17	0,47	2,04	0,91	5,35	X
Mn/Zn	10,415	6,272	60,21	0,83	2,82	0,77	0,61	
Zn/Mn	0,142	0,109	77,18	1,88	6,09	0,41	0,85	X
Mn/Mo	3488,354	8979,265	257,40	2,81	9,00	0,01	0,007	
Mo/Mn	0,003	0,004	150,33	1,68	4,52	0,14	0,96	X

(Continua)

Mn/Cl	2613,137	1724,963	66,01	1,37	4,43	0,43	9,09	X
Cl/Mn	0,0006	0,0007	112,34	2,84	9,85	0,05	0,78	
Zn/Mo	236,169	382,319	161,88	2,10	6,35	0,19	0,06	
Mo/Zn	0,027	0,041	149,55	1,55	3,83	0,08	0,67	X
Zn/Cl	346,812	343,591	99,07	1,41	3,39	0,06	14,27	X
Cl/Zn	0,005	0,003	61,33	0,49	2,93	0,98	2,57	
Mo/Cl	11,933	29,012	243,11	2,93	10,04	0,02	0,09	X
Cl/Mo	1,359	3,210	236,17	2,80	8,96	0,01	0,02	
Normas-Keitt								
N/P	9,131	2,926	32,04	0,06	2,15	0,94	1,26	X
P/N	0,122	0,047	38,65	1,28	4,12	0,71	0,72	
N/K	1,200	0,479	39,95	0,11	3,56	0,82	0,58	X
K/N	1,098	0,923	84,12	2,60	8,31	0,06	0,10	
N/Ca	0,687	0,217	31,65	0,31	1,82	0,87	0,47	
Ca/N	1,599	0,520	32,55	0,58	2,55	0,98	0,60	X
N/Mg	8,167	3,158	38,67	0,86	2,27	0,34	0,23	
Mg/N	0,137	0,043	31,89	-0,27	1,80	0,87	0,93	X
N/S	10,531	3,980	37,79	0,14	1,73	0,95	44,5	X
S/N	0,110	0,045	41,60	0,65	2,07	0,86	1,85	
N/B	0,164	0,079	48,38	1,06	4,07	0,76	0,71	
B/N	7,521	3,767	50,09	0,98	3,05	0,64	4,39	X
N/Cu	1,822	2,129	116,84	2,70	8,63	0,01	0,29	
Cu/N	0,868	0,437	50,44	0,60	3,42	0,83	1,99	X
N/Fe	0,167	0,082	49,37	0,50	2,40	0,97	0,69	
Fe/N	7,826	5,004	63,94	1,69	5,31	0,59	23,25	X
N/Mn	0,037	0,020	56,26	0,68	1,86	0,67	0,53	
Mn/N	35,180	16,725	47,54	0,01	1,47	0,91	1,28	X
N/Zn	0,218	0,142	65,06	0,15	1,50	0,72	0,66	
Zn/N	9,072	10,247	112,95	1,98	5,85	0,14	0,76	X
N/Mo	27,310	31,731	116,19	0,98	2,26	0,21	2,05	X
Mo/N	0,134	0,137	102,14	1,18	3,60	0,61	1,51	
N/Cl	88,421	76,553	86,57	1,82	5,63	0,39	0,74	X
Cl/N	0,019	0,014	76,93	1,53	4,90	0,79	0,69	
P/K	0,137	0,059	43,39	0,57	3,00	0,91	0,53	
K/P	8,969	5,176	57,71	1,85	5,85	0,28	0,81	X
P/Ca	0,077	0,014	19,37	-0,25	2,71	0,93	2,09	
Ca/P	13,496	3,022	22,39	1,23	4,19	0,73	2,62	X
P/Mg	0,929	0,320	34,50	1,28	4,58	0,57	0,81	
Mg/P	1,180	0,366	31,03	0,56	3,20	0,95	4,05	X
P/S	1,190	0,366	30,82	0,15	3,63	0,82	32,17	X
S/P	0,941	0,408	43,41	2,03	6,52	0,42	1,84	
P/B	0,018	0,005	30,47	0,24	1,74	0,90	2,48	
B/P	61,303	19,345	31,55	0,53	2,31	0,96	10,41	X
P/Cu	0,183	0,138	75,79	2,35	7,45	0,15	0,95	
Cu/P	7,152	3,101	43,36	0,37	3,42	0,87	2,84	X

(Continua)

P/Fe	0,019	0,008	47,13	0,97	2,78	0,66	1,21	
Fe/P	63,874	27,579	43,17	0,75	3,34	0,83	26,80	X
P/Mn	0,004	0,002	44,37	0,66	2,85	0,86	1,44	X
Mn/P	295,794	133,246	45,04	0,58	2,07	0,73	1,34	
P/Zn	0,023	0,012	52,58	0,07	2,18	0,67	0,78	X
Zn/P	67,352	59,224	87,93	1,76	4,96	0,30	0,73	
P/Mo	1,379	0,863	62,63	0,77	3,33	0,32	4,21	X
Mo/P	0,962	0,826	85,93	0,87	2,80	0,87	2,35	
P/Cl	9,742	8,807	90,40	2,40	7,65	0,18	0,77	
Cl/P	0,150	0,083	55,33	0,87	3,41	0,71	1,56	X
K/Ca	0,718	0,568	79,07	2,36	7,47	0,19	0,11	
Ca/K	1,847	0,772	41,82	-0,19	2,16	0,90	0,54	X
K/Mg	7,899	4,909	62,15	2,43	7,75	0,16	0,14	
Mg/K	0,151	0,051	33,91	-0,30	3,13	0,97	1,91	X
K/S	9,624	4,080	42,40	1,93	6,02	0,43	28,54	X
S/K	0,116	0,033	29,06	-0,38	2,74	0,99	4,14	
K/B	0,172	0,146	85,14	1,91	5,60	0,18	0,33	
B/K	8,677	4,746	54,69	0,46	2,49	0,68	3,97	X
K/Cu	1,720	1,935	112,53	2,39	7,37	0,04	0,37	
Cu/K	0,976	0,579	59,32	1,11	4,65	0,74	1,37	X
K/Fe	0,151	0,075	50,07	1,08	3,42	0,51	0,70	
Fe/K	8,013	3,317	41,40	0,01	1,56	0,68	37,72	X
K/Mn	0,034	0,022	64,74	1,35	3,64	0,21	1,26	X
Mn/K	38,032	17,172	45,15	-0,14	1,68	0,69	1,10	
K/Zn	0,182	0,115	63,58	0,97	2,71	0,31	1,52	
Zn/K	7,788	4,991	64,08	1,39	4,77	0,74	2,92	X
K/Mo	21,076	23,067	109,44	1,10	2,49	0,10	2,77	
Mo/K	0,119	0,096	81,11	0,70	2,34	0,85	2,96	X
K/Cl	68,728	34,088	49,59	1,01	2,77	0,65	3,74	
Cl/K	0,017	0,007	40,87	0,05	1,66	0,82	3,95	X
Ca/Mg	11,990	2,956	24,66	1,69	5,52	0,36	0,97	
Mg/Ca	0,087	0,016	19,48	-0,60	3,01	0,85	5,26	X
Ca/S	16,057	5,899	36,73	0,02	2,00	0,99	46,07	X
S/Ca	0,072	0,032	45,44	1,16	3,38	0,68	1,41	
Ca/B	0,239	0,087	36,81	0,72	1,99	0,59	1,45	
B/Ca	4,669	1,428	31,75	-0,16	1,68	0,66	5,84	X
Ca/Cu	2,477	2,00	80,93	2,29	7,20	0,24	0,42	
Cu/Ca	0,547	0,237	43,37	-0,22	2,01	0,97	2,08	X
Ca/Fe	0,250	0,114	45,83	0,74	3,26	0,68	1,45	
Fe/Ca	5,007	2,970	59,32	1,79	5,55	0,23	14,99	X
Ca/Mn	0,054	0,022	42,75	0,08	1,58	0,80	0,73	X
Mn/Ca	22,540	10,606	47,05	0,51	1,70	0,48	0,46	
Ca/Zn	0,304	0,159	52,61	0,25	3,07	0,79	1,39	X
Zn/Ca	5,450	6,006	110,20	2,32	7,14	0,15	0,50	
Ca/Mo	31,906	29,913	93,75	0,90	2,19	0,22	5,55	X
Mo/Ca	0,075	0,077	103,55	1,80	5,63	0,57	1,13	

(Continua)

Ca/Cl	126,181	99,736	79,04	2,11	6,67	0,18	0,66	X
Cl/Ca	0,012	0,008	71,16	1,95	6,38	0,24	0,44	
Mg/S	1,348	0,483	35,89	0,95	3,17	0,86	53,91	X
S/Mg	0,823	0,265	32,21	0,28	2,48	0,99	2,54	
Mg/B	0,021	0,009	46,66	0,46	1,90	0,64	1,51	
B/Mg	57,656	27,782	48,18	0,77	2,95	0,86	3,49	X
Mg/Cu	0,225	0,230	102,17	2,55	8,07	0,16	0,36	
Cu/Mg	6,517	2,834	43,48	-0,32	2,45	0,99	1,99	X
Mg/Fe	0,021	0,011	52,25	1,20	4,00	0,90	0,90	
Fe/Mg	57,786	28,214	48,82	0,89	3,31	0,93	14,57	X
Mg/Mn	0,004	0,002	41,25	0,52	2,10	0,95	2,88	X
Mn/Mg	257,905	102,975	39,92	0,28	1,58	0,85	1,41	
Mg/Zn	0,026	0,016	61,64	0,84	3,30	0,82	1,21	X
Zn/Mg	61,011	56,629	92,81	1,93	5,68	0,19	0,98	
Mg/Mo	2,768	2,721	98,32	0,95	2,14	0,10	4,08	X
Mo/Mg	0,845	0,759	89,85	1,23	3,78	0,40	1,95	
Mg/Cl	9,823	4,922	50,11	0,93	3,06	0,24	2,14	X
Cl/Mg	0,128	0,073	57,37	1,74	5,82	0,45	1,07	
S/B	0,018	0,013	71,57	1,92	5,89	0,46	0,94	
B/S	75,241	35,678	47,41	0,24	2,20	0,99	46,07	X
S/Cu	0,215	0,328	152,72	2,78	8,90	0,01	0,12	
Cu/S	8,776	4,484	51,09	0,63	4,10	0,91	69,18	X
S/Fe	0,017	0,009	54,76	0,93	2,40	0,10	0,97	
Fe/S	73,150	29,867	40,82	-0,42	1,58	0,26	92,53	X
S/Mn	0,0038	0,002	66,43	1,78	5,70	0,37	1,78	
Mn/S	348,893	180,972	51,87	0,61	2,48	0,84	17,93	X
S/Zn	0,021	0,015	72,39	1,36	4,33	0,76	1,04	
Zn/S	74,601	55,418	74,28	1,24	3,42	0,42	2,98	X
S/Mo	2,597	3,250	125,16	1,43	3,56	0,11	2,04	
Mo/S	1,119	0,874	78,15	0,37	1,74	0,92	9,37	X
S/Cl	8,353	5,983	71,63	1,26	3,23	0,52	2,35	
Cl/S	0,170	0,090	53,13	0,21	1,79	0,88	69,54	X
B/Cu	10,672	6,037	56,56	0,69	2,60	0,78	3,88	X
Cu/B	0,130	0,087	67,07	1,51	4,78	0,76	0,60	
B/Fe	1,241	0,910	73,34	1,33	3,86	0,64	2,38	
Fe/B	1,216	0,792	65,12	1,06	3,64	0,97	50,49	X
B/Mn	0,242	0,127	52,54	1,28	3,79	0,34	2,34	X
Mn/B	5,053	2,189	43,35	0,47	2,78	0,97	1,51	
B/Zn	1,484	1,150	77,55	1,37	4,52	0,81	1,83	X
Zn/B	1,287	1,428	110,98	2,31	7,29	0,03	0,80	
B/Mo	149,531	151,227	101,13	1,31	3,70	0,58	4,95	X
Mo/B	0,018	0,020	110,17	1,53	4,22	0,31	1,39	
B/Cl	621,720	637,394	102,52	2,23	6,88	0,09	0,92	X
Cl/B	0,003	0,002	74,69	1,64	5,39	0,71	0,69	
Cu/Fe	0,129	0,075	57,87	0,67	2,62	0,79	0,93	
Fe/Cu	11,147	8,370	75,09	1,78	5,59	0,65	3,52	X

(Continua)

Cu/Mn	0,028	0,017	61,11	1,05	3,22	0,73	1,02	X
Mn/Cu	49,067	28,657	58,40	0,95	3,27	0,91	0,98	
Cu/Zn	0,158	0,106	67,22	0,51	2,24	0,97	1,14	X
Zn/Cu	11,078	9,358	84,47	0,96	2,28	0,23	0,95	
Cu/Mo	17,000	20,936	123,15	1,64	4,07	0,09	2,25	
Mo/Cu	0,144	0,115	80,06	0,87	2,62	0,70	2,59	X
Cu/Cl	60,869	43,975	72,24	1,63	5,20	0,71	2,12	X
Cl/Cu	0,024	0,015	62,61	0,94	3,05	0,78	0,95	
Fe/Mn	0,248	0,118	47,95	0,31	2,52	0,97	23,85	X
Mn/Fe	5,590	4,623	82,70	2,31	7,32	0,19	0,46	
Fe/Zn	1,197	0,425	35,58	-0,11	2,25	0,88	17,28	X
Zn/Fe	0,971	0,446	45,94	1,11	2,79	0,21	2,65	
Fe/Mo	139,662	130,450	93,40	0,83	2,07	0,34	5,52	X
Mo/Fe	0,015	0,011	71,74	0,07	1,36	0,52	0,81	
Fe/Cl	563,866	429,462	76,16	1,82	5,73	0,36	12,10	X
Cl/Fe	0,003	0,002	73,25	1,66	5,19	0,36	1,68	
Mn/Zn	6,846	6,369	93,03	2,00	6,03	0,11	0,34	
Zn/Mn	0,251	0,209	83,47	1,99	6,40	0,47	0,97	X
Mn/Mo	676,217	703,477	104,03	1,48	4,32	0,66	4,69	X
Mo/Mn	0,0036	0,0032	89,45	0,94	2,75	0,72	1,34	
Mn/Cl	2415,732	1308,894	54,18	0,50	1,84	0,73	1,83	X
Cl/Mn	0,0005	0,0003	56,97	0,98	3,43	0,95	1,00	
Zn/Mo	104,244	74,710	71,66	0,88	2,61	0,77	6,29	X
Mo/Zn	0,015	0,010	68,86	0,71	2,25	0,62	5,70	
Zn/Cl	530,281	441,071	83,17	1,50	4,10	0,38	1,52	
Cl/Zn	0,003	0,002	80,38	1,90	6,26	0,12	1,61	X
Mo/Cl	6,993	5,872	83,97	1,20	3,84	0,92	4,85	
Cl/Mo	0,295	0,276	93,83	1,19	3,06	0,44	6,90	X
Normas-Totais								
N/P	8,535	2,604	30,51	0,44	3,13	0,90	1,37	X
P/N	0,129	0,044	34,66	1,24	4,30	0,14	0,98	
N/K	1,170	0,395	33,76	0,70	3,78	0,36	0,70	X
K/N	0,978	0,491	50,21	3,87	22,69	0,00	0,22	
N/Ca	0,659	0,285	43,33	2,72	14,50	0,02	0,37	
Ca/N	1,753	0,793	45,24	3,35	19,78	0,14	0,65	X
N/Mg	7,739	2,644	34,17	1,91	7,71	0,02	0,60	
Mg/N	0,140	0,037	26,36	-0,08	2,74	0,82	1,23	X
N/S	16,984	24,064	141,69	3,77	16,99	0,00	2,35	X
S/N	0,102	0,049	48,70	0,18	2,48	0,56	1,22	
N/B	0,130	0,074	57,42	0,99	3,43	0,11	0,73	
B/N	10,633	6,494	61,07	1,36	4,71	0,08	2,28	X
N/Cu	1,622	1,247	76,88	3,88	19,52	0,00	1,74	X
Cu/N	0,813	0,437	53,79	1,99	8,33	0,03	1,32	
N/Fe	0,134	0,066	49,96	0,85	3,62	0,32	1,82	
Fe/N	10,461	9,623	91,99	4,29	25,06	0,00	3,40	X

(Continua)

N/Mn	0,035	0,027	75,55	3,95	22,79	0,00	1,76	
Mn/N	36,695	16,871	45,97	0,82	4,18	0,49	3,38	X
N/Zn	0,212	0,119	56,49	0,43	2,34	0,57	2,17	X
Zn/N	7,662	7,547	98,50	2,80	11,44	0,00	1,11	
N/Mo	38,919	81,072	208,30	4,77	28,58	0,00	0,33	
Mo/N	0,124	0,136	109,61	1,71	5,67	0,02	0,88	X
N/Cl	75,206	60,112	79,92	2,34	8,29	0,00	0,41	
Cl/N	0,019	0,011	60,31	1,18	4,73	0,25	1,03	X
P/K	0,144	0,053	36,70	1,13	5,44	0,58	0,46	
K/P	7,910	3,301	41,74	2,08	9,71	0,43	0,70	X
P/Ca	0,080	0,032	40,73	2,70	14,82	0,20	0,31	
Ca/P	14,045	4,888	34,80	1,05	4,42	0,08	0,72	X
P/Mg	0,967	0,368	38,09	1,17	3,87	0,17	0,36	
Mg/P	1,166	0,386	33,12	0,35	2,65	0,99	1,63	X
P/S	2,547	5,155	202,41	4,85	27,63	0,00	0,60	
S/P	0,885	0,522	59,03	0,87	3,66	0,11	0,64	X
P/B	0,015	0,007	48,10	0,83	3,66	0,74	0,93	X
B/P	84,734	52,951	62,49	1,98	7,03	0,03	0,85	
P/Cu	0,198	0,134	67,58	2,34	8,31	0,00	1,44	
Cu/P	6,559	3,107	47,37	1,40	7,09	0,14	1,95	X
P/Fe	0,016	0,008	51,71	1,80	7,81	0,18	4,14	
Fe/P	78,726	45,876	58,27	2,83	14,85	0,07	10,60	X
P/Mn	0,004	0,003	79,50	4,17	24,73	0,01	1,03	
Mn/P	302,794	153,947	50,84	1,29	5,79	0,28	1,62	X
P/Zn	0,026	0,016	62,56	1,43	6,12	0,46	1,15	X
Zn/P	58,373	43,943	75,27	1,83	6,28	0,04	0,84	
P/Mo	4,835	10,652	220,29	5,02	30,68	0,00	0,44	
Mo/P	0,993	1,092	109,98	1,69	5,15	0,04	0,92	X
P/Cl	8,993	7,140	79,40	2,34	7,89	0,00	0,74	
Cl/P	0,152	0,079	51,86	0,72	4,35	0,84	1,65	X
K/Ca	0,644	0,502	78,00	4,02	21,04	0,00	0,06	
Ca/K	1,979	0,817	41,29	0,74	4,29	0,64	0,46	X
K/Mg	7,098	2,860	40,29	2,99	15,95	0,11	0,27	
Mg/K	0,156	0,047	30,33	0,56	3,61	0,27	1,25	X
K/S	16,683	27,860	166,99	4,28	22,69	0,00	0,98	
S/K	0,113	0,053	47,05	0,22	3,63	0,59	1,07	X
K/B	0,124	0,095	76,54	2,40	10,33	0,04	0,35	
B/K	12,019	7,756	64,53	1,50	5,38	0,09	1,18	X
K/Cu	1,501	1,193	79,51	3,28	14,84	0,00	1,24	
Cu/K	0,899	0,440	49,03	1,14	5,10	0,62	1,63	X
K/Fe	0,120	0,061	51,26	1,23	4,85	0,30	2,18	
Fe/K	10,964	7,500	68,40	3,29	17,81	0,03	7,79	X
K/Mn	0,033	0,029	87,29	3,44	15,69	0,00	0,76	
Mn/K	40,788	18,018	44,17	0,30	2,69	0,97	2,58	X
K/Zn	0,199	0,130	65,76	0,89	3,19	0,21	0,86	
Zn/K	8,329	6,760	81,17	1,54	4,67	0,06	1,00	X

(Continua)

K/Mo	34,096	66,391	194,71	4,24	23,61	0,00	0,54	
Mo/K	0,127	0,116	91,52	0,98	2,91	0,09	1,15	X
K/Cl	65,789	54,200	82,38	2,66	9,75	0,00	0,61	
Cl/K	0,021	0,011	52,75	0,80	4,21	0,62	1,32	X
Ca/Mg	13,138	6,082	46,29	2,32	10,64	0,03	0,34	X
Mg/Ca	0,092	0,054	58,90	4,24	25,83	0,00	0,29	
Ca/S	30,713	57,239	186,36	4,71	25,45	0,00	1,22	X
S/Ca	0,064	0,034	53,16	0,60	2,94	0,36	1,05	
Ca/B	0,211	0,121	57,68	1,15	3,78	0,16	0,65	
B/Ca	6,515	4,084	62,69	1,71	6,60	0,04	0,66	X
Ca/Cu	2,561	1,343	52,44	1,77	7,94	0,29	3,98	X
Cu/Ca	0,504	0,304	60,37	2,36	10,51	0,09	0,70	
Ca/Fe	0,216	0,116	53,84	2,27	11,75	0,03	3,84	
Fe/Ca	6,089	3,989	65,51	2,44	10,38	0,00	7,65	X
Ca/Mn	0,056	0,032	57,57	3,37	18,98	0,06	2,51	X
Mn/Ca	22,525	13,217	58,67	3,46	19,84	0,07	0,75	
Ca/Zn	0,335	0,182	54,33	0,55	2,58	0,48	1,49	X
Zn/Ca	4,408	3,635	82,47	2,78	13,14	0,02	0,67	
Ca/Mo	59,706	117,702	197,13	4,35	24,23	0,00	0,79	X
Mo/Ca	0,083	0,151	182,33	5,13	32,16	0,00	0,21	
Ca/Cl	116,158	77,148	66,41	2,17	7,70	0,00	1,45	X
Cl/Ca	0,011	0,007	64,33	2,43	11,51	0,12	1,00	
Mg/S	2,409	3,676	152,62	3,82	17,50	0,00	1,14	X
S/Mg	0,767	0,385	50,27	0,35	3,15	0,73	0,91	
Mg/B	0,018	0,010	61,82	1,44	5,15	0,04	1,05	
B/Mg	78,424	46,665	59,50	1,26	4,38	0,18	1,21	X
Mg/Cu	0,215	0,141	65,81	3,17	15,00	0,01	2,46	X
Cu/Mg	5,978	3,130	52,36	2,08	10,29	0,28	1,24	
Mg/Fe	0,018	0,009	54,26	1,37	5,95	0,35	3,07	
Fe/Mg	76,969	64,606	83,93	3,62	19,57	0,00	4,26	X
Mg/Mn	0,005	0,005	106,54	5,26	32,89	0,00	0,81	
Mn/Mg	275,416	154,027	55,92	2,85	15,43	0,19	1,40	X
Mg/Zn	0,029	0,019	65,88	1,15	4,00	0,27	1,51	X
Zn/Mg	56,266	50,258	89,32	2,18	7,87	0,00	0,81	
Mg/Mo	5,700	14,595	256,05	5,71	37,38	0,00	0,28	
Mo/Mg	0,879	0,870	98,98	1,29	3,80	0,02	0,92	X
Mg/Cl	9,649	6,386	66,18	2,03	7,38	0,01	0,89	X
Cl/Mg	0,141	0,088	63,04	1,55	5,71	0,06	0,73	
S/B	0,014	0,012	91,06	1,51	4,32	0,01	0,32	
B/S	185,094	304,189	164,34	3,96	18,77	0,00	0,91	X
S/Cu	0,162	0,171	105,37	4,50	27,21	0,00	2,25	X
Cu/S	12,762	17,870	140,03	3,88	19,13	0,00	2,19	
S/Fe	0,013	0,008	63,96	0,85	3,81	0,34	0,97	
Fe/S	176,343	298,578	169,31	3,65	16,20	0,00	1,86	X
S/Mn	0,004	0,004	118,56	4,07	21,68	0,00	0,37	
Mn/S	604,588	870,749	144,02	3,60	16,02	0,00	0,96	X

(Continua)

S/Zn	0,021	0,016	78,49	1,16	3,94	0,31	0,71	
Zn/S	104,490	121,294	116,08	2,74	11,48	0,00	6,95	X
S/Mo	3,451	6,080	176,18	3,12	12,69	0,00	0,93	X
Mo/S	3,212	10,445	325,20	5,70	36,62	0,00	0,07	
S/Cl	7,225	7,165	99,17	3,20	15,84	0,00	0,52	
Cl/S	0,274	0,355	129,67	4,33	24,88	0,00	3,24	X
B/Cu	15,801	11,006	69,65	1,18	3,78	0,14	3,49	X
Cu/B	0,101	0,078	77,23	2,05	8,39	0,15	0,54	
B/Fe	1,376	1,232	89,59	2,86	13,36	0,04	0,81	
Fe/B	1,208	0,929	76,90	2,46	11,95	0,25	13,40	X
B/Mn	0,323	0,190	59,08	1,32	4,50	0,10	3,00	X
Mn/B	4,296	2,776	64,62	1,85	6,84	0,07	1,39	
B/Zn	2,149	2,025	94,23	2,28	8,14	0,01	0,74	
Zn/B	0,870	0,850	97,74	3,36	17,10	0,05	0,81	X
B/Mo	375,632	900,864	329,82	5,21	32,04	0,00	1,03	X
Mo/B	0,015	0,019	125,64	1,94	6,30	0,00	0,91	
B/Cl	694,617	537,120	77,32	1,91	6,65	0,02	5,56	X
Cl/B	0,002	0,001	72,17	1,59	6,04	0,06	3,55	
Cu/Fe	0,103	0,069	67,72	1,63	5,90	0,14	2,77	
Fe/Cu	14,803	11,214	75,75	2,07	7,50	0,02	5,52	X
Cu/Mn	0,029	0,040	137,10	5,63	37,13	0,00	0,39	
Mn/Cu	53,381	27,407	51,34	0,73	3,31	0,17	3,75	X
Cu/Zn	0,158	0,119	75,65	2,13	8,82	0,13	1,05	
Zn/Cu	10,316	8,184	79,33	1,88	7,14	0,00	1,30	X
Cu/Mo	29,796	63,126	211,86	4,85	29,55	0,00	0,34	
Mo/Cu	0,168	0,168	100,21	1,40	4,39	0,12	1,31	X
Cu/Cl	53,191	38,822	72,98	2,19	7,85	0,02	1,85	
Cl/Cu	0,025	0,013	52,85	0,51	2,86	0,43	5,29	X
Fe/Mn	0,319	0,234	73,48	2,41	10,69	0,06	9,01	X
Mn/Fe	4,648	3,326	71,58	2,41	10,31	0,22	4,09	
Fe/Zn	1,837	1,368	74,47	2,54	12,26	0,17	5,52	X
Zn/Fe	0,830	0,592	71,36	1,75	6,12	0,03	1,23	
Fe/Mo	324,361	686,693	211,70	4,04	19,56	0,00	1,56	X
Mo/Fe	0,013	0,011	89,06	1,00	3,11	0,12	0,67	
Fe/Cl	636,531	473,220	74,34	1,73	5,83	0,02	6,80	X
Cl/Fe	0,002	0,002	85,01	3,08	15,68	0,03	1,59	
Mn/Zn	7,172	5,072	70,72	1,52	5,57	0,22	0,88	
Zn/Mn	0,226	0,178	78,61	1,70	5,78	0,03	1,39	X
Mn/Mo	1465,736	4378,630	298,73	6,03	40,23	0,00	0,003	
Mo/Mn	0,003	0,003	94,76	1,59	5,59	0,12	2,70	X
Mn/Cl	2374,113	1408,407	59,32	1,31	4,47	0,09	7,18	X
Cl/Mn	0,0005	0,0004	76,93	3,11	16,37	0,05	3,20	
Zn/Mo	175,015	244,791	139,86	2,80	11,38	0,00	0,49	
Mo/Zn	0,021	0,027	128,19	2,31	7,88	0,00	1,10	X
Zn/Cl	479,096	393,197	82,07	1,67	5,93	0,00	5,09	X
Cl/Zn	0,003	0,002	75,92	1,27	4,38	0,08	2,71	
Mo/Cl	8,387	15,657	186,67	5,25	33,07	0,00	0,33	
Cl/Mo	0,656	1,617	246,56	5,56	35,67	0,00	1,19	X

Considerando as 78 relações escolhidas, as que apresentaram $CV > 50\%$ e/ou $Assim > 1$, resultando em dados não normais, estão associadas à participação do S e micronutrientes, com exceção da razão Ca/Mg (Tabela 3). Esses resultados se devem possivelmente aos elevados CVs apresentados por esses nutrientes (Tabela 1) (CHACÓN-PARDO et al., 2013b). Razões entre nutrientes que possuem elevados CVs têm pequena influência no estabelecimento dos índices DRIS, uma vez que as funções derivadas desses índices são balanceadas por essa medida de variabilidade. Além disso, os diagnósticos nutricionais podem superestimar desequilíbrios nutricionais para esses nutrientes (WALWORTH; SUMNER, 1987; SANTANA et al., 2008; MATOS et al., 2017).

No entanto, é comum o S e os micronutrientes exibirem CVs elevados nas relações duais. Porém, isso não tem ocasionado diminuição de acurácia no estabelecimento das normas DRIS (SILVA; CARVALHO, 2006; SERRA et al., 2013; POLITI et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2019). Esses resultados podem estar associados a maiores interferências que esses nutrientes apresentam em sua dinâmica no sistema solo-planta. Eles podem ser afetados pelo pH do solo, teor de matéria orgânica, teor de argila, tipo de mineral e processos de oxirredução, que muito interfere na disponibilidade de S, Fe e Mn. Esses fatores influenciam o contato do nutriente com a raiz e interferem na absorção e nos teores nos tecidos da planta (ABREU et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2019). Além disso, fertilizantes contendo S são aplicados na fase de maturação dos ramos, fase que antecede a pré-colheita, o que pode a maior variabilidade (MARSCHNER, 2012; CAVALCANTE et al., 2018).

Alguns autores (SERRA et al., 2012; POLITI et al., 2013) ao compararem diagnósticos nutricionais obtidos de normas com e sem transformação, constataram diagnósticos semelhantes, mostrando que os dois critérios estabelecidos foram eficientes na avaliação do estado nutricional da cultura.

Para as Normas-Tommy, Normas-Kent, Normas-Keitt e Normas-Totais 76, 88, 100 e 55% das relações obedeceram à hipótese de normalidade, respectivamente (Tabela 3). Portanto, optou-se pela não transformação dos dados. A seleção das relações estabelecidas pelo critério de maior razão de variância associada ao menor coeficiente de assimetria foi recomendada por Calheiros et al. (2018). Com isso as normas DRIS foram estabelecidas para avaliação do estado nutricional das cultivares Tommy Atkins, Kent, Keitt e o conjunto das cultivares (Tabela 4).

Tabela 4. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) das Normas DRIS na subpopulação de alta produtividade de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Relação	Md	S	CV	Assim	Curt	P-valor	Relação	Md	S	CV	Assim	Curt	P-valor
Normas-Tommy													
N/P	8,822	3,181	36,05	0,41	2,40	0,85	Ca/Zn	0,376	0,197	52,51	0,48	2,30	0,97
N/K	1,268	0,369	29,15	0,79	3,35	0,59	Ca/Mo	42,686	79,822	186,99	2,92	9,85	0,00
N/Ca	0,586	0,115	19,64	0,95	5,05	0,39	Ca/Cl	105,010	41,793	39,79	0,49	2,30	0,82
Mg/N	0,119	0,028	23,59	1,70	2,50	0,35	Mg/S	2,197	3,367	153,31	4,18	19,58	0,00
N/S	18,139	25,348	139,74	4,12	4,40	0,00	Mg/B	0,014	0,007	54,87	1,54	4,82	0,16
B/N	9,997	3,855	38,56	0,36	3,12	0,80	Mg/Cu	0,185	0,077	41,80	0,15	1,99	0,85
N/Cu	1,556	0,535	34,44	-0,35	-0,31	0,91	Fe/Mg	142,576	151,804	106,47	2,72	10,37	0,05
N/Fe	0,103	0,060	57,90	0,55	2,71	0,88	Mg/Mn	0,004	0,0024	57,27	0,92	2,93	0,28
N/Mn	0,035	0,017	49,36	0,76	2,52	0,35	Mg/Zn	0,027	0,017	64,21	0,92	4,00	0,94
N/Zn	0,216	0,112	51,86	0,56	3,42	0,95	Mg/Mo	1,333	0,890	66,80	0,95	3,46	0,06
N/Mo	23,558	40,731	172,89	2,82	9,42	0,00	Mg/Cl	7,153	3,670	51,31	1,04	3,90	0,77
N/Cl	61,330	29,221	47,64	0,66	2,37	0,44	B/S	190,78	291,52	152,80	3,83	17,31	0,00
K/P	7,091	2,125	29,97	0,39	2,96	0,86	S/Cu	0,132	0,066	50,29	0,13	2,28	0,69
P/Ca	0,073	0,026	35,87	0,51	2,94	0,94	Fe/S	270,773	353,351	130,49	2,17	6,77	0,02
Mg/P	1,028	0,416	40,52	1,03	3,37	0,48	S/Mn	0,003	0,002	69,89	1,97	8,22	0,40
P/S	1,397	0,519	37,21	-0,10	2,54	0,87	Zn/S	103,856	114,132	109,89	2,64	10,43	0,02
B/P	85,266	47,825	56,08	2,28	9,33	0,38	S/Mo	2,720	6,215	228,47	3,01	3,22	0,00
P/Cu	0,205	0,124	60,41	1,59	5,83	0,12	S/Cl	5,567	3,667	65,86	0,99	3,69	0,59
Fe/P	129,001	127,302	98,68	2,93	11,89	0,05	B/Cu	15,755	9,162	58,15	0,76	2,86	0,72
P/Mn	0,004	0,002	54,71	0,88	3,39	0,88	B/Fe	0,976	0,634	64,99	1,19	4,56	0,47
P/Zn	0,027	0,019	70,21	1,50	5,47	0,68	B/Mn	0,356	0,230	64,80	0,93	2,93	0,19
P/Mo	3,184	6,176	193,95	2,92	9,78	0,00	B/Zn	2,299	2,057	89,48	2,30	9,00	0,20
P/Cl	7,153	3,265	45,65	0,52	2,36	0,84	B/Mo	277,98	556,186	200,08	2,98	10,44	0,00
K/Ca	0,491	0,171	34,97	0,58	3,02	0,92	B/Cl	581,357	325,710	56,02	0,60	2,30	0,75
Mg/K	0,145	0,032	22,52	-0,42	2,26	0,81	Fe/Cu	22,951	21,357	93,05	2,28	8,24	0,03

(Continua)

K/S	14,948	19,593	131,07	3,51	14,82	0,00	Mn/Cu	52,441	26,463	50,46	0,93	3,63	0,27
B/K	12,335	5,187	42,05	0,34	2,24	0,99	Zn/Cu	9,372	5,855	62,47	1,11	3,04	0,08
K/Cu	1,328	0,660	49,73	1,47	6,44	0,42	Cu/Mo	16,918	28,557	168,79	2,60	8,42	0,00
Fe/K	19,372	20,678	106,74	3,17	13,15	0,01	Cl/Cu	0,029	0,015	50,90	0,82	3,72	0,71
K/Mn	0,029	0,016	54,90	0,97	3,11	0,37	Fe/Mn	0,493	0,432	87,73	2,34	9,31	0,23
K/Zn	0,188	0,125	66,78	1,08	3,80	0,66	Fe/Zn	2,666	1,778	66,69	1,48	5,78	0,65
K/Mo	8,915	5,311	59,58	0,67	2,49	0,57	Fe/Mo	383,833	866,558	225,76	3,32	13,06	0,00
K/Cl	47,932	20,571	42,91	0,60	2,45	0,66	Fe/Cl	890,323	978,413	109,89	2,97	12,34	0,12
Mg/Ca	0,070	0,028	40,26	1,49	7,13	0,65	Zn/Mn	0,206	0,130	63,21	1,11	3,35	0,35
Ca/S	37,464	70,160	187,27	4,35	20,61	0,00	Mo/Mn	0,003	0,002	62,38	0,78	3,32	0,85
B/Ca	5,858	2,712	46,30	0,47	3,11	0,80	Mn/Cl	2174,314	1565,984	72,02	1,48	4,95	0,36
Ca/Cu	2,757	1,013	36,75	0,20	2,51	0,97	Mo/Zn	0,025	0,024	95,12	1,54	5,11	0,36
Fe/Ca	6,881	3,253	47,28	0,88	2,78	0,33	Zn/Cl	408,587	314,236	76,90	0,99	2,67	0,15
Ca/Mn	0,061	0,027	44,58	0,81	2,71	0,60	Cl/Mo	0,444	0,681	153,54	2,49	6,47	0,01
Normas-Kent													
N/P	8,166	1,792	21,95	-0,75	3,54	0,96	Zn/Ca	3,152	1,968	62,45	1,81	5,62	0,24
N/K	0,977	0,218	22,39	0,16	2,65	0,87	Mo/Ca	0,124	0,284	229,08	2,77	9,31	0,02
Ca/N	1,607	0,601	37,46	-0,04	2,37	0,87	Ca/Cl	111,319	90,21	81,04	1,77	5,05	0,10
N/Mg	5,993	1,190	19,87	0,59	2,13	0,69	S/Mg	0,661	0,402	60,85	0,42	3,02	0,89
S/N	0,112	0,079	70,93	1,52	5,86	0,39	B/Mg	90,620	61,819	68,21	1,41	4,73	0,24
N/B	0,100	0,076	75,88	1,59	4,24	0,03	Mg/Cu	0,214	0,076	35,55	-0,43	3,28	0,86
N/Cu	1,277	0,512	40,08	-0,29	1,85	0,93	Mg/Fe	0,021	0,009	45,38	0,31	2,01	0,90
N/Fe	0,125	0,059	47,68	0,29	1,90	0,96	Mn/Mg	275,022	147,602	53,66	1,41	4,92	0,38
Mn/N	45,882	22,787	49,66	0,58	3,33	0,62	Zn/Mg	32,186	23,904	74,26	1,72	5,34	0,59
Zn/N	5,753	5,382	93,55	2,15	6,48	0,05	Mo/Mg	0,700	1,070	152,88	1,78	4,79	0,14
Mo/N	0,124	0,196	158,04	1,74	4,47	0,05	Cl/Mg	0,119	0,049	41,90	0,36	2,55	0,70
Cl/N	0,019	0,005	28,25	-1,06	3,93	0,95	S/B	0,011	0,011	107,57	1,87	5,37	0,13
P/K	0,126	0,043	34,31	1,27	3,88	0,24	S/Cu	0,131	0,078	59,87	-0,06	1,70	0,93
Ca/P	13,924	5,062	36,36	-0,12	2,39	0,96	S/Fe	0,013	0,007	54,68	-0,51	2,03	0,86
P/Mg	0,763	0,195	25,67	0,75	2,67	0,80	Mn/S	874,122	1244,231	142,34	2,42	7,89	0,13

(Continua)

S/P	0,861	0,425	49,37	-0,68	2,22	0,53	S/Zn	0,025	0,016	64,07	0,63	3,49	0,79
P/B	0,012	0,008	73,06	1,94	5,88	0,05	S/Mo	5,462	9,034	165,38	2,29	7,08	0,00
P/Cu	0,154	0,044	28,75	-1,16	3,30	0,11	Cl/S	0,288	0,249	86,63	1,57	4,47	0,35
P/Fe	0,015	0,006	44,25	0,08	2,32	0,91	B/Cu	18,252	11,155	61,11	0,41	2,26	0,95
Mn/P	358,090	158,391	44,23	0,50	4,56	0,75	B/Fe	1,834	1,267	69,09	0,88	3,36	0,95
Zn/P	41,512	26,482	63,79	1,50	4,35	0,27	Mn/B	3,662	2,144	58,54	1,00	3,21	0,83
Mo/P	0,969	1,452	149,94	1,49	3,57	0,08	Zn/B	0,428	0,264	61,68	1,01	3,01	0,32
Cl/P	0,159	0,055	34,58	-0,94	3,24	0,38	Mo/B	0,012	0,019	153,94	1,26	2,69	0,03
Ca/K	1,555	0,514	33,08	-1,08	4,11	0,46	Cl/B	0,002	0,001	65,44	0,88	3,01	0,47
Mg/K	0,168	0,046	27,91	0,25	1,69	0,85	Cu/Fe	0,115	0,071	61,41	1,06	3,82	0,60
S/K	0,095	0,046	48,70	-0,75	2,88	0,46	Mn/Cu	57,731	32,038	55,49	0,70	4,41	0,79
K/B	0,104	0,072	69,17	1,20	3,31	0,26	Zn/Cu	6,324	3,939	62,29	0,75	2,64	0,95
K/Cu	1,323	0,494	37,33	-0,54	1,84	0,72	Mo/Cu	0,149	0,222	149,03	1,40	3,39	0,12
K/Fe	0,127	0,047	37,31	-0,32	2,56	0,77	Cl/Cu	0,025	0,012	50,93	-0,05	1,71	0,94
Mn/K	44,289	23,631	53,35	0,46	2,32	0,68	Mn/Fe	5,779	4,251	73,57	1,11	3,85	0,68
Zn/K	5,272	4,731	89,73	2,38	7,52	0,04	Zn/Fe	0,597	0,400	67,04	1,20	3,09	0,14
Mo/K	0,095	0,128	135,09	1,49	3,85	0,11	Mo/Fe	0,011	0,015	135,32	1,55	3,91	0,18
Cl/K	0,019	0,007	38,39	-0,01	3,41	0,95	Cl/Fe	0,002	0,0016	65,17	0,47	2,04	0,91
Ca/Mg	10,914	5,563	50,97	0,63	2,51	0,74	Zn/Mn	0,142	0,109	77,18	1,88	6,09	0,41
S/Ca	0,064	0,033	51,48	0,44	3,00	0,88	Mo/Mn	0,003	0,004	150,33	1,68	4,52	0,14
Ca/B	0,158	0,108	68,36	1,24	3,55	0,66	Mn/Cl	2613,137	1724,963	66,01	1,37	4,43	0,43
Ca/Cu	2,151	0,968	45,87	-0,15	2,28	0,96	Mo/Zn	0,027	0,041	149,55	1,55	3,83	0,08
Ca/Fe	0,217	0,117	54,26	0,21	2,64	0,76	Zn/Cl	346,812	343,591	99,07	1,41	3,39	0,06
Ca/Mn	0,039	0,013	35,09	-0,62	2,57	0,54	Mo/Cl	11,933	29,012	243,11	2,93	10,04	0,02
Normas-Keitt													
N/P	9,131	2,926	32,04	0,06	2,15	0,94	Ca/Zn	0,304	0,159	52,61	0,25	3,07	0,79
N/K	1,200	0,479	39,95	0,11	3,56	0,82	Ca/Mo	31,906	29,913	93,75	0,90	2,19	0,22
Ca/N	1,599	0,520	32,55	0,58	2,55	0,98	Ca/Cl	126,181	99,736	79,04	2,11	6,67	0,18
Mg/N	0,137	0,043	31,89	-0,27	1,80	0,87	Mg/S	1,348	0,483	35,89	0,95	3,17	0,86
N/S	10,531	3,980	37,79	0,14	1,73	0,95	B/Mg	57,656	27,782	48,18	0,77	2,95	0,86

(Continua)

B/N	7,521	3,767	50,09	0,98	3,05	0,64	Cu/Mg	6,517	2,834	43,48	-0,32	2,45	0,99
Cu/N	0,868	0,437	50,44	0,60	3,42	0,83	Fe/Mg	57,786	28,214	48,82	0,89	3,31	0,93
Fe/N	7,826	5,004	63,94	1,69	5,31	0,59	Mg/Mn	0,004	0,002	41,25	0,52	2,10	0,95
Mn/N	35,180	16,725	47,54	0,01	1,47	0,91	Mg/Zn	0,026	0,016	61,64	0,84	3,30	0,82
Zn/N	9,072	10,247	112,95	1,98	5,85	0,14	Mg/Mo	2,768	2,721	98,32	0,95	2,14	0,10
N/Mo	27,310	31,731	116,19	0,98	2,26	0,21	Mg/Cl	9,823	4,922	50,11	0,93	3,06	0,24
N/Cl	88,421	76,553	86,57	1,82	5,63	0,39	B/S	75,241	35,678	47,41	0,24	2,20	0,99
K/P	8,969	5,176	57,71	1,85	5,85	0,28	Cu/S	8,776	4,484	51,09	0,63	4,10	0,91
Ca/P	13,496	3,022	22,39	1,23	4,19	0,73	Fe/S	73,150	29,867	40,82	-0,42	1,58	0,26
Mg/P	1,180	0,366	31,03	0,56	3,20	0,95	Mn/S	348,893	180,972	51,87	0,61	2,48	0,84
P/S	1,190	0,366	30,82	0,15	3,63	0,82	Zn/S	74,601	55,418	74,28	1,24	3,42	0,42
B/P	61,303	19,345	31,55	0,53	2,31	0,96	Mo/S	1,119	0,874	78,15	0,37	1,74	0,92
Cu/P	7,152	3,101	43,36	0,37	3,42	0,87	Cl/S	0,170	0,090	53,13	0,21	1,79	0,88
Fe/P	63,874	27,579	43,17	0,75	3,34	0,83	B/Cu	10,672	6,037	56,56	0,69	2,60	0,78
P/Mn	0,004	0,002	44,37	0,66	2,85	0,86	Fe/B	1,216	0,792	65,12	1,06	3,64	0,97
P/Zn	0,023	0,012	52,58	0,07	2,18	0,67	B/Mn	0,242	0,127	52,54	1,28	3,79	0,34
P/Mo	1,379	0,863	62,63	0,77	3,33	0,32	B/Zn	1,484	1,150	77,55	1,37	4,52	0,81
Cl/P	0,150	0,083	55,33	0,87	3,41	0,71	B/Mo	149,531	151,227	101,13	1,31	3,70	0,58
Ca/K	1,847	0,772	41,82	-0,19	2,16	0,90	B/Cl	621,720	637,394	102,52	2,23	6,88	0,09
Mg/K	0,151	0,051	33,91	-0,30	3,13	0,97	Fe/Cu	11,147	8,370	75,09	1,78	5,59	0,65
K/S	9,624	4,080	42,40	1,93	6,02	0,43	Cu/Mn	0,028	0,017	61,11	1,05	3,22	0,73
B/K	8,677	4,746	54,69	0,46	2,49	0,68	Cu/Zn	0,158	0,106	67,22	0,51	2,24	0,97
Cu/K	0,976	0,579	59,32	1,11	4,65	0,74	Mo/Cu	0,144	0,115	80,06	0,87	2,62	0,70
Fe/K	8,013	3,317	41,40	0,01	1,56	0,68	Cu/Cl	60,869	43,975	72,24	1,63	5,20	0,71
K/Mn	0,034	0,022	64,74	1,35	3,64	0,21	Fe/Mn	0,248	0,118	47,95	0,31	2,52	0,97
Zn/K	7,788	4,991	64,08	1,39	4,77	0,74	Fe/Zn	1,197	0,425	35,58	-0,11	2,25	0,88
Mo/K	0,119	0,096	81,11	0,70	2,34	0,85	Fe/Mo	139,662	130,450	93,40	0,83	2,07	0,34
Cl/K	0,017	0,007	40,87	0,05	1,66	0,82	Fe/Cl	563,866	429,462	76,16	1,82	5,73	0,36
Mg/Ca	0,087	0,016	19,48	-0,60	3,01	0,85	Zn/Mn	0,251	0,209	83,47	1,99	6,40	0,47
Ca/S	16,057	5,899	36,73	0,02	2,00	0,99	Mn/Mo	676,217	703,477	104,03	1,48	4,32	0,66

(Continua)

B/Ca	4,669	1,428	31,75	-0,16	1,68	0,66	Mn/Cl	2415,732	1308,894	54,18	0,50	1,84	0,73
Cu/Ca	0,547	0,237	43,37	-0,22	2,01	0,97	Zn/Mo	104,244	74,710	71,66	0,88	2,61	0,77
Fe/Ca	5,007	2,970	59,32	1,79	5,55	0,23	Cl/Zn	0,003	0,002	80,38	1,90	6,26	0,12
Ca/Mn	0,054	0,022	42,75	0,08	1,58	0,80	Cl/Mo	0,295	0,276	93,83	1,19	3,06	0,44
Normas-Totais													
N/P	8,535	2,604	30,51	0,44	3,13	0,90	Ca/Zn	0,335	0,182	54,33	0,55	2,58	0,48
N/K	1,170	0,395	33,76	0,70	3,78	0,36	Ca/Mo	59,706	117,702	197,13	4,35	24,23	0,00
Ca/N	1,753	0,793	45,24	3,35	19,78	0,14	Ca/Cl	116,158	77,148	66,41	2,17	7,70	0,00
Mg/N	0,140	0,037	26,36	-0,08	2,74	0,82	Mg/S	2,409	3,676	152,62	3,82	17,50	0,00
N/S	16,984	24,064	141,69	3,77	16,99	0,00	B/Mg	78,424	46,665	59,50	1,26	4,38	0,18
B/N	10,633	6,494	61,07	1,36	4,71	0,08	Mg/Cu	0,215	0,141	65,81	3,17	15,00	0,01
N/Cu	1,622	1,247	76,88	3,88	19,52	0,00	Fe/Mg	76,969	64,606	83,93	3,62	19,57	0,00
Fe/N	10,461	9,623	91,99	4,29	25,06	0,00	Mn/Mg	275,416	154,027	55,92	2,85	15,43	0,19
Mn/N	36,695	16,871	45,97	0,82	4,18	0,49	Mg/Zn	0,029	0,019	65,88	1,15	4,00	0,27
N/Zn	0,212	0,119	56,49	0,43	2,34	0,57	Mo/Mg	0,879	0,870	98,98	1,29	3,80	0,02
Mo/N	0,124	0,136	109,61	1,71	5,67	0,02	Mg/Cl	9,649	6,386	66,18	2,03	7,38	0,01
Cl/N	0,019	0,011	60,31	1,18	4,73	0,25	B/S	185,094	304,189	164,34	3,96	18,77	0,00
K/P	7,910	3,301	41,74	2,08	9,71	0,43	S/Cu	0,162	0,171	105,37	4,50	27,21	0,00
Ca/P	14,045	4,888	34,80	1,05	4,42	0,08	Fe/S	176,343	298,578	169,31	3,65	16,20	0,00
Mg/P	1,166	0,386	33,12	0,35	2,65	0,99	Mn/S	604,588	870,749	144,02	3,60	16,02	0,00
S/P	0,885	0,522	59,03	0,87	3,66	0,11	Zn/S	104,490	121,294	116,08	2,74	11,48	0,00
P/B	0,015	0,007	48,10	0,83	3,66	0,74	S/Mo	3,451	6,080	176,18	3,12	12,69	0,00
Cu/P	6,559	3,107	47,37	1,40	7,09	0,14	Cl/S	0,274	0,355	129,67	4,33	24,88	0,00
Fe/P	78,726	45,876	58,27	2,83	14,85	0,07	B/Cu	15,801	11,006	69,65	1,18	3,78	0,14
Mn/P	302,794	153,947	50,84	1,29	5,79	0,28	Fe/B	1,208	0,929	76,90	2,46	11,95	0,25
P/Zn	0,026	0,016	62,56	1,43	6,12	0,46	B/Mn	0,323	0,190	59,08	1,32	4,50	0,10
Mo/P	0,993	1,092	109,98	1,69	5,15	0,04	Zn/B	0,870	0,850	97,74	3,36	17,10	0,04
Cl/P	0,152	0,079	51,86	0,72	4,35	0,84	B/Mo	375,632	900,864	329,82	5,21	32,04	0,00
Ca/K	1,979	0,817	41,29	0,74	4,29	0,64	B/Cl	694,617	537,120	77,32	1,91	6,65	0,02
Mg/K	0,156	0,047	30,33	0,56	3,61	0,27	Fe/Cu	14,803	11,214	75,75	2,07	7,50	0,02

(Continua)

Tabela 4. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) das Normas DRIS na subpopulação de alta produtividade de pomares comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e do conjunto dessas cultivares em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

													(Conclusão)
S/K	0,113	0,053	47,05	0,22	3,63	0,59	Mn/Cu	53,381	27,407	51,34	0,73	3,31	0,17
B/K	12,019	7,756	64,53	1,50	5,38	0,09	Zn/Cu	10,316	8,184	79,33	1,88	7,14	0,00
Cu/K	0,899	0,440	49,03	1,14	5,10	0,62	Mo/Cu	0,168	0,168	100,21	1,40	4,39	0,12
Fe/K	10,964	7,500	68,40	3,29	17,81	0,03	Cl/Cu	0,025	0,013	52,85	0,51	2,86	0,43
Mn/K	40,788	18,018	44,17	0,30	2,69	0,97	Fe/Mn	0,319	0,234	73,48	2,41	10,69	0,06
Zn/K	8,329	6,760	81,17	1,54	4,67	0,06	Fe/Zn	1,837	1,368	74,47	2,54	12,26	0,17
Mo/K	0,127	0,116	91,52	0,98	2,91	0,09	Fe/Mo	324,361	686,693	211,70	4,04	19,56	0,00
Cl/K	0,021	0,011	52,75	0,80	4,21	0,62	Fe/Cl	636,531	473,220	74,34	1,73	5,83	0,02
Ca/Mg	13,138	6,082	46,29	2,32	10,64	0,03	Zn/Mn	0,226	0,178	78,61	1,70	5,78	0,03
Ca/S	30,713	57,239	186,36	4,71	25,45	0,00	Mo/Mn	0,003	0,003	94,76	1,59	5,59	0,12
B/Ca	6,515	4,084	62,69	1,71	6,60	0,04	Mn/Cl	2374,113	1408,407	59,32	1,31	4,47	0,09
Ca/Cu	2,561	1,343	52,44	1,77	7,94	0,29	Mo/Zn	0,021	0,027	128,19	2,31	7,88	0,00
Fe/Ca	6,089	3,989	65,51	2,44	10,38	0,00	Zn/Cl	479,096	393,197	82,07	1,67	5,93	0,00
Ca/Mn	0,056	0,032	57,57	3,37	18,98	0,06	Cl/Mo	0,656	1,617	246,56	5,56	35,67	0,00

Na comparação entre as normas DRIS específicas das cultivares e totais 44,87; 38,46; e 26,92% dos valores médios das Normas-Tommy, Normas-Kent e Normas-Keitt diferiram das Normas-Totais, respectivamente ($p < 0,05$) (Tabela 5). Isso indica que as normas DRIS quando é estabelecida considerando o conjunto das cultivares não pode representar as normas DRIS específicas para cada cultivar. De acordo com Gomes et al. (2016) as exigências nutricionais são influenciadas pelo genótipo de cada cultivar. Oliveira et al. (2019), ao compararem valores padrões entre dois clones de cacau, verificaram diferença em 18% das normas DRIS. Os autores indicaram que os padrões nutricionais devem ser estabelecidos de forma específica para os clones de cacau, uma vez que cada cultivar é influenciada por fatores genéticos e ambientais, que interferem nos teores dos nutrientes nas folhas (ALMEIDA et al., 2009; ALEXANDRE et al., 2015).

Esses resultados divergem da premissa inicial do DRIS, em que os padrões nutricionais estabelecidos em populações de alta produtividade transcendem o efeito da cultivar (REIS JR. & MONNERAT, 2002). Segundo Mourão Filho (2004) o uso de normas DRIS genéricas em detrimento de normas específicas só tem relevância, quando são obtidas de um banco de dados resultante de condições muito variáveis, como local, tipo de solo, manejo, material genético, idade, etc. Isso não ocorreu nesse estudo. Portanto, o genótipo influenciou o estabelecimento das normas DRIS, mesmo em condições edafoclimáticas semelhantes.

Os nutrientes K, N, P, Mg, Mn e Fe das Normas-Tommy; Fe, B, N, P, Mg e Zn das Normas-Kent; e Cu, Mn, Zn, Mo e Mg das Normas-Keitt apareceram com maior frequência nas normas específicas que diferiram das normas totais. Isso sugere que o tipo de cultivar influenciou o metabolismo desses nutrientes de forma mais significativa. Com isso, a realização de diagnóstico nutricional sem especificação da cultivar, pode promover resultados inconsistentes para esses nutrientes.

Observou-se um comportamento diferenciado das normas específicas que divergiram das Normas-Totais, onde apenas o Mg se repetiu nas três cultivares. Isso reforça ainda mais a necessidade de se estabelecer Normas DRIS específicas.

Tabela 5. Normas DRIS específicas (média e desvio padrão) para cada cultivar de manga [Tommy Atkins (Normas-Tommy), Kent (Normas-Kent) e Keitt (Normas-Keitt)] comparadas com as Normas genéricas (Normas-Totais) de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Relação	Normas-Tommy	P-valor	Relação	Normas-Kent	P-valor	Relação	Normas-Keitt	P-valor	Relação	Normas-Totais
N/P	8,822 (3,181)	ns	N/P	8,166 (1,792)	ns	N/P	9,131 (2,926)	ns	N/P	8,535 (2,604)
N/K	1,268 (0,369)	ns	N/K	0,977 (0,218)	ns	N/K	1,200 (0,479)	ns	N/K	1,170 (0,395)
N/Ca	0,586 (0,115)	*	Ca/N	1,607 (0,601)	ns	Ca/N	1,599 (0,520)	ns	Ca/N	1,753 (0,793)
Mg/N	0,119 (0,028)	*	N/Mg	5,993 (1,190)	*	Mg/N	0,137 (0,043)	ns	Mg/N	0,140 (0,037)
N/S	18,139 (25,348)	ns	S/N	0,112 (0,079)	*	N/S	10,531 (3,980)	ns	N/S	16,984 (24,064)
B/N	9,997 (3,855)	*	N/B	0,100 (0,076)	*	B/N	7,521 (3,767)	ns	B/N	10,633 (6,494)
N/Cu	1,556 (0,535)	ns	N/Cu	1,277 (0,512)	ns	Cu/N	0,868 (0,437)	ns	N/Cu	1,622 (1,247)
N/Fe	0,103 (0,060)	*	N/Fe	0,125 (0,059)	*	Fe/N	7,826 (5,004)	ns	Fe/N	10,461 (9,623)
N/Mn	0,035 (0,017)	*	Mn/N	45,882	ns	Mn/N	35,180 (16,725)	ns	Mn/N	36,695 (16,871)
N/Zn	0,216 (0,112)	ns	Zn/N	5,753 (5,382)	*	Zn/N	9,072 (10,247)	*	N/Zn	0,212 (0,119)
N/Mo	23,558 (40,731)	*	Mo/N	0,124 (0,196)	ns	N/Mo	27,310 (31,731)	*	Mo/N	0,124 (0,136)
N/Cl	61,330 (29,221)	*	Cl/N	0,019 (0,005)	ns	N/Cl	88,421 (76,553)	*	Cl/N	0,019 (0,011)
K/P	7,091 (2,125)	ns	P/K	0,126 (0,043)	*	K/P	8,969 (5,176)	ns	K/P	7,910 (3,301)
P/Ca	0,073 (0,026)	*	Ca/P	13,924 (5,062)	ns	Ca/P	13,496 (3,022)	ns	Ca/P	14,045 (4,888)
Mg/P	1,028 (0,416)	ns	P/Mg	0,763 (0,195)	*	Mg/P	1,180 (0,366)	ns	Mg/P	1,166 (0,386)
P/S	1,397 (0,519)	*	S/P	0,861 (0,425)	ns	P/S	1,190 (0,366)	ns	S/P	0,885 (0,522)
B/P	85,266 (47,825)	*	P/B	0,012 (0,008)	ns	B/P	61,303 (19,345)	*	P/B	0,015 (0,007)
P/Cu	0,205 (0,124)	*	P/Cu	0,154 (0,044)	*	Cu/P	7,152 (3,101)	ns	Cu/P	6,559 (3,107)
Fe/P	129,001 (127,302)	*	P/Fe	0,015 (0,006)	*	Fe/P	63,874 (27,579)	ns	Fe/P	78,726 (45,876)
P/Mn	0,004 (0,002)	*	Mn/P	358,090	ns	P/Mn	0,004 (0,002)	*	Mn/P	302,794 (153,947)
P/Zn	0,027 (0,019)	ns	Zn/P	41,512	*	P/Zn	0,023 (0,012)	ns	P/Zn	0,026 (0,016)
P/Mo	3,184 (6,176)	*	Mo/P	0,969 (1,452)	ns	P/Mo	1,379 (0,863)	*	Mo/P	0,993 (1,092)
P/Cl	7,153 (3,265)	*	Cl/P	0,159 (0,055)	ns	Cl/P	0,150 (0,083)	ns	Cl/P	0,152 (0,079)
K/Ca	0,491 (0,171)	*	Ca/K	1,555 (0,514)	ns	Ca/K	1,847 (0,772)	ns	Ca/K	1,979 (0,817)
Mg/K	0,145 (0,032)	ns	Mg/K	0,168 (0,046)	ns	Mg/K	0,151 (0,051)	ns	Mg/K	0,156 (0,047)
K/S	14,948 (19,593)	*	S/K	0,095 (0,046)	ns	K/S	9,624 (4,080)	*	S/K	0,113 (0,053)

(Continua)

B/K	12,335 (5,187)	ns	K/B	0,104 (0,072)	*	B/K	8,677 (4,746)	ns	B/K	12,019 (7,756)
K/Cu	1,328 (0,660)	*	K/Cu	1,323 (0,494)	*	Cu/K	0,976 (0,579)	ns	Cu/K	0,899 (0,440)
Fe/K	19,372 (20,678)	*	K/Fe	0,127 (0,047)	*	Fe/K	8,013 (3,317)	ns	Fe/K	10,964 (7,500)
K/Mn	0,029 (0,016)	*	Mn/K	44,289	ns	K/Mn	0,034 (0,022)	*	Mn/K	40,788 (18,018)
K/Zn	0,188 (0,125)	*	Zn/K	5,272 (4,731)	ns	Zn/K	7,788 (4,991)	ns	Zn/K	8,329 (6,760)
K/Mo	8,915 (5,311)	*	Mo/K	0,095 (0,128)	ns	Mo/K	0,119 (0,096)	ns	Mo/K	0,127 (0,116)
K/Cl	47,932 (20,571)	*	Cl/K	0,019 (0,007)	ns	Cl/K	0,017 (0,007)	ns	Cl/K	0,021 (0,011)
Mg/Ca	0,070 (0,028)	*	Ca/Mg	10,914 (5,563)	ns	Mg/Ca	0,087 (0,016)	*	Ca/Mg	13,138 (6,082)
Ca/S	37,464 (70,160)	Ns	S/Ca	0,064 (0,033)	ns	Ca/S	16,057 (5,899)	ns	Ca/S	30,713 (57,239)
B/Ca	5,858 (2,712)	ns	Ca/B	0,158 (0,108)	*	B/Ca	4,669 (1,428)	ns	B/Ca	6,515 (4,084)
Ca/Cu	2,757 (1,013)	ns	Ca/Cu	2,151 (0,968)	ns	Cu/Ca	0,547 (0,237)	*	Ca/Cu	2,561 (1,343)
Fe/Ca	6,881 (3,253)	ns	Ca/Fe	0,217 (0,117)	*	Fe/Ca	5,007 (2,970)	ns	Fe/Ca	6,089 (3,989)
Ca/Mn	0,061 (0,027)	ns	Ca/Mn	0,039 (0,013)	ns	Ca/Mn	0,054 (0,022)	ns	Ca/Mn	0,056 (0,032)
Ca/Zn	0,376 (0,197)	ns	Zn/Ca	3,152 (1,968)	*	Ca/Zn	0,304 (0,159)	ns	Ca/Zn	0,335 (0,182)
Ca/Mo	42,686 (79,822)	ns	Mo/Ca	0,124 (0,284)	ns	Ca/Mo	31,906 (29,913)	ns	Ca/Mo	59,706 (117,702)
Ca/Cl	105,010 (41,793)	ns	Ca/Cl	111,319	ns	Ca/Cl	126,181 (99,736)	ns	Ca/Cl	116,158 (77,148)
Mg/S	2,197 (3,367)	ns	S/Mg	0,661 (0,402)	ns	Mg/S	1,348 (0,483)	ns	Mg/S	2,409 (3,676)
Mg/B	0,014 (0,007)	*	B/Mg	90,620	ns	B/Mg	57,656 (27,782)	ns	B/Mg	78,424 (46,665)
Mg/Cu	0,185 (0,077)	ns	Mg/Cu	0,214 (0,076)	ns	Cu/Mg	6,517 (2,834)	*	Mg/Cu	0,215 (0,141)
Fe/Mg	142,576 (151,804)	*	Mg/Fe	0,021 (0,009)	*	Fe/Mg	57,786 (28,214)	ns	Fe/Mg	76,969 (64,606)
Mg/Mn	0,004 (0,0024)	*	Mn/Mg	275,022	ns	Mg/Mn	0,004 (0,002)	*	Mn/Mg	275,416 (154,027)
Mg/Zn	0,027 (0,017)	ns	Zn/Mg	32,186	*	Mg/Zn	0,026 (0,016)	ns	Mg/Zn	0,029 (0,019)
Mg/Mo	1,333 (0,890)	*	Mo/Mg	0,700 (1,070)	ns	Mg/Mo	2,768 (2,721)	*	Mo/Mg	0,879 (0,870)
Mg/Cl	7,153 (3,670)	ns	Cl/Mg	0,119 (0,049)	*	Mg/Cl	9,823 (4,922)	ns	Mg/Cl	9,649 (6,386)
B/S	190,78 (291,52)	ns	S/B	0,011 (0,011)	*	B/S	75,241 (35,678)	ns	B/S	185,094 (304,189)
S/Cu	0,132 (0,066)	ns	S/Cu	0,131 (0,078)	ns	Cu/S	8,776 (4,484)	*	S/Cu	0,162 (0,171)
Fe/S	270,773 (353,351)	ns	S/Fe	0,013 (0,007)	*	Fe/S	73,150 (29,867)	ns	Fe/S	176,343 (298,578)
S/Mn	0,003 (0,002)	*	Mn/S	874,122	ns	Mn/S	348,893 (180,972)	ns	Mn/S	604,588 (870,749)
Zn/S	103,856 (114,132)	ns	S/Zn	0,025 (0,016)	*	Zn/S	74,601 (55,418)	ns	Zn/S	104,490 (121,294)

(Continua)

Tabela 5. Normas DRIS específicas (média e desvio padrão) para cada cultivar de manga [Tommy Atkins (Normas-Tommy), Kent (Normas-Kent) e Keitt (Normas-Keitt)] comparadas com as Normas genéricas (Normas-Totais) de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

											(Conclusão)
S/Mo	2,720 (6,215)	ns	S/Mo	5,462 (9,034)	ns	Mo/S	1,119 (0,874)	ns	S/Mo	3,451 (6,080)	
S/Cl	5,567 (3,667)	*	Cl/S	0,288 (0,249)	ns	Cl/S	0,170 (0,090)	ns	Cl/S	0,274 (0,355)	
B/Cu	15,755 (9,162)	ns	B/Cu	18,252	ns	B/Cu	10,672 (6,037)	ns	B/Cu	15,801 (11,006)	
B/Fe	0,976 (0,634)	ns	B/Fe	1,834 (1,267)	*	Fe/B	1,216 (0,792)	ns	Fe/B	1,208 (0,929)	
B/Mn	0,356 (0,230)	ns	Mn/B	3,662 (2,144)	*	B/Mn	0,242 (0,127)	ns	B/Mn	0,323 (0,190)	
B/Zn	2,299 (2,057)	*	Zn/B	0,428 (0,264)	ns	B/Zn	1,484 (1,150)	*	Zn/B	0,870 (0,850)	
B/Mo	277,98 (556,186)	ns	Mo/B	0,012 (0,019)	ns	B/Mo	149,531 (151,227)	ns	B/Mo	375,632 (900,864)	
B/Cl	581,357 (325,710)	ns	Cl/B	0,002 (0,001)	*	B/Cl	621,720 (637,394)	ns	B/Cl	694,617 (537,120)	
Fe/Cu	22,951 (21,357)	*	Cu/Fe	0,115 (0,071)	*	Fe/Cu	11,147 (8,370)	ns	Fe/Cu	14,803 (11,214)	
Mn/Cu	52,441 (26,463)	ns	Mn/Cu	57,731	ns	Cu/Mn	0,028 (0,017)	*	Mn/Cu	53,381 (27,407)	
Zn/Cu	9,372 (5,855)	ns	Zn/Cu	6,324 (3,939)	ns	Cu/Zn	0,158 (0,106)	*	Zn/Cu	10,316 (8,184)	
Cu/Mo	16,918 (28,557)	*	Mo/Cu	0,149 (0,222)	ns	Mo/Cu	0,144 (0,115)	ns	Mo/Cu	0,168 (0,168)	
Cl/Cu	0,029 (0,015)	ns	Cl/Cu	0,025 (0,012)	ns	Cu/Cl	60,869 (43,975)	*	Cl/Cu	0,025 (0,013)	
Fe/Mn	0,493 (0,432)	*	Mn/Fe	5,779 (4,251)	*	Fe/Mn	0,248 (0,118)	ns	Fe/Mn	0,319 (0,234)	
Fe/Zn	2,666 (1,778)	*	Zn/Fe	0,597 (0,400)	*	Fe/Zn	1,197 (0,425)	ns	Fe/Zn	1,837 (1,368)	
Fe/Mo	383,833 (866,558)	ns	Mo/Fe	0,011 (0,015)	ns	Fe/Mo	139,662 (130,450)	ns	Fe/Mo	324,361 (686,693)	
Fe/Cl	890,323(978,413)	ns	Cl/Fe	0,002 (0,0016)	*	Fe/Cl	563, 866 (429,462)	ns	Fe/Cl	636,531 (473,220)	
Zn/Mn	0,206 (0,130)	ns	Zn/Mn	0,142 (0,109)	ns	Zn/Mn	0,251 (0,209)	ns	Zn/Mn	0,226 (0,178)	
Mo/Mn	0,003 (0,002)	ns	Mo/Mn	0,003 (0,004)	ns	Mn/Mo	676,217 (703,477)	*	Mo/Mn	0,003 (0,003)	
Mn/Cl	2174,314 (1565,984)	ns	Mn/Cl	2613,137	ns	Mn/Cl	2415,732 (1308,894)	ns	Mn/Cl	2374,113	
Mo/Zn	0,025 (0,024)	ns	Mo/Zn	0,027 (0,041)	ns	Zn/Mo	104,244 (74,710)	*	Mo/Zn	0,021 (0,027)	
Zn/Cl	408,587 (314,236)	ns	Zn/Cl	346,812	ns	Cl/Zn	0,003 (0,002)	*	Zn/Cl	479,096 (393,197)	
Cl/Mo	0,444 (0,681)	Ns	Mo/Cl	11,933	*	Cl/Mo	0,295 (0,276)	ns	Cl/Mo	0,656 (1,617)	

*Significativo pelo teste t de Student ($p < 0,05$); ^{ns} não significativo.

3.4 CONCLUSÕES

Os teores foliares de S e micronutrientes apresentaram uma maior variabilidade e distorção dos dados, resultando em normas DRIS com elevada variabilidade;

Os teores foliares de P, K, Mg, S, Mn e Zn para a cultivar Tommy Atkins; K para a cultivar Kent; N para a cultivar Keitt; e P, K e S para o conjunto das cultivares apresentaram elevada capacidade de promover desequilíbrios nutricionais.

Normas DRIS foram estabelecidas para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt e para o conjunto das cultivares para a região do Submédio do vale do São Francisco.

O uso das normas específicas para cada cultivar é mais recomendável porque foram mais consistentes e poderão servir de referência para diagnósticos nutricionais que podem impactar na calibração da fertilização da manga na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEBE, A.; ABERA, G.; BEYENE, S. Assessment of limiting nutrients for wheat (*Triticum aestivum* L.) growth using Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 49, n. 21, p. 2653-2663, 2018.
- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: SBCS, 2007. cap. 11, p. 645-736.
- ALEXANDRE, R.S.; CHAGAS, K.; MARQUES, H. I. P.; COSTA, P. R.; CARDOSO FILHO, J. Fruit characterization of cocoa clones in the coastal region of São Mateus city, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, N. 8, p.785–90, 2015. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p785-790>
- ALMEIDA, C. M. V. C.; DIAS, L. A. S.; SILVA, A. P. Agronomical characterization of cacao accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 4, p.368-73, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000400006>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- 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**, Dordrech, v.197, n. 1, p.127-135, 1997.
- BARBOSA, L. F. S.; CAVALCANTE, I. H. L.; LIMA, A. M. N. PHYSIOLOGICAL DESORDERS AND FRUIT YIELD OF MANGO CV. PALMER ASSOCIATED TO BORON NUTRITION: BORON FERTILIZING MANAGEMENT. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.38, n.1, p. 1-9, 2016.

BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. South Africa: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BERNARDES, R. F. B.; CARDOSO, A. F.; BERNARDES, M. H. D. ; LANA, R. M. Q. Establishment of DRIS indices and foliar nutrient levels for corn plants fertilized with various nitrogen doses and source materials associated with marine alga *Lithothamnium*. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v.9, n.4, p. 26-33, 2016.

CALHEIROS, L.C.S.; FREIRE, F.J.; MOURA FILHO, G.; OLIVEIRA, E.C.A.; MOURA, A.B.; COSTA, J.V.T.; CRUIZ, F.J.R.; SANTOS, A.S. Different criteria for determining DRIS standards influencing the nutritional diagnosis and potential fertilization response. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 12, n. 6, p. 995-1007, 2018.

CARNEIRO, A.; PEREIRA, O.; CUNHA, M.; QUEIROZ, J. THE DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION INTEGRATED SYSTEM (DRIS) – FIRST APPROACH FOR THE ESTABLISHMENT OF NORMS FOR VINEYARDS IN PORTUGAL. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 30, n. 2, p. 53-59, 2015. <http://dx.doi.org/10.1051/ctv/20153002053>

CARVALHO AJC, FONTES PSF, FREITAS MSM, MONNERAT PH, FONTES AG. Yellow passion fruit plant nutritional diagnosis at different phenological stages by the diagnosis and recommendation integrated system method. **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, n. 4, p. 614-626, 2011. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.538558>

CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, G. N. F.; SILVA, M. A.; MARTINS, R. S.; LIMA, A. M. N.; MODESTO, P. I. R.; ALCOBIA, A. M.; SILVA, T. R. S.; AMARIZ, R. A.; CAVALCANTE, M. Z. B. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 91, p. 281–286, 2018. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2018.091.036>

CHACÓN-PARDO, E.; CAMACHO-TAMAYO, J. H.; ARGUELLO, O. Establishment of DRIS norms for the nutritional diagnosis of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) clone RRIM 600 on the Eastern Plains of Colombia. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.31, n. 2, p. 215-222, 2013a.

CHACÓN-PARDO, E.; CAMACHO-TAMAYO, J. H.; BERNAL, J.H. DRIS NORMS FOR THE RUBBER CLONE FX3864 IN THE EASTERN PLAINS OF COLOMBIA. **Revista U. D. C. A Actualidad & Divulgación Científica**, Bogotá, v. 16, n. 1, p. 113 - 120, 2013b.

CLIMA TEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Belém de São Francisco, PE**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/1605/belemdesaofrancisco-pe>>. Acesso em 20 de dezembro de 2020.

DEVI, J.; BHAT, D.; WALI, V.K.; SHARMA, V.; SHARMA, A.; CHAND, G.; DEY, T. Preliminary the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) Norms for Evaluating the Nutritional Status of Mango. **International Journal of Current Microbiology Applied Sciences**, v.9, n.5, p. 321-327, 2020. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.035>.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; PEREZ, D. V.; SOUZA, F. R.; BERGAMIN, A. C.; DELARMELINDA, E. A. Normal nutrient ranges and

nutritional monitoring of 'Pêra' orange trees based on the CND method in different fruiting stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, n.9, p.776-785, 2017.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; TUCCI, C. A. F.; SANTOS, J. Z. L.; SILVA, S. V. Normas DRIS multivariadas para avaliação do estado nutricional de laranjeira 'Pera' no estado do Amazonas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 251-259, 2013.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; MOREIRA, A.; GUIMARÃES, C. M. Foliar fertilization of crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 1044-1064, 2009. <https://doi.org/10.1080/01904160902872826>

FAOSTAT, 2020. Food. **Agriculture organization of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Acesso em: 01 de nov, 2020.

GOMES, W. R.; RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity of standard leaf nutrients in Coffea canephora genotypes during phenological phases. **Genetics and Molecular Research**, v.15, n. 4, p. 1-13, 2016. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15048839>.

GOULDING K, JARVIS S, WHITMORE A. Optimizing nutrient management for farm systems. **Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences**, London, v. 363, n. 1491, p. 667-680, 2008.

HUANG, H.; HU, C. X.; TAN, Q.; HU, X.; SUN, X.; BI, L. Effects of Fe-EDDHA application on iron chlorosis of citrus trees and comparison of evaluations on nutrient balance with three approaches. **Scientia Horticulturae**, v. 146, n. 1, p. 137-142, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.08.015>

HUNDAL, H. S.; SINGH, D.; BRAR, J. S. Diagnosis and Recommendation Integrated System for monitoring nutrient status of mango trees in sub mountainous area of Punjab, India. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.36, n. 15-16, p. 2085-2099, 2005.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. (2020).

LETZSCH, W. S.; SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.15, n. 9, p. 997-1006, 1984. <https://doi.org/10.1080/00103628409367537>

LIMA NETO, A. J.; LIMA DE DEUS, J. A.; RODRIGUES FILHO, V. A.; NATALE, W.; PARENT, L. E. Nutrient Diagnosis of Fertigated "Prata" and "Cavendish" Banana (*Musa* spp.) at Plot-Scale. **Plants**, Basel, v. 9, n. 1467, p. 1-21, 2020.

LLANDERAL, A.; LAO, M. T.; CONTRERAS, J. I.; SEGURA, M. L. Diagnosis and Recommendation Integrated System Norms and Sufficiency Ranges for Tomato Greenhouse in Mediterranean Climate. **Hortscience**, v. 53, n. 4, p. 479-482, 2018. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12718-17>

MAIA, C. E. Fertilization response likelihood for the interpretation of leaf analyses. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 437-445, 2012.

MALAVOLTA E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A., eds. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. v. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. p.115-230.

MARSCHNERS, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3^a Ed. New York, USA: Academic Press, 2012. 672p.

MATOS, G. S. B.; FERNANDES, A. R.; WADT, P. G. S.; PINA, A. J. A.; FRANZINI, V. I.; RAMOS, H. M. N. The Use of DRIS for Nutritional Diagnosis in Oil Palm in the State of Pará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.41, n.1, p. 1-15, 2017.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; DANTAS, J. A.; GUERRA, A. G. Mineral composition of leaves and fruits of irrigated mango trees in Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 1, n. 645, p.403-410, 2004.

MODESTO, J.H.; LEONEL, S.; SEGANTINI, D.M.; SOUZA, J.M.A.; FERRAZ, R.A. Qualitative attributes of some mango cultivars fruits. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v.10, n.4, p. 565-570, 2016.

MOURÃO FILHO, F.A.A. DRIS: concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.5, p.550-560, 2004.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. DRIS norms for evaluating the nutritional state of apple tree. **Scientia Agrícola**, v. 64, n. 3, p. 282-287, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162007000300011>

NJUKENG, J. N.; EHABE, E. E.; NKENG, G. E.; SCHNUG, E. Preliminary Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) Norms for Hevea brasiliensis Grown in the Humid Forest Zone of Cameroon. **International Journal of Plant & Soil Science**, West Bengal, v.2, n. 2, p. 230-243, 2013

OLIVEIRA, M. G.; PARTELLI, F.L.; CAVALCANTI, A. C.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Soil patterns and foliar standards for two cocoa clones in the States of Espírito Santo and Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.49, n.10, p. 1-7, 2019.

PARTELLI, F. L.; DIAS, J. F. M.; VIEIRA, H. D.; WADT, P. G. S.; JUNIOR, E. P. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 858-866, 2014.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; CARVALHO, V. B.; MOURÃO-FILHO, F. A. Diagnosis and recommendation integrated system norms, sufficiency range, and nutritional evaluation of Arabian coffee in two sampling periods. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 30, n. 10, p. 1651-1667, 2007. <https://doi.org/10.1080/01904160701615525>

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H.; VIANA, A. P. ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS EM CAFEIEIRO CONILON ORGÂNICO OU CONVENCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n.3, p. 443-451, 2006

- PEREIRA, N. S.; FERREIRA, A. M. O.; SILVA, J. A. N.; ARAÚJO, L. T. L.; 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**, Boa Vista, v. 9, n. 3, p. 347-351, 2015.
- PINTO, P. A. C.; DIAS, L.E.; ALVAREZ, V. H.; CHOUDHURY, M. M.; VIEIRA, G. Avaliação de estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no submédio do vale do rio São Francisco: estabelecimento das normas DRIS. **Recursos Rurais**, Santiago, v.1, n. 5, p. 5-13, 2009.
- POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S.; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. C.; PRADO, R. M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.11-18, 2013.
- QUAGGIO, J. A. **Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos**. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M.(Ed.) Manga, tecnologia de produção e mercado. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, 1996. p.106-135.
- RAJ, G. B.; RAO, A. P. Identification of Yield-Limiting Nutrients in Mango through DRIS Indices. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.37, n. 11-12, p. 1761–1774, 2006.
- RAMAKRISHNA, A.; BAILEY, J. S.; KIRCHHOF, G. A preliminary diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) model for diagnosing the nutrient status of sweet potato (*Ipomoea batatas*). **Plant Soil**, New York, v.316, n. ½, p.107–116, 2009.
- REIS JR., 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, p. 831- 851, 2002.
- REIS JR., R.A.; MONNERAT, P.H. Norms establishment of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for nutritonal diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2., p. 277-282, 2003.
- ROCHA, A. C.; LEANDRO, W. M.; ROCHA, A. O.; SANTANA, J. G.; ANDRADE, J. W. S. Normas DRIS para cultura do milho semeado em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, GO, Brasil. **Bioscience Journal**, Goiânia, v. 23, n. 4, p. 50-60, 2007.
- SALDANHA, E. C. M.; SILVA JÚNIOR, M. L.; OKUMURA, R. S.; WADT, P. G. S. NORMAS DRIS PARA A CULTURA DO COQUEIRO HÍBRIDO NO ESTADO DO PARÁ. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 99 - 109, 2015.
- SANTANA, J. G.; LEANDRO, W. M.; NAVES, R. V.; CUNHA, P. P. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 2, p. 109-117, 2008.
- SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; ROJAS, H. P.; MORAIS, H. S.; CONRADV. A.; GUIMARÃES, F. C. N. Estabelecimento de normas DRIS para o algodoeiro com diferentes critérios de seleção da população de referência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 11, p. 1472-1480, 2013.

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 do Solo**, Viçosa, v. 34, n.1, p.105-113, 2010.

SERRA, A.P.; MARCHETTI, M. E.; ROJAS, E. P.; VITORINO, A. C. T. Beauflis ranges to asses the cotton nutrient status in the southern region of Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 171-181, 2012.

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

SILVA, L. S.; SILVA, P. T. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Impact of fulvic acid and free amino acids on paclobutrazol absorption by 'Keitt' mango. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 15, n. 4, P. 1-12, 2020a.

SILVA, M. L. S.; TREVISAM, A. R. **Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas**. Informações agronômicas, n. 149, p.10-16, 2015. Disponível em:<<http://www.http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8C2796BCB76E0F9B83257E20006560E2/%24FILE/Page10-16-149.pdf>>. Access: 10 nov de 2020.

SILVA, M.M.L.; RUFINI, J.C.M.; FAGUNDES, M.C.P.; MAIA, V.M.; PEREIRA, A.C.P. SANTANA JÚNIOR, P.A.; SOUZA, W.G. Effect of carbohydrate content on shoot maturation and yield of Palmer mango submitted to potassium fertilization and biostimulant. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n.9, p. 1-23, 2020b.

Sistema IBGE de recuperação automática -SIDRA: **levantamento sistemático da produção agrícola**. Retrieved October 01, 2020, from <http://www.sidra.ibge.gov.br>

SOUZA, H. A.; ROZANE, D. E.; AMORIM, D. A.; DIAS, M. J. T.; MODESTO, V. C.; NATALE, W. Assessment of Nutritional Status of Guava Seedlings using Preliminary DRIS Norms and Sufficiency Ranges. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 38, n. 1, p. 1611-1618, 2015

TEIXEIRA, L. A. J.; TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P. DRIS NORMS AND CRITICAL LEAF NUTRIENT LEVELS FOR 'NIAGARA ROSADA' GRAPE IN JUNDIAÍ REGION, SÃO PAULO (BRASIL). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 247-255, 2015.

TEIXEIRA, M. B.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R. ESTABLISHMENT OF DRIS NORMS FOR CACTUS PEAR GROWN UNDER ORGANIC FERTILIZATION IN SEMIARID CONDITIONS. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 952 – 959, 2019.

TRANI, P. E; HIROCE, R; BATAGLIA, O. C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Cargill, 1983. 18p.

URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. DETERMINATION OF OPTIMAL NUTRIENT CONTENTS FOR SOYBEAN BY THE MATHEMATICAL CHANCE, DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION INTEGRATED SYSTEM AND COMPOSITIONAL NUTRIENT

DIAGNOSIS METHODS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 63-72, 2007.

WADT, P. G. S.; SILVA, D. J.; MAIA, C. E.; TOMÉ JÚNIOR, J. B.; PINTO, P.A. C.; MACHADO, P. L. O. A. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 1, p. 57-64, 2007.

WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v.6, p.149- 188, 1987.

4 BALANÇO DE NUTRIENTES EM MANGUEIRAS CULTIVADAS NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO UTILIZANDO MÉTODOS DIAGNÓSTICOS NUTRICIONAIS

RESUMO

A região do Vale do São Francisco se destaca na produção de manga. No entanto, os desequilíbrios nutricionais podem estar interferindo na produção comercial de manga nessa região. Métodos diagnósticos como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), DRIS modificado (M-DRIS), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e chance matemática, permitem diagnosticar desequilíbrios nutricionais com base no balanço dos nutrientes. Os objetivos desse trabalho foram: a. estabelecer teores e faixas nutricionais ótimas por diferentes métodos diagnósticos e compará-las entre si e com os valores da literatura; b. identificar que método diagnóstico foi mais eficiente na determinação de desequilíbrios nutricionais; c. selecionar os nutrientes que melhor respondem a aplicação do método diagnóstico; e d. identificar a ordem de limitação hierarquizada dos nutrientes das cultivares de manga. O estudo foi realizado em sete fazendas comerciais de manga, no Submédio do Vale do São Francisco. Para formação do banco de dados foram coletadas 66 amostras foliares da cultivar Tommy Atkins, 52 da cultivar Kent e 38 da cultivar Keitt, no estágio de pré-florescimento. Foram determinados os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl. Normas DRIS específicas foram estabelecidas. Posteriormente calculou-se os índices DRIS, MDRIS e CND, o Índice de Balanço Nutricional, bem como o Índice de Balanço Nutricional médio e foram determinados os teores ótimos e faixas ótimas com base nos métodos do presente estudo. Os nutrientes foram classificados em deficientes, equilibrados ou excessivos. Os teores e faixas ótimas derivados dos métodos desenvolvidos no estudo foram comparados entre si e com os valores da literatura. Foi aplicada a análise de componentes principais para seleção do método diagnóstico mais eficiente, identificação das interações entre os nutrientes e seleção dos nutrientes responsáveis pela maior variabilidade dos dados. Posteriormente os nutrientes foram hierarquizados por ordem de limitação. Os métodos DRIS Beaufils-Maia e M-DRIS Beaufils-Maia foram mais eficientes na diagnose nutricional. Os diagnósticos nutricionais pelos métodos DRIS Jones, M-DRIS Jones e CND foram semelhantes e mais eficientes em comparação aos valores da literatura. Interações positivas e negativas foram fortemente evidenciadas. Os nutrientes N, P, K, Mg e S na cultivar Tommy Atkins; N, P, Mg, S, B, Mn, Zn, Mo e Cl na cultivar Kent; e N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Zn, Mo e Cl na cultivar Keitt responderam a aplicação do método DRIS Beaufils-Maia. Os nutrientes que apresentaram maior probabilidade de resposta positiva a adubação foram MN, S, B, Mo e P Para a cultivar Tommy Atkins; S para a cultivar Kent e N, Mo, B, Cu e P para a cultivar Keitt. Os que apresentaram maior probabilidade de resposta negativa a adubação foram Mg para a cultivar Tommy Atkins; Cl, P, N, Mg, Fe e Ca para a cultivar Kent e B para a cultivar Keitt. Diante disso fica evidente que o diagnóstico de desequilíbrio nutricional e a sua correção deve ser realizada com base na interação multinutrientes, para se obter maior produtividade.

Palavras - chave: *Mangifera indica* L. Semiárido Nordeste. Diagnose nutricional. DRIS. CND. Chance matemática.

4. BALANCE OF NUTRIENTS IN MANGO CULTIVATED IN THE VALLEY OF SUBMEDIUM SÃO FRANCISCO USING NUTRITIONAL DIAGNOSTIC METHODS

ABSTRACT

The region of the São Francisco Valley stands out in the production of mango. However, nutritional imbalances may be interfering with commercial mango production in this region. Diagnostic methods such as the Integrated Diagnosis and Recommendation System (DRIS), modified DRIS (M-DRIS), Nutritional Composition Diagnosis (CND) and mathematical chance, allow diagnosing nutritional imbalances based on the balance of nutrients. The objectives of this work were: a. establish optimum levels and nutritional ranges by different diagnostic methods and compare them with each other and with the values in the literature; b. identify which diagnostic method was most efficient in determining nutritional imbalances; c. select the nutrients that best respond to the application of the diagnostic method; and d. identify the order of hierarchical limitation of nutrients in mango cultivars. The study was carried out on seven commercial mango farms in the São Francisco Valley. To form the database, 66 leaf samples were collected from cultivar Tommy Atkins, 52 from cultivar Kent and 38 from cultivar Keitt, out in the pre-flowering stage. Leaf contents of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo and Cl were determined. Specific DRIS standards have been established. Subsequently, the DRIS, MDRIS and CND indices, the Nutritional Balance Index, as well as the average Nutritional Balance Index were calculated and the optimal levels and optimal ranges were determined based on the methods of the present study. Subsequently, the nutrients were classified as deficient, balanced or excessive. The optimum levels and ranges derived from the methods developed in the study were compared with each other and with the values recommended in the literature. Principal component analysis was applied to select the most efficient diagnostic method, identify the interactions between nutrients with the greatest impact on productivity and select the nutrients responsible for the greatest variability in the data. Subsequently, nutrients were ranked in order of limitation. The methods DRIS Beaufils-Maia and M-DRIS Beaufils-Maia proved to be more efficient in nutritional diagnosis. Nutritional diagnoses using the DRIS Jones, M-DRIS Jones and CND methods were similar and more efficient compared to methods in the literature. Positive and negative interactions were strongly evidenced. The nutrients N, P, K, Mg and S in the cultivar Tommy Atkins; N, P, Mg, S, B, Mn, Zn, Mo and Cl in the cultivar Kent; and N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Zn, Mo and Cl in the cultivar Keitt responded significantly to the application of the DRIS Beaufils-Maia method. The nutrients that were more likely to have a positive response to fertilization were Mn, S, B, Mo and P for the cultivar Tommy Atkins; S for the cultivar Kent and N, Mo, B, Cu and P for the cultivar Keitt. The ones that were more likely to have a negative response to fertilization were Mg for the cultivar Tommy Atkins; Cl, P, N, Mg, Fe and Ca for the cultivar Kent and B for the cultivar Keitt. Therefore, it is evident that the diagnosis of nutritional imbalance and its correction must be carried out based on the multinutrient interaction, in order to obtain greater productivity.

Palavras - chave: *Mangifera indica* L. Northeastern semiarid. Nutritional diagnosis. DRIS. CND. Mathematical chance.

4. 1 INTRODUÇÃO

A região do Vale do São Francisco está localizada no semiárido brasileiro e tem se destacado na produção e exportação de manga (AGROSTAT/MAPA, 2019; MUDO et al., 2020). Esse destaque se dá devido as condições climáticas favoráveis ao cultivo de manga e o uso eficiente das técnicas de irrigação e adubação (MOUCO et al., 2010; SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2020b). No entanto, os desequilíbrios nutricionais têm sido relatados e podem estar interferindo na produção comercial de manga nessa região. Assim, o monitoramento nutricional tem sido também recomendado (PRADO et al., 2012; HERNADES et al., 2014; FARIA et al., 2016; DEVI et al., 2020).

A avaliação nutricional, para esse monitoramento tem se baseado em valores de referência [Nível Crítico (NC) e Faixa de Suficiência (FS)] propostos por Quaggio (1996), Malavolta et al. (1997), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007). Todavia, esses métodos não consideram o balanço nutricional e são muito sensíveis a variações de manejo e fatores ambientais, podendo interferir na acurácia dos diagnósticos nutricionais (VILLASEÑOR et al., 2020).

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), proposto por Beaufils (1973), surgiu com a proposta de melhorar os diagnósticos avaliados pelos métodos clássicos. Esse método considera o equilíbrio nutricional em suas relações bivariadas, tendo como base os valores de referência determinados em pomares mais produtivos e permite hierarquizar os nutrientes por ordem de limitação (BEAUFILS, 1973; HERNANDES et al., 2014; LLANDERAL et al., 2018; VILLASEÑOR et al., 2020). Isso se torna ainda mais relevante em cultivos que visam altos níveis de produtividade, a exemplo dos pomares comerciais de mangueiras cultivadas no Vale do São Francisco.

Com o objetivo de aperfeiçoar a eficiência do DRIS, diferentes fórmulas de cálculo dos índices DRIS têm sido sugeridas (JONES, 1981; ELWALI; GASCHO, 1984; MAIA, 1999). Poucos estudos têm sido realizados para confrontar esses métodos de cálculo, a fim de identificar o mais eficiente (WADT et al., 1998; SILVEIRA et al., 2005; NACHTIGALL; DECHEN, 2007; WADT; SILVA, 2010; DIAS et al., 2011; WADT et al., 2012; MATOS et al., 2018).

Outros métodos têm sido usados para determinação de valores de referência, baseados no equilíbrio nutricional, como: DRIS modificado (M-DRIS) (HALLMARK et al., 1987); Diagnóstico da Composição Nutricional (CND) (PARENT, 1992); e método da chance matemática (ChM) (WADT et al., 2013).

O M-DRIS é um índice de matéria seca que surgiu da necessidade de selecionar os nutrientes que estão efetivamente limitando a produção, comparando o valor do índice DRIS de cada nutriente com o índice DRIS da matéria seca (HALLMARK et al., 1987), representando assim, uma vantagem em relação ao DRIS.

O CND refere-se ao logaritmo natural da razão entre o nutriente e a média geométrica da composição nutricional das folhas (PARENT, 2011), estimando as relações nutricionais multivariadas que são representativas na composição do tecido vegetal (RENÉ et al., 2013).

A ChM é um método baseado em probabilidades, que indica a faixa de valores nutricionais, onde se espera a maior probabilidade de resposta da cultura em termos de produtividade (WADT et al., 1998; URANO et al., 2007).

Estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de comparar esses métodos para entender se são contrastantes ou concordantes na identificação dos desequilíbrios nutricionais. No entanto, esses estudos têm apresentado resultados contraditórios. Além disso a comparação entre os métodos não proporcionaram uma definição clara de que método é mais consistente, pois esses trabalhos se limitaram em avaliar o grau de concordância entre os diagnósticos para cada nutriente em particular, em verificar a frequência do nutriente mais limitante, em comparar amplitudes de faixas nutricionais de referência e correlacionar o Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm) com a produtividade, para indicar uma possível diferença de desempenho. Mas não avaliaram qual método é mais eficiente, em cada caso (SCHALLER et al., 2002; URANO et al., 2007; SERRA et al., 2010; CAMACHO et al., 2012; POLITI et al., 2013; SANTOS et al., 2013; WADT et al., 2013; PARTELLI et al., 2014; XU et al., 2015; MATOS et al., 2016; GOTT et al., 2017).

Nesse contexto, esse estudo teve como objetivos: a. estabelecer teores e faixas nutricionais ótimas por diferentes métodos diagnósticos e compará-las entre si e com os teores críticos estabelecidos na literatura; b. identificar que método diagnóstico foi mais eficiente na determinação de desequilíbrios nutricionais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt cultivadas na região do Submédio do Vale do São Francisco; c. selecionar os nutrientes que melhor respondem a aplicação do método diagnóstico; e d. identificar a ordem de limitação hierarquizada dos nutrientes das cultivares de manga.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em sete fazendas comerciais cultivadas com manga, localizadas no Submédio Vale do São Francisco (8.674725 S; 39.160595 W). O clima, segundo a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BshW, semiárido quente, tipo estepe, com chuvas

de verão (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 26.7 °C e a pluviosidade média anual é de 494 mm (CLIMA TEMPO, 2020).

O banco de dados utilizado para gerar as normas DRIS para a cultura da manga foi formado dos resultados das análises de folhas e das produtividades de mangueiras irrigadas nas safras 2015/2016 e 2016/2017 da Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), localizada no município de Belém do São Francisco, em Pernambuco, Brasil. Foram coletadas 66 amostras foliares da cultivar Tommy Atkins, 52 amostras da cultivar Kent e 38 amostras da cultivar Keitt, totalizando 156 amostras foliares escolhidas aleatoriamente nos 156 pomares. Cada amostra foi composta por quatro folhas coletadas na porção mediana da copa, no último fluxo vegetativo e nos quatro pontos cardeais (TRANI et al., 1983) de 20 plantas escolhidas aleatoriamente em cada talhão. As coletas foram realizadas no estágio de pré-florescimento, antes da aplicação de nitrato de cálcio e potássio para a quebra de dormência das gemas florais, em plantas de cinco ou mais anos de idade, de porte uniforme e estado sanitário adequado (POLITI et al., 2013).

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel contendo informações com a identificação da variedade, época de coleta e lavoura de coleta. Em seguida foram encaminhadas ao laboratório, onde, foram submetidas à limpeza sequencial com água, solução ácida ($\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e água destilada, sendo posteriormente secas em estufa com circulação mecânica de ar e mantidas a 65 °C até apresentarem peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley e tamizadas em peneiras de 1 mm de malha (POLITI et al., 2013). A análise química do tecido vegetal foi realizada de acordo com Malavolta et al. (1997), sendo determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl.

Com as informações de produtividade, a população foi dividida em duas subpopulações: alta e baixa produtividades. Essa divisão ocorreu de acordo com Urano et al. (2007), que recomendaram como população de alta produtividade plantas que apresentassem rendimento médio de frutos + 0,5 do desvio-padrão. Portanto, o limite entre as subpopulações de alta e baixa produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt foi de 34, 33 e 45 Mg ha^{-1} , respectivamente.

A subpopulação de alta produtividade foi composta por 36, 25 e 29 do total de amostras para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt, respectivamente. Esse percentual está de acordo com o critério estabelecido por Letsch & Sumner (1984). Esses autores recomendaram que a subpopulação de alta produtividade deve ser composta por pelo menos 10% do total de amostras do banco de dados.

Posteriormente foram determinados os valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt) e teste de normalidade Kolmogorov – Smirnov (p-valor) da produtividade e dos teores foliares (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficientes de assimetria (Assim), curtose (Curt), teste de normalidade (p-valor) e teste t de Student da produtividade e de teores de nutrientes em folhas dos grupos de alta (n = 24, 13 e 11) e baixa (n = 42, 39 e 27) produtividade de pomares de áreas comerciais das cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Variável	Md	Min	Max	S	CV	s^2	Assim	Curt	p-	Teste
População de alta produtividade - Cultivar Tommy Atkins ($\geq 34 \text{ Mg ha}^{-1}$)										
Produtividade	39,47	34,18	48,23	3,98	10,10	15,91	0,76	2,70	0,71	*
N (g kg ⁻¹)	16,38	10,52	22,84	2,85	17,41	8,13	0,35	3,18	0,55	ns
P (g kg ⁻¹)	2,03	1,17	3,68	0,60	29,53	0,36	0,79	4,19	0,26	*
K (g kg ⁻¹)	13,53	8,25	19,50	2,84	21,03	8,10	0,19	2,54	0,88	*
Ca (g kg ⁻¹)	29,53	17,50	65,00	8,79	29,78	77,36	2,80	12,28	0,09	ns
Mg (g kg ⁻¹)	1,92	0,93	2,94	0,43	22,85	0,19	-0,08	3,13	0,98	*
S (g kg ⁻¹)	1,44	0,11	2,78	0,67	46,48	0,45	0,09	2,52	0,98	*
B (mg kg ⁻¹)	160,7	55,80	317,47	59,63	37,09	3556,65	0,26	3,50	0,95	ns
Cu (mg kg ⁻¹)	12,21	5,50	30,50	5,94	48,68	35,36	1,73	5,64	0,08	ns
Fe (mg kg ⁻¹)	250,0	82,98	1250,00	252,37	100,93	63694,34	2,96	11,72	0,02	ns
Mn (mg kg ⁻¹)	569,9	224,63	1200,00	266,79	46,80	71181,05	0,82	2,99	0,36	*
Zn (mg kg ⁻¹)	109,4	32,00	420,00	87,30	79,78	7622,80	2,22	8,06	0,23	*
Mo (mg kg ⁻¹)	1,96	0,10	4,89	1,43	73,24	2,06	0,77	2,43	0,24	ns
Cl (mg kg ⁻¹)	0,32	0,17	0,59	0,12	38,57	0,01	0,54	2,26	0,25	ns
População de baixa produtividade - Cultivar Tommy Atkins ($< 34 \text{ Mg ha}^{-1}$)										
Produtividade	23,71	11,06	33,37	5,88	24,83	34,67	-0,20	2,11	0,53	
N (g kg ⁻¹)	17,52	9,82	30,24	3,48	19,88	12,13	0,92	5,82	0,91	
P (g kg ⁻¹)	1,78	1,20	2,65	0,32	17,94	0,10	0,25	2,92	0,95	
K (g kg ⁻¹)	12,75	10,00	19,00	1,90	14,90	3,61	0,97	4,50	0,70	
Ca (g kg ⁻¹)	27,68	19,75	37,50	4,74	17,13	22,48	-0,03	2,03	0,84	
Mg (g kg ⁻¹)	2,36	1,40	4,80	0,61	25,86	0,37	1,58	7,51	0,42	
S (g kg ⁻¹)	1,12	0,05	2,50	0,49	43,67	0,24	0,65	3,94	0,86	
B (mg kg ⁻¹)	177,6	74,88	336,64	63,86	35,94	4078,90	0,60	2,91	0,79	
Cu (mg kg ⁻¹)	9,73	1,30	24,86	4,33	44,54	18,81	1,06	5,47	0,51	
Fe (mg kg ⁻¹)	229,6	57,62	1850,00	275,36	119,88	75825,52	5,04	30,02	0,00	
Mn (mg kg ⁻¹)	387,9	106,88	1150,00	265,02	68,31	70236,77	1,39	4,10	0,07	
Zn (mg kg ⁻¹)	72,43	24,00	205,00	46,29	63,92	2143,36	1,31	3,59	0,03	
Mo (mg kg ⁻¹)	1,47	0,03	5,53	1,17	80,03	1,38	1,59	5,29	0,07	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,33	0,08	0,69	0,13	41,16	0,02	0,40	3,12	0,75	
População de alta produtividade - Cultivar Kent ($\geq 33 \text{ Mg ha}^{-1}$)										
Produtividade	39,71	33,52	51,26	5,28	13,31	27,95	0,63	2,72	0,95	*
N (g kg ⁻¹)	14,90	8,95	17,28	2,49	16,75	6,24	-1,15	3,41	0,33	ns
P (g kg ⁻¹)	1,87	1,37	2,27	0,30	16,11	0,09	-0,23	1,63	0,71	ns
K (g kg ⁻¹)	15,65	9,75	21,00	2,90	18,53	8,42	-0,30	3,01	0,75	*
Ca (g kg ⁻¹)	26,04	5,50	42,50	9,43	36,21	88,98	-0,31	3,17	0,99	ns
Mg (g kg ⁻¹)	2,53	1,75	3,33	0,47	18,64	0,22	-0,07	2,02	0,98	ns
S (g kg ⁻¹)	1,59	0,12	3,00	0,82	51,51	0,67	-0,34	2,50	0,96	ns
B (mg kg ⁻¹)	214,6	58,53	490,03	127,95	59,61	16371,63	1,10	3,47	0,20	ns
Cu (mg kg ⁻¹)	13,98	8,50	36,00	7,85	56,17	61,70	2,03	5,98	0,04	ns
(Continua)										
Fe (mg kg ⁻¹)	148,6	75,14	415,00	90,30	60,74	8155,42	2,13	6,97	0,28	ns
Mn (mg kg ⁻¹)	654,3	85,00	1300,00	283,84	43,37	80570,71	0,36	3,99	0,77	ns

Zn (mg kg ⁻¹)	75,93	34,47	190,00	48,93	64,44	2394,35	1,58	4,11	0,17	ns
Mo (mg kg ⁻¹)	2,00	0,03	8,49	2,71	135,19	7,36	1,55	4,04	0,14	ns
Cl (mg kg ⁻¹)	0,29	0,08	0,42	0,10	34,83	0,01	-0,38	2,61	0,69	ns
População de baixa produtividade - Cultivar Kent (< 33 Mg ha⁻¹)										
Produtividade	25,18	10,19	32,93	6,26	24,88	39,26	-0,88	3,03	0,52	
N (g kg ⁻¹)	15,17	8,93	23,33	3,67	24,22	13,52	0,33	2,63	0,81	
P (g kg ⁻¹)	1,95	1,34	2,69	0,33	17,04	0,11	0,18	2,30	0,65	
K (g kg ⁻¹)	14,06	9,25	21,75	2,55	18,15	6,52	0,53	3,92	0,63	
Ca (g kg ⁻¹)	28,29	17,75	39,00	4,91	17,35	24,11	-0,11	2,46	0,92	
Mg (g kg ⁻¹)	2,45	1,68	3,30	0,34	14,17	0,12	0,06	2,77	0,99	
S (g kg ⁻¹)	1,41	0,12	6,14	1,01	71,99	1,03	2,69	13,13	0,08	
B (mg kg ⁻¹)	176,4	45,36	630,76	133,64	75,72	17861,02	2,25	7,81	0,02	
Cu (mg kg ⁻¹)	11,35	2,50	29,00	5,39	47,47	29,06	0,96	4,46	0,47	
Fe (mg kg ⁻¹)	143,3	15,00	325,00	77,45	54,03	5999,78	0,46	2,61	0,78	
Mn (mg kg ⁻¹)	746,3	90,00	220,00	416,56	55,81	173524,76	1,49	5,99	0,12	
Zn (mg kg ⁻¹)	94,01	24,50	390,00	98,95	105,25	9791,91	2,46	7,45	0,00	
Mo (mg kg ⁻¹)	2,13	0,19	7,12	1,96	92,14	3,87	1,32	3,78	0,04	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,30	0,08	1,26	0,20	67,79	0,04	2,77	13,93	0,15	
População de alta produtividade - Cultivar Keitt (≥ 45 Mg ha⁻¹)										
Produtividade	51,50	46,42	64,32	5,63	10,94	31,77	1,23	3,33	0,32	*
N (g kg ⁻¹)	18,08	11,75	25,00	5,24	29,03	27,55	0,30	1,41	0,69	*
P (g kg ⁻¹)	2,05	1,46	2,81	0,43	21,41	0,19	0,57	2,43	0,72	ns
K (g kg ⁻¹)	17,65	10,75	47,50	10,33	58,52	106,78	2,45	7,69	0,17	ns
Ca (g kg ⁻¹)	27,01	20,25	33,75	5,20	19,28	27,12	-0,08	1,42	0,70	ns
Mg (g kg ⁻¹)	2,30	1,63	3,05	0,40	17,50	0,16	0,34	2,50	0,91	ns
S (g kg ⁻¹)	1,87	1,12	3,60	0,68	36,64	0,46	1,49	4,81	0,63	ns
B (mg kg ⁻¹)	124,9	69,19	192,69	44,93	35,96	2019,53	0,31	1,58	0,63	ns
Cu (mg kg ⁻¹)	14,51	3,00	30,00	6,68	46,04	44,65	0,75	4,19	0,80	ns
Fe (mg kg ⁻¹)	128,5	42,20	260,00	55,57	43,23	3089,08	0,90	4,18	0,57	ns
Mn (mg kg ⁻¹)	572,8	340,00	867,30	200,09	34,93	40038,54	0,31	1,47	0,73	ns
Zn (mg kg ⁻¹)	136,6	32,91	455,00	122,37	89,56	14975,48	1,84	5,29	0,14	ns
Mo (mg kg ⁻¹)	1,95	0,28	5,68	1,73	88,87	3,02	0,92	2,79	0,61	ns
Cl (mg kg ⁻¹)	0,29	0,08	0,70	0,15	54,47	0,02	1,37	5,01	0,33	ns
População de baixa produtividade - Cultivar Keitt (< 45 Mg ha⁻¹)										
Produtividade	36,81	11,99	45,45	7,27	19,76	52,92	-1,48	6,02	0,82	
N (g kg ⁻¹)	15,25	10,72	22,48	2,86	18,77	8,20	0,50	2,91	0,96	
P (g kg ⁻¹)	1,85	0,80	3,19	0,48	26,08	0,23	0,32	4,03	0,83	
K (g kg ⁻¹)	14,25	9,00	25,00	4,01	28,19	16,15	1,05	3,55	0,50	
Ca (g kg ⁻¹)	26,32	17,25	35,25	4,33	16,44	18,74	0,25	2,90	0,90	
Mg (g kg ⁻¹)	2,39	1,70	4,48	0,58	24,29	0,33	1,77	7,20	0,67	
S (g kg ⁻¹)	1,55	0,14	3,54	0,92	60,07	0,86	0,32	2,37	0,97	
B (mg kg ⁻¹)	178,0	49,75	445,62	103,97	58,38	10811,37	1,12	3,31	0,26	
Cu (mg kg ⁻¹)	14,92	3,50	29,00	7,35	49,26	54,05	0,61	2,29	0,62	
Fe (mg kg ⁻¹)	239,8	45,00	1500,00	283,69	118,30	80484,13	3,52	15,78	0,00	
Mn (mg kg ⁻¹)	554,3	173,25	1100,00	208,37	37,59	43419,23	0,86	3,70	0,43	
Zn (mg kg ⁻¹)	140,3	41,50	402,75	112,05	79,82	12555,43	1,20	3,05	0,04	
Mo (mg kg ⁻¹)	2,14	0,10	8,73	2,25	105,37	5,08	1,28	4,01	0,31	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,31	0,08	0,69	0,16	51,30	0,02	0,54	2,69	0,66	

*Significativo pelo teste t de Student (p<0,05). ns não significativo.

As normas DRIS foram estabelecidas por meio da Md, s, s² e CV das relações bivariadas obtidas nas formas direta e inversa, entre todos os nutrientes na subpopulação de alta produtividade (PARTELLI et al., 2014). A seleção da razão de nutrientes escolhida como norma DRIS foi baseada no critério de maior relação de variância entre as subpopulações de baixa e alta produtividade (s²b/s²a) (WALWORTH; SUMNER, 1987). Esse critério busca a menor variação possível na subpopulação de alta produtividade (Tabela 2).

Tabela 2. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) das Normas DRIS na população de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Relação	Md	s	CV	Assim	Curt	p-valor	Relação	Md	s	CV	Assim	Curt	p-valor
Normas-Tommy													
N/P	8,822	3,181	36,05	0,41	2,40	0,85	Ca/Zn	0,376	0,197	52,51	0,48	2,30	0,97
N/K	1,268	0,369	29,15	0,79	3,35	0,59	Ca/Mo	42,686	79,822	186,99	2,92	9,85	0,00
N/Ca	0,586	0,115	19,64	0,95	5,05	0,39	Ca/Cl	105,010	41,793	39,79	0,49	2,30	0,82
Mg/N	0,119	0,028	23,59	1,70	2,50	0,35	Mg/S	2,197	3,367	153,31	4,18	19,58	0,00
N/S	18,139	25,348	139,74	4,12	4,40	0,00	Mg/B	0,014	0,007	54,87	1,54	4,82	0,16
B/N	9,997	3,855	38,56	0,36	3,12	0,80	Mg/Cu	0,185	0,077	41,80	0,15	1,99	0,85
N/Cu	1,556	0,535	34,44	-0,35	-0,31	0,91	Fe/Mg	142,576	151,804	106,47	2,72	10,37	0,05
N/Fe	0,103	0,060	57,90	0,55	2,71	0,88	Mg/Mn	0,004	0,0024	57,27	0,92	2,93	0,28
N/Mn	0,035	0,017	49,36	0,76	2,52	0,35	Mg/Zn	0,027	0,017	64,21	0,92	4,00	0,94
N/Zn	0,216	0,112	51,86	0,56	3,42	0,95	Mg/Mo	1,333	0,890	66,80	0,95	3,46	0,06
N/Mo	23,558	40,731	172,89	2,82	9,42	0,00	Mg/Cl	7,153	3,670	51,31	1,04	3,90	0,77
N/Cl	61,330	29,221	47,64	0,66	2,37	0,44	B/S	190,78	291,52	152,80	3,83	17,31	0,00
K/P	7,091	2,125	29,97	0,39	2,96	0,86	S/Cu	0,132	0,066	50,29	0,13	2,28	0,69
P/Ca	0,073	0,026	35,87	0,51	2,94	0,94	Fe/S	270,773	353,351	130,49	2,17	6,77	0,02
Mg/P	1,028	0,416	40,52	1,03	3,37	0,48	S/Mn	0,003	0,002	69,89	1,97	8,22	0,40
P/S	1,397	0,519	37,21	-0,10	2,54	0,87	Zn/S	103,856	114,132	109,89	2,64	10,43	0,02
B/P	85,266	47,825	56,08	2,28	9,33	0,38	S/Mo	2,720	6,215	228,47	3,01	3,22	0,00
P/Cu	0,205	0,124	60,41	1,59	5,83	0,12	S/Cl	5,567	3,667	65,86	0,99	3,69	0,59
Fe/P	129,001	127,302	98,68	2,93	11,89	0,05	B/Cu	15,755	9,162	58,15	0,76	2,86	0,72
P/Mn	0,004	0,002	54,71	0,88	3,39	0,88	B/Fe	0,976	0,634	64,99	1,19	4,56	0,47
P/Zn	0,027	0,019	70,21	1,50	5,47	0,68	B/Mn	0,356	0,230	64,80	0,93	2,93	0,19
P/Mo	3,184	6,176	193,95	2,92	9,78	0,00	B/Zn	2,299	2,057	89,48	2,30	9,00	0,20
P/Cl	7,153	3,265	45,65	0,52	2,36	0,84	B/Mo	277,98	556,186	200,08	2,98	10,44	0,00
K/Ca	0,491	0,171	34,97	0,58	3,02	0,92	B/Cl	581,357	325,710	56,02	0,60	2,30	0,75
Mg/K	0,145	0,032	22,52	-0,42	2,26	0,81	Fe/Cu	22,951	21,357	93,05	2,28	8,24	0,03
K/S	14,948	19,593	131,07	3,51	14,82	0,00	Mn/Cu	52,441	26,463	50,46	0,93	3,63	0,27
B/K	12,335	5,187	42,05	0,34	2,24	0,99	Zn/Cu	9,372	5,855	62,47	1,11	3,04	0,08
K/Cu	1,328	0,660	49,73	1,47	6,44	0,42	Cu/Mo	16,918	28,557	168,79	2,60	8,42	0,00
Fe/K	19,372	20,678	106,74	3,17	13,15	0,01	Cl/Cu	0,029	0,015	50,90	0,82	3,72	0,71
K/Mn	0,029	0,016	54,90	0,97	3,11	0,37	Fe/Mn	0,493	0,432	87,73	2,34	9,31	0,23
K/Zn	0,188	0,125	66,78	1,08	3,80	0,66	Fe/Zn	2,666	1,778	66,69	1,48	5,78	0,65
K/Mo	8,915	5,311	59,58	0,67	2,49	0,57	Fe/Mo	383,833	866,558	225,76	3,32	13,06	0,00

(Continua)

K/Cl	47,932	20,571	42,91	0,60	2,45	0,66	Fe/Cl	890,323	978,413	109,89	2,97	12,34	0,12
Mg/Ca	0,070	0,028	40,26	1,49	7,13	0,65	Zn/Mn	0,206	0,130	63,21	1,11	3,35	0,35
Ca/S	37,464	70,160	187,27	4,35	20,61	0,00	Mo/Mn	0,003	0,002	62,38	0,78	3,32	0,85
B/Ca	5,858	2,712	46,30	0,47	3,11	0,80	Mn/Cl	2174,314	1565,984	72,02	1,48	4,95	0,36
Ca/Cu	2,757	1,013	36,75	0,20	2,51	0,97	Mo/Zn	0,025	0,024	95,12	1,54	5,11	0,36
Fe/Ca	6,881	3,253	47,28	0,88	2,78	0,33	Zn/Cl	408,587	314,236	76,90	0,99	2,67	0,15
Ca/Mn	0,061	0,027	44,58	0,81	2,71	0,60	Cl/Mo	0,444	0,681	153,54	2,49	6,47	0,01
Normas-Kent													
N/P	8,166	1,792	21,95	-0,75	3,54	0,96	Zn/Ca	3,152	1,968	62,45	1,81	5,62	0,24
N/K	0,977	0,218	22,39	0,16	2,65	0,87	Mo/Ca	0,124	0,284	229,08	2,77	9,31	0,02
Ca/N	1,607	0,601	37,46	-0,04	2,37	0,87	Ca/Cl	111,319	90,21	81,04	1,77	5,05	0,10
N/Mg	5,993	1,190	19,87	0,59	2,13	0,69	S/Mg	0,661	0,402	60,85	0,42	3,02	0,89
S/N	0,112	0,079	70,93	1,52	5,86	0,39	B/Mg	90,620	61,819	68,21	1,41	4,73	0,24
N/B	0,100	0,076	75,88	1,59	4,24	0,03	Mg/Cu	0,214	0,076	35,55	-0,43	3,28	0,86
N/Cu	1,277	0,512	40,08	-0,29	1,85	0,93	Mg/Fe	0,021	0,009	45,38	0,31	2,01	0,90
N/Fe	0,125	0,059	47,68	0,29	1,90	0,96	Mn/Mg	275,022	147,602	53,66	1,41	4,92	0,38
Mn/N	45,882	22,787	49,66	0,58	3,33	0,62	Zn/Mg	32,186	23,904	74,26	1,72	5,34	0,59
Zn/N	5,753	5,382	93,55	2,15	6,48	0,05	Mo/Mg	0,700	1,070	152,88	1,78	4,79	0,14
Mo/N	0,124	0,196	158,04	1,74	4,47	0,05	Cl/Mg	0,119	0,049	41,90	0,36	2,55	0,70
Cl/N	0,019	0,005	28,25	-1,06	3,93	0,95	S/B	0,011	0,011	107,57	1,87	5,37	0,13
P/K	0,126	0,043	34,31	1,27	3,88	0,24	S/Cu	0,131	0,078	59,87	-0,06	1,70	0,93
Ca/P	13,924	5,062	36,36	-0,12	2,39	0,96	S/Fe	0,013	0,007	54,68	-0,51	2,03	0,86
P/Mg	0,763	0,195	25,67	0,75	2,67	0,80	Mn/S	874,122	1244,231	142,34	2,42	7,89	0,13
S/P	0,861	0,425	49,37	-0,68	2,22	0,53	S/Zn	0,025	0,016	64,07	0,63	3,49	0,79
P/B	0,012	0,008	73,06	1,94	5,88	0,05	S/Mo	5,462	9,034	165,38	2,29	7,08	0,00
P/Cu	0,154	0,044	28,75	-1,16	3,30	0,11	Cl/S	0,288	0,249	86,63	1,57	4,47	0,35
P/Fe	0,015	0,006	44,25	0,08	2,32	0,91	B/Cu	18,252	11,155	61,11	0,41	2,26	0,95
Mn/P	358,090	158,391	44,23	0,50	4,56	0,75	B/Fe	1,834	1,267	69,09	0,88	3,36	0,95
Zn/P	41,512	26,482	63,79	1,50	4,35	0,27	Mn/B	3,662	2,144	58,54	1,00	3,21	0,83
Mo/P	0,969	1,452	149,94	1,49	3,57	0,08	Zn/B	0,428	0,264	61,68	1,01	3,01	0,32
Cl/P	0,159	0,055	34,58	-0,94	3,24	0,38	Mo/B	0,012	0,019	153,94	1,26	2,69	0,03
Ca/K	1,555	0,514	33,08	-1,08	4,11	0,46	Cl/B	0,002	0,001	65,44	0,88	3,01	0,47
Mg/K	0,168	0,046	27,91	0,25	1,69	0,85	Cu/Fe	0,115	0,071	61,41	1,06	3,82	0,60
S/K	0,095	0,046	48,70	-0,75	2,88	0,46	Mn/Cu	57,731	32,038	55,49	0,70	4,41	0,79
K/B	0,104	0,072	69,17	1,20	3,31	0,26	Zn/Cu	6,324	3,939	62,29	0,75	2,64	0,95
K/Cu	1,323	0,494	37,33	-0,54	1,84	0,72	Mo/Cu	0,149	0,222	149,03	1,40	3,39	0,12
K/Fe	0,127	0,047	37,31	-0,32	2,56	0,77	Cl/Cu	0,025	0,012	50,93	-0,05	1,71	0,94
Mn/K	44,289	23,631	53,35	0,46	2,32	0,68	Mn/Fe	5,779	4,251	73,57	1,11	3,85	0,68

(Continua)

Zn/K	5,272	4,731	89,73	2,38	7,52	0,04	Zn/Fe	0,597	0,400	67,04	1,20	3,09	0,14
Mo/K	0,095	0,128	135,09	1,49	3,85	0,11	Mo/Fe	0,011	0,015	135,32	1,55	3,91	0,18
Cl/K	0,019	0,007	38,39	-0,01	3,41	0,95	Cl/Fe	0,002	0,0016	65,17	0,47	2,04	0,91
Ca/Mg	10,914	5,563	50,97	0,63	2,51	0,74	Zn/Mn	0,142	0,109	77,18	1,88	6,09	0,41
S/Ca	0,064	0,033	51,48	0,44	3,00	0,88	Mo/Mn	0,003	0,004	150,33	1,68	4,52	0,14
Ca/B	0,158	0,108	68,36	1,24	3,55	0,66	Mn/Cl	2613,137	1724,963	66,01	1,37	4,43	0,43
Ca/Cu	2,151	0,968	45,87	-0,15	2,28	0,96	Mo/Zn	0,027	0,041	149,55	1,55	3,83	0,08
Ca/Fe	0,217	0,117	54,26	0,21	2,64	0,76	Zn/Cl	346,812	343,591	99,07	1,41	3,39	0,06
Ca/Mn	0,039	0,013	35,09	-0,62	2,57	0,54	Mo/Cl	11,933	29,012	243,11	2,93	10,04	0,02
Normas-Keitt													
N/P	9,131	2,926	32,04	0,06	2,15	0,94	Ca/Zn	0,304	0,159	52,61	0,25	3,07	0,79
N/K	1,200	0,479	39,95	0,11	3,56	0,82	Ca/Mo	31,906	29,913	93,75	0,90	2,19	0,22
Ca/N	1,599	0,520	32,55	0,58	2,55	0,98	Ca/Cl	126,181	99,736	79,04	2,11	6,67	0,18
Mg/N	0,137	0,043	31,89	-0,27	1,80	0,87	Mg/S	1,348	0,483	35,89	0,95	3,17	0,86
N/S	10,531	3,980	37,79	0,14	1,73	0,95	B/Mg	57,656	27,782	48,18	0,77	2,95	0,86
B/N	7,521	3,767	50,09	0,98	3,05	0,64	Cu/Mg	6,517	2,834	43,48	-0,32	2,45	0,99
Cu/N	0,868	0,437	50,44	0,60	3,42	0,83	Fe/Mg	57,786	28,214	48,82	0,89	3,31	0,93
Fe/N	7,826	5,004	63,94	1,69	5,31	0,59	Mg/Mn	0,004	0,002	41,25	0,52	2,10	0,95
Mn/N	35,180	16,725	47,54	0,01	1,47	0,91	Mg/Zn	0,026	0,016	61,64	0,84	3,30	0,82
Zn/N	9,072	10,247	112,95	1,98	5,85	0,14	Mg/Mo	2,768	2,721	98,32	0,95	2,14	0,10
N/Mo	27,310	31,731	116,19	0,98	2,26	0,21	Mg/Cl	9,823	4,922	50,11	0,93	3,06	0,24
N/Cl	88,421	76,553	86,57	1,82	5,63	0,39	B/S	75,241	35,678	47,41	0,24	2,20	0,99
K/P	8,969	5,176	57,71	1,85	5,85	0,28	Cu/S	8,776	4,484	51,09	0,63	4,10	0,91
Ca/P	13,496	3,022	22,39	1,23	4,19	0,73	Fe/S	73,150	29,867	40,82	-0,42	1,58	0,26
Mg/P	1,180	0,366	31,03	0,56	3,20	0,95	Mn/S	348,893	180,972	51,87	0,61	2,48	0,84
P/S	1,190	0,366	30,82	0,15	3,63	0,82	Zn/S	74,601	55,418	74,28	1,24	3,42	0,42
B/P	61,303	19,345	31,55	0,53	2,31	0,96	Mo/S	1,119	0,874	78,15	0,37	1,74	0,92
Cu/P	7,152	3,101	43,36	0,37	3,42	0,87	Cl/S	0,170	0,090	53,13	0,21	1,79	0,88
Fe/P	63,874	27,579	43,17	0,75	3,34	0,83	B/Cu	10,672	6,037	56,56	0,69	2,60	0,78
P/Mn	0,004	0,002	44,37	0,66	2,85	0,86	Fe/B	1,216	0,792	65,12	1,06	3,64	0,97
P/Zn	0,023	0,012	52,58	0,07	2,18	0,67	B/Mn	0,242	0,127	52,54	1,28	3,79	0,34
P/Mo	1,379	0,863	62,63	0,77	3,33	0,32	B/Zn	1,484	1,150	77,55	1,37	4,52	0,81
Cl/P	0,150	0,083	55,33	0,87	3,41	0,71	B/Mo	149,531	151,227	101,13	1,31	3,70	0,58
Ca/K	1,847	0,772	41,82	-0,19	2,16	0,90	B/Cl	621,720	637,394	102,52	2,23	6,88	0,09
Mg/K	0,151	0,051	33,91	-0,30	3,13	0,97	Fe/Cu	11,147	8,370	75,09	1,78	5,59	0,65
K/S	9,624	4,080	42,40	1,93	6,02	0,43	Cu/Mn	0,028	0,017	61,11	1,05	3,22	0,73
B/K	8,677	4,746	54,69	0,46	2,49	0,68	Cu/Zn	0,158	0,106	67,22	0,51	2,24	0,97
Cu/K	0,976	0,579	59,32	1,11	4,65	0,74	Mo/Cu	0,144	0,115	80,06	0,87	2,62	0,70

(Continua)

Tabela 2. Média (Md), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste de normalidade (p-valor) das Normas DRIS na população de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

													(Conclusão)
Fe/K	8,013	3,317	41,40	0,01	1,56	0,68	Cu/Cl	60,869	43,975	72,24	1,63	5,20	0,71
K/Mn	0,034	0,022	64,74	1,35	3,64	0,21	Fe/Mn	0,248	0,118	47,95	0,31	2,52	0,97
Zn/K	7,788	4,991	64,08	1,39	4,77	0,74	Fe/Zn	1,197	0,425	35,58	-0,11	2,25	0,88
Mo/K	0,119	0,096	81,11	0,70	2,34	0,85	Fe/Mo	139,662	130,450	93,40	0,83	2,07	0,34
Cl/K	0,017	0,007	40,87	0,05	1,66	0,82	Fe/Cl	563,866	429,462	76,16	1,82	5,73	0,36
Mg/Ca	0,087	0,016	19,48	-0,60	3,01	0,85	Zn/Mn	0,251	0,209	83,47	1,99	6,40	0,47
Ca/S	16,057	5,899	36,73	0,02	2,00	0,99	Mn/Mo	676,217	703,477	104,03	1,48	4,32	0,66
B/Ca	4,669	1,428	31,75	-0,16	1,68	0,66	Mn/Cl	2415,732	1308,894	54,18	0,50	1,84	0,73
Cu/Ca	0,547	0,237	43,37	-0,22	2,01	0,97	Zn/Mo	104,244	74,710	71,66	0,88	2,61	0,77
Fe/Ca	5,007	2,970	59,32	1,79	5,55	0,23	Cl/Zn	0,003	0,002	80,38	1,90	6,26	0,12
Ca/Mn	0,054	0,022	42,75	0,08	1,58	0,80	Cl/Mo	0,295	0,276	93,83	1,19	3,06	0,44

Após a determinação das normas DRIS calculou-se os índices DRIS com base nas fórmulas desenvolvidas por Jones (1981) e Beaufils (1973) atualizada por Maia (1999).

O método Jones (1981) baseia-se na seguinte equação:

$$f(A/B) = \left[\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right] k \quad [\text{Eq. 1}]$$

A fórmula proposta por Maia (1999) é uma atualização do método Beaufils (1973), de acordo com os critérios descritos abaixo:

a) Para $A/B > a/b$

$$f(A/B) = \left[\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right] k \quad [\text{Eq. 2}]$$

b) Para $A/B = a/b$

$$f(A/B) = 0 \quad [\text{Eq. 3}]$$

c) Para $A/B < a/b$

$$f(A/B) = \left[\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right] k \left[\frac{(a/b)}{(A/B)} \right] \quad [\text{Eq. 4}]$$

Onde $f(A/B)$ é a função DRIS para os nutrientes A e B ; A/B é a relação entre os nutrientes A e B na amostra; a/b é a relação entre os nutrientes A e B na população de referência; s é o desvio-padrão da relação entre os nutrientes A e B da população de referência; e K é a constante de sensibilidade com valor igual a 10.

O índice DRIS foi calculado com o resultado de cada função obtida pelos diferentes métodos:

$$\text{Índice } A = \frac{\sum_{i=1}^n f(A/B_i) - \sum_{i=1}^m f(B_i/A)}{n+m} \quad [\text{Eq. 5}]$$

O método M-DRIS foi determinado com base nas fórmulas DRIS desenvolvidas por Jones (1981) e Beaufils (1973) atualizada por Maia (1999). Nesse caso, o cálculo das funções considera o teor dos nutrientes de forma individual, como também a relação entre os nutrientes (HALLMARK et al., 1987), sendo expressa da seguinte forma:

Para o método M-DRIS derivado da fórmula Jones (1981):

$$f(A) = \left[\frac{A-B}{s} \right] k \quad [\text{Eq. 6}]$$

Para o método M-DRIS derivado da fórmula proposta por Maia (1999):

d) Para $A/B > a/b$

$$f(A) = \left[\frac{A-B}{s} \right] k \quad [\text{Eq. 7}]$$

e) Para $A/B = a/b$

$$f(A) = 0 \quad [\text{Eq. 8}]$$

f) Para $A/B < a/b$

$$f(A) = \left[\frac{A-B}{s} \right] k \left[\frac{B}{A} \right] \quad [\text{Eq. 9}]$$

Onde $f(A)$ é a função DRIS para o teor do nutriente A ; A é o teor do nutriente na amostra; B é teor do nutriente na população de referência; s é o desvio-padrão do teor do nutriente da população de referência; e K é a constante de sensibilidade com valor igual a 10.

Com o resultado de cada função determinada pelas diferentes fórmulas, foi calculado o índice M-DRIS:

$$\text{Índice } A = \frac{\sum_{i=1}^n f(A/Bi) - \sum_{i=1}^d f(Bi/A) + f(A)}{n+m+1} \quad [\text{Eq. 10}]$$

Onde A é o índice M-DRIS do nutriente A ; $\sum_{i=1}^n f(A/Bi)$ é o somatório das funções das relações onde o nutriente A aparece no numerador; $\sum_{i=1}^d f(Bi/A)$ é o somatório das funções das relações onde o nutriente A aparece no denominador; $f(A)$ é a função do teor do nutriente; n é o número de funções em que o nutriente A aparece no numerador; e d é o número de funções em que o nutriente A aparece no denominador.

Para determinação das normas CND, os teores foliares dos nutrientes foram ajustados para uma mesma unidade (mg kg^{-1}). Em seguida, calculou-se o valor do complemento orgânico da biomassa foliar (valor R). Esse valor corresponde à biomassa da folha, subtraídos os nutrientes avaliados na matéria seca, por meio da seguinte equação:

$$R = 10^6 - \sum_{i=1}^d Ai \quad [\text{Eq. 11}]$$

Em que R é o valor do complemento, para 10^6 mg kg^{-1} da matéria seca, em relação à soma dos teores dos nutrientes ($vX = N, P, \dots, Cl$), em mg kg^{-1} .

A média geométrica dos teores nutricionais foi obtida para cada amostra (PARENT, 2011), segundo a equação:

$$Geo = (N \times P \times K \dots R)^{\left(\frac{1}{d+1}\right)} \quad [\text{Eq. 12}]$$

Onde, Geo é a média geométrica dos teores nutricionais da matéria seca, para cada amostra e d é o número de nutrientes envolvidos. Em seguida, determinou-se o valor da variável multinutriente (zX), de acordo com a expressão:

$$zX = \ln \left(\frac{vX}{Geo} \right) \quad [\text{Eq. 13}]$$

Em que zX representa o valor da relação multivariada entre o teor de nutriente avaliado (vX) e a média geométrica desses teores (Geo).

Com os valores de zX de cada amostra, calculou-se a média aritmética (mX) e o desvio-padrão (sX). Esses dois parâmetros descritivos da população de referência formaram as normas CND (Tabela 3).

Tabela 3. Média (Md) e desvio-padrão (s) das variáveis multinutrientes (Vi) e da média geométrica (G) das Normas CND na população de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN).

Vi	Md	s
Normas-Tommy		
VN	3,41	0,24
VP	1,30	0,34
VK	3,21	0,25
VCa	3,98	0,21
VMg	1,25	0,31
VS	0,83	0,66
VB	-1,28	0,47
VCu	-3,87	0,37
VFe	-1,02	0,59
VMn	-0,04	0,39
VZn	-1,80	0,54
VMo	-5,96	0,96
VCl	-7,49	0,41
G	539,01	80,89
Normas-Kent		
VN	3,38	0,26
VP	1,31	0,23
VK	3,43	0,24
VCa	3,86	0,43
VMg	1,61	0,29
VS	0,91	0,90
VB	-1,01	0,57
VCu	-3,67	0,45
VFe	-1,33	0,46
VMn	0,14	0,60
VZn	-2,03	0,44
VMo	-6,60	1,53
VCl	-7,53	0,48
G	504,42	69,39
Normas-Keitt		
VN	3,47	0,42
VP	1,31	0,22
VK	3,38	0,36
VCa	3,89	0,25
VMg	1,43	0,23
VS	1,18	0,36
VB	-1,52	0,41
VCu	-3,73	0,50
VFe	-1,52	0,35
VMn	0,00014	0,36
VZn	-1,63	0,55
VMo	-6,04	0,89
VCl	-7,64	0,47
G	550,27	107,17

Os índices CND (IX) foram calculados a partir das normas pela diferença entre o valor da relação multivariada de cada nutriente (zX) na amostra e a média da norma e o resultado dividido pelo desvio-padrão da norma (sX). Assim, se obtém a diferença normalizada, como proposto por Parent (2011).

Após a determinação dos índices DRIS, M-DRIS e CND foi calculado o Índice de Balanço Nutricional (IBN) pelo somatório, em módulo, dos índices DRIS, M-DRIS e CND, bem como o Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm), obtido dividindo-se o IBN pelo número de nutrientes avaliados em cada amostra foliar (URANO et al., 2007; PARTELLI et al., 2016).

Foram ajustados modelos estatísticos da relação entre os teores de nutrientes e os respectivos índices DRIS, M-DRIS e CND na subpopulação de alta produtividade (Tabela 4). Como os valores nulos (0) dos índices DRIS, M-DRIS e CND representam o equilíbrio nutricional, pois os valores dos índices são desvios padronizados da referência, o teor ótimo foi obtido quando um valor zero foi atribuído aos índices DRIS, M-DRIS e CND nas regressões dos teores nutricionais em função dos índices. A faixa ótima com seus limites inferior e superior foi obtida subtraindo (limite inferior) ou adicionando (limite superior) $2/3$ do desvio-padrão ao valor do teor ótimo obtido pelos métodos DRIS, M-DRIS e CND (BEAUFILS, 1973; URANO et al., 2007).

Tabela 4. Modelos estatísticos da relação entre os teores de nutrientes e os respectivos índices DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e CND na subpopulação de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

N	M	Modelo estatístico	R ²	N	M	Modelo estatístico	R ²	N	M	Modelo estatístico	R ²
Tommt Atkins				Kent				Keitt			
N	DJ	$y = 0,549x^* + 16,349$	0,83	N	DJ	$y = 0,3962x^* + 15,074$	0,84	N	DJ	$y = 0,6763x^* + 18,086$	0,90
	DB	$y = 0,1948x^* + 17,064$	0,60		DB	$y = 0,1012x^* + 14,346$	0,35		DB	$y = 0,3119x^* + 18,248$	0,77
	MDJ	$y = 0,5948x^* + 16,233$	0,83		MDJ	$y = 0,4293x^* + 15,047$	0,84		MDJ	$y = 0,7326x^* + 18,302$	0,90
	MDB	$y = 0,2111x^* + 17,023$	0,60		MDB	$y = 0,1097x^* + 14,339$	0,35		MDB	$y = 0,3379x^* + 18,360$	0,77
	CND	$y = 2,2572x^* + 16,380$	0,62		CND	$y = 2,0698x^* + 14,908$	0,69		CND	$y = 4,8852x^* + 18,082$	0,87
P	DJ	$y = 0,0354x^* + 1,9353$	0,75	P	DJ	$y = 0,0638x^* + 1,8659$	0,77	P	DJ	$y = 0,0557x^* + 1,9888$	0,46
	DB	$y = 0,03x^* + 2,0092$	0,83		DB	$y = 0,0117x^* + 1,7786$	0,40		DB	$y = 0,0323x^* + 2,000$	0,42
	MDJ	$y = 0,0384x^* + 1,9431$	0,75		MDJ	$y = 0,0691x^* + 1,8548$	0,77		MDJ	$y = 0,0604x^* + 2,0036$	0,46
	MDB	$y = 0,0325x^* + 2,0164$	0,82		MDB	$y = 0,0126x^* + 1,7766$	0,40		MDB	$y = 0,0349x^* + 2,0092$	0,41
	CND	$y = 0,5505x^* + 2,0354$	0,84		CND	$y = 0,2355x^* + 1,8708$	0,61		CND	$y = 0,299x^* + 2,0482$	0,47
K	DJ	$y = 0,2173x^* + 13,063$	0,54	K	DJ	$y = 0,4254x^* + 15,954$	0,83	K	DJ	$y = 1,2526x^* + 17,728$	0,70
	DB	$y = 0,1919x^* + 13,453$	0,63		DB	$y = 0,1299x^* + 14,829$	0,51		DB	$y = 0,6221x^* + 14,682$	0,76
	MDJ	$y = 0,2354x^* + 13,095$	0,54		MDJ	$y = 0,4609x^* + 16,100$	0,83		MDJ	$y = 1,357x^* + 17,972$	0,70
	MDB	$y = 0,2079x^* + 13,481$	0,62		MDB	$y = 0,1408x^* + 14,877$	0,51		MDB	$y = 0,6739x^* + 14,823$	0,76
	CND	$y = 2,4324x^* + 13,528$	0,73		CND	$y = 2,2838x^* + 15,654$	0,62		CND	$y = 8,4407x^* + 17,657$	0,67
Ca	DJ	$y = 1,0229x^* + 30,035$	0,45	Ca	DJ	$y = 1,0665x^* + 24,301$	0,76	Ca	DJ	$y = 0,8399x^* + 27,022$	0,71
	DB	$y = 0,8196x^* + 30,526$	0,54		DB	$y = 0,2884x^* + 24,982$	0,44		DB	$y = 0,2955x^* + 27,790$	0,44
	MDJ	$y = 1,1082x^* + 30,150$	0,44		MDJ	$y = 1,1553x^* + 24,142$	0,76		MDJ	$y = 0,9099x^* + 27,088$	0,71
	MDB	$y = 0,8879x^* + 30,621$	0,54		MDB	$y = 0,3124x^* + 24,939$	0,44		MDB	$y = 0,3202x^* + 27,814$	0,44
	CND	$y = 6,4333x^* + 29,535$	0,54		CND	$y = 8,175x^* + 26,045$	0,75		CND	$y = 3,5576x^* + 27,012$	0,47
Mg	DJ	$y = 0,0422x^* + 1,8526$	0,55	Mg	DJ	$y = 0,0748x^* + 2,5357$	0,85	Mg	DJ	$y = 0,064x^* + 2,281$	0,66
	DB	$y = 0,0288x^* + 1,9721$	0,67		DB	$y = 0,021x^* + 2,3629$	0,57		DB	$y = 0,0248x^* + 2,3339$	0,40
	MDJ	$y = 0,0457x^* + 1,8304$	0,55		MDJ	$y = 0,081x^* + 2,5439$	0,85		MDJ	$y = 0,0693x^* + 2,2722$	0,66
	MDB	$y = 0,0312x^* + 1,957$	0,67		MDB	$y = 0,0228x^* + 2,3652$	0,57		MDB	$y = 0,0269x^* + 2,3305$	0,40
	CND	$y = 0,3873x^* + 1,9225$	0,77		CND	$y = 0,428x^* + 2,5346$	0,82		CND	$y = 0,2644x^* + 2,2973$	0,43
S	DJ	$y = 0,0251x^* + 1,5101$	0,43	S	DJ	$y = 0,1003x^* + 1,5534$	0,95	S	DJ	$y = 0,1022x^* + 1,8668$	0,78
	DB	$y = 0,0155x^* + 1,5139$	0,50		DB	$y = 0,0053x^* + 1,7829$	0,50		DB	$y = 0,0344x^* + 1,6486$	0,84

(Continua)

	MDJ	$y = 0,0272x^* + 1,5164$	0,43	MDJ	$y = 0,1087x^* + 1,5672$	0,95	MDJ	$y = 0,1107x^* + 1,895$	0,78		
	MDB	$y = 0,0168x^* + 1,5185$	0,50	MDB	$y = 0,0057x^* + 1,7837$	0,50	MDB	$y = 0,0373x^* + 1,6594$	0,84		
	CND	$y = 0,5926x^* + 1,4446$	0,78	CND	$y = 0,7374x^* + 1,5977$	0,80	CND	$y = 0,6246x^* + 1,8664$	0,84		
B	DJ	$y = 8,3271x^* + 160,83$	0,96	B	DJ	$y = 13,285x^* + 213,39$	0,74	B	DJ	$y = 5,7121x^* + 124,96$	0,87
	DB	$y = 3,397x^* + 181,59$	0,82		DB	$y = 4,1387x^* + 182,66$	0,52		DB	$y = 2,6845x^* + 137,35$	0,71
	MDJ	$y = 9,021x^* + 159,58$	0,96		MDJ	$y = 14,392x^* + 215,87$	0,74		MDJ	$y = 6,1881x^* + 120,96$	0,87
	MDB	$y = 3,6801x^* + 181,08$	0,82		MDB	$y = 4,4836x^* + 183,55$	0,52		MDB	$y = 2,9082x^* + 135,47$	0,71
	CND	$y = 118,53x^* + 312,29$	0,87		CND	$y = 113,38x^* + 214,62$	0,78		CND	$y = 40,158x^* + 124,96$	0,80
Cu	DJ	$y = 0,8095x^* + 12,296$	0,73	Cu	DJ	$y = 1,0335x^* + 14,015$	0,85	Cu	DJ	$y = 0,8172x^* + 14,514$	0,88
	DB	$y = 0,4093x^* + 10,567$	0,89		DB	$y = 0,2744x^* + 10,632$	0,65		DB	$y = 0,2266x^* + 15,486$	0,62
	MDJ	$y = 0,877x^* + 12,475$	0,73		MDJ	$y = 1,1196x^* + 14,232$	0,85		MDJ	$y = 0,8853x^* + 14,484$	0,88
	MDB	$y = 0,4435x^* + 10,671$	0,89		MDB	$y = 0,2973x^* + 10,699$	0,65		MDB	$y = 0,2454x^* + 15,477$	0,62
	CND	$y = 5,4899x^* + 12,214$	0,85		CND	$y = 7,2167x^* + 13,984$	0,84		CND	$y = 5,7886x^* + 14,514$	0,75
Fe	DJ	$y = 26,614x^* + 239,48$	0,91	Fe	DJ	$y = 10,79x^* + 153,32$	0,72	Fe	DJ	$y = 8,612x^* + 128,57$	0,83
	DB	$y = 14,081x^* + 281,37$	0,92		DB	$y = 3,9255x^* + 104,47$	0,74		DB	$y = 3,7414x^* + 146,2$	0,62
	MDJ	$y = 28,832x^* + 240,61$	0,90		MDJ	$y = 11,689x^* + 153,72$	0,72		MDJ	$y = 9,3297x^* + 118,36$	0,83
	MDB	$y = 15,255x^* + 282,01$	0,91		MDB	$y = 4,2527x^* + 104,62$	0,74		MDB	$y = 4,0532x^* + 141,77$	0,62
	CND	$y = 222,1x^* + 250,05$	0,77		CND	$y = 81,711x^* + 148,68$	0,82		CND	$y = 45,541x^* + 128,57$	0,67
Mn	DJ	$y = 31,42x^* + 587,42$	0,73	Mn	DJ	$y = 29,698x^* + 684,45$	0,86	Mn	DJ	$y = 28,698x^* + 579,94$	0,88
	DB	$y = 18,584x^* + 506,24$	0,75		DB	$y = 5,047x^* + 671,55$	0,55		DB	$y = 15,319x^* + 570,08$	0,76
	MDJ	$y = 34,039x^* + 598,79$	0,73		MDJ	$y = 32,173x^* + 678,44$	0,86		MDJ	$y = 31,09x^* + 581,51$	0,88
	MDB	$y = 20,133x^* + 514,68$	0,74		MDB	$y = 5,4675x^* + 670,53$	0,55		MDB	$y = 16,596x^* + 570,94$	0,76
	CND	$y = 244,09x^* + 569,99$	0,84		CND	$y = 250,38x^* + 654,4$	0,78		CND	$y = 181,14x^* + 572,8$	0,82
Zn	DJ	$y = 9,0606x^* + 109,99$	0,65	Zn	DJ	$y = 7,1484x^* + 76,356$	0,97	Zn	DJ	$y = 13,551x^* + 137,42$	0,76
	DB	$y = 4,7133x^* + 89,905$	0,81		DB	$y = 3,1923x^* + 70,734$	0,61		DB	$y = 6,4069x^* + 121,47$	0,92
	MDJ	$y = 9,8157x^* + 112,02$	0,64		MDJ	$y = 7,7441x^* + 74,705$	0,97		MDJ	$y = 14,68x^* + 137,18$	0,76
	MDB	$y = 5,1061x^* + 91,255$	0,81		MDB	$y = 3,4584x^* + 69,996$	0,61		MDB	$y = 6,9409x^* + 121,35$	0,92
	CND	$y = 17,56x^* + 109,44$	0,44		CND	$y = 47,287x^* + 75,934$	0,94		CND	$y = 112,11x^* + 136,62$	0,84
Mo	DJ	$y = 0,0391x^* + 2,0939$	0,30	Mo	DJ	$y = 0,274x^* + 1,7258$	0,97	Mo	DJ	$y = 0,1285x^* + 2,0931$	0,62
	DB	$y = 0,0317x^* + 1,8639$	0,54		DB	$y = 0,0133x^* + 2,1477$	0,48		DB	$y = 0,0601x^* + 1,7875$	0,81
	MDJ	$y = 0,0424x^* + 2,1009$	0,29		MDJ	$y = 0,2968x^* + 1,7175$	0,97		MDJ	$y = 0,1392x^* + 2,0852$	0,62
	MDB	$y = 0,0343x^* + 1,8707$	0,83		MDB	$y = 0,0144x^* + 2,1473$	0,48		MDB	$y = 0,0651x^* + 1,7838$	0,81

(Continua)

Tabela 4. Modelos estatísticos da relação entre os teores de nutrientes e os respectivos índices DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e CND na subpopulação de alta produtividade para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

										(Conclusão)	
	CND	$y = 1,1879x^* + 1,9613$	0,68		CND	$y = 2,1043x^* + 1,7631$	0,68		CND	$y = 1,5269x^* + 1,9564$	0,77
Cl	DJ	$y = 0,016x^* + 0,3161$	0,82	Cl	DJ	$y = 0,0129x^* + 0,2871$	0,88	Cl	DJ	$y = 0,0147x^* + 0,2917$	0,52
	DB	$y = 0,0088x^* + 0,289$	0,83		DB	$y = 0,0032x^* + 0,2814$	0,52		DB	$y = 0,0099x^* + 0,2905$	0,71
	MDJ	$y = 0,0174x^* + 0,3154$	0,82		MDJ	$y = 0,014x^* + 0,2859$	0,88		MDJ	$y = 0,016x^* + 0,2906$	0,52
	MDB	$y = 0,0095x^* + 0,2886$	0,83		MDB	$y = 0,0034x^* + 0,2811$	0,52		MDB	$y = 0,0107x^* + 0,2899$	0,71
	CND	$y = 0,1115x^* + 0,3183$	0,86		CND	$y = 0,0909x^* + 0,2908$	0,80		CND	$y = 0,1296x^* + 0,2936$	0,65

*Significativo ($P < 0,05$). N: Nutriente. M: Método. R^2 : coeficiente de determinação.

Para a determinação dos teores e faixas ótimas pelo método da Chance Matemática (ChM) foi utilizada as recomendações de Wadt et al. (1998). Os teores foliares foram classificados em ordem crescente e distribuídos em um número de classes definidas pela raiz quadrada do número de observações. Os intervalos de valores de cada classe foram determinados dividindo-se a amplitude dos teores do nutriente avaliado pelo número de classes estabelecido, conforme a equação:

$$ChMi = [ChM (Ai/A) \times ChM (Ai/Ci)]^{0,5} \quad [\text{Eq. 14}]$$

Onde, $ChM (Ai/A) = P(Ai/A) \times PRODi$, sendo $P(Ai/A)$ = frequência de lavouras de alta produtividade na classe i , em relação ao total geral de pomares de alta produtividade e $PRODi$ = produtividade média dos pomares de alta produtividade na classe i (Mg ha^{-1}); $ChM(Ai/Ci) = P(Ai/Ci) \times PRODi$, sendo $P(Ai/Ci)$ = frequência de lavouras de alta produtividade na classe i , em relação ao total geral de lavouras na classe i . Após a determinação da ChM para cada classe, determinou-se os limites inferior e superior das classes do teor de nutrientes que apresentaram as maiores ChM (Tabelas 5, 6 e 7), que foram consideradas as faixas normais (SERRA et al., 2010).

Tabela 5. Chance matemática para diferentes classes de distribuição de nutrientes em folhas da cultivar de manga Tommy Atkins de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Classe ¹	N				P				K				Ca				Mg				S			
	Li ²	Ls ³	Prod ⁴	ChM ⁵	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM
	—g kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—g kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—g kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—g kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—g kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—g kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —	
1	9,8	12,4	43,3	6,2	1,2	1,4	41,1	0,0	8,3	9,7	37,0	10,7	17,5	23,4	38,7	4,6	0,9	1,4	37,9	11,6	0,1	0,4	38,4	4,5
2	12,4	14,9	38,6	14,2	1,5	1,8	36,3	1,8	9,7	11,1	41,0	7,6	23,4	29,4	37,3	17,9	1,4	1,9	40,4	15,4	0,4	0,7	37,3	7,6
3	14,9	17,5	38,1	14,9	1,8	2,1	38,3	13,6	11,1	12,5	38,1	6,2	29,4	35,3	42,6	13,9	1,9	2,4	39,0	18,1	0,7	1,1	39,3	6,2
4	17,5	20,0	40,3	8,2	2,1	2,4	39,9	16,4	12,5	13,9	41,1	11,0	35,3	41,3	38,4	5,5	2,4	2,9	42,7	2,3	1,1	1,4	36,5	10,2
5	20,0	22,6	43,9	6,7	2,4	2,7	0,0	0,0	13,9	15,3	38,5	10,5	41,3	47,2	0,0	0,0	2,9	3,3	39,7	4,7	1,4	1,8	41,5	11,3
6	22,6	25,1	40,6	4,7	2,7	3,0	0,0	0,0	15,3	16,7	37,9	8,9	47,2	53,1	0,0	0,0	3,3	3,8	0,0	0,0	1,8	2,1	42,3	11,6
7	25,1	27,7	0,0	0,0	3,0	3,3	39,12	7,9	16,7	18,1	40,1	12,3	53,1	59,1	0,0	0,0	3,8	4,3	0,0	0,0	2,1	2,4	39,7	5,7
8	27,7	30,2	0,0	0,0	3,3	3,6	38,43	7,8	18,1	19,5	39,1	5,6	59,1	65,0	43,4	8,8	4,3	4,8	0,0	0,0	2,4	2,8	42,7	13,1

Classe	B				Cu				Fe				Mn				Zn				Mo			
	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM
	—mg kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—mg kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—mg kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—mg kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—mg kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —		—mg kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —	
1	55,8	90,9	42,9	13,2	1,3	5,0	0,0	0,0	57,6	281,7	39,8	20,1	106,9	243,5	35,0	5,1	24,0	73,5	38,7	15,0	0,0	0,7	40,0	8,4
2	90,9	126,0	40,5	5,8	5,0	8,6	39,4	9,2	281,7	505,7	38,5	10,5	243,5	380,2	37,0	4,2	73,5	123,0	41,6	10,7	0,7	1,4	37,7	10,1
3	126,0	161,1	38,2	8,7	8,6	12,3	38,9	16,5	505,7	729,8	43,4	6,3	380,2	516,8	39,9	12,6	123,0	172,5	41,0	10,1	1,4	2,1	38,5	13,6
4	161,1	196,2	37,1	13,9	12,3	15,9	41,6	13,4	729,8	953,8	0,0	0,0	516,8	653,4	40,5	23,4	172,5	222,0	37,6	8,9	2,1	2,8	34,2	4,0
5	196,2	231,3	40,4	12,4	15,9	19,6	43,4	5,1	953,8	1177,9	0,0	0,0	653,4	790,1	37,7	5,4	222,0	271,5	0,0	0,0	2,8	3,5	42,6	8,7
6	231,3	266,4	0,0	0,0	19,6	23,2	0,0	0,0	1177,9	1401,9	34,2	7,0	790,1	926,7	0,0	0,0	271,5	321,0	34,2	7,0	3,5	4,2	39,6	9,9
7	266,4	301,5	0,0	0,0	23,2	26,9	34,7	5,0	1401,9	1626,0	0,0	0,0	926,7	1063,4	43,6	13,3	321,0	370,5	0,0	0,0	4,2	4,8	47,7	9,7
8	301,5	336,6	42,7	4,4	26,9	30,5	36,3	7,4	1626,0	1850,0	0,0	0,0	1063,4	1200,0	36,3	5,2	370,5	420,0	43,4	8,8	4,8	5,5	44,1	6,4

Classe	Cl			
	Li	Ls	Prod	ChM
	—mg kg ⁻¹ —		—Mg ha ⁻¹ —	
1	0,1	0,2	0,0	0,0
2	0,2	0,2	39,7	12,5
3	0,2	0,3	38,7	14,6
4	0,3	0,4	43,0	9,6
5	0,4	0,5	39,5	9,5
6	0,5	0,5	37,0	6,9
7	0,5	0,6	34,7	5,1
8	0,6	0,7	0,0	0,0

¹Número de classes definido pela raiz quadrada do número de amostras, conforme Wadt et al. (1998); ²Limite de teor inferior do nutriente em cada classe; ³Limite superior do teor do nutriente em cada classe; ⁴Produtividade média das lavouras de alta produtividade em cada classe; ⁵Change matemática para que nesses limites de teores de nutriente na folha, a produtividade máxima. Produtividade média “0” significa que naquela classe não existe lavoura de alta produtividade.

Tabela 6. Chance matemática para diferentes classes de distribuição de nutrientes em folhas da cultivar de manga Kent de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Classe ¹	N				P				K				Ca				Mg				S			
	Li ²	Ls ³	Prod ⁴	ChM ⁵	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM
	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	ha ⁻¹	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —
1	8,9	11,0	33,6	3,8	1,3	1,5	37,3	0,0	9,3	11,0	33,6	3,8	5,5	10,8	41,1	11,4	1,7	1,9	39,3	5,4	0,1	1,0	43,4	8,8
2	11,0	13,0	41,1	4,7	1,5	1,7	44,5	8,7	11,0	12,8	36,1	6,7	10,8	16,1	0,0	0,0	1,9	2,2	34,1	7,2	1,0	1,8	37,0	8,6
3	13,0	15,1	45,3	10,1	1,7	1,9	39,2	10,9	12,8	14,6	0,0	0,0	16,1	21,4	40,6	9,2	2,2	2,4	42,4	7,1	1,8	2,7	40,9	18,9
4	15,1	17,2	38,5	16,5	1,9	2,1	40,5	4,2	14,6	16,4	39,6	11,3	21,4	26,6	37,3	12,0	2,4	2,6	47,4	7,3	2,7	3,6	33,6	6,6
5	17,2	19,2	37,5	9,3	2,1	2,3	38,9	13,5	16,4	18,2	39,9	15,7	26,6	31,9	43,7	7,9	2,6	2,9	42,9	8,4	3,6	4,4	0,0	0,0
6	19,2	21,3	0,0	0,0	2,3	2,5	0,0	0,0	18,2	20,0	41,1	8,1	31,9	37,2	40,0	7,0	2,9	3,1	35,3	11,1	4,4	5,3	0,0	0,0
7	21,3	23,3	0,0	0,0	2,5	2,7	0,0	0,0	20,0	21,7	51,3	10,1	37,2	42,5	33,6	6,6	3,1	3,3	37,5	7,4	5,3	6,1	0,0	0,0

Classe	B				Cu				Fe				Mn				Zn				Mo			
	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM
	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —
1	45,4	129,0	37,4	6,8	2,5	7,3	0,0	0,0	15,0	72,1	0,0	0,0	85,0	387,1	37,5	3,7	24,5	76,7	39,1	15,8	0,0	1,4	37,9	19,5
2	129,0	212,6	40,9	17,3	7,3	12,1	38,8	17,7	72,1	129,3	39,1	19,9	387,1	689,3	41,6	16,3	76,7	128,9	43,0	8,4	1,4	2,9	0,0	0,0
3	212,6	296,2	43,5	7,0	12,1	16,9	42,0	11,6	129,3	186,4	37,3	6,0	689,3	991,4	38,9	12,7	128,9	181,1	45,3	12,6	2,9	4,3	33,5	10,1
4	296,2	379,9	0,0	0,0	16,9	21,6	0,0	0,0	186,4	243,6	47,5	8,8	991,4	1293,6	0,0	0,0	181,1	233,3	33,6	9,3	4,3	5,7	41,1	6,2
5	379,9	463,5	40,5	7,9	21,6	26,4	37,5	7,4	243,6	300,7	0,0	0,0	1293,6	1595,7	34,7	6,8	233,3	285,6	0,0	0,0	5,7	7,1	0,0	0,0
6	463,5	547,1	33,6	9,3	26,4	31,2	0,0	0,0	300,7	357,8	0,0	0,0	1595,7	1897,8	0,0	0,0	285,6	337,8	0,0	0,0	7,1	8,5	51,3	10,9
7	547,1	630,8	0,0	0,0	31,2	36,0	39,3	10,9	357,8	415,0	33,5	9,3	1897,8	2200,0	0,0	0,0	337,8	390,0	0,0	0,0	0,0	1,4	37,9	19,5

Classe	Cl			
	Li	Ls	Prod	ChM
	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —
1	0,1	0,2	42,4	6,8
2	0,2	0,4	40,2	17,8
3	0,4	0,6	36,5	9,6
4	0,6	0,8	0,0	0,0
5	0,8	0,9	0,0	0,0
6	0,9	1,1	0,0	0,0
7	1,1	1,3	0,0	0,0

¹Número de classes definido pela raiz quadrada do número de amostras, conforme Wadt et al. (1998); ²Limite de teor inferior do nutriente em cada classe; ³Limite superior do teor do nutriente em cada classe; ⁴Produtividade média das lavouras de alta produtividade em cada classe; ⁵Change matemática para que nesses limites de teores de nutriente na folha, a produtividade máxima. Produtividade média “0” significa que naquela classe não existe lavoura de alta produtividade.

Tabela 7. Chance matemática para diferentes classes de distribuição de nutrientes em folhas da cultivar de manga Keitt de pomares comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Classe ¹	N				P				K				Ca				Mg				S			
	Li ²	Ls ³	Prod ⁴	ChM ⁵	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM
	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —	—gkg ⁻¹ —	—gkg ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —	—gkg ⁻¹ —	—gkg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—g kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—gkg ⁻¹ —	—gkg ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —	—Mgha ⁻¹ —
1	10,7	13,1	52,3	11,1	0,8	1,2	0,0	0,0	9,0	15,4	52,5	24,4	17,3	20,3	47,3	8,2	1,6	2,1	52,0	16,8	0,1	0,7	0,0	0,0
2	13,1	15,5	53,7	13,5	1,2	1,6	49,4	12,2	15,4	21,8	49,7	10,6	20,3	23,3	56,2	12,8	2,1	2,6	52,6	17,6	0,7	1,3	49,4	12,2
3	15,5	17,9	49,0	10,5	1,6	2,0	57,3	9,6	21,8	28,2	0,0	0,0	23,3	26,3	52,2	15,7	2,6	3,1	49,5	15,8	1,3	1,9	52,7	22,9
4	17,9	20,2	0,0	0,0	2,0	2,4	49,9	21,7	28,2	34,7	0,0	0,0	26,3	29,3	0,0	0,0	3,1	3,5	0,0	0,0	1,9	2,4	51,2	16,4
5	20,2	22,6	0,0	0,0	2,4	2,8	57,2	10,0	34,7	41,1	0,0	0,0	29,3	32,3	50,7	20,5	3,5	4,0	0,0	0,0	2,4	3,0	0,0	0,0
6	22,6	25,0	50,8	30,6	2,8	3,2	46,4	9,9	41,1	47,5	47,3	14,3	32,3	35,3	49,0	13,2	4,0	4,5	0,0	0,0	3,0	3,6	50,4	8,8

Classe	B				Cu				Fe				Mn				Zn				Mo			
	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM	Li	Ls	Prod	ChM
	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —
1	49,8	115,7	52,0	21,0	3,0	7,5	50,4	6,8	42,2	285,2	51,5	29,7	173,3	327,7	0,0	0,0	32,9	103,3	51,3	23,1	0,1	1,5	52,6	21,3
2	115,7	181,7	50,7	17,0	7,5	12,0	49,1	13,4	285,2	528,1	0,0	0,0	327,7	482,2	48,8	19,7	103,3	173,6	55,8	12,7	1,5	3,0	54,0	12,3
3	181,7	247,7	51,8	14,0	12,0	16,5	53,8	19,6	528,1	771,1	0,0	0,0	482,2	636,6	52,3	9,5	173,6	244,0	0,0	0,0	3,0	4,4	47,9	12,9
4	247,7	313,7	0,0	0,0	16,5	21,0	53,1	16,0	771,1	1014,1	0,0	0,0	636,6	791,1	43,3	10,7	244,0	314,3	48,6	8,5	4,4	5,9	47,3	7,1
5	313,7	379,6	0,0	0,0	21,0	25,5	0,0	0,0	1014,1	1257,0	0,0	0,0	791,1	945,5	60,7	25,9	314,3	384,7	0,0	0,0	5,9	7,3	0,0	0,0
6	379,6	445,6	0,0	0,0	25,5	30,0	47,2	6,4	1257,0	1500,0	0,0	0,0	945,5	1100,0	0,0	0,0	384,7	455,0	47,3	10,1	7,3	8,7	0,0	0,0

Classe	Cl			
	Li	Ls	Prod	ChM
	—mg kg ⁻¹ —	—mg kg ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —	—Mg ha ⁻¹ —
1	0,1	0,2	48,4	13,9
2	0,2	0,3	56,9	16,3
3	0,3	0,4	50,8	21,7
4	0,4	0,5	0,0	0,0
5	0,5	0,6	0,0	0,0
6	0,6	0,7	47,3	10,1

¹Número de classes definido pela raiz quadrada do número de amostras, conforme Wadt et al. (1998); ²Limite de teor inferior do nutriente em cada classe; ³Limite superior do teor do nutriente em cada classe; ⁴Produtividade média das lavouras de alta produtividade em cada classe; ⁵Change matemática para que nesses limites de teores de nutriente na folha, a produtividade máxima. Produtividade média "0" significa que naquela classe não existe lavoura de alta produtividade.

Posteriormente, os nutrientes foram classificados em três categorias: equilibrado (Z), deficiente (P) e excessivo (N), tendo como base o total de lavouras amostradas para cada cultivar de manga. Os nutrientes foram considerados equilibrados quando o teor do nutriente ficou compreendido no intervalo entre os teores máximos e mínimos da faixa ótima; deficiente, quando o teor do nutriente ficou abaixo do limite inferior da faixa ótima; e excessivo (consumo de luxo), quando o teor do nutriente ficou acima do limite superior da faixa ótima (PARTELLI et al., 2014).

Os teores ótimos e faixas de referência derivadas dos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), CND e ChM foram confrontados entre si e com os teores ótimos e faixas críticas recomendadas pelos autores Quaggio (1996), Malavolta et al. (1997), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007). Um teste Qui-quadrado (GUIMARÃES et al., 2015) foi aplicado para avaliar estatisticamente o confronto entre os métodos estabelecidos nesse estudo e estes com os modelos descritos na literatura, de acordo com a seguinte equação.

$$G = 2 \sum_{i=1}^k f_o \ln \left(\frac{f_o}{f_e} \right) \quad [\text{Eq. 15}]$$

Onde, G = teste de razão de verossimilhança Qui-Quadrado (teste G); f_o = frequência observada; f_e = frequência esperada; K = número de classes.

Estatística multivariada também foi aplicada, como Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise de Agrupamento (AA). Essa técnica tem o objetivo de selecionar qual método de diagnóstico nutricional foi mais eficiente para avaliar desequilíbrios nutricionais nas cultivares de manga e identificar as interações entre os nutrientes com maior impacto na produtividade. Isso melhora a eficácia do manejo nutricional (ALI et al., 2016).

A ACP avaliou o nível de relacionamento entre os métodos diagnósticos e os índices DRIS, M-DRIS e CND estabelecidos. Além disso, se observou a interação entre os nutrientes e selecionou aqueles responsáveis pela maior variabilidade dos dados, sendo significativamente influenciados pela aplicação dos métodos diagnósticos.

Uma matriz de correlação entre os índices nutricionais e os componentes principais foi estabelecida após a padronização dos dados, com o objetivo de verificar o grau de importância dessas correlações, sendo considerados valores maiores ou iguais a 0,7 (ALI, 2018). Esse critério considera que o número de componentes principais necessários para serem usados na interpretação dos resultados, deve ser baseado na explicação de no mínimo 70% da variabilidade total dos dados.

O processo estatístico de AA foi aplicado com o objetivo de separar os métodos diagnósticos em grupos similares, sendo estes métodos com veracíssima semelhança dentro de cada grupo e mínima entre os grupos. Posteriormente verificou-se a associação desses métodos com a produtividade para cada cultivar de manga avaliada.

A medida de dissimilaridade empregada foi à distância euclidiana e o algoritmo de WARD, como método de aglomeração. O resultado da AA foi apresentado em forma de dendrograma, auxiliando na identificação dos agrupamentos dos métodos mais semelhantes. O número de grupos foi definido pela partição do dendrograma na maior distância entre grupos de ligação.

Após definido os métodos mais consistentes, realizou-se a distribuição de frequência, em porcentagem, dos nutrientes em três classes de Potencial de Resposta a Adubação (PRA), como (p) resposta positiva a adubação; (z) resposta nula a adubação; e (n) resposta negativa a adubação. Posteriormente os nutrientes foram hierarquizados por ordem de limitação, seja por deficiência ou excesso (WADT et al., 1998).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores ótimos dos nutrientes estimados para todas as cultivares de manga pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaulfils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaulfils-Maia (MDB) e CND foram, de maneira geral, semelhantes aos teores médios da população de alta produtividade (Tabelas 1 e 8), com destaque para os métodos DJ, MDJ e CND. No entanto, os teores ótimos recomendados pela literatura se distanciaram dos teores médios da população de referência (Tabelas 1 e 8). Esses resultados apontaram para uma maior consistência dos métodos estabelecidos nesse estudo. Como os teores ótimos estimados neste estudo foram oriundos de amostras de folhas de plantas de manga coletadas na região, é normal que expressem o manejo regional do cultivo das mangueiras (TEIXEIRA et al., 2015).

Tabela 8. Teor e faixa ótima de nutrientes em folha das cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt obtida pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), CND e Chance Matemática de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), bem como teor e faixa ótima de nutrientes em mangueiras referenciadas na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

Nutriente	Método diagnóstico	Teor ótimo	Faixa ótima
Tommy Atkins			
		g kg ⁻¹	
N	DJ	16,3	14,4-18,2
	DB	17,0	15,1-18,9
	MDJ	16,2	14,3-18,1
	MDB	17,0	15,1-18,9
	CND	16,4	14,5-18,2
	Chance Matemática	16,2	14,9-17,5
	Malavolta et al. (1997)	11,0	10,0-12,0
	Quaggio (1996)	13,0	12,0-14,0
	Medeiros et al. (2004)	11,6	10,4-12,9
	Winston (2007)	12,5	10,0-15,0
P	DJ	1,9	1,5-2,3
	DB	2,0	1,6-2,4
	MDJ	1,9	1,5-2,3
	MDB	2,0	1,6-2,4
	CND	2,0	1,6-2,4
	Chance Matemática	2,2	2,1-2,4
	Malavolta et al. (1997)	1,0	0,8-1,2
	Quaggio (1996)	1,2	0,8-1,6
	Medeiros et al. (2004)	1,0	0,9-1,2
	Winston (2007)	-	-
K	DJ	13,0	11,1-14,9
	DB	13,4	11,5-15,3
	MDJ	13,1	11,2-15,0
	MDB	13,5	11,6-15,4
	CND	13,5	11,6-15,4
	Chance Matemática	17,4	16,7-18,1
	Malavolta et al. (1997)	4,5	4,0-5,0
	Quaggio (1996)	7,5	5,0-10,0
	Medeiros et al. (2004)	7,7	5,3-10,2
	Winston (2007)	9,5	7,0-12,0
Ca	DJ	29,9	24,1-35,8
	DB	30,5	24,6-36,4
	MDJ	30,1	24,2-36,0
	MDB	30,6	24,7-36,5
	CND	29,5	23,6-35,4
	Chance Matemática	26,4	23,4-29,4
	Malavolta et al. (1997)	31,0	28,0-34,0
	Quaggio (1996)	27,5	20,0-35,0
	Medeiros et al. (2004)	25,4	9,4-41,4
	Winston (2007)	27,5	20,0-35,0
Mg	DJ	1,8	1,5-2,1
	DB	1,9	1,7-2,2
	MDJ	1,8	1,5-2,1

(Continua)

	MDB	1,9	1,7-2,2
	CND	1,9	1,6-2,2
	Chance Matemática	2,1	1,9-2,4
	Malavolta et al. (1997)	6,5	5,0-8,0
	Quaggio (1996)	3,7	2,5-5,0
	Medeiros et al. (2004)	3,1	2,1-4,0
	Winston (2007)	-	-
S	DJ	1,4	1,0-1,9
	DB	1,4	1,0-1,9
	MDJ	1,5	1,1-2,0
	MDB	1,5	1,1-1,9
	CND	1,4	1,0-1,9
	Chance Matemática	1,9	1,7-2,1
	Malavolta et al. (1997)	1,6	1,5-1,8
	Quaggio (1996)	1,3	0,8-1,8
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	-	-
			mg kg ⁻¹
B	DJ	160,8	121,1-200,5
	DB	181,5	141,8-221,3
	MDJ	159,5	119,8-199,3
	MDB	181,1	141,3-220,8
	CND	312,3	272,5-352,0
	Chance Matemática	178,6	161,1-196,2
	Malavolta et al. (1997)	30,0	-
	Quaggio (1996)	75,0	50,0-100,0
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	60,0	50,0-70,0
Cu	DJ	12,3	8,3-16,2
	DB	10,5	6,6-14,5
	MDJ	12,5	8,5-16,4
	MDB	10,6	6,7-14,6
	CND	12,2	8,2-16,2
	Chance Matemática	10,4	8,6-12,2
	Malavolta et al. (1997)	30,0	-
	Quaggio (1996)	30,0	10,0-50,0
	Medeiros et al. (2004)	215,0	78,0-352,0
	Winston (2007)	15,0	10,0-20,0
Fe	DJ	239,5	71,2-407,7
	DB	281,4	113,1-449,6
	MDJ	240,6	72,3-408,8
	MDB	282,0	113,7-450,2
	CND	250,0	81,8-418,3
	Chance Matemática	169,6	57,6 - 281,6
	Malavolta et al. (1997)	70,0	-
	Quaggio (1996)	125,0	50,0 - 200,0
	Medeiros et al. (2004)	183,0	114,0-252,0
	Winston (2007)	135,0	70,0-200,0
Mn	DJ	587,4	409,5-765,2
	DB	506,2	328,3-684,1
	MDJ	598,8	420,9-776,6
	MDB	514,7	336,8-692,5
	CND	570,0	392,1-747,8
	Chance Matemática	585,1	516,8-653,4
	Malavolta et al. (1997)	120,0	-

(Continua)

	Quaggio (1996)	75,0	50,0-100,0
	Medeiros et al. (2004)	478,5	69,0-888,0
	Winston (2007)	280,0	60,0-500,0
Zn	DJ	109,9	51,7-168,1
	DB	89,9	31,7-148,1
	MDJ	112,0	53,8-170,2
	MDB	91,2	33,0-149,5
	CND	109,4	51,2-167,6
	Chance Matemática	48,7	24,0-73,5
	Malavolta et al. (1997)	90,0	-
	Quaggio (1996)	30,0	20,0-40,0
	Medeiros et al. (2004)	57,0	18,0-96,0
	Winston (2007)	85,0	20,0-150,0
Mo	DJ	2,1	1,1-3,1
	DB	1,9	0,9-2,8
	MDJ	2,1	1,1-3,0
	MDB	1,9	0,9-2,8
	CND	2,0	1,0-2,9
	Chance Matemática	1,7	1,4-2,1
	Malavolta et al. (1997)	-	-
	Quaggio (1996)	-	-
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	0,5	0,05-1,0
Cl	DJ	0,3	0,2-0,4
	DB	0,3	0,2-0,4
	MDJ	0,3	0,2-0,4
	MDB	0,3	0,2-0,4
	CND	0,3	0,2-0,4
	Chance Matemática	0,25	0,2-0,3
	Malavolta et al. (1997)	-	-
	Quaggio (1996)	500	100-900
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	-	-
	Kent		
			g kg ⁻¹
N	DJ	15,0	13,4-16,7
	DB	14,3	12,7-16,0
	MDJ	15,0	13,4-16,7
	MDB	14,3	12,6-16,0
	CND	14,9	13,2-16,6
	Chance Matemática	16,1	15,1-17,1
	Malavolta et al. (1997)	11,0	10,0-12,0
	Quaggio (1996)	13,0	12,0-14,0
	Medeiros et al. (2004)	11,6	10,4-12,9
	Winston (2007)	12,5	10,0-15,0
P	DJ	1,9	1,7-2,1
	DB	1,8	1,6-2,0
	MDJ	1,9	1,6-2,1
	MDB	1,8	1,6-2,0
	CND	1,9	1,7-2,1
	Chance Matemática	2,2	2,1-2,3
	Malavolta et al. (1997)	1,0	0,8-1,2
	Quaggio (1996)	1,2	0,8-1,6
	Medeiros et al. (2004)	1,0	0,9-1,2
	Winston (2007)	-	-

(Continua)

K	DJ	16,0	14,0-17,9
	DB	14,7	12,8-16,7
	MDJ	16,0	14,1-18,0
	MDB	14,8	12,9-16,8
	CND	15,6	13,7-17,6
	Chance Matemática	17,3	16,4-18,2
	Malavolta et al. (1997)	4,5	4,0-5,0
	Quaggio (1996)	7,5	5,0-10,0
	Medeiros et al. (2004)	7,7	5,3-10,2
	Winston (2007)	9,5	7,0-12,0
	Ca	DJ	24,3
DB		24,9	18,6-31,2
MDJ		24,1	17,8-30,4
MDB		24,9	18,6-31,2
CND		26,0	19,7-32,3
Chance Matemática		23,9	21,3-26,6
Malavolta et al. (1997)		31,0	28,0-34,0
Quaggio (1996)		27,5	20,0-35,0
Medeiros et al. (2004)		25,4	9,4-41,4
Winston (2007)		27,5	20,0-30,0
Mg		DJ	2,5
	DB	2,3	2,0-2,6
	MDJ	2,5	2,2-2,8
	MDB	2,4	2,0-2,7
	CND	2,5	2,2-2,8
	Chance Matemática	2,9	2,8-3,1
	Malavolta et al. (1997)	6,5	5,0-8,0
	Quaggio (1996)	3,7	2,5-5,0
	Medeiros et al. (2004)	3,1	2,1-4,0
	Winston (2007)	-	-
	S	DJ	1,6
DB		1,7	1,2-2,3
MDJ		1,6	1,0-2,1
MDB		1,7	1,2-2,3
CND		1,6	1,0-2,1
Chance Matemática		2,2	1,8-2,7
Malavolta et al. (1997)		1,6	1,5-1,8
Quaggio (1996)		1,3	0,8-1,8
Medeiros et al. (2004)		-	-
Winston (2007)		-	-
			mg kg ⁻¹
B	DJ	213,4	128,1-298,7
	DB	182,6	97,3-267,9
	MDJ	215,8	130,5-301,1
	MDB	183,5	98,2-268,8
	CND	214,6	129,3-299,9
	Chance Matemática	170,8	129,0-212,6
	Malavolta et al. (1997)	30,0	-
	Quaggio (1996)	75,0	50,0-100,0
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	60,0	50,0-70,0
	Cu	DJ	14,0
DB		10,5	5,3-15,8

(Continua)

	MDJ	14,2	9,0-19,4
	MDB	10,6	5,4-15,9
	CND	14,0	8,7-19,2
	Chance Matemática	9,7	7,3-12,1
	Malavolta et al. (1997)	30,0	-
	Quaggio (1996)	30,0	10,0-50,0
	Medeiros et al. (2004)	215,0	78,0-352,0
	Winston (2007)	15,0	10,0-20,0
Fe	DJ	153,3	93,1-213,5
	DB	104,4	44,2-164,6
	MDJ	153,7	93,5-213,9
	MDB	104,6	44,4-164,8
	CND	148,7	88,5-208,9
	Chance Matemática	100,7	72,1-129,3
	Malavolta et al. (1997)	70,0	-
	Quaggio (1996)	125,0	50,0-200,0
	Medeiros et al. (2004)	183,0	114,0-252,0
	Winston (2007)	135,0	70,0-200,0
Mn	DJ	684,4	495,2-873,6
	DB	671,5	482,3-860,7
	MDJ	678,4	489,2-867,7
	MDB	670,5	481,3-859,7
	CND	654,4	465,2-843,6
	Chance Matemática	538,2	387,1-689,3
	Malavolta et al. (1997)	120,0	-
	Quaggio (1996)	75,0	50,0-100,0
	Medeiros et al. (2004)	478,5	69,0-888,0
	Winston (2007)	280,0	60,0-500,0
Zn	DJ	76,3	43,7-108,9
	DB	70,7	38,1-103,3
	MDJ	74,7	42,1-107,3
	MDB	69,9	37,3-102,6
	CND	75,9	43,3-108,5
	Chance Matemática	50,6	24,5-76,7
	Malavolta et al. (1997)	90,0	-
	Quaggio (1996)	30,0	20,0-40,0
	Medeiros et al. (2004)	57,0	18,0-96,0
	Winston (2007)	85,0	20,0-150,0
Mo	DJ	1,7	0,02-3,4
	DB	2,1	0,4-3,8
	MDJ	1,7	0,02-3,4
	MDB	2,1	0,4-3,8
	CND	1,7	0,06-3,4
	Chance Matemática	0,7	0,03-1,4
	Malavolta et al. (1997)	-	-
	Quaggio (1996)	-	-
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	0,5	0,05-1,0
Cl	DJ	0,3	0,2-0,4
	DB	0,3	0,2-0,4
	MDJ	0,3	0,2-0,4
	MDB	0,3	0,2-0,4
	CND	0,3	0,2-0,4
	Chance Matemática	0,3	0,25-0,41

(Continua)

	Malavolta et al. (1997)	-	-
	Quaggio (1996)	500	100-900
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	-	-
	Keitt		
			g kg ⁻¹
N	DJ	18,0	14,5-21,5
	DB	18,2	14,7-21,7
	MDJ	18,3	14,8-21,8
	MDB	18,3	14,8-21,8
	CND	18,1	14,6-21,6
	Chance Matemática	23,8	22,6-25,0
	Malavolta et al. (1997)	11,0	10,0-12,0
	Quaggio (1996)	13,0	12,0-14,0
	Medeiros et al. (2004)	11,6	10,4-12,9
	Winston (2007)	12,5	10,0-15,0
P	DJ	1,9	1,6-2,2
	DB	2,0	1,7-2,2
	MDJ	2,0	1,7-2,3
	MDB	2,0	1,7-2,3
	CND	2,0	1,8-2,3
	Chance Matemática	2,2	2,0-2,4
	Malavolta et al. (1997)	1,0	0,8-1,2
	Quaggio (1996)	1,2	0,8-1,6
	Medeiros et al. (2004)	1,0	0,9-1,2
	Winston (2007)	-	-
K	DJ	17,7	10,8-24,6
	DB	14,6	7,7-21,5
	MDJ	18,0	11,1-24,8
	MDB	14,8	7,9-21,7
	CND	17,6	10,8-24,5
	Chance Matemática	12,2	9,0-15,4
	Malavolta et al. (1997)	4,5	4,0-5,0
	Quaggio (1996)	7,5	5,0-10,0
	Medeiros et al. (2004)	7,7	5,3-10,2
	Winston (2007)	9,5	7,0-12,0
Ca	DJ	27,0	23,5-30,4
	DB	27,8	24,3-31,2
	MDJ	27,1	23,6-30,5
	MDB	27,8	24,3-31,2
	CND	27,0	23,5-30,5
	Chance Matemática	30,7	29,2-32,2
	Malavolta et al. (1997)	31,0	28,0-34,0
	Quaggio (1996)	27,5	20,0-35,0
	Medeiros et al. (2004)	25,4	9,4-41,4
	Winston (2007)	27,5	20,0-35,0
Mg	DJ	2,3	2,0-2,5
	DB	2,3	2,0-2,6
	MDJ	2,3	2,0-2,5
	MDB	2,3	2,0-2,6
	CND	2,3	2,0-2,6
	Chance Matemática	2,3	2,1-2,6
	Malavolta et al. (1997)	6,5	5,0-8,0
	Quaggio (1996)	3,7	2,5-5,0
	Medeiros et al. (2004)	3,1	2,1-4,0

(Continua)

	Winston (2007)	-	-
S	DJ	1,9	1,4-2,3
	DB	1,7	1,2-2,1
	MDJ	1,9	1,4-2,4
	MDB	1,7	1,2-2,1
	CND	1,9	1,4-2,3
	Chance Matemática	1,6	1,3-1,9
	Malavolta et al. (1997)	1,6	1,5-1,8
	Quaggio (1996)	1,3	0,8-1,8
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	-	-
		-----mg kg ⁻¹ -----	
B	DJ	124,9	95,0-154,9
	DB	137,3	107,3-167,3
	MDJ	120,9	91,0-150,9
	MDB	135,4	105,5-165,4
	CND	124,9	95,0-154,9
	Chance Matemática	82,7	49,8-115,7
	Malavolta et al. (1997)	30,0	-
	Quaggio (1996)	75,0	50,0-100,0
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	60,0	50,0-70,0
Cu	DJ	14,5	10,0-18,9
	DB	15,5	11,0-19,9
	MDJ	14,5	10,0-18,9
	MDB	15,5	11,0-19,9
	CND	14,5	10,0-19,0
	Chance Matemática	14,2	12,0-16,5
	Malavolta et al. (1997)	30,0	-
	Quaggio (1996)	30,0	10,0-50,0
	Medeiros et al. (2004)	215,0	78,0-352,0
	Winston (2007)	15,0	10,0-20,0
Fe	DJ	128,6	91,5-165,6
	DB	146,2	109,1-183,2
	MDJ	118,4	81,3-155,4
	MDB	141,8	104,7-178,8
	CND	128,6	91,5-165,6
	Chance Matemática	163,7	42,2-285,2
	Malavolta et al. (1997)	70,0	-
	Quaggio (1996)	125,0	50,0-200,0
	Medeiros et al. (2004)	183,0	114,0-252,0
	Winston (2007)	135,0	70,0-200,0
Mn	DJ	579,9	446,5-713,3
	DB	570,1	436,7-703,5
	MDJ	581,5	448,1-714,9
	MDB	570,9	437,5-704,3
	CND	572,8	439,4-706,2
	Chance Matemática	868,3	791,1-945,5
	Malavolta et al. (1997)	120,0	-
	Quaggio (1996)	75,0	50,0-100,0
	Medeiros et al. (2004)	478,5	69,0-888,0
	Winston (2007)	280,0	60,0-500,0
Zn	DJ	137,4	55,8-219,0

(Continua)

Tabela 8. Teor e faixa ótima de nutrientes em folha das cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt obtida pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), CND e Chance Matemática de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), bem como teor e faixa ótima de nutrientes em mangueiras referenciadas na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

		(Conclusão)	
	DB	121,45	39,9-203,0
	MDJ	137,15	55,6-218,7
	MDB	121,3	39,7-202,9
	CND	136,6	55,0-218,2
	Chance Matemática	68,0	32,9-103,2
	Malavolta et al. (1997)	90,0	-
	Quaggio (1996)	30,0	20,0-40,0
	Medeiros et al. (2004)	57,0	18,0-96,0
	Winston (2007)	85,0	20,0-150,0
Mo	DJ	2,05	0,9-3,2
	DB	1,75	0,6-2,9
	MDJ	2,05	0,9-3,2
	MDB	1,75	0,6-2,9
	CND	1,95	0,8-3,1
	Chance Matemática	0,80	0,1-1,5
	Malavolta et al. (1997)	-	-
	Quaggio (1996)	-	-
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	0,5	0,05-1,0
Cl	DJ	0,3	0,2-0,4
	DB	0,3	0,2-0,4
	MDJ	0,3	0,2-0,4
	MDB	0,3	0,2-0,4
	CND	0,3	0,2-0,4
	Chance Matemática	0,35	0,3-0,4
	Malavolta et al. (1997)	-	-
	Quaggio (1996)	500	100-900
	Medeiros et al. (2004)	-	-
	Winston (2007)	-	-

O uso do teor ótimo é de fundamental importância para o diagnóstico de desequilíbrios nutricionais, porque serve para identificar se o teor do nutriente está adequado, deficiente ou em excesso (MEMON et al., 2005). Com isso, quando o teor do nutriente se encontra abaixo do teor ótimo, a produtividade da planta é reduzida, sendo possível uma elevação dessa produtividade com aplicação do nutriente. Quando o teor do nutriente está acima do teor ótimo a produtividade é maximizada (SILVA et al., 2020a).

As faixas ótimas estimadas para todas as cultivares de manga pelos métodos DJ, MDJ, DB, MDB e CND apresentaram valores mínimos e máximos acima dos recomendados pela literatura, exceto para Ca, Mg, Cu e Cl (Tabela 8). Esses valores apontam para uma maior

confiabilidade dos métodos desenvolvidos no presente estudo, pois as faixas de suficiência recomendadas na literatura foram desenvolvidas para cultivares de mangueira menos exigentes em nutrientes.

Os métodos DJ, DB, MDJ MDB e CND possibilitaram desenvolver faixas de suficiência para o Mo (Tabela 8). Esses resultados preenchem uma lacuna existente na recomendação desse nutriente, para a cultura da mangueira no Submédio do Vale do São Francisco, haja vista que apenas Winston (2007) desenvolveu uma faixa ótima, para o Mo. No entanto, essa faixa foi desenvolvida na Austrália e para um conjunto de cultivares de manga, com exigências nutricionais diferentes das cultivares produzidas na região.

Os diagnósticos nutricionais estabelecidos pelos métodos DJ, DB, MDJ MDB e CND concordaram entre si e discordaram dos diagnósticos dos autores Quaggio (1996), Malavolta et al. (1997), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007) para os pomares de todas as cultivares (Tabelas 9, 10 e 11), exceto S e Cu para as cultivares Tommy Atkins, Keint e Keitt (Tabelas 9, 10 e 11), Fe para as cultivares Kent e Keitt (Tabelas 10 e 11), N para a cultivar Kent (Tabela 10) e Zn para a cultivar Keitt (Tabela 11). Essa discordância entre os diagnósticos encontrados nesse estudo e os relatados na literatura ocorreu devido a muitas lavouras terem sido diagnosticadas como equilibradas pelos métodos DJ, DB, MDJ MDB e CND em função de uma maior amplitude das faixas de suficiência estimadas por esses métodos (Tabela 8). Isso não ocorreu com as faixas de suficiência estabelecidas na literatura (Quaggio, 1996; Malavolta et al., 1997; Medeiros et al., 2004), que são, na maioria dos casos, menos amplas (Tabela 8) e diagnosticaram a maior parte dos nutrientes como deficientes ou em excesso (Tabelas 9, 10 e 11).

Tabela 9. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

Método diagnóstico	PRA (%)			Teste da razão de verossimilhança Qui-quadrado								
	P	Z	N	DB	MDJ	MDB	CND	ChM	Malavolta et al. (1997)	Quaggio (1996)	Medeiros et al. (2004)	Winston (2007)
								Nitrogênio				
DJ	12	36	18	1,11 ^{ns}	0,07 ^{ns}	1,11 ^{ns}	0,05 ^{ns}	5,21 ^{ns}	80,43 ^{**}	47,67 ^{**}	65,14 ^{**}	31,34 ^{**}
DB	17	33	16	-	1,68 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,71 ^{ns}	4,19 ^{ns}	86,17 ^{**}	53,45 ^{**}	71,22 ^{**}	36,87 ^{**}
MDJ	11	36	19	-	-	1,68 ^{ns}	0,21 ^{ns}	5,27 ^{ns}	77,61 ^{**}	45,20 ^{**}	62,39 ^{**}	29,26 ^{**}
MDB	17	33	16	-	-	-	0,71 ^{ns}	4,19 ^{ns}	86,17 ^{**}	53,45 ^{**}	71,22 ^{**}	36,87 ^{**}
CND	13	35	18	-	-	-	-	4,49 ^{ns}	80,33 ^{**}	47,78 ^{**}	65,20 ^{**}	31,70 ^{**}
ChM	17	23	26	-	-	-	-	-	58,74 ^{**}	32,35 ^{**}	46,49 ^{**}	22,53 ^{**}
Malavolta et al. (1997)	1	1	64	-	-	-	-	-	-	7,07 [†]	1,99 ^{ns}	15,22 ^{**}
Quaggio (1996)	2	8	56	-	-	-	-	-	-	-	1,91 ^{ns}	3,46 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	1	4	61	-	-	-	-	-	-	-	-	8,50 [†]
Winston (2007)	1	16	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								Fósforo				
DJ	12	48	6	3,31 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,31 ^{ns}	3,31 ^{ns}	44,80 ^{**}	128,41 ^{**}	61,24 ^{**}	128,41 ^{**}	-
DB	20	43	3	-	3,31 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	28,04 ^{**}	148,85 ^{**}	79,54 ^{**}	148,85 ^{**}	-
MDJ	12	48	6	-	-	3,31 ^{ns}	3,31 ^{ns}	44,80 ^{**}	128,41 ^{**}	61,24 ^{**}	128,41 ^{**}	-
MDB	20	43	3	-	-	-	0,00 ^{ns}	28,04 ^{**}	148,85 ^{**}	79,54 ^{**}	148,85 ^{**}	-
CND	20	43	3	-	-	-	-	28,04 ^{**}	148,85 ^{**}	79,54 ^{**}	148,85 ^{**}	-
ChM	49	14	3	-	-	-	-	-	151,02 ^{**}	113,43 ^{**}	151,02 ^{**}	-
Malavolta et al. (1997)	0	1	65	-	-	-	-	-	-	19,69 ^{**}	0,00 ^{ns}	-
Quaggio (1996)	0	21	45	-	-	-	-	-	-	-	19,69 ^{**}	-
Medeiros et al. (2004)	0	1	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								Potássio				
DJ	13	43	10	0,69 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,49 ^{ns}	76,42 ^{**}	123,80 ^{**}	89,14 ^{**}	89,14 ^{**}	35,18 ^{**}
DB	17	40	9	-	0,69 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,16 ^{ns}	64,45 ^{**}	127,95 ^{**}	93,93 ^{**}	93,93 ^{**}	39,58 ^{**}
MDJ	13	43	10	-	-	1,49 ^{ns}	1,49 ^{ns}	76,42 ^{**}	123,80 ^{**}	89,14 ^{**}	89,14 ^{**}	35,18 ^{**}
MDB	19	38	9	-	-	-	0,00 ^{ns}	58,98 ^{**}	127,95 ^{**}	94,50 ^{**}	94,50 ^{**}	40,86 ^{**}
CND	19	38	9	-	-	-	-	58,98 ^{**}	127,95 ^{**}	94,50 ^{**}	94,50 ^{**}	40,86 ^{**}
ChM	60	4	2	-	-	-	-	-	164,94 ^{**}	151,86 ^{**}	151,86 ^{**}	110,51 ^{**}
Malavolta et al. (1997)	0	0	66	-	-	-	-	-	-	8,60 ^{**}	8,60 ^{**}	32,37 ^{**}
Quaggio (1996)	0	6	60	-	-	-	-	-	-	-	0,00 ^{ns}	16,50 ^{**}
Medeiros et al. (2004)	0	6	60	-	-	-	-	-	-	-	-	16,50 ^{**}
Winston (2007)	0	26	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								Cálcio				
DJ	15	48	3	0,37 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,42 ^{ns}	30,23 ^{**}	15,22 ^{**}	7,87 [†]	24,40 ^{**}	9,27 ^{**}
DB	18	45	3	-	0,16 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,58 ^{ns}	29,61 ^{**}	11,17 ^{**}	11,42 ^{**}	29,65 ^{**}	12,74 ^{**}
MDJ	16	47	3	-	-	0,16 ^{ns}	0,73 ^{ns}	29,96 ^{**}	13,77 ^{**}	9,08 ^{**}	29,13 ^{**}	10,39 ^{**}
MDB	18	45	3	-	-	-	1,58 ^{ns}	29,61 ^{**}	11,17 ^{**}	11,42 ^{**}	29,65 ^{**}	12,74 ^{**}
CND	12	51	3	-	-	-	-	31,52 ^{**}	20,25 ^{**}	4,77 ^{ns}	19,37 ^{**}	6,12 [†]
ChM	12	26	28	-	-	-	-	-	26,41 ^{**}	36,93 ^{**}	65,40 ^{**}	36,21 ^{**}
Malavolta et al. (1997)	34	26	6	-	-	-	-	-	-	40,01 ^{**}	68,36 ^{**}	39,18 ^{**}
Quaggio (1996)	4	58	4	-	-	-	-	-	-	-	7,87 [†]	0,15 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	0	65	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5,09 ^{ns}
Winston (2007)	3	59	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								Magnésio				
DJ	6	22	38	2,62 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,62 ^{ns}	2,05 ^{ns}	13,96 ^{**}	141,68 ^{**}	98,01 ^{**}	64,06 ^{**}	-
DB	11	25	30	-	2,62 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,27 ^{ns}	4,68 ^{ns}	119,83 ^{**}	75,43 ^{**}	44,14 ^{**}	-
MDJ	6	22	38	-	-	2,62 ^{ns}	2,05 ^{ns}	13,96 ^{**}	141,68 ^{**}	98,01 ^{**}	64,06 ^{**}	-
MDB	11	25	30	-	-	-	0,27 ^{ns}	4,68 ^{ns}	119,83 ^{**}	75,43 ^{**}	44,14 ^{**}	-
CND	9	27	30	-	-	-	-	38,94 ^{**}	127,95 ^{**}	81,18 ^{**}	45,94 ^{**}	-
ChM	20	26	20	-	-	-	-	-	89,70 ^{**}	47,61 ^{**}	24,34 ^{**}	-
Malavolta et al. (1997)	66	0	0	-	-	-	-	-	-	12,28 ^{**}	68,48 ^{**}	-
Quaggio (1996)	53	13	0	-	-	-	-	-	-	-	21,23 ^{**}	-
Medeiros et al. (2004)	28	37	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								Enxofre				
DJ	24	34	8	0,00 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,00 ^{ns}	30,84 ^{**}	31,19 ^{**}	2,97 ^{ns}	-	-
DB	24	34	8	-	0,31 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,00 ^{ns}	30,84 ^{**}	31,19 ^{**}	2,97 ^{ns}	-	-
MDJ	27	31	8	-	-	0,00 ^{ns}	0,31 ^{ns}	25,26 ^{**}	25,69 ^{**}	5,09 ^{ns}	-	-
MDB	27	31	8	-	-	-	0,31 ^{ns}	25,26 ^{**}	25,69 ^{**}	5,09 ^{ns}	-	-
CND	24	34	8	-	-	-	-	30,84 ^{**}	31,19 ^{**}	2,97 ^{ns}	-	-
ChM	53	7	6	-	-	-	-	-	1,17 ^{ns}	50,18 ^{**}	-	-
Malavolta et al. (1997)	50	6	10	-	-	-	-	-	-	49,13 ^{**}	-	-
Quaggio (1996)	15	41	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medeiros et al. (2004)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								Boro				
DJ	13	36	17	3,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,24 ^{ns}	83,79 ^{**}	11,07 ^{**}	-	60,98 ^{**}	-	70,69 ^{**}
DB	22	31	13	-	3,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	57,98 ^{**}	4,76 ^{ns}	-	75,81 ^{**}	-	81,26 ^{**}

(Continua)

Tabela 9. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

													(Conclusão)
MDJ	13	36	17			3,24 ^{ns}	83,79 ^{**}	11,07 ^{**}		60,98 ^{**}		70,69 ^{**}	
MDB	22	31	13			-	57,98 ^{**}	4,76 ^{ns}		75,81 ^{**}		81,26 ^{**}	
CND	61	5	0				-	47,58 ^{**}		165,66 ^{**}		126,29 ^{**}	
ChM	28	19	19					-		64,12 ^{**}		66,15 ^{**}	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-							-		-	
Quaggio (1996)	0	8	58							-		3,89 ^{ns}	
Medeiros et al. (2004)	-	-	-							-		-	
Winston (2007)	0	2	64							-		-	
Cobre													
DJ	20	40	6	5,18 ^{ns}	0,14 ^{ns}	5,18 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,94 [*]	-	17,08 ^{**}	89,70 ^{**}	6,38 [*]	
DB	10	45	11	-	6,69 [*]	0,00 ^{ns}	5,18 ^{ns}	9,53 ^{**}	-	38,13 ^{**}	123,80 ^{**}	21,12 ^{**}	
MDJ	22	38	6			6,69 [*]	0,14 ^{ns}	6,23 [*]	-	14,98 ^{**}	84,02 ^{**}	4,78 ^{ns}	
MDB	10	45	11			-	5,18 ^{ns}	9,53 ^{**}	-	38,13 ^{**}	123,80 ^{**}	21,12 ^{**}	
CND	20	40	6				-	6,94 [*]	-	17,08 ^{**}	89,70 ^{**}	6,38 [*]	
ChM	22	28	16					-	-	27,00 ^{**}	84,02 ^{**}	11,48 ^{**}	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-							-	-	-	
Quaggio (1996)	39	27	0							-	44,45 ^{**}	3,41 ^{ns}	
Medeiros et al. (2004)	66	0	0							-	-	42,24 ^{**}	
Winston (2007)	34	29	3							-	-	-	
Ferro													
DJ	2	59	5	7,60 [*]	0,21 ^{ns}	7,60 [*]	0,21 ^{ns}	6,77 [*]	-	16,52 ^{**}	15,76 ^{**}	13,56 ^{**}	
DB	11	50	5	-	5,45 ^{ns}	0,00 ^{ns}	5,45 ^{ns}	19,02 ^{**}	-	21,18 ^{**}	6,34 [*]	17,63 ^{**}	
MDJ	3	58	5			5,45 ^{ns}	0,00 ^{ns}	8,06 [*]	-	17,64 ^{**}	13,41 ^{**}	13,46 ^{**}	
MDB	11	50	5			-	5,45 ^{ns}	19,02 ^{**}	-	21,18 ^{**}	6,34 [*]	17,63 ^{**}	
CND	3	58	5				-	8,06 [*]	-	17,64 ^{**}	13,41 ^{**}	13,46 ^{**}	
ChM	0	53	13					-	-	2,48 ^{ns}	17,21 ^{**}	5,58 ^{ns}	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-							-	-	-	
Quaggio (1996)	0	44	22							-	16,77 ^{**}	2,04 ^{ns}	
Medeiros et al. (2004)	11	40	15							-	-	7,60 [*]	
Winston (2007)	2	42	22							-	-	-	
Manganês													
DJ	36	20	10	3,14 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,51 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,71 [*]	-	123,80 ^{**}	69,45 ^{**}	49,50 ^{**}	
DB	26	28	12	-	3,14 ^{ns}	0,03 ^{ns}	3,14 ^{ns}	17,39 ^{**}	-	116,01 ^{**}	47,53 ^{**}	32,49 ^{**}	
MDJ	36	20	10			2,51 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,71 [*]	-	123,80 ^{**}	69,45 ^{**}	49,50 ^{**}	
MDB	27	27	12			-	2,51 ^{ns}	15,89 ^{**}	-	116,01 ^{**}	49,80 ^{**}	34,01 ^{**}	
CND	36	20	10				-	6,71 [*]	-	123,80 ^{**}	69,45 ^{**}	49,50 ^{**}	
ChM	46	8	12					-	-	116,01 ^{**}	107,31 ^{**}	73,86 ^{**}	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-							-	-	-	
Quaggio (1996)	0	0	66							-	132,29 ^{**}	66,00 ^{**}	
Medeiros et al. (2004)	0	58	8							-	-	8,45 ^{**}	
Winston (2007)	0	44	22							-	-	-	
Zinco													
DJ	26	34	6	26,10 ^{**}	0,11 ^{ns}	19,98 ^{**}	0,00 ^{ns}	42,69 ^{**}	-	93,71 ^{**}	45,24 ^{**}	32,41 ^{**}	
DB	3	54	9	-	27,82 ^{**}	0,54 ^{ns}	26,10 ^{**}	12,09 ^{**}	-	71,90 ^{**}	8,29 [*]	3,08 ^{ns}	
MDJ	27	34	5			21,57 ^{**}	0,11 ^{ns}	46,11 ^{**}	-	98,51 ^{**}	48,23 ^{**}	33,95 ^{**}	
MDB	5	52	9			-	19,98 ^{**}	13,39 ^{**}	-	72,65 ^{**}	10,83 ^{**}	5,22 ^{ns}	
CND	26	34	6				-	42,69 ^{**}	-	93,71 ^{**}	45,24 ^{**}	32,41 ^{**}	
ChM	1	39	26					-	-	28,62 ^{**}	3,22 ^{ns}	12,63 ^{**}	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-							-	-	-	
Quaggio (1996)	0	11	55							-	37,67 ^{**}	64,18 ^{**}	
Medeiros et al. (2004)	0	47	19							-	-	4,53 ^{ns}	
Winston (2007)	0	57	9							-	-	-	
Molibdênio													
DJ	30	26	10	2,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,80 ^{ns}	5,59 ^{ns}	-	-	-	46,05 ^{**}	
DB	22	31	13	-	2,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,29 ^{ns}	10,31 ^{**}	-	-	-	34,58 ^{**}	
MDJ	30	26	10			2,06 ^{ns}	0,80 ^{ns}	5,59 ^{ns}	-	-	-	46,05 ^{**}	
MDB	22	31	13			-	0,29 ^{ns}	10,31 ^{**}	-	-	-	34,58 ^{**}	
CND	25	29	12				-	7,91 [*]	-	-	-	38,49 ^{**}	
ChM	36	14	16					-	-	-	-	46,70 ^{**}	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-							-	-	-	
Quaggio (1996)	-	-	-							-	-	-	
Medeiros et al. (2004)	-	-	-							-	-	-	
Winston (2007)	1	24	41							-	-	-	
Cloro													
DJ	13	34	19	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	14,02 ^{**}	-	-	-	-	
DB	13	34	19	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	14,02 ^{**}	-	-	-	-	
MDJ	13	34	19			0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	14,02 ^{**}	-	-	-	-	
MDB	13	34	19			-	0,00 ^{ns}	14,02 ^{**}	-	-	-	-	
CND	13	34	19				-	14,02 ^{**}	-	-	-	-	
ChM	13	15	38					-	-	-	-	-	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-							-	-	-	
Quaggio (1996)	52	0	0							-	-	-	
Medeiros et al. (2004)	-	-	-							-	-	-	
Winston (2007)	-	-	-							-	-	-	

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste da razão de verossimilhança Qui-quadrado (G). ^{ns} Não significativo.

Tabela 10. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Kent em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

Método diagnóstico	Diagnóstico			Qui- quadrado					Malavolta et al. (1997)	Quaggio (1996)	Medeiros et al. (2004)	Winston (2007)
	P	Z	N	DB	MDJ	MDB	CND	ChM				
Nitrogênio												
DJ	13	22	17	0,68 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,06 ^{ns}	7,04*	32,36**	7,68*	21,38**	5,46 ^{ns}
DB	11	20	21	-	0,68 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,37 ^{ns}	10,15**	24,69**	3,90 ^{ns}	14,85**	2,80 ^{ns}
MDJ	13	22	17	-	-	0,68 ^{ns}	0,06 ^{ns}	7,04*	32,36**	32,36**	21,38**	5,46 ^{ns}
MDB	11	20	21	-	-	-	0,37 ^{ns}	10,15**	24,69**	3,90 ^{ns}	14,85**	2,80 ^{ns}
CND	12	22	18	-	-	-	-	8,32*	30,52**	6,63*	19,67**	4,36 ^{ns}
ChM	26	15	11	-	-	-	-	-	45,51**	20,09**	36,07**	21,30**
Malavolta et al. (1997)	5	3	44	-	-	-	-	-	-	9,70**	1,83 ^{ns}	18,12**
Quaggio (1996)	8	13	31	-	-	-	-	-	-	-	3,67 ^{ns}	3,01 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	5	7	40	-	-	-	-	-	-	-	-	9,96**
Winston (2007)	5	21	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo												
DJ	15	15	22	1,50 ^{ns}	1,72 ^{ns}	1,50 ^{ns}	0,00 ^{ns}	16,77**	54,10**	28,15**	54,10**	-
DB	10	19	23	-	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,50 ^{ns}	23,11**	51,71**	22,33**	51,71**	-
MDJ	10	20	22	-	-	0,04 ^{ns}	1,72 ^{ns}	22,26**	54,10**	23,61**	54,10**	-
MDB	10	19	23	-	-	-	1,50 ^{ns}	23,11**	51,71**	22,33**	51,71**	-
CND	15	15	22	-	-	-	-	16,77**	54,10**	28,15**	54,10**	-
ChM	30	17	5	-	-	-	-	-	110,29**	76,72**	110,29**	-
Malavolta et al. (1997)	0	0	52	-	-	-	-	-	-	14,92**	0,00 ^{ns}	-
Quaggio (1996)	0	10	42	-	-	-	-	-	-	-	14,92**	-
Medeiros et al. (2004)	0	0	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potássio												
DJ	22	26	4	2,17 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,17 ^{ns}	2,40 ^{ns}	15,33**	115,35**	92,41**	92,41**	60,50**
DB	15	31	6	-	2,17 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,71 ^{ns}	26,68**	105,59**	81,62**	81,62**	52,75**
MDJ	22	26	4	-	-	2,17 ^{ns}	2,40 ^{ns}	15,33**	115,35**	92,41**	92,41**	60,50**
MDB	15	31	6	-	-	-	0,71 ^{ns}	26,68**	105,59**	81,62**	81,62**	52,75**
CND	19	28	5	-	-	-	-	19,52**	110,29**	86,94**	86,94**	56,65**
ChM	40	8	4	-	-	-	-	-	115,35**	100,69**	100,69**	71,61**
Malavolta et al. (1997)	0	0	52	-	-	-	-	-	-	5,70*	5,70*	11,06**
Quaggio (1996)	0	4	48	-	-	-	-	-	-	-	0,00 ^{ns}	2,97 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	0	4	48	-	-	-	-	-	-	-	-	2,97 ^{ns}
Winston (2007)	0	10	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cálcio												
DJ	3	32	17	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,52 ^{ns}	16,22**	24,44**	10,70**	22,25**	10,70**
DB	3	33	16	-	0,04 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,89 ^{ns}	17,83**	24,39**	9,43**	20,51**	9,43**
MDJ	3	32	17	-	-	0,04 ^{ns}	2,52 ^{ns}	16,22**	24,44**	10,70**	22,25**	10,70**
MDB	3	33	16	-	-	-	1,89 ^{ns}	17,83**	24,39**	9,43**	20,51**	9,43**
CND	3	39	10	-	-	-	-	29,90**	25,68**	3,10 ^{ns}	10,95**	3,10 ^{ns}
ChM	6	12	34	-	-	-	-	-	28,64**	46,94**	68,42**	46,94**
Malavolta et al. (1997)	24	19	9	-	-	-	-	-	-	28,02**	48,06**	28,02**
Quaggio (1996)	4	44	4	-	-	-	-	-	-	-	4,23 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	1	50	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4,23 ^{ns}
Winston (2007)	4	44	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnésio												
DJ	12	28	12	3,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,63 ^{ns}	0,00 ^{ns}	32,70**	82,40**	24,39**	20,25**	-
DB	7	26	19	-	3,00 ^{ns}	1,20 ^{ns}	3,00 ^{ns}	40,86**	101,19**	40,96**	30,82**	-
MDJ	12	28	12	-	-	1,63 ^{ns}	0,00 ^{ns}	32,70**	82,40**	24,39**	20,25**	-
MDB	7	31	14	-	-	-	1,63 ^{ns}	47,00**	101,19**	35,03**	21,61**	-
CND	12	28	12	-	-	-	-	32,70**	82,40**	24,39**	20,25**	-
ChM	40	10	2	-	-	-	-	-	18,20**	9,79**	46,10**	-
Malavolta et al. (1997)	52	0	0	-	-	-	-	-	-	38,50**	69,94**	-
Quaggio (1996)	29	23	0	-	-	-	-	-	-	-	17,23**	-
Medeiros et al. (2004)	9	43	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Enxofre												
DJ	17	27	8	0,78 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,00 ^{ns}	18,35**	14,26**	2,06 ^{ns}	-	-
DB	21	25	6	-	0,78 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,78 ^{ns}	13,14**	12,07**	5,20 ^{ns}	-	-
MDJ	17	27	8	-	-	0,78 ^{ns}	0,00 ^{ns}	18,35**	14,26**	2,06 ^{ns}	-	-
MDB	21	25	6	-	-	-	0,78 ^{ns}	13,14**	12,07**	5,20 ^{ns}	-	-
CND	17	27	8	-	-	-	-	18,35**	14,26**	2,06 ^{ns}	-	-
ChM	39	10	3	-	-	-	-	-	7,96*	29,90**	-	-
Malavolta et al. (1997)	30	9	13	-	-	-	-	-	-	17,30**	-	-
Quaggio (1996)	12	27	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medeiros et al. (2004)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Boro												
DJ	21	24	7	6,05*	0,00 ^{ns}	6,05*	0,00 ^{ns}	0,73 ^{ns}	-	20,85**	-	62,09**
DB	10	35	7	-	6,05*	0,00 ^{ns}	6,05*	8,05*	-	47,30**	-	61,63**
MDJ	21	24	7	-	-	6,05*	0,00 ^{ns}	0,73 ^{ns}	-	20,85**	-	62,09**
MDB	10	35	7	-	-	-	6,05*	8,05*	-	47,30**	-	61,63**
CND	21	24	7	-	-	-	-	0,73 ^{ns}	-	20,85**	-	62,09**

(Continua)

Tabela 10. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Kent em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

												(Conclusão)
ChM	21	21	10								44,81**	53,75**
Malavolta et al. (1997)	-	-	-								-	-
Quaggio (1996)	1	11	40								-	3,82 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	-	-	-								-	-
Winston (2007)	1	4	47								-	-
Cobre												
DJ	15	34	3	14,45**	0,23 ^{ns}	14,45**	0,00 ^{ns}	23,06**	-	5,74 ^{ns}	72,91**	1,94 ^{ns}
DB	2	42	8	-	15,11**	0,00 ^{ns}	14,45**	24,30**	-	32,60**	127,06**	20,29**
MDJ	16	32	4			15,11**	0,23 ^{ns}	19,68**	-	6,56*	69,97**	1,09 ^{ns}
MDB	2	42	8				14,45**	24,30**	-	32,60**	127,06**	20,29**
CND	15	34	3				-	23,06**	-	5,74 ^{ns}	72,91**	0,00 ^{ns}
ChM	11	18	23					-	-	38,65**	85,82**	18,29**
Malavolta et al. (1997)	-	-	-					-	-	-	-	-
Quaggio (1996)	22	30	0					-	-	54,10**	-	4,18 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	52	0	0					-	-	-	-	44,16**
Winston (2007)	21	27	4					-	-	-	-	-
Ferro												
DJ	15	28	9	12,45**	0,00 ^{ns}	12,45**	0,05 ^{ns}	13,32**	-	8,59*	2,99 ^{ns}	5,10 ^{ns}
DB	3	30	19	-	12,45**	0,00 ^{ns}	11,39**	5,23 ^{ns}	-	4,97 ^{ns}	25,97**	5,30 ^{ns}
MDJ	15	28	9			12,45**	0,05 ^{ns}	13,32**	-	8,59*	2,99 ^{ns}	5,10 ^{ns}
MDB	3	30	19				11,39**	5,23 ^{ns}	-	4,97 ^{ns}	25,97**	5,30 ^{ns}
CND	14	29	9				-	13,09**	-	7,36*	3,45 ^{ns}	4,16 ^{ns}
ChM	7	19	26					-	-	16,48**	26,75**	14,12**
Malavolta et al. (1997)	-	-	-					-	-	-	-	-
Quaggio (1996)	4	39	9					-	-	-	16,84**	0,45 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	21	27	4					-	-	-	-	11,81**
Winston (2007)	6	37	9					-	-	-	-	-
Manganês												
DJ	13	24	15	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,47 ^{ns}	5,05 ^{ns}	-	59,84**	21,24**	26,93**
DB	13	24	15	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,47 ^{ns}	5,05 ^{ns}	-	59,84**	21,24**	26,93**
MDJ	13	24	15			0,00 ^{ns}	0,47 ^{ns}	5,05 ^{ns}	-	59,84**	21,24**	26,93**
MDB	13	24	15			-	0,47 ^{ns}	5,05 ^{ns}	-	59,84**	21,24**	26,93**
CND	13	21	18				-	2,89 ^{ns}	-	51,98**	23,49**	22,61**
ChM	8	18	26					-	-	33,52**	15,08**	11,40**
Malavolta et al. (1997)	-	-	-					-	-	-	-	-
Quaggio (1996)	0	2	50					-	-	-	49,76**	9,42**
Medeiros et al. (2004)	0	38	14					-	-	-	-	24,04**
Winston (2007)	0	13	39					-	-	-	-	-
Zinco												
DJ	9	37	6	0,72 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,00 ^{ns}	15,78**	-	65,36**	13,36**	9,97**
DB	6	40	6	-	0,72 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,72 ^{ns}	11,66**	-	64,22**	8,7*	6,41*
MDJ	9	37	6			0,72 ^{ns}	0,00 ^{ns}	15,78**	-	65,36**	13,36**	9,97**
MDB	6	40	6			-	0,72 ^{ns}	11,66**	-	64,22**	8,7*	6,41*
CND	9	37	6				-	15,78**	-	65,36**	13,36**	9,97**
ChM	0	38	14					-	-	32,78**	2,09 ^{ns}	3,96 ^{ns}
Malavolta et al. (1997)	-	-	-					-	-	-	-	-
Quaggio (1996)	0	8	44					-	-	-	54,87**	55,62**
Medeiros et al. (2004)	0	44	8					-	-	-	-	0,33 ^{ns}
Winston (2007)	0	46	6					-	-	-	-	-
Molibdênio												
DJ	0	38	14	14,25**	0,00 ^{ns}	14,25**	1,40 ^{ns}	12,30**	-	-	-	15,82**
DB	9	35	8	-	14,25**	0,00 ^{ns}	9,07*	24,46**	-	-	-	27,09**
MDJ	0	38	14			14,25**	1,40 ^{ns}	12,30**	-	-	-	15,82**
MDB	9	35	8			-	9,07*	24,46**	-	-	-	27,09**
CND	1	37	14				-	10,42**	-	-	-	14,24**
ChM	1	21	30					-	-	-	-	0,37 ^{ns}
Malavolta et al. (1997)	-	-	-					-	-	-	-	-
Quaggio (1996)	-	-	-					-	-	-	-	-
Medeiros et al. (2004)	-	-	-					-	-	-	-	-
Winston (2007)	1	18	33					-	-	-	-	-
Cloro												
DJ	3	6	43	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,90 ^{ns}	-	120,88**	-	-
DB	3	6	43	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,90 ^{ns}	-	120,88**	-	-
MDJ	3	6	43			-	0,00 ^{ns}	0,90 ^{ns}	-	120,88**	-	-
MDB	3	6	43				-	0,90 ^{ns}	-	120,88**	-	-
CND	3	6	43				-	0,90 ^{ns}	-	120,88**	-	-
ChM	5	4	43					-	-	110,29**	-	-
Malavolta et al. (1997)	-	-	-					-	-	-	-	-
Quaggio (1996)	52	0	0					-	-	-	-	-
Medeiros et al. (2004)	-	-	-					-	-	-	-	-
Winston (2007)	-	-	-					-	-	-	-	-

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste da razão de verossimilhança Qui-quadrado (G). ^{ns} Não significativo.

Tabela 11. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

Método diagnóstico	PRA			Qui-quadrado						ChM	Malavolta et al. (1997)	Quaggio (1996)	Medeiros et al. (2004)	Winston (2007)
	P	Z	N	DB	MDJ	MDB	CND							
Nitrogênio														
DJ	15	18	5	0,24 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,06 ^{ns}	24,13 ^{**}	49,06 ^{**}	23,55 ^{**}	44,55 ^{**}	19,01 ^{**}		
DB	17	16	5	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}	20,41 ^{**}	50,27 ^{**}	23,65 ^{**}	46,09 ^{**}	22,42 ^{**}		
MDJ	17	16	5	-	-	0,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}	20,41 ^{**}	50,27 ^{**}	23,65 ^{**}	46,09 ^{**}	22,42 ^{**}		
MDB	17	16	5	-	-	-	0,06 ^{ns}	20,41 ^{**}	50,27 ^{**}	23,65 ^{**}	46,09 ^{**}	22,42 ^{**}		
CND	16	17	5	-	-	-	-	22,22 ^{**}	49,65 ^{**}	23,56 ^{**}	45,30 ^{**}	20,68 ^{**}		
ChM	34	4	0	-	-	-	-	-	91,89 ^{**}	57,12 ^{**}	90,08 ^{**}	61,77 ^{**}		
Malavolta et al. (1997)	0	6	32	-	-	-	-	-	-	9,25 [*]	0,08 ^{ns}	35,57 ^{**}		
Quaggio (1996)	6	7	25	-	-	-	-	-	-	-	8,84 [*]	33,67 ^{**}		
Medeiros et al. (2004)	0	8	30	-	-	-	-	-	-	-	-	30,40 ^{**}		
Winston (2007)	0	32	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Fósforo														
DJ	8	24	6	1,17 ^{ns}	1,09 ^{ns}	1,09 ^{ns}	5,01 ^{ns}	10,20 ^{**}	56,23 ^{**}	33,52 ^{**}	56,23 ^{**}	-		
DB	12	20	6	-	0,11 ^{ns}	0,11 ^{ns}	1,40 ^{ns}	4,59 ^{ns}	55,81 ^{**}	34,96 ^{**}	55,81 ^{**}	-		
MDJ	12	21	5	-	-	0,00 ^{ns}	1,54 ^{ns}	4,97 ^{ns}	50,76 ^{**}	38,10 ^{**}	50,76 ^{**}	-		
MDB	12	21	5	-	-	-	1,54 ^{ns}	4,97 ^{ns}	50,76 ^{**}	38,10 ^{**}	50,76 ^{**}	-		
CND	17	16	5	-	-	-	-	0,99 ^{ns}	59,62 ^{**}	40,65 ^{**}	59,62 ^{**}	-		
ChM	21	12	5	-	-	-	-	-	59,76 ^{**}	43,50 ^{**}	59,76 ^{**}	-		
Malavolta et al. (1997)	1	1	36	-	-	-	-	-	-	5,60 ^{ns}	0,00 ^{ns}	-		
Quaggio (1996)	1	7	30	-	-	-	-	-	-	-	5,60 ^{ns}	-		
Medeiros et al. (2004)	1	1	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Potássio														
DJ	6	30	2	5,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	5,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	11,10 ^{**}	89,47 ^{**}	61,31 ^{**}	61,31 ^{**}	43,23 ^{**}		
DB	0	34	4	-	5,24 ^{ns}	0,00 ^{ns}	5,24 ^{ns}	5,85 ^{ns}	57,95 ^{**}	41,29 ^{**}	41,29 ^{**}	35,97 ^{**}		
MDJ	6	30	2	-	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	11,10 ^{**}	89,47 ^{**}	61,31 ^{**}	61,31 ^{**}	43,23 ^{**}		
MDB	0	34	4	-	-	-	5,24 ^{ns}	5,85 ^{ns}	57,95 ^{**}	41,29 ^{**}	41,29 ^{**}	35,97 ^{**}		
CND	6	30	2	-	-	-	-	11,10 ^{**}	89,47 ^{**}	61,31 ^{**}	61,31 ^{**}	43,23 ^{**}		
ChM	1	26	11	-	-	-	-	-	53,17 ^{**}	28,48 ^{**}	28,48 ^{**}	19,33 ^{**}		
Malavolta et al. (1997)	0	0	38	-	-	-	-	-	-	7,28 ^{**}	7,28 ^{**}	8,94 ^{**}		
Quaggio (1996)	0	5	33	-	-	-	-	-	-	-	0,00 ^{ns}	0,83 ^{ns}		
Medeiros et al. (2004)	0	5	33	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83 ^{ns}		
Winston (2007)	0	8	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Cálcio														
DJ	10	19	9	0,10 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,08 ^{ns}	18,54 ^{**}	15,02 ^{**}	21,25 ^{**}	32,79 ^{**}	21,25 ^{**}		
DB	11	19	8	-	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,07 ^{ns}	18,58 ^{**}	15,95 ^{**}	21,29 ^{**}	32,79 ^{**}	21,29 ^{**}		
MDJ	10	20	8	-	-	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	20,80 ^{**}	14,61 ^{**}	19,38 ^{**}	30,63 ^{**}	19,38 ^{**}		
MDB	11	19	8	-	-	-	0,07 ^{ns}	18,58 ^{**}	15,95 ^{**}	21,29 ^{**}	32,79 ^{**}	21,29 ^{**}		
CND	10	20	8	-	-	-	-	20,80 ^{**}	14,61 ^{**}	19,38 ^{**}	30,63 ^{**}	19,38 ^{**}		
ChM	28	4	6	-	-	-	-	-	4,82 ^{ns}	64,91 ^{**}	78,94 ^{**}	64,91 ^{**}		
Malavolta et al. (1997)	26	10	2	-	-	-	-	-	-	44,81 ^{**}	56,23 ^{**}	44,81 ^{**}		
Quaggio (1996)	1	36	1	-	-	-	-	-	-	-	2,82 ^{ns}	0,00 ^{ns}		
Medeiros et al. (2004)	0	38	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,82 ^{ns}		
Winston (2007)	1	36	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Magnésio														
DJ	9	18	11	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,56 ^{ns}	59,45 ^{**}	26,37 ^{**}	11,45 ^{**}	-		
DB	9	19	10	-	0,07 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,62 ^{ns}	59,45 ^{**}	25,44 ^{**}	10,02 ^{**}	-		
MDJ	9	18	11	-	-	0,07 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,56 ^{ns}	59,45 ^{**}	26,37 ^{**}	11,45 ^{**}	-		
MDB	9	19	10	-	-	-	0,00 ^{ns}	1,62 ^{ns}	59,45 ^{**}	25,44 ^{**}	10,02 ^{**}	-		
CND	9	19	10	-	-	-	-	1,62 ^{ns}	59,45 ^{**}	25,44 ^{**}	10,02 ^{**}	-		
ChM	14	15	9	-	-	-	-	-	42,20 ^{**}	16,31 ^{**}	9,60 ^{**}	-		
Malavolta et al. (1997)	38	0	0	-	-	-	-	-	-	17,12 ^{**}	44,77 ^{**}	-		
Quaggio (1996)	27	11	0	-	-	-	-	-	-	-	9,90 ^{**}	-		
Medeiros et al. (2004)	14	23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Enxofre														
DJ	15	16	7	1,18 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,54 ^{ns}	6,62 [*]	5,17 ^{ns}	-	-		
DB	11	17	10	-	1,62 ^{ns}	0,00 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,42 ^{ns}	6,23 [*]	1,60 ^{ns}	-	-		
MDJ	15	17	6	-	-	1,62 ^{ns}	0,10 ^{ns}	3,65 ^{ns}	8,31 [*]	6,27 [*]	-	-		
MDB	11	17	10	-	-	-	1,18 ^{ns}	1,42 ^{ns}	6,23 [*]	1,60 ^{ns}	-	-		
CND	15	16	7	-	-	-	-	2,54 ^{ns}	6,62 [*]	5,17 ^{ns}	-	-		
ChM	13	12	13	-	-	-	-	-	1,78 ^{ns}	1,67 ^{ns}	-	-		
Malavolta et al. (1997)	16	7	15	-	-	-	-	-	-	5,69 ^{ns}	-	-		
Quaggio (1996)	8	15	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Medeiros et al. (2004)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Winston (2007)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Boro														
DJ	9	14	15	1,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,00 ^{ns}	9,49 ^{**}	-	11,50 ^{**}	-	23,40 ^{**}		
DB	13	12	13	-	1,66 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,02 ^{ns}	15,56 ^{**}	-	17,39 ^{**}	-	27,51 ^{**}		
MDJ	8	14	16	-	-	0,78 ^{ns}	0,09 ^{ns}	7,84 [*]	-	9,71 ^{**}	-	21,52 ^{**}		
MDB	11	14	13	-	-	-	0,34 ^{ns}	13,10 ^{**}	-	15,42 ^{**}	-	27,41 ^{**}		
CND	9	14	15	-	-	-	-	9,49 ^{**}	-	11,50 ^{**}	-	23,40 ^{**}		
ChM	1	13	24	-	-	-	-	-	-	0,56 ^{ns}	-	10,11 ^{**}		

Tabela 11. Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Keitt em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelos métodos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB), Diagnose da Composição Nutricional (CND) e Chance Matemática (ChM), bem como diagnósticos em mangueiras referenciados na literatura por Malavolta et al. (1997), Quaggio (1996), Medeiros et al. (2004) e Winston (2007)

											(Conclusão)	
Malavolta et al. (1997)	-	-	-								-	
Quaggio (1996)	1	10	27								6,36*	
Medeiros et al. (2004)	-	-	-								-	
Winston (2007)	1	2	35								-	
Cobre												
DJ	11	20	7	0,27 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,53 ^{ns}	-	10,75 ^{**}	53,17 ^{**}	0,07 ^{ns}
DB	13	18	7	-	0,27 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,27 ^{ns}	2,24 ^{ns}	-	11,68 ^{**}	47,45 ^{**}	0,62 ^{ns}
MDJ	11	20	7	-	-	0,27 ^{ns}	0,00 ^{ns}	3,53 ^{ns}	-	10,75 ^{**}	53,17 ^{**}	0,07 ^{ns}
MDB	13	18	7	-	-	-	0,27 ^{ns}	2,24 ^{ns}	-	11,68 ^{**}	47,45 ^{**}	0,62 ^{ns}
CND	11	20	7	-	-	-	-	3,53 ^{ns}	-	10,75 ^{**}	53,17 ^{**}	0,07 ^{ns}
ChM	15	12	11	-	-	-	-	-	-	21,78 ^{**}	42,20 ^{**}	4,34 ^{ns}
Malavolta et al. (1997)	-	-	-									-
Quaggio (1996)	11	27	0								38,83 ^{**}	7,79 [†]
Medeiros et al. (2004)	38	0	0								-	44,33 ^{**}
Winston (2007)	10	21	7									-
Ferro												
DJ	5	23	10	0,94 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,00 ^{ns}	10,42 ^{**}	-	2,04 ^{ns}	1,73 ^{ns}	2,04 ^{ns}
DB	8	22	8	-	2,92 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,94 ^{ns}	14,00 ^{**}	-	4,57 ^{ns}	0,37 ^{ns}	4,57 ^{ns}
MDJ	3	24	11	-	-	2,75 ^{ns}	0,57 ^{ns}	7,89 [*]	-	0,98 ^{ns}	3,85 ^{ns}	0,98 ^{ns}
MDB	8	21	9	-	-	-	0,84 ^{ns}	14,93 ^{**}	-	4,91 ^{ns}	0,80 ^{ns}	4,91 ^{ns}
CND	5	23	10	-	-	-	-	10,42 ^{**}	-	2,04 ^{ns}	1,73 ^{ns}	2,04 ^{ns}
ChM	0	33	5	-	-	-	-	-	-	3,88 ^{ns}	12,60 ^{**}	3,88 ^{ns}
Malavolta et al. (1997)	-	-	-									-
Quaggio (1996)	2	28	8								4,45 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Medeiros et al. (2004)	8	24	6								-	4,45 ^{ns}
Winston (2007)	2	28	8									-
Manganês												
DJ	12	17	9	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	23,39 ^{**}	-	59,45 ^{**}	26,13 ^{**}	15,68 ^{**}
DB	12	17	9	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	23,39 ^{**}	-	59,45 ^{**}	26,13 ^{**}	15,68 ^{**}
MDJ	12	17	9	-	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	23,39 ^{**}	-	59,45 ^{**}	26,13 ^{**}	15,68 ^{**}
MDB	12	17	9	-	-	-	0,00 ^{ns}	23,39 ^{**}	-	59,45 ^{**}	26,13 ^{**}	15,68 ^{**}
CND	12	17	9	-	-	-	-	23,39 ^{**}	-	59,45 ^{**}	26,13 ^{**}	15,68 ^{**}
ChM	32	3	3	-	-	-	-	-	-	83,89 ^{**}	76,05 ^{**}	55,27 ^{**}
Malavolta et al. (1997)	-	-	-									-
Quaggio (1996)	0	0	38								61,22 ^{**}	25,33 ^{**}
Medeiros et al. (2004)	0	35	3								-	16,37 ^{**}
Winston (2007)	0	19	19									-
Zinco												
DJ	8	22	8	7,16 [†]	0,00 ^{ns}	7,16 [†]	0,00 ^{ns}	13,80 ^{**}	-	55,01 ^{**}	16,80 ^{**}	9,01 [†]
DB	1	29	8	-	7,16 [†]	0,00 ^{ns}	7,16 [†]	5,06 ^{ns}	-	54,46 ^{**}	9,29 [*]	1,05 ^{ns}
MDJ	8	22	8	-	-	7,16 [†]	0,00 ^{ns}	13,80 ^{**}	-	55,01 ^{**}	16,80 ^{**}	9,01 [†]
MDB	1	29	8	-	-	-	7,16 [†]	5,06 ^{ns}	-	54,46 ^{**}	9,29 [*]	1,05 ^{ns}
CND	8	22	8	-	-	-	-	13,80 ^{**}	-	55,01 ^{**}	16,80 ^{**}	9,01 [†]
ChM	0	22	16	-	-	-	-	-	-	24,93 ^{**}	0,47 ^{ns}	2,92 ^{ns}
Malavolta et al. (1997)	-	-	-									-
Quaggio (1996)	0	1	37								23,65 ^{**}	43,17 ^{**}
Medeiros et al. (2004)	0	18	20								-	6,74 [†]
Winston (2007)	0	29	9									-
Molibdênio												
DJ	14	14	10	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	22,79 ^{**}	-	-	-	20,46 ^{**}
DB	14	14	10	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	22,79 ^{**}	-	-	-	20,46 ^{**}
MDJ	14	14	10	-	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	22,79 ^{**}	-	-	-	20,46 ^{**}
MDB	14	14	10	-	-	-	0,00 ^{ns}	22,79 ^{**}	-	-	-	20,46 ^{**}
CND	14	14	10	-	-	-	-	22,79 ^{**}	-	-	-	20,46 ^{**}
ChM	0	20	18	-	-	-	-	-	-	-	-	2,62 ^{ns}
Malavolta et al. (1997)	-	-	-									-
Quaggio (1996)	-	-	-									-
Medeiros et al. (2004)	-	-	-									-
Winston (2007)	0	13	25									-
Cloro												
DJ	10	20	8	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,79 [*]	-	-	-	-
DB	10	20	8	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,79 [*]	-	-	-	-
MDJ	10	20	8	-	-	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	6,79 [*]	-	-	-	-
MDB	10	20	8	-	-	-	0,00 ^{ns}	6,79 [*]	-	-	-	-
CND	10	20	8	-	-	-	-	6,79 [*]	-	-	-	-
ChM	20	10	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malavolta et al. (1997)	-	-	-									-
Quaggio (1996)	52	0	0									-
Medeiros et al. (2004)	-	-	-									-
Winston (2007)	-	-	-									-

** e * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste da razão de verossimilhança Qui-quadrado (G). ^{ns} Não significativo.

Essa diferença de amplitude na estimativa das faixas de suficiência estabelecidas pelos métodos DJ, DB, MDJ, MDB e CND e as relatadas na literatura fica mais evidente para N, P, K, Mg, B, Cu e Zn (Tabela 8). De fato, se o diagnóstico for realizado pelas faixas recomendadas

na literatura, os nutrientes N, P, K, B e Zn ficam diagnosticados como em excesso e Mg e Cu como deficientes (Tabelas 9, 10 e 11). Isso torna as classes em excesso e deficiente superestimadas, podendo provocar diagnósticos equivocados, para esses nutrientes.

Quando uma avaliação nutricional equivocada identifica deficiência do nutriente, se recomenda sua aplicação, que pode se tornar excessiva, resultando em desequilíbrio nutricional e redução da produtividade. Da mesma forma, quando se tem diagnóstico equivocado de excesso, não se recomenda a aplicação do nutriente, podendo desequilibrar nutricionalmente a planta por deficiência e impactar na produtividade.

Esses resultados indicaram que os métodos DRIS, M-DRIS e CND desenvolvidos nesse estudo são mais eficientes no diagnóstico nutricional das mangueiras, quando comparados com os métodos tradicionais relatados na literatura. Isso mostra que os métodos que consideram o balanço nutricional e são desenvolvidos regionalmente são mais eficientes que os estabelecidos em condições genéricas e que não consideram o equilíbrio nutricional. Além disso, os valores de referência recomendados pela literatura foram estabelecidos em experimentos muito antigos, onde as condições de manejo e exigências nutricionais das cultivares eram bem diferentes das atuais.

Politi et al. (2013) realizaram diagnósticos nutricionais para a cultivar Tommy Atkins, na região do Submédio do Vale do São Francisco pelos métodos DRIS e CND. No entanto, o estudo foi genérico, onde foram amostradas mangueiras de diversos talhões e fazendas em toda a região. Além disso, as amostras foram coletadas no período de 1997 a 1999, em pomares com nível tecnológico de cultivo baixo, em condições diferentes de espaçamento e em plantas menos exigentes em nutrientes e menos produtivas.

O método de recomendação de Winston (2007) foi o que mais se aproximou dos métodos baseados no balanço nutricional do presente estudo. O diagnóstico realizado por esse método foi concordante com os métodos DJ, DB, MDJ, MDB e CND, para N na cultivar Kent e Cu e Fe nas cultivares Kent e Keitt.

Os diagnósticos nutricionais dos métodos DJ, MDJ e CND concordaram entre si para todos os nutrientes e cultivares (Tabelas 9, 10 e 11). No entanto, discordaram dos diagnósticos dos métodos DB e MDB para alguns micronutrientes: Cu, Fe e Zn (Tabela 9); B, Cu, Fe e Mo (Tabela 10); e Zn (Tabela 11). Essa diferença não se refletiu no número de pomares classificadas na classe adequada, que predominou em todos os métodos. No entanto, quando se comparou as classes deficiente e em excesso houve contraste entre os diagnósticos realizados pelos diferentes métodos. Os métodos DJ, MDJ e CND apresentaram um maior número de lavouras classificadas como deficientes em Cu e Zn (Tabela 9); B, Cu e Fe (Tabela 10) e Zn

(Tabela 11). Esses mesmos métodos identificaram pomares com excesso de Mo na cultivar Kent (Tabela 10). Os métodos DB e MDB apresentaram um maior número de lavouras classificadas como deficientes em Fe (Tabela 9); e Mo (Tabela 10). Além disso, diagnosticaram pomares com excesso de Cu e Zn na cultivar Tommy Atkins (Tabela 9), como também Cu e Fe na cultivar Kent (Tabela 10).

Essa diferenciação pode estar associada a correção aplicada a fórmula de Beaufils (1973), para quando a relação entre os nutrientes A/B da amostra é menor que a norma, o que resulta em um leve desvio dos valores médios determinados (MAIA, 1999). Esse desvio se reflete com maior intensidade para os micronutrientes, porque a distância entre os limites de deficiência e excesso é estreita, como de fato ocorreu nesse estudo.

Independente do método usado para a avaliação do estado nutricional das mangueiras, constata-se um elevado número de pomares com excesso de Mg na cultivar Tommy Atkins e P e Cl na cultivar Kent, indicando uma maior probabilidade de resposta negativa à adubação (Tabelas 9 e 10). Esses resultados sugerem que o manejo da adubação para essas cultivares proporcionou desbalanço nutricional e pode ter impactado negativamente na produtividade dos pomares de manga. Por outro lado, constatou-se um elevado número de pomares deficientes em Mn na cultivar Tommy Atkins e N na cultivar Keitt (Tabelas 9 e 11), indicando uma maior probabilidade de resposta positiva à adubação com esses nutrientes.

Os diagnósticos realizados pelos métodos utilizados nesse estudo para B na cultivar Keitt se diferenciaram. Os métodos DJ, MDJ e CND classificaram 39, 42 e 34% dos pomares com excesso de B. Os métodos DB e MDB constataram equilíbrio desse nutriente em 34 e 37% das amostras foliares, respectivamente (Tabela 11).

Nos diagnósticos para Mo nessa mesma cultivar, para todos os métodos desenvolvidos nesse estudo, houve um predomínio desse nutriente, que apareceu deficiente e equilibrado em 37% dos pomares. No entanto, houve excesso desse nutriente em apenas 26% dos pomares (Tabela 11).

O excesso de Mg na cultivar Tommy Atkins corrobora com o teor significativamente mais elevado na população de baixa produtividade (Tabela 1), em comparação ao grupo de alta produtividade, constatando que o manejo da adubação adotado proporcionou excesso desse nutriente (TEIXEIRA et al., 2015). Esses resultados sugerem a importância de um diagnóstico com base no equilíbrio nutricional, pois quando não se aplicou métodos multivariados no diagnóstico das lavouras, o teor de Mg no grupo de baixa produtividade apresentou equivocadamente diagnóstico deficiente ou equilibrado, devido a amplitude das faixas de

suficiência relatadas na literatura (Quaggio, 1996; Malavolta et al., 1997; Medeiros et al., 2004, Winston, 2007).

O excesso de Mg e deficiência de Mn constatados na cultivar Tommy Atkins contrastam com os resultados comumente encontrados na literatura, que relatam sinergismo entre esses nutrientes (FAGERIA, 2002; ALI et al., 2018). No entanto, essas avaliações foram realizadas em estudos individualizados desses nutrientes. Isso reforça que outros nutrientes afetaram essa relação, mostrando a importância de se estudar o balanço nutricional.

O excesso de P tem sido comum em pomares de manga, devido as elevadas doses justificadas pelo fenômeno da elevada fixação de P em solos tropicais (SILVA et al., 2014). No entanto, na região do Submédio do Vale do São Francisco os solos, de uma forma geral, são pouco fixadores de P, a exemplo dos solos arenosos dos pomares onde foi realizado o estudo. Isso pode ter ocasionado excesso desse nutriente na cultivar Keitt. Além disso, nessa região os solos são comumente de reação neutra ou ligeiramente alcalinos e o extrator mais utilizado para avaliar o P disponível é o Mehlich-1. Nesse pH, o Mehlich-1 pode superestimar o P disponível e o que normalmente poderia acontecer era uma subestimação da adubação com P. No entanto, isso não é comum na região. Pelo contrário, se constata uma elevada aplicação de P, o que pode estar provocando um elevado efeito residual e excesso de P nas lavouras, como constatado nesse estudo para cultivar Keitt.

A deficiência de Mn mostrou que se deve ter uma maior atenção no fornecimento desse nutriente, pois é o micronutriente, de maneira geral, mais extraído pelas mangueiras (SILVA, 2008; RAGHUPATHI; SHILPASHREE, 2018).

A deficiência de N observada na cultivar Keitt mostrou a necessidade de uma melhor avaliação no processo da adubação nitrogenada, haja vista que dentre as cultivares estudadas, a Keitt é a mais exigente nesse nutriente (NASCIMENTO et al., 2005). No entanto, os produtores e técnicos tem reduzido o fornecimento de N para esta cultivar, pois valores acima de 12 g/kg desse nutriente nas folhas tem resultado em frutos de tamanho elevado, resultando em menor valor comercial.

De acordo com Wadt et al. (1998) a adubação deve ser direcionada para o nutriente que apresenta uma significativa probabilidade de resposta positiva a essa adubação. Estudos têm mostrado que quando se realiza adubação com base no nutriente mais limitante, os resultados têm sido mais relevantes em incremento de produtividade (BHUPAL; RAO, 2006; SAÚCO, 2020). Do mesmo modo, deve-se reduzir a recomendação de adubação para nutrientes que apresentam elevada probabilidade de resposta negativa (CALHEIROS et al., 2018), visando economicidade e sustentabilidade ambiental.

A análise de componentes principais mostrou uma proximidade entre os métodos diagnósticos DJ, MDJ e CND para todas as cultivares (Figura 1). Por outro lado, os métodos DB e MDB se associaram, independente da cultivar.

Os métodos DB e MDB estão mais distantes do centro e mais próximos do eixo componente principal 1, pertencendo aos quadrantes 1 e 2 (Figura 1). Isso significa que são mais importantes na explicação da variação dos nutrientes e por isso são mais eficientes no diagnóstico multinutrientes. Portanto, mais sensíveis na detecção de possíveis distúrbios nutricionais.

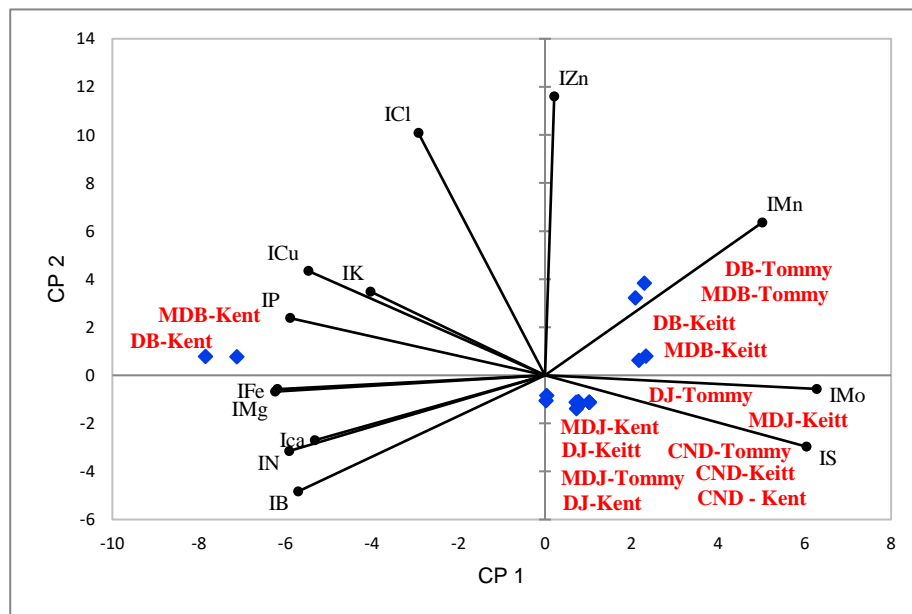


Figura 1. Dispersão dos índices DRIS e dos métodos diagnósticos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e Diagnose da Composição Nutricional (CND) das cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

A associação entre os grupos fica mais evidente quando se observa o dendrograma de similaridade (Figura 2). Houve formação de três grupos distintos: o primeiro grupo foi composto pelos métodos DJ, MDJ e CND para todas as cultivares; O segundo grupo foi formado pelos métodos DB e MDB para as cultivares Tommy Atkins e Keitt; e o terceiro grupo foi formado pelos métodos DB e MDB para cultivar Kent. A semelhança encontrada entre os métodos DJ, MDJ e CND indica que esses métodos podem ser empregados independentemente da cultivar.

Os métodos DB e MDB não influenciaram o diagnóstico nutricional das cultivares Tommy Atkins e Keitt, todavia a cultivar Kent respondeu de forma diferenciada. Portanto, o diagnóstico nutricional realizado por esses métodos deve ser estabelecido de forma específica

para a cultivar Kent. O desempenho das cultivares é influenciado pela genética e o ambiente, porque afetam de forma diferenciada a exigência nutricional e a dinâmica de absorção de nutrientes (ALMEIDA et al., 2009; ALEXANDRE et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2019).

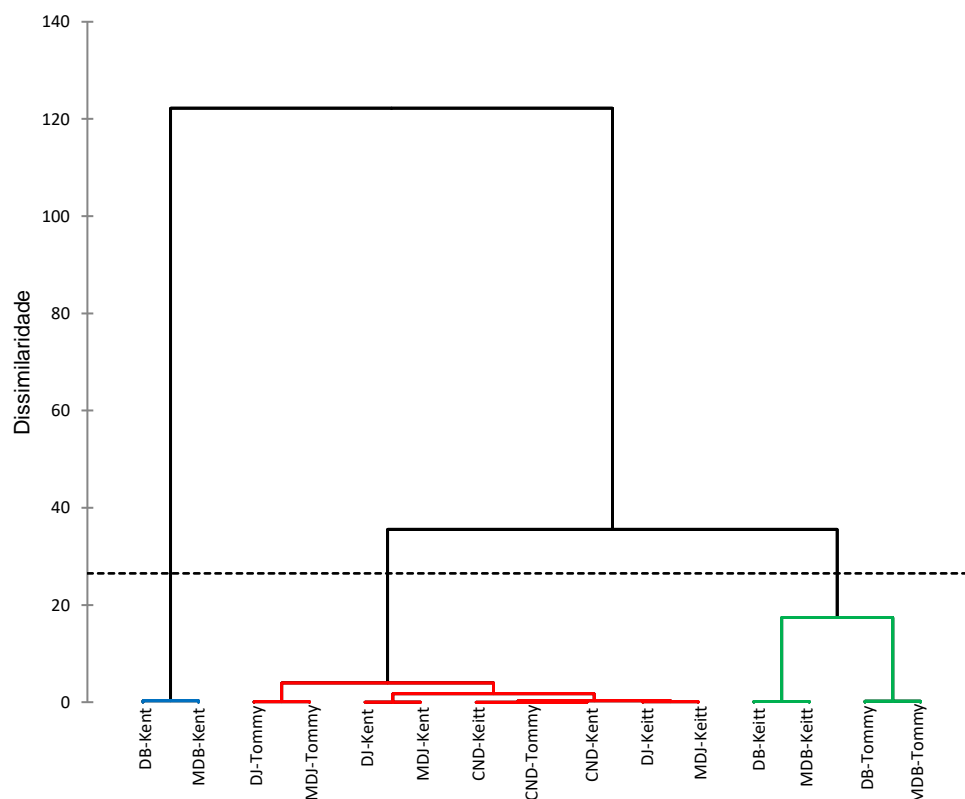


Figura 2. Dendrograma resultante da análise de agrupamento hierárquico mostrando a formação dos grupos de acordo com os métodos diagnósticos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e Diagnose da Composição Nutricional (CND) das cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Correlação significativa entre o IBNm e a produtividade das lavouras da cultivar Kent foi constatada quando se aplicou os métodos DB e MDB (Figura 3), pois a produtividade e os métodos DB e MDB para essa cultivar formaram um único grupo (Figura 3b). Isso indica, que a produtividade da cultivar Kent está significativamente associada ao estado nutricional das plantas. No entanto, para as cultivares Tommy Atkins e Keitt não houve correlação significativa (Figuras 3a e 3c), sugerindo que outros fatores, além da nutrição das plantas interferiram na produtividade dessas cultivares (BEAUFILS, 1973; HERNANDES et al., 2014; VILLASEÑOR et al., 2020).

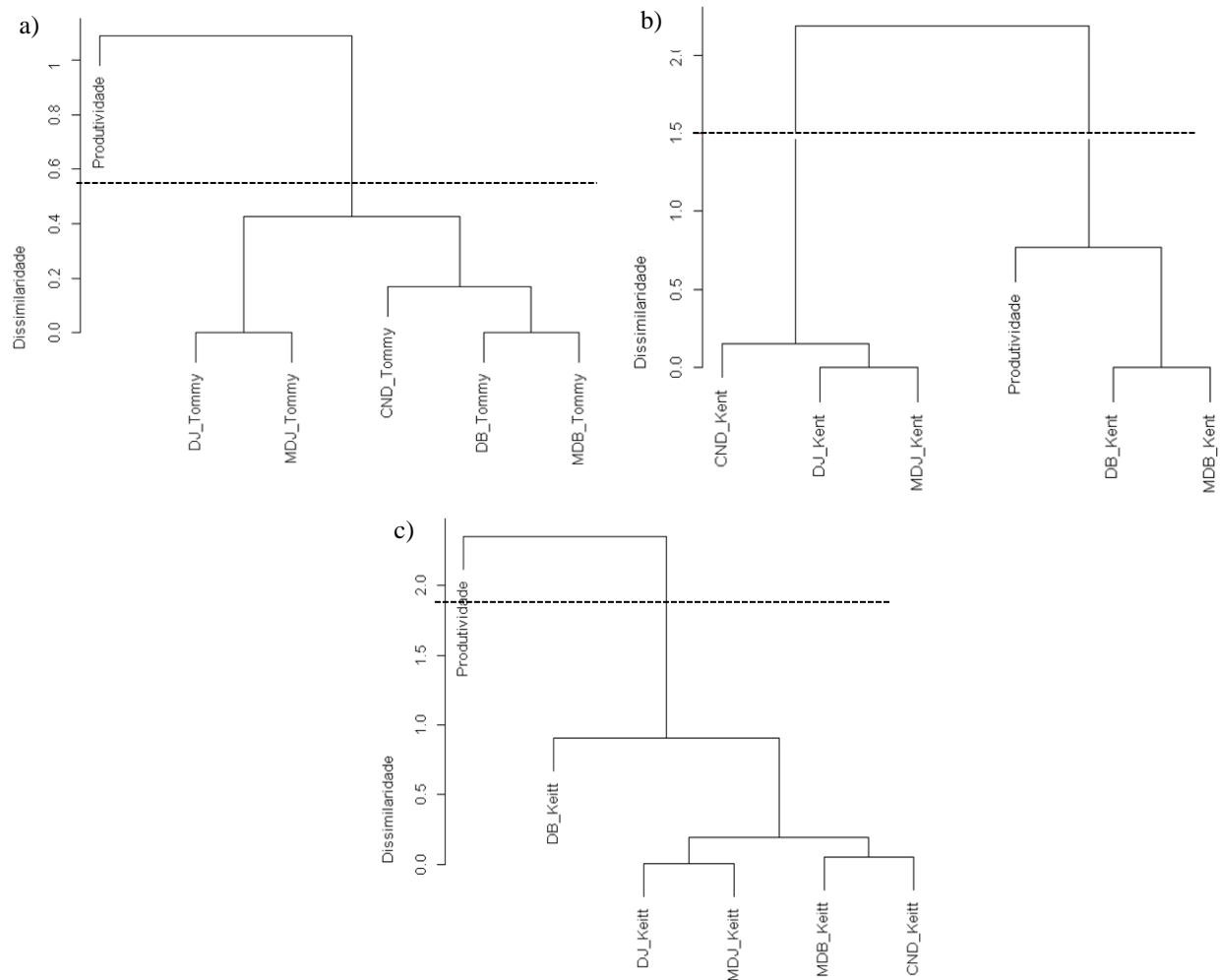


Figura 3. Dendrograma resultante da análise de agrupamento hierárquico mostrando a formação dos grupos de acordo com os métodos diagnósticos DRIS Jones (DJ), DRIS Beaufils-Maia (DB), M-DRIS Jones (MDJ), M-DRIS Beaufils-Maia (MDB) e Diagnóstico da Composição Nutricional (CND) e suas relações com a produtividade das cultivares de manga Tommy Atkins (a), Kent (b) e Keitt (c) de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Para cada cultivar foram escolhidos três componentes principais que explicaram 57,47; 72,89 e 77,24% da variação dos dados para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt, respectivamente (Tabela 12).

Tabela 12. Correlação entre os componentes principais (CP) e os índices nutricionais estabelecidos pelo método DRIS Beaufils atualizado por Maia (1999) para as cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Variável	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3	CP1	CP2	CP3
	Tommy Atkins			Kent			Keitt		
IN	0,70*	0,07	-0,57	0,89*	0,11	-0,25	0,84*	0,36	-0,11
IP	0,27	-0,81*	0,27	0,91*	-0,15	0,10	0,74*	-0,03	-0,44
IK	0,72*	0,16	0,44	0,66	-0,55	-0,15	-0,42	0,73*	0,25
ICa	-0,19	-0,57	0,12	0,38	0,11	0,41	0,88*	-0,12	-0,17
IMg	0,78*	0,11	0,20	0,90*	0,01	-0,22	0,65	0,32	0,44
IS	0,08	0,91*	-0,07	-0,30	0,89*	-0,18	0,32	0,90*	0,08
IB	0,63	-0,16	-0,03	0,36	0,15	0,80*	0,72*	-0,51	-0,04
ICu	-0,24	0,04	-0,20	0,53	-0,03	-0,42	-0,14	-0,82*	-0,10
IFe	-0,51	0,07	0,68	0,22	-0,58	-0,17	-0,38	0,32	-0,72*
IMn	-0,43	-0,13	-0,24	0,15	0,22	0,74*	0,28	-0,42	0,56
IZn	-0,60	0,26	0,49	0,09	-0,38	0,73*	-0,85*	0,12	-0,40
IMo	-0,51	-0,26	-0,63	-0,51	-0,80*	-0,15	-0,71*	-0,35	0,00
ICl	0,22	-0,47	0,17	0,34	0,86*	-0,19	-0,51	0,03	0,75*
Variância absoluta (%)	25,26	17,44	14,77	30,90	23,83	18,16	38,34	22,86	16,04
Variância relativa (%)	25,26	42,70	57,47	30,90	54,73	72,89	38,34	61,20	77,24
Interação entre nutrientes	CP1 = N+K+Mg CP2 = -P+S			CP1 = N+P+Mg CP2 = S-Mo+Cl CP3 = B+Mn+Zn			CP1= N+P+Ca+B-Zn-Mo CP2 = K+S-Cu CP3 = -Fe+Cl		

*Valores $\geq |0,70|$ são significativos.

Na cultivar Tommy Atkins, os índices que mais contribuíram para variação foram IN, IK e IMg que se associaram significativamente com o CP1, mostrando uma associação muito próxima do teor desses nutrientes. O IP e IS interagiram com o CP2. Os índices IN, IK e IMg interagiram positivamente entre si, enquanto que os índices IP e IS interagiram negativamente (Tabela 12).

Na cultivar Kent, os índices IN, IP e IMg definiram a estrutura do CP1 que explicou 31% da variação. Esses índices se correlacionaram positivamente entre si. No CP2, os índices que mais contribuíram para variação foram IS, IMo e ICl. Nesse componente, os índices IS e ICl interagiram positivamente entre si e negativamente com o índice de IMo. Os índices IB, IMn e IZn definiram a estrutura do CP3, apresentando relação direta entre si (Tabela 12). Isso indica uma interação multinutrientes na manga.

Na variedade Keitt, os índices IN, IP, ICa, IB, IZn e IMo foram responsáveis pela maior parte da explicação da variação do CP1, que respondeu por cerca de 38% da variabilidade. Os índices IN, IP, ICa e IB interagiram positivamente entre si e negativamente com os índices IZn e IMo, indicando que N, P, Ca e B se comportaram em uma direção e Zn e Mo se comportaram na direção oposta. Os índices IK, IS e ICu definiram a estrutura do CP2, onde o IK e IS

apresentaram relação direta entre si e inversa ao índice ICu. No CP3, observou-se efeito antagônico entre os índices IFe e ICl (Tabela 12). A ocorrência de um relacionamento entre um número considerável de nutrientes em um único componente principal indica que o diagnóstico do desequilíbrio nutricional de um determinado nutriente é fortemente dependente dos demais (GEIKLOOI et al., 2017).

Muitos estudos que avaliaram os nutrientes de forma individualizada constataram antagonismo entre K e Mg (FAGERIA, 1983; WILKINSON, 1983; DIBB; THOMPSON, 1985; ALI et al., 2018). Isso contrasta com o resultado apresentado na cultivar Tommy Atkins, mostrando a necessidade de se avaliar a associação multinutrientes, haja vista que um nutriente não influencia outro de forma isolada, como também não influencia isoladamente a produtividade (RAGHUPATHIA; SRINIVAS, 2014). Isso foi constatado nesse estudo.

Houve efeito antagônico do P com os nutrientes S, Zn e Mo, com destaque para os nutrientes P versus Zn (Tabela 12). Vários autores têm mostrado o efeito antagônico entre P e Zn para várias culturas, inclusive para mangueira, tendo como justificativa que a alta concentração de fosfato, seja pela elevada fertilização ou em solos com elevado teor desse nutriente, tende a reduzir a absorção de Zn e outros micronutrientes catiônicos (MARSCHNER, 1995; KIZILGOZ; SAKIN, 2010; POLITI et al., 2013; GEIKLOOI et al., 2017).

Outra interação fortemente observada foi o sinergismo entre N e P (Tabela 12), bastante comum e relatado na literatura (RAGHUPATHI et al., 2005; GEIKLOOI et al., 2017; ALI et al., 2018). Um fato que pode explicar essa interação é a aplicação de N, que promove o aumento do sistema radicular e redução do pH rizosférico pela absorção de N na forma de NH_4^+ , o que aumenta a solubilidade e disponibilidade de P (BUCHER et al., 2018). No entanto, outros nutrientes participam dessa interação, não ficando restrito apenas a ação do N e P. Ma et al. (2016), ao estudarem a interação entre N e P na parte aérea de milho, observaram que outros fatores, além dos teores dos nutrientes, também influenciaram na relação sinérgica entre N e P, mas não especificaram quais.

Vale destacar que as interações observadas nesse estudo são de fato consistentes, pois quando ocorre um antagonismo ou sinergismo entre dois ou mais nutrientes, deve-se considerar todos os demais nutrientes. O diagnóstico deve ser amplo e completo, tendo a garantia que nenhum outro nutriente influencie nessa interação, podendo o agricultor tratar dessas interações negativas sem preocupação com a influencia de outro nutriente que não tenha sido avaliado (SAÚCO, 2020).

Os resultados da análise de componentes principais mostraram que o método diagnóstico DRIS Beaufils atualizado por Maia (1999) foi eficiente em detectar desequilíbrios

nutricionais para os nutrientes N, P, K, Mg e S na cultivar Tommy Atkins; N, P, Mg, S, B, Mn, Zn, Mo e Cl na cultivar Kent; e N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Zn, Mo e Cl na cultivar Keitt, pois esses nutrientes foram sensíveis na resposta a aplicação do método (Tabela 12). Isso indica que o método mostrou sensibilidade diagnóstica.

Os nutrientes Mn, S, B, Mo e P para cultivar Tommy Atkins; S para cultivar Kent; e N, Mo, B, Cu e P para cultivar Keitt apresentaram uma maior probabilidade de resposta positiva à adubação (Tabela 13), porque apresentaram diagnóstico de deficiência em mais de 30% das lavouras pelos métodos DB e MDB, que se mostraram mais consistentes na avaliação do balanço nutricional das mangueiras.

Tabela 13. Frequência média do Potencial de Resposta à Adubação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl nas cultivares de manga Tommy Atkins, Kent e Keitt de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Nutriente	Potencial de resposta à adubação (%)								
	Tommy Atkins			Kent			Keitt		
	p	z	n	p	z	n	p	z	n
N	26	50	24	21	39	40	45	42	13
P	30	65	5	19	37	44	31	53	16
K	26	60	14	29	60	11	0	90	10
Ca	27	68	5	6	63	31	29	50	21
Mg	17	38	45	13	50	37	24	50	26
S	36	52	12	40	48	12	29	45	26
B	33	47	20	19	67	14	34	32	34
Cu	15	68	17	4	81	15	34	48	18
Fe	17	76	7	6	58	36	21	58	21
Mn	40	42	18	25	46	29	31	45	24
Zn	4	82	14	12	77	11	3	76	21
Mo	33	47	20	17	68	15	37	37	26
Cl	20	51	29	6	11	83	26	53	21

p – resposta positiva a adubação; z – resposta nula a adubação; n – resposta negativa a adubação.

Por outro lado, constatou-se elevado percentual de pomares com excesso de Mg (45%) na cultivar Tommy Atkins, Cl (83%), P (44%), N (40%), Mg (37%), Fe (36%) e Ca (31%) na cultivar Kent e B (34%) na cultivar Keitt, com uma maior probabilidade de resposta negativa à adubação (Tabela 13).

O número expressivo de pomares com excesso de Cl, pode estar associado a elevada aplicação desse nutriente, haja vista que fontes de adubo a base de Cloreto (Cloreto de Potássio e Cloreto de Cálcio) são muito utilizadas no manejo da adubação dessas áreas.

O excesso de B em um número significativo de lavouras na cultivar Keitt, sugere uma irregularidade na aplicação desse nutriente. Além disso, alguns autores têm relatado sobre a importância de se dar uma maior atenção à adubação boratada, pois os limites de deficiência e toxicidade são muito próximos (SILVA et al., 2002; POLITI et al., 2013).

O pequeno número de lavouras com deficiência de N nas cultivares Tommy Atkins e Kent em comparação a cultivar Keitt, onde se observou uma alta probabilidade de resposta positiva à adubação, pode estar relacionado à menor exigência daquelas cultivares em comparação a cultivar Keitt (COSTA et al., 2011; POLITI et al., 2013). Outra explicação pode estar associada à interação negativa encontrada entre o N e os nutrientes Zn e Mo (Tabela 12), que não foi constatada, para as demais cultivares. Por outro lado, a cultivar Keitt, apesar de ser mais exigente apresenta uma maior sensibilidade a maiores teores de N na folha, pois tem levado ao aumento exagerado do fruto, o que reduz seu valor comercial do fruto

4.4 CONCLUSÕES

O método diagnóstico DRIS Bealfils atualizado por Maia se mostrou consistente, sendo recomendados para a avaliação nutricional de mangueiras nas condições do presente estudo.

Os diagnósticos nutricionais dos métodos DRIS-Jones, M-DRIS-Jones e CND foram semelhantes e foram mais eficientes na detecção de distúrbios nutricionais em comparação aos métodos tradicionalmente recomendados na literatura.

As faixas ótimas recomendadas nas condições de estudo foram: N (15,1-18,9 g kg⁻¹), P (1,6-2,4 g kg⁻¹), K (11,5-15,3 g kg⁻¹), Ca (24,6-36,4 g kg⁻¹), Mg (1,7-2,2 g kg⁻¹), S (1,0-1,9 g kg⁻¹), B (141,8-221,3 mg kg⁻¹), Cu (6,6-14,5 mg kg⁻¹), Fe (113,1-449,6 mg kg⁻¹), Mn (328,3-684,1 mg kg⁻¹), Zn (31,7-148,1 mg kg⁻¹), Mo (0,9-2,8 mg kg⁻¹) e Cl (0,2-0,4 mg kg⁻¹), para a cultivar Tommy Atkins; N (12,7-16,0 g kg⁻¹), P (1,6-2,0 g kg⁻¹), K (12,8-16,7 g kg⁻¹), Ca (18,6-31,2 g kg⁻¹), Mg (2,0-2,6 g kg⁻¹), S (1,2-2,3 g kg⁻¹), B (97,3-267,9 mg kg⁻¹), Cu (5,3-15,8 mg kg⁻¹), Fe (44,2-164,6 mg kg⁻¹), Mn (482,3-860,7 mg kg⁻¹), Zn (38,1-103,3 mg kg⁻¹), Mo (0,4-3,8 mg kg⁻¹) e Cl (0,2-0,4 mg kg⁻¹), para a cultivar Kent e N (14,7-21,7 g kg⁻¹), P (1,7-2,2 g kg⁻¹), K (7,7-21,5 g kg⁻¹), Ca (24,3-31,2 g kg⁻¹), Mg (2,0-2,6 g kg⁻¹), S (1,2-2,1 g kg⁻¹), B (107,3-167,3 mg kg⁻¹), Cu (11,0-19,9 mg kg⁻¹), Fe (109,1-183,2 mg kg⁻¹), Mn (436,7-703,5 mg kg⁻¹), Zn (39,9-203,0 mg kg⁻¹), Mo (0,6-2,9 mg kg⁻¹) e Cl (0,2-0,4 mg kg⁻¹), para a cultivar Keitt.

Interações positivas e negativas foram fortemente evidenciadas: A sinergia foi representada por N-K, N-Mg, K-Mg na cultivar Tommy Atkins; N-P, N-Mg, P-Mg, S-Cl, B-Mn, B-Zn, Mn-Zn na cultivar Kent; e N-P, N-Ca, N-B, P-Ca, P-B, Ca-B e K-S na cultivar Keitt. O antagonismo foi constatado nas associações P-S na cultivar Tommy Atkins; S-Mo e Mo-Cl

na cultivar Kent; e N-Zn, N-Mo, P-Zn, P-Mo, Ca-Zn, Ca-Mo, B-Zn, B-Mo, K-Cu, S-Cu e Fe-Cl na cultivar Keitt. Diante disso fica evidente que o diagnóstico de desequilíbrio nutricional e a sua correção devem ser realizados com base na interação multinutrientes, para se obter maior produtividade, pois a variação do teor de um nutriente é dependente dos outros.

Os nutrientes N, P, K, Mg e S na cultivar Tommy Atkins; N, P, Mg, S, B, Mn, Zn, Mo e Cl na cultivar Kent; e N, P, K, Ca, S, B, Cu, Fe, Zn, Mo e Cl na cultivar Keitt responderam significativamente a aplicação do método DRIS Beaufils atualizado por Maia. Com isso, esses nutrientes podem ser usados como indicadores nutricionais de mangueiras condições do estudo.

Os nutrientes limitantes por deficiência em ordem decrescente foram: MN>S>B=Mo>P>Ca>N=K>Cl>Mg=Fe>Cu>Zn na cultivar Tommy Atkins; S>K>Mn>N>P=B>Mo>Mg>Zn>Ca=Fe=Cl>Cu na cultivar Kent; e N>Mo>B=Cu>P=Mn>Ca>S>Cl>Mg>Fe>Zn>K na cultivar Keitt. Os limitantes por excesso em ordem decrescente foram: Mg>Cl>N>B=Mo>Mn>Cu>K=Zn>S>Fe>P=Ca na cultivar Tommy Atkins; Cl>P>N>Mg>Fe>Ca>Mn>Cu=Mo>B>S>K=Zn na cultivar Kent; e B>Mg=S=Mo>Mn>Ca=Fe=Zn=Cl>Cu>P>N>K na cultivar Keitt.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROSTAT / MAPA. Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportações Brasileiras 2019**. Disponível em: < <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm> >. Acesso em: 20 de dezembro 2020.

ALEXANDRE, R. S.; CHAGAS, K.; MARQUES, H. I. P.; COSTA, P. R.; CARDOSO FILHO, J. Fruit characterization of cocoa clones in the coastal region of São Mateus city, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n. 8, p.785-90, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p785-790>

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**, v. 49, n. 2, p. 188-201, 2018. <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1421651>

ALMEIDA, C. M. V. C; DIAS, L. A. S.; SILVA, A. P. Agronomical characterization of cacao accessions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.44, n. 4, p.368-73, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000400006>.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Pietermaritzburg: University of Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BHUPAL RAJ, G.; PRASAD RAO, A. Identification of Yield-Limiting Nutrients in Mango through DRIS Indices, **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 37, n. 11-12, p. 1761-1774, 2006. <https://doi.org/10.1080/00103620600710587>

BUCHER, C. A.; BUCHER, C. P. C.; ARAÚJO, A. P.; SPERANDIO, V. L. FÓSFORO. In: FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2. ed. Viçosa: SBCS, 2018. cap. XI, p 253-280

CALHEIROS, L.C.S.; FREIRE, F.J.; MOURA FILHO, G.; OLIVEIRA, E.C.A.; MOURA, A.B.; COSTA, J.V.T.; CRUIZ, F.J.R.; SANTOS, A.S. Different criteria for determining DRIS standards influencing the nutritional diagnosis and potential fertilization response. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v. 12, n. 6, p. 995-1007, 2018a.

CALHEIROS, L.C.S.; FREIRE, F.J.; MOURA FILHO, G.; OLIVEIRA, E.C.A.; MOURA, A.B.; COSTA, J.V.T.; CRUIZ, F.J.R.; SANTOS, A.S.; RESENDE, J.S. Assessment of Nutrient Balance in Sugarcane Using DRIS and CND Methods. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v. 10, n. 9, p. 164-179, 2018b.

CAMACHO, M. A; VARGAS DA SILVEIRA, M; 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**, Viçosa, v. 36, n.1, p.193-200, 2012.

CAVALCANTE, H. L.; SANTOS, G. N. F.; SILVA, M. A.; MARTINS, R. S.; LIMA, A. M. N.; MODESTO, P. I. R.; ALCOBIA, A. M.; SILVA, T. R. S.; AMARIZ, R. A.; CAVALCANTE, M. Z. B. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 91, p. 281 – 286, 2018. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2018.091.036>

COSTA, M. E.; CALDAS, A. V. C.; OLIVEIRA, A. F. G.; GURGEL, M. T.; SILVA, R. M. Caracterização nutricional da mangueira "Tommy Atkins" em função da adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v.7, n.1, p.16-22, 2011.

DEVI, J.; BHAT, D.; WALI, V. K.; SHARMA, V.; SHARMA, A.; CHAND, G.; DEY, T. Preliminary the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) Norms for Evaluating the Nutritional Status of Mango. **International Journal of Current Microbiology Applied Sciences**, v.9, n.5, p. 321-327, 2020. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.905.035>.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; PEREZ, D. V.; SILVA, L. M.; LEMOS, C. O. DRIS FORMULAS FOR EVALUATION OF NUTRITIONAL STATUS OF CUPUAÇU TREES. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2083-2091, 2011.

DIBB, D.W.; W.R.; THOMPSON JÚNIOR. **Interaction of potassium with other nutrients**. In: R. D. Munson. (Ed.). **Potassium in agriculture**. Madison, WI: ASA, CSSA, and SSSA, 1985. p. 515-533.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Sugarcane response to P, K, and DRIS corrective treatments on Florida histosols. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, p.79-83, 1983.

FAGERIA, N. K. Ionic interactions in rice plants from dilute solutions. **Plant Soil**, New York, v. 70, n. 3, p. 309-316, 1983.

FAGERIA, N. K. Nutrient management for sustainable dry bean production in the tropics. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, n. 9-10, p. 1537-1575, 2002.

FARIA, L. N.; DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R.; CASTRO, L. G. NUTRIENT CONTENTS IN 'TOMMY ATKINS' MANGO LEAVES AT FLOWERING AND FRUITING STAGES. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.36, n.6, p.1073-1085, 2016.

GEIKLOOI, A.; REYHANITABAR, A.; NAJAFI, N.; HOMEI, H. Diagnosis of Nutrient Imbalance in Wheat Plant by DRIS and PCA Approaches. **Journal of Plant Physiology and Breeding**, Tabriz, v.7, n. 2, p. 1-9, 2017.

GOTT, R. M.; AQUINO, L. A.; CLEMENTE, J. M.; DOS SANTOS, L. P. D.; CARVALHO, A. M. X.; XAVIER, F. O. Foliar Diagnosis Indexes for Corn by the Methods Diagnosis and Recommendation Integrated System (Dris) and Nutritional Composition (CND). **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 48, n. 1, p. 11-19, 2017.

GUIMARÃES, F. C. N.; SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; ENSINAS, S. C.; ALTOMAR P. H.; CONRAD, V. A.; POTRICH, D. C.; ROSA, C. B. C. J.; MARTINES, M. A.; MATOS, F. A. Faixa ótima de nutrientes (NOR) com base no método DRIS para avaliação do estado nutricional da cana de primeira soca. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v.9, n.7, p. 638-645, 2015.

HALLMARK, W. B.; WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E.; MOOY, C. J.; PESEK, J.; SHAO, K. P. Separating limiting and non-limiting nutrients. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.10, p.1381-1390, 1987.

HERNANDES, A.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A.; NATALE, W.; LAVRES JR, J.; BOARETTO, A. E.; CAMACHO, M. A. DRIS Norms for Pêra Orange. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v. 45, n. 22, p. 2853-2867, 2014.
<http://dx.doi.org/10.1080/00103624.2014.956933>

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

KIZILGOZ, I.; SAKIN, E. The effects of increased phosphorus application on shoot dry matter, shoot P and Zn concentrations in wheat (*Triticum durum* L.) and maize (*Zea mays* L.) grown in a calcareous soil. **African Journal of Biochemistry**, v. 9, n. 36, p. 5893-5896, 2010. <http://www.academicjournals.org/AJB/P...>

LLANDERAL, A.; LAO, M. T.; CONTRERAS, J. I.; SEGURA, M. L. Diagnosis and Recommendation Integrated System Norms and Sufficiency Ranges for Tomato Greenhouse in Mediterranean Climate. **Hortscience**, v. 53, n. 4, p. 479-482, 2018.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI12718-17>

MA, B. L.; ZHENG, Z. M.; MORRISON, M. J.; GREGORICH, E. G. Nitrogen and phosphorus nutrition and stoichiometry in the response of maize to various N rates under

different rotation systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 104, n. 1, p. 93-105, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9761-6>

MAIA, C. E. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P.G.S.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**. Piracicaba: Potafos. (CD-ROM), 1999. p.1-10.

MALAVOLTA E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. 2 Ed. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. p.115-230.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2.ed. New York: Academy, 1995. 889p.

MATOS, G. S. B.; FERNANDES, A. R.; WADT, P. G. S. Níveis críticos e faixas de suficiência de nutrientes derivados de métodos de avaliação do estado nutricional da palma-de-óleo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1557-1567, 2016.

MATOS, G. S. B.; FERNANDES, A. R.; WADT, P. G. S.; FRANZINI, V. I.; SOUZA, E. M. C.; RAMOS, E. M. N. Métodos de cálculo Dris para avaliação do estado nutricional do dendê na Amazônia Oriental. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 41, n. 10, p. 1240-1251, 2018.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; DANTAS, J. A.; GUERRA, A. G. Mineral composition of leaves and fruits of irrigated mango trees in Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 1, n. 645, p.403-410, 2004.

MEMON, N.; MEMON, K. S.; HASSAN, Z. U. Plant analysis as a diagnostic tool for evaluating nutritional requirements of Bananas. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 7, n. 5, p.824-831, 2005.

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira 'Tommy Atkins'. **Ciência Rural**, v. 40, n.2, p. 273- 279, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000200004>

MUDO, L. E. D.; LOBO, J. T.; CARREIRO, D. A.; CAVACINI, J. A.; SILVA, L. S.; CAVALCANTE, I. E. L. LEAF GAS EXCHANGE AND FLOWERING OF MANGO SPRAYED WITH BIOSTIMULANT IN SEMI-ARID REGION. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 332 – 340, 2020.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. Teste e validação de DRIS para macieira. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, p. 288-294, 2007.

NASCIMENTO, V. M; FERNANDES, F. M; PARDO, R. M; CORRÊA, L.S; NATALE, W. **Adubação da mangueira: alternativa para alta produção com qualidade**. 2005.

OLIVEIRA, M. G.; PARTELLI, F. L.; CAVALCANTI, A. C.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Soil patterns and foliar standards for two cocoa clones in the States of Espírito Santo and Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.49, n.10, p. 1-7, 2019.

PARENT, L. E. Diagnosis of the nutrient compositional space of fruit crops. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. 1, p.321-334, 2011.

PARENT, L. E.; DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.117, n.2, p.239-242, 1992. <https://doi.org/10.21273/JASHS.117.2.239>

PARTELLI, F. L.; DIAS, J. F. M.; VIEIRA, H. D.; WADT, P. G. S.; JUNIOR, E. P. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 858-866, 2014.

PARTELLI, F. L.; GOMES, W. R.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; ESPINDULA, M. C. Normas foliares e diagnóstico nutricional do cafeeiro conilon na pré-florada e granação, no Espírito Santo. **Coffe Science**, Viçosa, v. 11, n. 4, p. 544-554, 2016.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S.; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. C.; PRADO, R. M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.1, p.11-18, 2013.

PRADO, R. M.; CAIONE, G.; SILVA, D. J. Macronutrients and micronutrients deficiency symptoms in mango. In: VALAVI, S. G. R.; GOVIL, J. N.; PETER, K. V.; THOTTAPPILLY, G. (Ed.). **Mango cultivation in different countries**. Houston/EUA: Studium Press LLC, 2012. p. 1-8.

QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, 1996. p.106-135.

RAGHUPATHI, H. B.; REDDY, Y. T. N.; REJU, M.; KURIAN BHARGAVA, B. S. Diagnosis of Nutrient Imbalance in Mango by DRIS and PCA Approaches. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, n. 7, p. 1131-1148, 2005. <https://doi.org/10.1081/PLN-120038540>

RAGHUPATHI, H. B.; SHILPASHREE, V. M. Multivariate interpretation of the foliar chemical composition of essential nutrients in mango under Peninsular India. **Indian Journal of Horticulture**, v. 75, n. 1, p. 15-20, 2018. <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2018.00003.8>

RAGHUPATHI, H. B.; SRINIVAS, S. Spatial Variability Studies in Banana for Identification of Nutrient Imbalance Using Diagnosis and Recommendation Integrated System. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 45, n. 12, p. 1667,1686, 2014.

RENÉ, W.; CÔTÉ, B.; CAMIRÉ, C.; BURGESS, M.; FYLES, J. W. Development and application of CVA, DRIS, and CND norms for three hybrids of *populus maximowiczii* planted in Southern Quebec. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 36, n. 1, p. 118-142, 2013.

SANTOS, E. F.; DONHA, R. M. A.; ARAÚJO, C. M. M.; LAVRES JUNIOR, 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**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1651-1658, 2013.

SANTOS, L. R.; LIMA, A. M. N.; RODRIGUES, M. S.; CUNHA, J. C.; SANTOS, L. P. A. dos; SOARES, E. M. B.; SILVA, A. V. L. da; SOUZA, I. M. de. Does the irrigated mango cultivation in the semiarid change the physical and chemical attributes of the soil?. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 3, p. 402-414, 2019. <https://doi.org/10.14295/cs.v10i3.2966>

SAÚCO, V. G. **Nutrition and fertilization in mango. Literature review**. Wallingford: U. K, 2020. 75p.

SCHALLER, K.; LÖHNERTZ, O.; MICHEL, H. Modified Dris-System for Leaf Analysis to Optimise Fertilizer Inputs – Further Developments with Grapevines. **Acta Horticulture**, Wageningen, v.594, n.1, p. 369-375, 2002.

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 Ciências do Solo**, Viçosa, v. 34, p.105-113, 2010.

SILVA, D. J. **Nutrição e Adubação da Mangueira em Sistema de Produção Integrada**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 12p. (Circular Técnica/On line, 88).

SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. C.; PINTO, A. C. Q.; MAGALHÃES, A. F. J. Nutrição e adubação. In: Genú, P. J. C.; Pinto, A. C. de Q. (Ed.). **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.191-221.

SILVA, G. P.; PRADO, R. M.; WADT, P. G. S.; MODA, L. R.; CAIONE, G. Accuracy of nutritional diagnostics for phosphorus considering five standards by the method of diagnosing nutritional composition in sugarcane. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.43, n. 10, p. 1485-1497, 2020a.

SILVA, J. P. S.; NASCIMENTO, C. W. A.; SILVA, D. J.; CUNHA, K. P. V.; BIONDI, C. M. Changes in soil fertility and mineral nutrition of mango orchards in São rancisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, n.1, p.42-48, 2014.

SILVA, L. S.; SILVA, P. T. S.; CAVALCANTE, I. E. L. Impact of fulvic acid and free amino acids on paclobutrazol absorption by ‘Keitt’ mango. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 15 n. 4, p. 1-12, 2020b.

SILVEIRA, C. P; NACHTIGALL, G. R.; MONTEIRO, F. A Ensaio e validação de métodos para sistema integrado de diagnóstico e recomendação de capim-braquiária. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 6, p. 520-527, 2005.

SIMÕES, W. L.; ANDRADE, V. P. M.; MOUCO, M. A. C.; SILVA, J. S.; SILVA, W. O. PRODUCTION AND POST HARVEST OF ‘KENT’ MANGO UNDER DIFFERENT IRRIGATION SYSTEMS. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.28, n. 1, p. 397-404, 2020. <https://doi.org/10.13083/reveng.v29i1.9277>

TEIXEIRA, L. A. J.; TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P. DRIS norms and critical leaf nutrient levels for 'Niagara Rosada' grape in Jundiaí region, São Paulo (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 247-255, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-409/13>

TEIXEIRA, M. B.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R. ESTABLISHMENT OF DRIS NORMS FOR CACTUS PEAR GROWN UNDER ORGANIC FERTILIZATION IN SEMIARID CONDITIONS. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 952-959, 2019.

TRANI, P. E; HIROCE, R; BATAGLIA, O. C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Cargill, 1983. p. 1-18.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Determination of optimal nutrient contents for soybean by the mathematical chance, diagnosis and recommendation integrated system and compositional nutrient diagnosis methods. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 63-72, 2007.

VILLASEÑOR, D.; PRADO, R. M.; SILVA, G. P.; CARRILLO, M.; DURANGO, W. DRIS norms and limiting nutrients in banana cultivation in the South of Ecuador. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 18, p. 2785-2796, 2020. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1793183>

WADT, P. G. S.; ANGHINONI, I.; GUINDANI, R. H. P.; LIMA, A. S. T.; PUGA, A. P.; SILVA, G. S.; PRADO, R. M. Padrões nutricionais para lavouras arrozais irrigadas por inundação pelos métodos da CND e chance matemática. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.37, n.1, p.145-156, 2013.

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. O. Interpretação de índices DRIS para a Cultura do Cupuaçu. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 125-135, 2012.

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; FONSECA, S.; BARROS, N. F.; DIAS, L. E. Três métodos de cálculo do Dris para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 661-666, 1998.

WADT, P.G.S.; SILVA, D.J. Acurácia do diagnóstico nutricional de pomares de mangueiras obtidos por três fórmulas DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 10, p.1180-1188, 2010.

WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v.6, p.149- 188, 1987. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4682-4_4

WILKINSON, S.R. 1983. Effect of soil application magnesium and other minerals on plant magnesium content. In: J. P. Fonte. (Ed.). **Role of magnesium in animal nutrition**. Blacksburg, VA: Virginia Polytechnic Institute Press, 2000. p. 61-79.

WINSTON, T. **Understanding crop nutrition: A guide for Australian mango growers.** Disponível em: <https://www.horticulture.com.au/globalassets/hort-innovation/resource-assets/mg15006-understanding-crop-nutrition-mango.pdf>. Acesso em 17 março 2021.

XU, M.; ZHANG, J.; WU, F.; WANG, X. Nutritional Diagnosis for Apple by DRIS, CND and DOP. **Advance Journal Food Science Technology**, v. 7, n. 4, p. 266-273, 2015. <https://doi.org/10.19026/ajfst.7.1306>

5 DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EM DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DE MANGUEIRA TOMMY ATKINS CULTIVADA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

RESUMO

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas tropicais de maior importância econômica e nutricional em todo o mundo, onde a região do Vale do São Francisco, no Brasil se destaca na produção e exportação desse produto. A cultivar Tommy Atkins está entre as mais produzidas e comercializadas no país. O manejo nutricional eficiente é fundamental para a maximização da produtividade e sustentabilidade da produção. Para realização de um manejo nutricional eficiente é necessário diagnosticar a cultura e entender a relação entre os nutrientes. Assim, o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) é um método que avalia o estado nutricional de uma planta, considerando o balanço nutricional, além de permitir hierarquizar os nutrientes por ordem de limitação. Os diagnósticos nutricionais realizados nas diferentes fases fenológicas podem ser contrastantes. Com isso, o diagnóstico nutricional prévio pode permitir corrigir limitações que possam aparecer antes do período de pré-florescimento e com isso, poderá possibilitar a realização de ajustes nutricionais e um manejo da adubação mais eficiente. O estudo objetivou realizar o diagnóstico nutricional nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento em mangueiras da cultivar Tommy Atkins no Submédio do Vale do São Francisco, Pernambuco, Brasil. O estudo foi realizado em sete fazendas comerciais de manga, no Submédio do Vale do São Francisco nas fases de pós-colheita e pré-florescimento. Normas DRIS específicas por fase fenológica foram estabelecidas. Calculou-se os índices DRIS, o Índice de Balanço Nutricional, bem como o Índice de Balanço Nutricional médio e foram determinados os teores ótimos e faixas ótimas. Posteriormente os nutrientes foram classificados em deficientes, equilibrados ou excessivos. Os teores e faixas ótimas estabelecidas em cada fase foram comparados entre si e com os valores recomendados na literatura. Posteriormente os nutrientes foram hierarquizados por ordem de limitação. Avaliou-se a correlação entre os índices DRIS e dos índices DRIS com a produtividade em cada fase fenológica. 55% das normas DRIS foram contrastantes entre as fases. Os diagnósticos nutricionais para os nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Zn e Cl diferiram entre as fases fenológicas. Os nutrientes limitantes por deficiência foram Ca>K>Mn>P>Mo>Zn>N>Cl>Cu>Mg>B>Fe>S na pós-colheita e MN>S>B=Mo>P>Ca>N=K>Cl>Mg=Fe>Cu>Zn no pré-florescimento. Os nutrientes limitantes por excesso foram B>N>Mn>Cu>P> Mg=Mo>K=Ca=Zn>S=Cl>Fe na pós colheita e Mg>Cl>N>B=Mo>Mn>Cu>K=Zn>S>Fe>P=Ca no pré-florescimento. Os resultados evidenciaram a necessidade do estabelecimento de um diagnóstico nutricional diferenciado para cada fase fenológica da cultivar de manga Tommy Atkins. O diagnóstico nutricional realizado na fase de pós-colheita mostrou que o desequilíbrio nutricional afetou a produtividade e, portanto, sugere-se iniciar o diagnóstico nutricional no período de pós-colheita, evitando redução de produtividade.

Palavras - chave: *Mangifera indica* L. Semiárido Nordeste. Balanço nutricional. DRIS. Pós-colheita. Pré-florescimento.

5 NUTRITIONAL DIAGNOSIS IN DIFFERENT PHENOLOGICAL PHASES OF TOMMY ATKINS MANGO CULTIVATED IN THE VALLEY OF THE SUBMEDIUM SÃO FRANCISCO

ABSTRACT

Mango (*Mangifera indica* L.) is one of the most economically and nutritionally important tropical fruits worldwide, where the São Francisco Valley region in Brazil stands out in the production and export of this product. The cultivar Tommy Atkins is among the most produced and commercialized in the country. Efficient nutritional management is essential for maximizing productivity and sustainability of production. To carry out an efficient nutritional management it is necessary to diagnose the culture and understand the relationship between nutrients. Thus, the Integrated Diagnostic and Recommendation System (DRIS) is a method that assesses the nutritional status of a plant, considering the nutritional balance, in addition to allowing the hierarchy of nutrients in order of limitation. The nutritional diagnoses carried out in the different phenological phases can be contrasting. With this, the previous nutritional diagnosis can allow to correct limitations that may appear before the pre-flowering period and, with that, it can enable nutritional adjustments and a more efficient fertilization management. The study aimed to carry out the nutritional diagnosis in the post-harvest and pre-flowering phenological phases in mango plants of the cultivar Tommy Atkins in the São Francisco Valley, Pernambuco, Brazil. The study was carried out on seven commercial mango farms in the São Francisco Valley in the post-harvest and pre-flowering phases. Specific DRIS rules by phenological phase have been established. The DRIS indices, the Nutritional Balance Index, as well as the average Nutritional Balance Index were calculated and the optimal levels and optimal ranges were determined. Subsequently, the nutrients were classified as deficient, balanced or excessive. The levels and optimal ranges established in each phase were compared with each other and with the values recommended in the literature. Subsequently, nutrients were ranked in order of limitation. The correlation between DRIS indexes and DRIS indexes with productivity in each phenological phase was evaluated. 55% of the DRIS standards were contrasting between the phases. Nutritional diagnoses for nutrients P, K, Ca, Mg, S, Zn and Cl differed between the phenological phases. The limiting nutrients due to deficiency were Ca > K > Mn > P > Mo > Zn > N > Cl > Cu > Mg > B > Fe > S in the post-harvest and MN > S > B = Mo > P > Ca > N = K > Cl > Mg = Fe > Cu > Zn in pre-flowering. The excess limiting nutrients were B > N > Mn > Cu > P > Mg = Mo > K = Ca = Zn > S = Cl > Fe in the post harvest and Mg > Cl > N > B = Mo > Mn > Cu > K = Zn > S > Fe > P = Ca in pre-flowering. The results showed the need to establish a different nutritional diagnosis for each phenological phase of the mango cultivar Tommy Atkins. The nutritional diagnosis carried out in the post-harvest phase showed that the nutritional imbalance affected productivity and, therefore, it is suggested to start the nutritional diagnosis in the post-harvest period, avoiding reduced productivity.

Palavras - chave: *Mangifera indica* L. Northeastern semiarid. Nutritional balance. DRIS. Post-harvest. Pre-flowering.

5.1 INTRODUÇÃO

A região nordeste do Brasil concentra 3/4 da produção de manga brasileira, onde a região do Vale do São Francisco no semiárido nordestino é a maior produtora e exportadora de manga do país (CARVALHO et al., 2020; FERREIRA et al., 2020; IBGE, 2020; OLIVEIRA, 2020; SILVA et al., 2020).

A mangicultura no Vale do São Francisco é diversificada e composta por muitas cultivares de manga. No entanto, a cultivar Tommy Atkins está entre as mais produzidas e comercializadas. Essa cultivar possui a segunda maior área de produção de manga do país, sendo uma das mais exportadas, principalmente para a Europa e Estados Unidos, principais mercados consumidores (ANUÁRIO, 2019; FERREIRA et al 2020; OLIVEIRA, 2020).

Considerando a importância dessa região e da mangicultura para o agronegócio frutícola brasileiro, é necessário aperfeiçoar as práticas de manejo, a fim de proporcionar a maximização da produtividade e o uso de insumos de forma racional e sustentável. Neste cenário, destaca-se a necessidade de um manejo nutricional eficiente, visto que culturas comerciais de alta capacidade produtiva possuem elevada demanda nutricional (ALMEIDA et al., 2014; GOMES et al., 2016; OLIOSI et al., 2020).

Para realizar um manejo nutricional eficiente é necessário diagnosticar a cultura e entender a relação entre os nutrientes. Assim, dentre os métodos de avaliação nutricional, o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) (BEAUFILS, 1973) tem se destacado por sua fácil aplicabilidade. Esse método avalia o estado nutricional de uma planta comparando as relações duais de nutrientes no tecido foliar com os padrões (normas) estabelecidos para a cultura. O DRIS considera o balanço nutricional e permite hierarquizar os nutrientes mais limitantes ao desenvolvimento da cultura, além de ser menos sujeito a variações, quando comparado aos métodos clássicos (nível crítico e faixa crítica). Isso representa um avanço no diagnóstico nutricional em culturas de valor comercial, como a mangicultura (BHADURI; PAL, 2013; LLANDERAL et al., 2018; ÁVILA-JUÁREZ et al., 2020; VILLASEÑOR et al., 2020)

O desenvolvimento da mangueira inclui diversas fases de produção como colheita, maturação dos ramos, florescimento e frutificação. As cultivares de mangueiras possuem demanda nutricional diferenciada, para cada fase de produção, sendo necessário um diagnóstico e adubação estabelecidos de acordo com as exigências nutricionais de cultura em cada fase em particular (BLAIKIE; CAVANAGH, 2003).

Há poucos estudos publicados na literatura avaliando o estado nutricional de manga em diferentes fases fenológicas da cultura. Faria et al. (2016) avaliaram o estado nutricional da cultivar Tommy Atkins no Vale do São Francisco em duas fases (floração e frutificação). No entanto, os autores realizaram o diagnóstico individual dos nutrientes, comparando com faixas críticas recomendadas pela literatura. Pinto et al. (2010) e Politi et al. (2013) estudaram a avaliação nutricional da cultivar Tommy Atkins pelo método DRIS, mas consideraram apenas a fase de florescimento do cultivo.

Os teores nutricionais variem conforme a fase fenológica das plantas de manga (BLAIKIE; CAVANAGH, 2003; PARTELLI et al., 2007; DIAS et al., 2013; TOMIO et al., 2015; FARIA et al., 2016; GOMES et al., 2016). Assim, os diagnósticos nutricionais realizados nas diferentes fases fenológicas podem ser contrastantes, pois a variação dos teores nutricionais de acordo com a fase fenológica da planta também pode ser refletida em mudanças nas relações duais entre nutrientes. A nutrição da mangueira na fase de pós-colheita pode apresentar uma maior relação com a produtividade da cultura. O diagnóstico nutricional prévio pode permitir corrigir limitações que possam aparecer antes do período de pré-florescimento. Esse diagnóstico prévio poderá possibilitar a realização de ajustes nutricionais e um manejo da adubação mais eficiente, pois grande parte da adubação é realizada entre os períodos de colheita e florescimento. O diagnóstico nutricional realizado no período de florescimento da cultura é importante, mas não permitirá corrigir limitações nutricionais que ocorram anterior a essa fase, o que possivelmente reduzirá a produtividade da cultura.

Portanto objetivou-se com esse estudo realizar o diagnóstico nutricional nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento em mangueiras da cultivar Tommy Atkins no Submédio do Vale do São Francisco, Pernambuco, Brasil.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em sete fazendas comerciais cultivadas com manga, localizadas no Submédio do Vale do São Francisco (8.674725 S; 39.160595 W). O clima, segundo a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BshW⁰, semiárido quente, tipo estepe, com chuvas de verão (ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual é de 26.7 °C e a pluviosidade média anual é de 494 mm (CLIMA TEMPO, 2020).

O banco de dados utilizado para gerar as normas DRIS para a cultura da manga foi formado dos resultados das análises de folhas e das produtividades de mangueiras irrigadas nas safras 2015/2016 e 2016/2017 da Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), localizada no município de Belém do São Francisco, em Pernambuco, Brasil. Foram coletadas 66 amostras

foliares da cultivar Tommy Atkins, escolhidas aleatoriamente nas 66 lavouras. Cada amostra foi composta por quatro folhas coletadas na porção mediana da copa, no último fluxo vegetativo e nos quatro pontos cardeais (TRANI et al., 1983) de 20 plantas escolhidas aleatoriamente em cada pomar. As coletas foram realizadas nos estágios de pós-colheita e pré-florescimento, antes da aplicação de nitrato de cálcio e potássio para a quebra de dormência das gemas florais, em plantas de cinco ou mais anos de idade, de porte uniforme e estado sanitário adequado.

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel contendo informações com a identificação da variedade, época de coleta e lavoura de coleta. Em seguida foram encaminhadas ao laboratório, onde, foram submetidas à limpeza sequencial com água, solução ácida ($\text{HCl } 0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e água destilada, sendo posteriormente secas em estufa com circulação mecânica de ar e mantidas a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ até apresentarem peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley e tamizadas em peneiras de 1 mm de malha (POLITI et al., 2013). A análise química do tecido vegetal foi realizada de acordo com Malavolta et al. (1997), sendo determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl.

Com as informações de produtividade, a população foi dividida em duas subpopulações: alta e baixa produtividades. Essa divisão ocorreu de acordo com Urano et al. (2007), que recomendaram como população de alta produtividade plantas que apresentassem rendimento médio de frutos $+ 0,5$ do desvio-padrão. Portanto, o limite entre as subpopulações de alta e baixa produtividade para a cultivar Tommy Atkins foi de 34 Mg ha^{-1} . A subpopulação de alta produtividade foi composta por 36% do total de amostras. Esse percentual está de acordo com o critério estabelecido por Letzsch & Sumner (1984). Esses autores recomendaram que a subpopulação de alta produtividade deve ser composta por pelo menos 10% do total de amostras do banco de dados.

Posteriormente foram determinados os valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2) e coeficientes de assimetria (Assim) dos teores foliares nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento. Um teste t de Student foi aplicado para comparação das médias dos dados de teores nutricionais entre as subpopulações de alta e baixa produtividade ($p < 0,05$).

As normas DRIS foram estabelecidas por meio da Md, s, s^2 e CV das relações bivariadas obtidas nas formas direta e inversa, entre todos os nutrientes na subpopulação de alta produtividade (PARTELLI et al., 2014). A seleção da razão de nutrientes escolhida como norma DRIS foi baseada no critério de maior relação de variância entre as subpopulações de baixa e alta produtividade (s^2b/s^2a) (WALWORTH; SUMNER, 1987). Esse critério busca a menor variação possível na subpopulação de alta produtividade. As médias das normas DRIS

estabelecidas nas fases de pós-colheita e pré-florescimento foram comparadas pelo teste t de Student ($P < 0,05$).

Após a determinação das normas DRIS calculou-se os índices DRIS com base na fórmula desenvolvidas por Beaufils atualizada por Maia (1999).

A fórmula proposta por Maia (1999) é uma atualização do método Beaufils (1973), de acordo com os critérios descritos abaixo:

g) Para $A/B > a/b$

$$f(A/B) = \left[\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right] k \quad [\text{Eq. 1}]$$

h) Para $A/B = a/b$

$$f(A/B) = 0 \quad [\text{Eq. 2}]$$

i) Para $A/B < a/b$

$$f(A/B) = \left[\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right] k \left[\frac{(a/b)}{(A/B)} \right] \quad [\text{Eq. 3}]$$

Onde $f(A/B)$ é a função DRIS para os nutrientes A e B ; A/B é a relação entre os nutrientes A e B na amostra; a/b é a relação entre os nutrientes A e B na população de referência; s é o desvio-padrão da relação entre os nutrientes A e B da população de referência; e K é a constante de sensibilidade com valor igual a 10.

O índice DRIS foi calculado da seguinte forma:

$$\text{Índice } A = \frac{\sum_{i=1}^n f(A/Bi) - \sum_{i=1}^m f(Bi/A)}{n + m} \quad [\text{Eq. 4}]$$

Onde A é o índice DRIS relativo ao nutriente A ; $\sum_{i=1}^n f(A/Bi)$ é o somatório das funções das relações onde o nutriente A aparece no numerador; $\sum_{i=1}^d f(Bi/A)$ é o somatório das funções das relações onde o nutriente A aparece no denominador; n é o número de funções em que o nutriente A aparece no numerador e d é o número de funções em que o nutriente A aparece no denominador.

Após a determinação dos índices DRIS foi calculado o Índice de Balanço Nutricional (IBN) pelo somatório, em módulo, dos índices DRIS, bem como o Índice de Balanço Nutricional médio (IBNm), obtido dividindo-se o IBN pelo número de nutrientes avaliados em cada amostra foliar (URANO et al., 2007; PARTELLI et al., 2016).

Foram ajustados modelos estatísticos da relação entre os teores de nutrientes e os respectivos índices DRIS na subpopulação de alta produtividade (Tabela 1). Como os valores

nulos (0) dos índices DRIS representam o equilíbrio nutricional, pois os valores dos índices são desvios padronizados da referência, o teor ótimo foi obtido quando um valor zero foi atribuído aos índices DRIS nas regressões dos teores nutricionais em função dos índices. A faixa ótima com seus limites inferior e superior foi obtida subtraindo (limite inferior) ou adicionando (limite superior) 2/3 do desvio-padrão ao valor do teor ótimo obtido pelos métodos DRIS, M-DRIS e CND (BEAUFILS, 1973; URANO et al., 2007).

Tabela 1. Modelos estatísticos da relação entre os teores de nutrientes e os respectivos índices DRIS Beaufils-Maia (MDB) e CND na subpopulação de alta produtividade, nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais da cultivar Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Nutriente	Modelo estatístico	R ²	Nutriente	Modelo estatístico	R ²
	Pré-florescimento			Pós-colheita	
N	$y = 0,1948x^* + 17,064$	0,60	N	$y = 0,1629x^* + 15,56$	0,46
P	$y = 0,03x^* + 2,0092$	0,83	P	$y = 0,0366x^* + 1,8606$	0,47
K	$y = 0,1919x^* + 13,453$	0,63	K	$y = 0,1342x^* + 11,241$	0,41
Ca	$y = 0,8196x^* + 30,526$	0,54	Ca	$y = 0,3497x^* + 33,928$	0,38
Mg	$y = 0,0288x^* + 1,9721$	0,67	Mg	$y = 0,0516x^* + 2,2138$	0,80
S	$y = 0,0155x^* + 1,5139$	0,50	S	$y = 0,0287x^* + 0,7102$	0,95
B	$y = 3,397x^* + 181,59$	0,82	B	$y = 6,2383x^* + 182,93$	0,78
Cu	$y = 0,4093x^* + 10,567$	0,89	Cu	$y = 0,4893x^* + 13,062$	0,81
Fe	$y = 14,081x^* + 281,37$	0,92	Fe	$y = 12,240x^* + 202,7$	0,89
Mn	$y = 18,584x^* + 506,24$	0,75	Mn	$y = 18,602x^* + 551,8$	0,74
Zn	$y = 4,7133x^* + 89,905$	0,81	Zn	$y = 2,5076x^* + 80,962$	0,78
Mo	$y = 0,0317x^* + 1,8639$	0,54	Mo	$y = 0,0258x^* + 2,001$	0,54
Cl	$y = 0,0088x^* + 0,289$	0,83	Cl	$y = 0,0118x^* + 0,3421$	0,75

*Significativo ($P < 0,05$). R²: coeficiente de determinação.

Posteriormente, os nutrientes foram classificados em três categorias: equilibrado (z), deficiente (p) e excessivo (n), tendo como base o total de lavouras amostradas da cultivar de manga Tommy Atkins. Os nutrientes foram considerados equilibrados quando o teor do nutriente ficou compreendido no intervalo entre os teores máximos e mínimos da faixa ótima; deficiente, quando o teor do nutriente ficou abaixo do limite inferior da faixa ótima; e excessivo (consumo de luxo), quando o teor do nutriente ficou acima do limite superior da faixa ótima (PARTELLI et al., 2014).

As faixas de referência derivadas dos métodos DRIS Beaufils modificado por Maia nos estádios de pós-colheita e pré-florescimento foram confrontados entre si, a fim de verificar se são concordantes. Um teste Qui-quadrado (GUIMARÃES et al., 2015) foi aplicado para avaliar estatisticamente esse confronto, de acordo com a seguinte equação.

$$G = 2 \sum_{i=1}^k f_o \ln \left(\frac{f_o}{f_e} \right) \quad [\text{Eq. 5}]$$

Onde, G = teste de razão de verossimilhança Qui-Quadrado (teste G); f_o = frequência observada; f_e = frequência esperada; K = número de classes.

Posteriormente, realizou-se a distribuição de frequência, em porcentagem, dos nutrientes em três classes de Potencial de Resposta a Adubação (PRA), como (p) resposta positiva a adubação; (z) resposta nula a adubação; e (n) resposta negativa a adubação. Em seguida, os nutrientes foram hierarquizados por ordem de limitação, seja por deficiência ou excesso (WADT et al., 1998).

Os dados também foram submetidos à análise de Componentes Principais (ACP). Essa análise avaliou o nível de relacionamento (correlação) entre os índices DRIS e dos índices DRIS com a produtividade em cada fase fenológica.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Ca e B foram maiores na fase de pós-colheita nas lavouras de alta produtividade, enquanto que os teores de N, K e S foram mais elevados na fase de pré-florescimento. Os teores dos outros nutrientes não foram influenciados pela fase fenológica (Tabela 2). Os nutrientes N e K possuem uma elevada mobilidade no floema e, portanto, uma maior translocação (ALMEIDA et al., 2014). Como os órgãos reprodutivos são drenos prioritários, esses nutrientes são comumente mobilizados da folha para os frutos (DIAS et al., 2013). No entanto, o Ca e B, por terem mobilidade limitada no floema, acumulam-se nos tecidos foliares à medida que a planta se desenvolve (DIAS et al., 2013). Além disso, a adubação de fundação com Ca, após o florescimento também pode explicar esses resultados.

Tabela 2. Valores médios (Md), mínimos (Min), máximos (Max), desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s²), coeficientes de assimetria (Assim) e teste t de Student dos teores de nutrientes em folhas do grupo de alta produtividade nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais da cultivar Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Variável	Md	Min	Max	s	CV	s ²	Assim	p valor
Pós-Colheita								
N (g kg ⁻¹)	15,00	11,68	19,56	1,99	13,24	3,94	0,57	*
P (g kg ⁻¹)	1,85	1,29	2,46	0,39	21,08	0,15	0,01	ns
K (g kg ⁻¹)	10,78	7,95	13,78	1,58	14,62	2,48	0,26	*
Ca (g kg ⁻¹)	32,96	24,25	40,00	4,43	13,44	19,61	-0,02	*
Mg (g kg ⁻¹)	1,92	0,80	3,70	0,79	41,25	0,63	1,09	ns
S (g kg ⁻¹)	0,93	0,18	5,43	1,05	113,40	1,10	3,64	*
B (mg kg ⁻¹)	208,26	33,50	413,35	92,15	44,25	8491,65	0,22	*
Cu (mg kg ⁻¹)	15,36	2,67	34,46	9,97	64,94	99,45	0,49	ns
Fe (mg kg ⁻¹)	270,18	95,77	745,76	187,80	69,51	35267,71	1,58	ns
Mn (mg kg ⁻¹)	665,33	207,28	1200,00	257,24	38,66	66173,19	-0,12	ns
Zn (mg kg ⁻¹)	88,57	32,08	205,00	46,14	52,09	2128,58	1,08	ns
Mo (mg kg ⁻¹)	1,76	0,18	4,40	1,39	79,04	1,93	0,65	ns
Cl (mg kg ⁻¹)	0,27	0,08	1,05	0,19	69,51	0,04	3,06	ns
Pré-Florescimento								
N (g kg ⁻¹)	16,38	10,52	22,84	2,85	17,41	8,13	0,35	
P (g kg ⁻¹)	2,03	1,17	3,68	0,60	29,53	0,36	0,85	
K (g kg ⁻¹)	13,53	8,25	19,50	2,84	21,03	8,10	0,19	
Ca (g kg ⁻¹)	29,53	17,50	65,00	8,79	29,78	77,36	2,80	
Mg (g kg ⁻¹)	1,92	0,93	2,94	0,43	22,85	0,19	-0,08	
S (g kg ⁻¹)	1,44	0,11	2,78	0,67	46,48	0,45	0,09	
B (mg kg ⁻¹)	160,75	55,80	317,47	59,63	37,09	3556,65	0,26	
Cu (mg kg ⁻¹)	12,21	5,50	30,50	5,94	48,68	35,36	1,73	
Fe (mg kg ⁻¹)	250,05	82,98	1250,00	252,37	100,93	63694,34	2,96	
Mn (mg kg ⁻¹)	569,99	224,63	1200,00	266,79	46,80	71181,05	0,82	
Zn (mg kg ⁻¹)	109,43	32,00	420,00	87,30	79,78	7622,80	2,22	
Mo (mg kg ⁻¹)	1,96	0,10	4,89	1,43	73,24	2,06	0,77	
Cl (mg kg ⁻¹)	0,32	0,17	0,59	0,12	38,57	0,01	0,54	

*Significativo pelo teste t de Student ($p < 0,05$); ns não significativo.

Quando se comparou as normas DRIS das fases de pós-colheita e pré-florescimento, 55% das médias diferiram (Tabela 3). Isso indica que os diagnósticos nutricionais realizados numa fase fenológica não podem ser utilizados em outra. As exigências nutricionais são influenciadas pelo estágio fenológico da cultura, devido aos aspectos fisiológicos da planta e ao manejo adotado em cada fase (DIAS et al., 2013; PARTELLI et al., 2014; MARRÉ et al., 2015).

Tabela 3. Relações duais de nutrientes, média (Md) e desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste t de Student de das Normas DRIS na população de alta produtividade nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais da cultivar Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Fase fenológica						
Pós-colheita			Pré-florescimento			p valor
Relação	Md	s	Relação	Md	s	
N/P	8,520	2,476	N/P	8,822	3,181	ns
K/N	0,732	0,151	N/K	1,268	0,369	*
N/Ca	0,461	0,075	N/Ca	0,586	0,115	*
Mg/N	0,129	0,052	Mg/N	0,119	0,028	*
N/S	30,035	21,978	N/S	18,139	25,348	*
N/B	0,099	0,087	B/N	9,997	3,855	*
N/Cu	1,734	1,492	N/Cu	1,556	0,535	*
N/Fe	0,077	0,04	N/Fe	0,103	0,060	*
N/Mn	0,028	0,017	N/Mn	0,035	0,017	ns
N/Zn	0,211	0,095	N/Zn	0,216	0,112	ns
N/Mo	20,385	22,31	N/Mo	23,558	40,731	*
Cl/N	0,018	0,012	N/Cl	61,330	29,221	*
K/P	6,036	1,388	K/P	7,091	2,125	*
P/Ca	0,057	0,015	P/Ca	0,073	0,026	*
Mg/P	1,110	0,605	Mg/P	1,028	0,416	ns
P/S	3,396	2,129	P/S	1,397	0,519	ns
P/B	0,012	0,01	B/P	85,266	47,825	*
P/Cu	0,212	0,19	P/Cu	0,205	0,124	ns
P/Fe	0,009	0,005	Fe/P	129,001	127,302	*
P/Mn	0,003	0,002	P/Mn	0,004	0,002	ns
P/Zn	0,026	0,012	P/Zn	0,027	0,019	ns
Mo/P	0,983	0,796	P/Mo	3,184	6,176	ns
Cl/P	0,159	0,145	P/Cl	7,153	3,265	*
K/Ca	0,330	0,051	K/Ca	0,491	0,171	*
Mg/K	0,180	0,074	Mg/K	0,145	0,032	*
K/S	21,868	16,781	K/S	14,948	19,593	ns
K/B	0,071	0,066	B/K	12,335	5,187	*
K/Cu	1,253	1,082	K/Cu	1,328	0,660	ns
K/Fe	0,054	0,028	Fe/K	19,372	20,678	*
K/Mn	0,020	0,014	K/Mn	0,029	0,016	*
K/Zn	0,153	0,074	K/Zn	0,188	0,125	ns
K/Mo	13,470	13,06	K/Mo	8,915	5,311	ns
Cl/K	0,025	0,017	K/Cl	47,932	20,571	*
Mg/Ca	0,060	0,027	Mg/Ca	0,070	0,028	ns
Ca/S	67,021	52,452	Ca/S	37,464	70,160	ns
Ca/B	0,211	0,166	B/Ca	5,858	2,712	*
Ca/Cu	3,740	3,076	Ca/Cu	2,757	1,013	ns
Ca/Fe	0,166	0,079	Fe/Ca	6,881	3,253	*
Ca/Mn	0,060	0,034	Ca/Mn	0,061	0,027	ns
Ca/Zn	0,471	0,244	Ca/Zn	0,376	0,197	ns
Ca/Mo	43,084	46,782	Ca/Mo	42,686	79,822	ns
Cl/Ca	0,008	0,005	Ca/Cl	105,010	41,793	*
Mg/S	4,587	4,957	Mg/S	2,197	3,367	ns
Mg/B	0,012	0,011	Mg/B	0,014	0,007	ns
Mg/Cu	0,260	0,329	Mg/Cu	0,185	0,077	ns
Mg/Fe	0,010	0,008	Fe/Mg	142,576	151,804	*
Mg/Mn	0,004	0,003	Mg/Mn	0,004	0,0024	ns
Mg/Zn	0,028	0,018	Mg/Zn	0,027	0,017	ns

(Continua)

Tabela 3. Relações duais de nutrientes, média (Md) e desvio-padrão (s), coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria (Assim) e curtose (Curt) e teste t de Student de das Normas DRIS na população de alta produtividade nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais da cultivar Tommy Atkins em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

						(Conclusão)
Mg/Mo	2,180	1,973	Mg/Mo	1,333	0,890	ns
Cl/Mg	0,168	0,158	Mg/Cl	7,153	3,670	*
S/B	0,005	0,005	B/S	190,78	291,52	*
S/Cu	0,080	0,071	S/Cu	0,132	0,066	*
S/Fe	0,004	0,006	Fe/S	270,773	353,351	*
S/Mn	0,0017	0,002	S/Mn	0,003	0,002	*
S/Zn	0,011	0,012	Zn/S	103,856	114,132	*
Mo/S	3,745	3,789	S/Mo	2,720	6,215	ns
Cl/S	0,533	0,481	S/Cl	5,567	3,667	*
Cu/B	0,089	0,073	B/Cu	15,755	9,162	*
B/Fe	1,039	0,723	B/Fe	0,976	0,634	ns
B/Mn	0,369	0,234	B/Mn	0,356	0,230	ns
Zn/B	0,549	0,445	B/Zn	2,299	2,057	*
Mo/B	0,010	0,009	B/Mo	277,98	556,186	*
Cl/B	0,002	0,003	B/Cl	581,357	325,710	*
Cu/Fe	0,067	0,046	Fe/Cu	22,951	21,357	*
Cu/Mn	0,027	0,022	Mn/Cu	52,441	26,463	*
Zn/Cu	8,267	5,532	Zn/Cu	9,372	5,855	ns
Mo/Cu	0,224	0,321	Cu/Mo	16,918	28,557	*
Cl/Cu	0,030	0,036	Cl/Cu	0,029	0,015	ns
Fe/Mn	0,455	0,316	Fe/Mn	0,493	0,432	ns
Zn/Fe	0,396	0,174	Fe/Zn	2,666	1,778	*
Mo/Fe	0,09	0,01	Fe/Mo	383,833	866,558	*
Cl/Fe	0,001	0,001	Fe/Cl	890,323	978,413	*
Zn/Mn	0,158	0,106	Zn/Mn	0,206	0,130	ns
Mo/Mn	0,003	0,002	Mo/Mn	0,003	0,002	ns
Cl/Mn	0,0005	0,0004	Mn/Cl	2174,314	1565,984	*
Mo/Zn	0,024	0,021	Mo/Zn	0,025	0,024	ns
Cl/Zn	0,004	0,004	Zn/Cl	408,587	314,236	*
Cl/Mo	0,412	0,600	Cl/Mo	0,444	0,681	ns

*Significativo pelo teste t de Student ($p < 0,05$); ns não significativo.

Normas distintas para estádios fenológicos diferentes foram encontrados para videira (TERRA et al., 2003), cafeeiro arábica (PARTELLI et al., 2007), laranja pêra (DIAS et al., 2013), arroz de sequeiro (TOMIO et al., 2015) e café conilon (GOMES et al., 2016).

As faixas de suficiência das fases de pós-colheita e pré-florescimento, de maneira geral, foram diferentes das referenciadas na literatura (Tabela 4). Os limites inferiores e superiores foram mais elevados nas faixas estimadas nesse estudo para N, P, K, Ca, B, Fe, Mn e Zn. Enquanto que para os nutrientes Mg, S, Cu e Cl os limites foram menores. Além disso, os teores dos nutrientes da população de alta produtividade nas duas fases fenológicas ficaram inseridos dentro das faixas ótimas estimadas pelo método DRIS (Tabelas 2 e 4), sugerindo uma elevada confiabilidade das faixas estimadas nesse estudo. Portanto, faixas de suficiência considerando as especificidades da região, práticas de cultivo, material genético e o balanço nutricional

tornam-se cada vez mais necessárias (ALEXANDRE et al., 2015; TEIXEIRA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2019).

Tabela 4. Faixa ótima de nutrientes em folha da cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento obtida pelo método DRIS Beaufils-Maia de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN), bem como faixa ótima de nutrientes em mangueiras referenciadas na literatura por Malavolta et al. (1997), Raij et al. (1996) e Medeiros et al. (2004)

Nutriente	Fase fenológica		Quaggio et al. (1996)	Malavolta et al. (1997)	Medeiros et al. (2004)
	Pós-colheita	Pré-florescimento			
	g kg ⁻¹				
N	14,2-16,9	15,1-18,9	12,0-14,0	10,0-12,0	10,4-12,9
P	1,6-2,1	1,6-2,4	0,8-1,6	0,9-1,2	0,8-1,2
K	10,2-12,3	11,5-15,3	5,0-10,0	4,0-5,0	5,3-10,2
Ca	30,9-36,9	24,6-36,4	20,0-35,0	28,0-34,0	9,4-41,4
Mg	1,7-2,7	1,7-2,2	2,5-5,0	5,0-8,0	2,1-4,0
S	0,1-1,4	1,0-1,9	0,8-1,8	1,5-1,8	-
	mg kg ⁻¹				
B	121,5-244,3	141,8-221,3	50,0-100,0	-	-
Cu	6,4-19,7	6,6-14,5	10,0-50,0	-	78,0-352,0
Fe	77,5-327,9	113,1-449,6	50,0 - 200,0	-	114,0-252,0
Mn	380,3-723,3	328,3-684,1	50,0-100,0	-	69,0-888,0
Zn	50,2-111,7	31,7-148,1	20,0-40,0	-	18,0-96,0
Mo	1,1-2,9	0,9-2,8	Na	-	-
Cl	0,2-0,4	0,2-0,4	100-900	-	-

As faixas ótimas relativas à fase de pós-colheita foram mais estreitas que as de pré-florescimento para N, P, K, Ca, Fe, Mn, Zn e Mo. No entanto, apresentaram uma maior amplitude para Mg, S, B e Cu (Tabela 4). Faixa de suficiência obtida do método DRIS de menor amplitude reduz erros diagnósticos por ser resultado de uma menor variabilidade dos dados. Isso sugere uma maior confiabilidade das faixas ótimas estabelecidas (URANO et al., 2007; SERRA et al., 2010; MATOS et al., 2016).

Esse estudo é fundamental para a correção do manejo adotado nessas fazendas, onde os produtores e técnicos utilizam faixas estabelecidas na época do florescimento para embasar os diagnósticos e correções a serem realizadas na pós-colheita

Os diagnósticos nutricionais para os nutrientes P, K, Ca, Mg, S, Zn e Cl diferiram entre as fases fenológicas (Tabela 5).

Tabela 5. Frequência (%) do Potencial de resposta a adubação (PRA) de pomares comerciais da cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN) com diagnóstico nutricional de deficiência (p), equilíbrio (z) e excesso (n) pelo método DRIS Beaufils-Maia

Fase fenológica	Diagnóstico			Qui-quadrado	Fase fenológica	Diagnóstico			Qui-quadrado
	p	z	n			p	z	n	
	Nitrogênio					Boro			
Pós-colheita	31,8	45,5	22,7	0,59 ^{ns}	Pós-colheita	18,2	51,5	30,3	4,56 ^{ns}
Pré-florescimento	25,7	50,0	24,3	-	Pré-florescimento	33,3	46,9	19,8	-
	Fósforo					Cobre			
Pós-colheita	39,4	42,4	18,2	9,35 ^{**}	Pós-colheita	25,7	54,5	19,8	2,98 ^{ns}
Pré-florescimento	30,3	65,2	4,5	-	Pré-florescimento	15,1	68,2	16,7	-
	Potássio					Ferro			
Pós-colheita	51,5	34,8	13,7	10,25 ^{**}	Pós-colheita	4,5	88,3	9,2	5,12 ^{ns}
Pré-florescimento	25,7	60,6	13,7	-	Pré-florescimento	16,6	75,8	7,5	-
	Cálcio					Manganês			
Pós-colheita	53,0	33,3	13,7	16,35 ^{**}	Pós-colheita	48,5	30,3	21,2	2,10 ^{ns}
Pré-florescimento	27,3	68,2	4,5	-	Pré-florescimento	39,4	42,4	18,2	-
	Magnésio					Zinco			
Pós-colheita	22,7	60,6	16,7	12,88 ^{**}	Pós-colheita	36,3	50,0	13,7	21,40 ^{**}
Pré-florescimento	16,7	37,8	45,5	-	Pré-florescimento	4,5	81,8	13,7	-
	Enxofre					Molibdênio			
Pós-colheita	0,0	89,4	10,6	30,78 ^{**}	Pós-colheita	37,8	45,5	16,7	0,37 ^{ns}
Pré-florescimento	36,3	51,5	12,2	-	Pré-florescimento	33,4	46,9	19,7	-
						Cloro			
					Pós-colheita	28,8	60,6	10,6	7,15 [*]
					Pré-florescimento	19,7	51,5	28,8	-

* e ** Significativo pelo teste Qui-quadrado a 5 e 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Na fase de pós-colheita os nutrientes K e Ca foram diagnosticados, como deficientes na maioria dos pomares (51,5 e 53%), enquanto que na fase de pré-florescimento foram equilibrados em 60,6 e 68,2% dos pomares, respectivamente (Tabela 5). Esses resultados podem ser explicados pelo manejo da adubação adotado nos pomares, onde grande parte das aplicações de K e Ca são realizadas entre as fases de pós-colheita e pré-florescimento.

Os nutrientes P, S, Zn e Cl foram diagnosticados dentro da faixa de equilíbrio nutricional em ambas as fases fenológicas (Tabela 5). No entanto, o P apresentou-se excessivo em 18,2% dos pomares na pós-colheita e em 4,5% das lavouras no pré-florescimento. Na fase de pós-colheita não houve deficiência de S, enquanto que no pré-florescimento o S foi deficiente em 36,3% dos pomares. O Zn foi diagnosticado como deficiente em 36,3% dos pomares na fase de pós-colheita. Na fase de pré-florescimento o Zn foi diagnosticado como deficiente em apenas 4,5% dos pomares. O Cl foi excessivo somente em 10,6% dos pomares no período da pós-

colheita. No pré-florescimento esse nutriente foi diagnosticado como em excesso em 29% dos pomares (Tabela 5). O Mg esteve equilibrado em 60,6% dos pomares no período de pós-colheita. Na fase de pré-florescimento o Mg foi diagnosticado como excessivo em 45,5% dos pomares (Tabela 5).

Esses resultados refletem a elevada variação dos nutrientes em função da fase fenológica, o que pode estar associada a vários fatores, como demandas oriundas da frutificação, emissão de ramos vegetativos e produtivos e de variáveis climáticas, como precipitação pluviométrica, temperatura, radiação solar, além do dinamismo do manejo nutricional. Tais fatores interferem diretamente na fisiologia da planta e, conseqüentemente nas exigências nutricionais (FAGERIA et al., 2009; DIAS et al., 2013)

O diagnóstico nutricional para mangueiras no Brasil é realizado com base em amostras foliares coletadas na época do florescimento da cultura, fato que pode tornar o manejo da adubação inadequado, pois os possíveis problemas nutricionais serão identificados tardiamente. Todavia, quando os problemas nutricionais são diagnosticados de forma precoce, o manejo da adubação pode ser realizado antes que possíveis problemas nutricionais possam surgir e impactar negativamente a produtividade.

Os nutrientes Ca, K, Mn, P, Mo, Zn e N na pós-colheita e Mn, S, B, Mo e P no pré-florescimento apresentaram-se deficientes em mais de 30% dos pomares, indicando uma elevada probabilidade de resposta positiva à adubação (Tabela 6).

Tabela 6. Frequência média do Potencial de Resposta à Adubação dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Mo e Cl na cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita e pré-florescimento de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

Nutriente	Potencial de resposta à adubação (%)					
	Pós-colheita			Pré-florescimento		
	p	z	n	p	z	n
N	32	45	23	26	50	24
P	40	42	18	30	65	5
K	51	35	14	26	60	14
Ca	53	33	14	27	68	5
Mg	23	60	17	17	38	45
S	0	89	11	36	52	12
B	18	52	30	33	47	20
Cu	26	54	20	15	68	17
Fe	5	86	9	17	76	7
Mn	49	30	21	40	42	18
Zn	36	50	14	4	82	14
Mo	38	45	17	33	47	20
Cl	29	60	11	20	51	29

p – resposta positiva a adubação; z – resposta nula a adubação; n – resposta negativa a adubação.

Os nutrientes B, N, Mn, Cu apresentando-se excessivos em 30, 23, 21 e 20% dos pomares na fase pós-colheita, respectivamente. Enquanto que, os nutrientes Mg, Cl, N e B apresentaram uma elevada probabilidade de resposta negativa a adubação em 45, 29, 24 e 20% dos pomares na fase de pré-florescimento (Tabela 6).

A identificação dos nutrientes mais limitantes seja por excesso ou por deficiência é uma das vantagens da utilização do método DRIS. Isso possibilita estabelecer ordem de prioridade na correção dessas limitações para cada fase fenológica de forma específica (TOMIO et al., 2015).

De forma geral, a deficiência dos nutrientes foi mais pronunciada na fase de pós-colheita, especificamente para N, P, K, Ca e Mn (Tabela 6), talvez pelos frutos atuarem como drenos preferenciais. Isso sugere que essa fase é mais adequada para a realização da amostragem e diagnóstico nutricional na cultura da mangueira. O diagnóstico nutricional de forma antecipada é essencial, permitindo calibrar as adubações de forma específica para cada nutriente, haja visto que a maioria dos nutrientes é fornecida às plantas nessa fase. De acordo com Gonçalves et al. (2017) a amostragem e diagnóstico foliar nessa fase tornam-se mais vantajosos, pois em tecidos mais desenvolvidos reduz problemas relacionados a efeitos de diluição na matéria seca da planta.

O elevado número de pomares deficientes em P, Mn e Mo nas duas fases fenológicas indica que a não correção dessas limitações logo após a colheita, refletiu em deficiências desses nutrientes no pré-florescimento. Isso de fato, reforça mais uma vez, a necessidade de correção de forma antecipada.

O período de pós-colheita teve uma maior associação com os índices DRIS de IN, IK, ICa, IMg, IS, ICu e IMo e produtividade (Figura 1a), enquanto que o período de pré-florescimento influenciou os índices IN, IP, IK, IMg, IS, IB, IZn, IMn e ICl (Figura 1b). A maior associação entre a fase de pós-colheita e os nutrientes N, K, Ca, Mg, S, Cu e Mo indica a necessidade de um diagnóstico nutricional antecipado para esses nutrientes. Isso possibilitará uma correção prévia antes do período de florescimento da cultura.

Além disso, os nutrientes Ca, Cu e Mo foram influenciados apenas na fase de pós-colheita (Figura 1a). Os nutrientes P, B, Zn, Mn e Cl foram influenciados na fase de pré-florescimento (Figura 1b). Isso mostra que as fases fenológicas influenciaram de forma diferente o teor de nutrientes nas folhas da cultivar Tommy Atkins. Fato que torna necessário a realização de um diagnóstico específico, para cada fase fenológica.

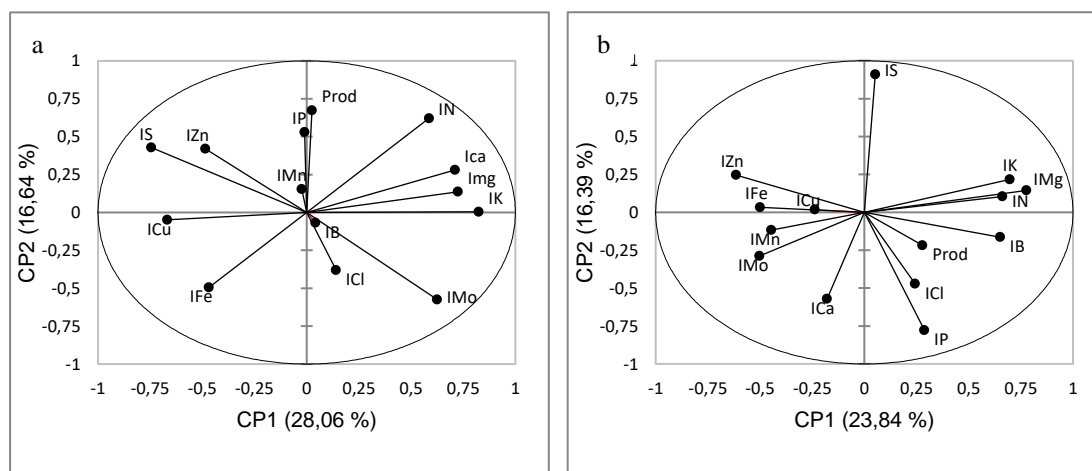


Figura 1. Projeção bidimensional obtida na análise de componentes principais (CP1 e CP2) dos índices DRIS e produtividade na cultivar de manga Tommy Atkins nas fases fenológicas de pós-colheita (a) e pré-florescimento (b) de pomares de áreas comerciais em Belém do São Francisco nas safras 2015/2016 e 2016/2017 na Agropecuária Roriz Dantas (AGRODAN)

O vetor produtividade localizou-se distante da origem e próximo ao eixo das ordenadas (pequeno ângulo de inclinação) na fase de pós-colheita (a). Portanto, se associando fortemente aos componentes principais (CP2). Além disso, a produtividade se localizou no primeiro quadrante, tendo assim relações positivas com os dois componentes principais (CP1 e CP2) (Figura 1a). Isso indica que a produtividade foi importante na explicação da variação dos dados e que está diretamente relacionada ao diagnóstico nutricional e correção dos desequilíbrios nutricionais na fase de pós-colheita. Com isso, torna-se ainda mais evidente a importância da antecipação do diagnóstico. Todavia, na fase de pré-florescimento, a produtividade não foi significativa. O vetor localizou-se próximo a origem e distantes dos dois eixos (Figura 1b). Isso representa uma fraca associação da produtividade com a nutrição da cultura nessa fase fenológica, sugerindo que outros fatores influenciaram na produtividade da cultura (BEAUFILS, 1973; HERNANDES et al., 2014; VILLASEÑOR et al., 2020).

Na fase de pós-colheita houve correlação positiva entre os índices IN, IK, ICa e IMg (Figura 1a). A elevada proximidade entre os vetores revelou possíveis efeitos sinérgicos entre os nutrientes N, K, Ca e Mg. No entanto, esses índices se associaram negativamente aos índices IS e ICu, observado pelo ângulo obtuso entre esses vetores (Figura 1a).

No período de pré-florescimento os índices IN, IK, IMg e IB se associaram positivamente entre si e de forma negativa com o IZn (Figura 1b). Os índices IP e IS também se associaram de forma negativa (Figura 1b).

Os nutrientes N, P, K, Ca, Mg se associaram com o vetor produtividade na fase de pós-colheita. Essa maior proximidade evidencia que esses nutrientes são os principais responsáveis pelo incremento de produtividade, devendo ser prioritariamente corrigidos.

5.4 CONCLUSÕES

As faixas ótimas recomendadas nas condições de estudo foram: N (14,2-16,9 g kg⁻¹), P (1,6-2,1 g kg⁻¹), K (10,2-12,3 g kg⁻¹), Ca (30,9-36,9 g kg⁻¹), Mg (1,7-2,7 g kg⁻¹), S (0,1-1,4 g kg⁻¹), B (121,5-244,3 mg kg⁻¹), Cu (6,4-19,7 mg kg⁻¹), Fe (77,5-327,9 mg kg⁻¹), Mn (380,3-723,3 mg kg⁻¹), Zn (50,2-111,7 mg kg⁻¹), Mo (1,1-2,9 mg kg⁻¹) e Cl (0,2-0,4 mg kg⁻¹), na pós-colheita e N (15,1-18,9 g kg⁻¹), P (1,6-2,4 g kg⁻¹), K (11,5-15,3 g kg⁻¹), Ca (24,6-36,4 g kg⁻¹), Mg (1,7-2,2 g kg⁻¹), S (1,0-1,9 g kg⁻¹), B (141,8-221,3 mg kg⁻¹), Cu (6,6-14,5 mg kg⁻¹), Fe (113,1-449,6 mg kg⁻¹), Mn (328,3-684,1 mg kg⁻¹), Zn (31,7-148,1 mg kg⁻¹), Mo (0,9-2,8 mg kg⁻¹), Cl (0,2-0,4 mg kg⁻¹) no pré-florescimento.

Os resultados evidenciaram a necessidade do estabelecimento de um diagnóstico nutricional diferenciado para cada fase fenológica da cultivar de manga Tommy Atkins.

Os nutrientes limitantes por deficiência foram Ca>K>Mn>P>Mo>Zn>N>Cl>Cu>Mg>B>Fe>S na fase de pós-colheita e Mn>S>B=Mo>P>Ca>N=K>Cl>Mg=Fe>Cu>Zn na fase de pré-florescimento. Os nutrientes limitantes por excesso foram B>N>Mn>Cu>P> Mg=Mo>K=Ca=Zn>S=Cl>Fe na fase de pós-colheita e Mg>Cl>N>B=Mo>Mn>Cu>K=Zn>S>Fe>P=Ca na fase de pré-florescimento.

O diagnóstico nutricional realizado na fase de pós-colheita mostrou que o desequilíbrio nutricional afetou a produtividade. Portanto, sugere-se iniciar o diagnóstico dos nutrientes N, K, Ca, Mg, S, Cu e Mo no período de pós-colheita, evitando redução de produtividade por deficiência e/ou excesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, R. S.; CHAGAS, K.; MARQUES, H. I. P.; COSTA, P. R.; CARDOSO FILHO, J. Fruit characterization of cocoa clones in the coastal region of São Mateus city, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n. 8, p.785-90, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p785-790>

ALMEIDA, C. X.; PITA JUNIOR, J. L.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A.; HERNANDES, A.; NATALE, W.; FERRAUDO, A. S. Nutrient cycling in mango trees. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 259-266, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

Anuário Brasileiro de Horti e Fruti 2019. CEPEA, Piracicaba, São Paulo: Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2019/>. Acesso em 10 de janeiro 2021.

ÁVILA-JUÁREZ, L.; RODRÍGUEZ-RUIZ, M. A. Rapid NPK diagnosis in tomato using petiole sap analysis with the DRIS method. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 306-311, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620200311>

BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. South Africa: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BHADURI, D.; PAL, S. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): Concepts and applications on nutritional diagnosis of plant - A review. **Journal of Soil and Water Conservation**, Londres, v. 12, n. 1, p. 70-79, 2013.

CARVALHO, C. I. F. S.; LIMA, A. M. N.; LOBO, J. T.; MUDO, L. E. D.; SANTOS, A. S. Estenoespermocarpia em frutos de mangueira e a relação com a nutrição de boro. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.2, n.3. p. 58-67, 2020. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3969600>

CLIMA TEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Belém de São Francisco, PE**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/1605/belemdesaofrancisco-pe>>. Acesso em 20 de dezembro de 2020.

DIAS, J. R. M.; TUCCI, C. A. F.; WADT, P. G. S.; PARTELLI, F. L.; PEREZ, D. V.; ESPINDULA, M. C.; TOMIO, D. B. Anticipation of the period for foliar diagnosis in 'Pêra' orange tree in Amazon state, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.7, p.757-764, 2013.

FARIA, L. N.; DONATO, S. L. R.; SANTOS, M. R.; CASTRO, L. G. NUTRIENT CONTENTS IN 'TOMMY ATKINS' MANGO LEAVES AT FLOWERING AND FRUITING STAGES. **Engenharia Agrícola**, v.36, n.6, p.1073-1085, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n6p1073-1085/2016>

FERREIRA, K. M.; SIMÕES, W. L.; MOUCO, M. A. C.; SILVA, J. L.; SILVA, J. S.; MESQUITA, A. C. Efficient management of the application of paclobutrazol for the production and quality of 'Tommy Atkins' mango. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-19, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4894>

GOMES, W. R.; RODRIGUES, W. P.; VIEIRA, H. D.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; PARTELLI, F. L. Genetic diversity of standard leaf nutrients in Coffea canephora genotypes during phenological phases. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p. 1-13, 2016. <https://doi.org/10.4238/gmr.15048839>

GONÇALVES, F. A. R.; AQUINO, L. A.; DEZORDI, L. R.; CLEMENTE, J. M.; NOVAIS, R. F. DRIS indices in three phenological stages of the carrot crop. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 47, n. 1, p. 31-40, 2017. <https://doi.org/10.1590/1983-40632016v4742449>

GUIMARÃES, F. C. N.; SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; ENSINAS, S. C.; ALTOMAR P. H.; CONRAD, V. A.; POTRICH, D. C.; ROSA, C. B. C. J.; MARTINES, M. A.; MATOS, F. A. Nutrients optimum range (NOR) based on DRIS method to assess the nutritional status of the first ratoon sugarcane. **Australian Journal of Crop Science**, Lismore, v.9, n.7, p.638-645, 2015.

HERNANDES, A.; SOUZA, H. A.; AMORIM, D. A.; NATALE, W.; LAVRES JR, J.; BOARETTO, A. E.; CAMACHO, M. A. DRIS Norms for Pêra Orange. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 45, n. 22, p. 2853-2867, 2014.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. (2020). Produção Agrícola Municipal, 2019. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/manga/b1_manga.pdf>. Acesso em 10 janeiro 2021.

LLANDERAL, A.; LAO, M. T.; CONTRERAS, J. I.; SEGURA, M. L. Diagnosis and Recommendation Integrated System Norms and Sufficiency Ranges for Tomato Greenhouse in Mediterranean Climate. **Hortscience**, v. 53, n. 4, p. 479–482, 2018. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12718-17>

MAIA, C. E. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P.G.S.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**. Piracicaba: Potafos. (CD-ROM), 1999. p.1-10.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; & OLIVEIRA, S.A., eds. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. v. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. p.115-230.

MARRÉ, W. B.; PARTELLI, F. L.; ESPINDULA, M. C.; DIAS, J. R. M.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Micronutrient accumulation in conilon coffee berries with different maturation cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1456-1462, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbc20140649>

MATOS, G. S. B.; FERNANDES, A. R.; WADT, P. G. S. Níveis críticos e faixas de suficiência de nutrientes derivados de métodos de avaliação do estado nutricional da palma-de-óleo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p.1557-1567, 2016.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A.; SILVA, D. J.; DANTAS, J. A.; GUERRA, A. G. Mineral composition of leaves and fruits of irrigated mango trees in Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 1, n. 645, p.403-410, 2004.

OLIOSI, G.; PARTELLI, F. L.; DA SILVA, C. A.; DUBBERSTEIN, D.; GONTIJO, I.; TOMAZ, M. A. Seasonal variation in leaf nutrient concentration of conilon coffee genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 1, p. 74-85, 2020. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1792492>

OLIVEIRA, G. P. Use of paclobutrazol in mango production. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-16, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.5183>

OLIVEIRA, M. G.; PARTELLI, F. L.; CAVALCANTI, A. C.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Soil patterns and foliar standards for two cocoa clones in the States of Espírito Santo and Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.49, n.10, p. 1-7, 2019.

PARTELLI, F. L.; DIAS, J. F. M.; VIEIRA, H. D.; WADT, P. G. S.; JUNIOR, E. P. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 38, n. 3, p. 858-866, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000300017>

PARTELLI, F. L.; GOMES, W. R.; OLIVEIRA, M. G.; DIAS, J. R. M.; ESPINDULA, M. C. Normas foliares e diagnóstico nutricional do cafeeiro conilon na pré-florada e granação, no Espírito Santo. **Coffe Science**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 544-554, 2016.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; CARVALHO, V. B.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Diagnosis and recommendation integrated system norms, sufficiency range, and nutritional evaluation of Arabian coffee in two sampling periods. **Journal of Plant Nutrition**, v.30, n. 10, p.1651-1667, 2007. <https://doi.org/10.1080/01904160701615525>

PINTO, P. A. C.; DIAS, L.E.; ALVAREZ, V. H.; CHOUDHURY. Avaliação de estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no submédio do vale do rio São Francisco: cálculo dos índices DRIS. **Recursos Rurais**, Santiago, v.1, n. 6, p. 5-13, 2010.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S.; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. C.; PRADO, R. M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.11-18, 2013.

QUAGGIO, J. A. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; MARTINS FILHO, J.; MORAIS, O. M. (Ed.). **Manga, tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista: DBZ/UESB, 1996. p.106-135.

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 Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p.105-113, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100011>

SILVA, K. A.; RODRIGUES, M. S.; MOREIRA, F. B. R.; LIRA, A. L. F.; LIMA, A. M. N.; CAVALCANTE, I. H. L. Soil sampling optimization using spatial analysis in irrigated mango fields under brazilian semi-arid conditions. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 5, p. 1-18, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452020173>

TEIXEIRA, L. A. J.; TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P. DRIS norms and critical leaf nutrient levels for ‘Niagara Rosada’ grape in Jundiá region, São Paulo (Brasil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 247-255, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-409/13>

TERRA, M. M.; GUILHERME, M. A. S.; SANTOS, W. R.; PAIOLI-PIRES, E. J.; POMMER, C. V.; BOTELHO, R. V. Avaliação do estado nutricional da videira “Itália” na região de Jales, SP, usando o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 309-314, 2003.

TOMIO, D. B.; UTUMI, M. M.; PEREZ, D. V.; DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S. Anticipation of leaf diagnosis in upland rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.50, n.3, p.250-258, 2015.

TRANI, P. E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Cargill, 1983. 18p.

BLAIKIE, S.; CAVANAGH, P. Operation KP: A production guide for mango grower in northern Australia 2003. Disponível em: https://industry.nt.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/227825/op4_operation_kp.pdf. Acesso em 07 de março 2021.

URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. Determination of optimal nutrient contents for soybean by the mathematical chance, diagnosis and recommendation integrated system and compositional nutrient diagnosis methods. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 63-72, 2007.

VILLASEÑOR, D.; PRADO, R. M.; SILVA, G. P.; CARRILLO, M.; DURANGO, W. DRIS norms and limiting nutrients in banana cultivation in the South of Ecuador. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 18, p. 2785-2796, 2020. <http://doi.org/10.1080/01904167.2020.1793183>

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. F.; VENEGAS, V. H. A.; FONSECA, S.; BARROS, N. F.; DIAS, L. E. Três métodos de cálculo do Dris para avaliar o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 661-666, 1998.

WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v.6, p.149- 188, 1987.

6 NUTRIÇÃO E TEOR DE CA-LIGADO EM FRUTOS DE MANGUEIRA NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

RESUMO

A qualidade do fruto é um fator de extrema relevância, com impacto direto no período de armazenamento e na preferência do consumidor. O balanço nutricional influencia na qualidade do fruto. O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) é um método diagnóstico fundamental em fruteiras, por considerar o balanço entre os nutrientes no tecido da planta e possibilitar classificar os nutrientes por ordem de limitação. O cálcio (Ca) tem sido sinônimo de qualidade do fruto, devido auxiliar na manutenção da estabilidade da parede celular dos frutos, quando ligado à pectina (Ca-ligado). Os objetivos do estudo foram: avaliar o estado nutricional de lavouras de manga no Submédio do Vale do São Francisco pelo método DRIS; identificar os nutrientes mais limitantes a produção e qualidade de frutos de manga; verificar a relação entre o Ca-ligado e a concentração dos nutrientes no solo, folha e frutos de manga e avaliar a influência do estado nutricional da manga na concentração de Ca-Ligado. O estudo foi realizado em duas fazendas comerciais de manga, localizadas nos municípios de Cana Nova (Agrobrás) e Juazeiro (Best Fruit), no estado da Bahia, pertencente ao Vale do São Francisco. No período do pré-florescimento foi realizada a amostragem de solo, sendo coletadas 20 amostras simples por lavoura, para compor uma amostra composta, na camada de 0,0-0,30 m. Para formação do banco de dados foram coletadas 10 amostras foliares da cultivar Tommy e 10 amostras da cultivar Kent, totalizando 20 amostras foliares de 20 lavouras, escolhidos aleatoriamente, nas fazendas. Foram determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Com as informações de produtividade, a população foi dividida em duas subpopulações: alta e baixa produtividade. As normas DRIS foram estabelecidas considerando os teores nutricionais da subpopulação de alta produtividade, por meio de razões bivariadas. A seleção da razão de nutrientes para representar as normas DRIS foi baseada no critério de maior relação de variância entre as subpopulações de baixa e alta produtividade. Posteriormente calculou-se os índices DRIS, o índice de balanço nutricional e o índice de balanço nutricional médio (IBNm). Após foi determinado o Potencial de Resposta a Adubação, onde os nutrientes das 20 lavouras foram classificados em deficientes, equilibrados ou excessivos. Posteriormente os nutrientes foram hierarquizados por ordem de deficiência e excesso. Os frutos foram coletados aleatoriamente em árvores representativas de cada lavoura na época da colheita, para determinação dos teores totais dos nutrientes, a concentração de Ca-ligado presente na casca e poupa dos frutos e a matéria seca. Correlacionou-se as concentrações de Ca-Ligado com os teores nutricionais no solo, folha e fruto e a matéria seca. Correlacionou-se os teores de Ca-ligado com os índices DRIS, o IBSm e os valores de produtividade e matéria seca. Os nutrientes S, B, Cu e Fe foram limitantes por deficiência e o Cu, Mn e Zn por excesso nos pomares. A fazenda Agrobras e a mangueira Tommy apresentaram-se mais desequilibradas nutricionalmente. No geral, a concentração de Ca-ligado foi influenciada positivamente pelos teores totais dos nutrientes no fruto. O equilíbrio nutricional nas folhas de mangueiras não se mostrou importante para concentração de Ca-ligado no fruto.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Ca-ligado. Desequilíbrio nutricional. Diagnose nutricional. DRIS.

6 NUTRITION AND CONTENT OF CA-LINKED IN MANGO FRUITS IN THE SUBMEDIUM VALLEY OF THE SÃO FRANCISCO

ABSTRACT

The quality of the fruit is an extremely relevant factor, with a direct impact on the storage period and consumer preference. The nutritional balance influences the quality of the fruit. The integrated diagnosis and recommendation system (DRIS) is a fundamental diagnostic method in fruit trees, as it considers the balance between nutrients in the plant tissue and makes it possible to classify the nutrients in order of limitation. Calcium (Ca) has a synonym for fruit quality, due to its help in maintaining the stability of the cell wall of fruits, when bound to pectin (Ca-linked). The objectives of the study were: to assess the nutritional status of mango crops in the São Francisco Valley using the DRIS method; identify the most limiting nutrients to the production and quality of mango fruits; to verify the relationship between Ca-linked and the concentration of nutrients in soil, leaf and mango fruits and to evaluate the influence of the nutritional status of mango on the concentration of Ca-linked. The study was carried out at two commercial mango farms, located in the municipalities of Cana Nova (Agrobrás) and Juazeiro (Best Fruit), in the state of Bahia, belonging to the São Francisco Valley. In the pre-flowering period, soil sampling was performed, with 20 simple samples per crop being collected to compose a composite sample, in the 0.0-0.30 m layer. For the formation of the database, 10 leaf samples of the cultivar Tommy and 10 samples of the cultivar Kent were collected, totaling 20 leaf samples from 20 crops, randomly chosen, on the farms. The total leaf contents of N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn were determined. With the information on productivity, the population was divided into two subpopulations: high and low productivity. DRIS norms were established considering the nutritional contents of the high productivity subpopulation, through bivariate reasons. The selection of the nutrient ratio to represent the DRIS standards was based on the criterion of the highest variance ratio between the low and high productivity subpopulations. Subsequently, the DRIS indices, the nutritional balance index and the average nutritional balance index (IBNm) were calculated. Afterwards, the Potential Response Response was determined, where the nutrients of the 20 crops were classified as deficient, balanced or excessive. Subsequently, nutrients were ranked in order of deficiency and excess. The fruits were collected randomly from trees representative of each crop at harvest time, to determine the total nutrient content, the concentration of Ca-linked present in the bark and save the fruits and dry matter. The concentrations of Ca-linked were correlated with the nutritional contents in the soil, leaf and fruit and the dry matter. The levels of Ca-linked were correlated with the DRIS indices, the IBNm and the values of productivity and dry matter. The nutrients S, B, Cu and Fe were limiting by deficiency and Cu, Mn and Zn by excess in the crops. The Agrobras farm and the Tommy hose were more nutritionally unbalanced. In general, the Ca-linked concentration was positively influenced by the total nutrient content in the fruit. The nutritional balance in the mango leaves was not important for the concentration of Ca-linked in the fruit.

Keywords: *Mangifera indica* L. Ca-linked. Nutritional imbalance. Nutritional diagnosis. DRIS.

6.1 INTRODUÇÃO

A qualidade do fruto é um fator de extrema relevância, desde o período de maturação até a pós-colheita, com impacto direto no período de armazenamento e na preferência do consumidor, sendo tema de muitos estudos (ETCHEBARNE et al., 2009; LIANG et al., 2011; SANTOS et al., 2011, KURT et al., 2017; MUENKAEW; WHANGCHAI; CHAIPRASART, 2018). Essa qualidade está associada a uma série de características externas e internas, com destaque para o balanço nutricional (MALAVOLTA, 2006; AULAR; NATALE, 2013; MUENKAEW; WHANGCHAI; CHAIPRASART, 2018; ZIOGAS et al., 2020).

Relação entre o estado nutricional das folhas e a qualidade do fruto foi verificada, para macieira (DRIS; NISKANEN, 2004; CHENG; RABA, 2009; JIVAN; SALA, 2014) e mamão (MARINHO et al., 2008; RÖMHELD; KIRBY, 2010; SANTOS et al., 2015). No entanto os autores não consideraram o balanço nutricional.

Considerando que o balanço nutricional é importante para a qualidade do fruto, o Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) tem se tornado um método diagnóstico fundamental em fruteiras. Esse método considera que o teor de um nutriente interfere em outros nutrientes, diferindo dos métodos tradicionais que não consideram a interação entre os nutrientes (BEAUFILS, 1973). Além disso, o DRIS permite hierarquizar os nutrientes por ordem de limitação, seja por deficiência ou excesso (OLIVEIRA et al., 2019; PARENT et al., 2020), possibilitando estabelecer-se prioridade na correção nutricional das lavouras.

A nutrição equilibrada resulta em melhoria da produtividade e qualidade de frutos, sendo o Ca um nutriente que merece destaque. Esse nutriente, quando ligado à pectina da parede celular (Ca-ligado) é importante para a manutenção da integridade da parede celular, aumentando a firmeza, retardando o amolecimento e aumentando o tempo de prateleira das frutas (RANJBAR; RAHEMI; RAMEZANIAN, 2018; GULBAGCA et al., 2020). No entanto, por ter baixa mobilidade no floema, seu acúmulo no fruto, principalmente na forma de Ca-ligado, tem sido um desafio para os produtores devido esse órgão possuir baixa taxa de transpiração (LIEBISCH et al., 2009; AULAR; NATALE, 2013; GULBAGCA et al., 2020).

Vários estudos foram realizados com o objetivo de verificar o efeito da aplicação de Ca nos parâmetros de qualidade dos frutos (EVANGELISTA et al., 2000; LINHARES et al., 2007; FERREIRA et al., 2013; LIU et al., 2017; DONG et al., 2018; EKINCI, 2018) e no aumento do teor desse nutriente na estrutura do fruto (FREIRE JÚNIOR; CHITARRA, 1999; KURT et al., 2017; EKINCI, 2018), mas ainda não avaliaram a associação do Ca-ligado com o balanço nutricional, haja vista que os teores de Ca-ligado podem ser influenciados por outros nutrientes.

Assim, esse estudo pode trazer importantes informações para melhorar o manejo nutricional, visando maximizar os teores de Ca-ligado, contribuindo dessa maneira, para a melhoria da qualidade da manga no Submédio do Vale do São Francisco.

Diante disso, os objetivos desse estudo foram: a. avaliar o estado nutricional de pomares de manga no Submédio do Vale do São Francisco pelo método DRIS; b. identificar os nutrientes mais limitantes a produtividade; c. avaliar a relação entre o Ca-ligado e o teor dos nutrientes no solo, folha e frutos de manga; e d. avaliar a influência do estado nutricional da manga no teor de Ca-ligado.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas fazendas comerciais de manga, localizadas nos municípios de Cana Nova (Agrobrás) e Juazeiro (Best Fruit), no estado da Bahia, pertencente ao Submédio do Vale do São Francisco. O clima, segundo a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BshW[^], semiárido quente, tipo estepe, com chuvas de verão (ALVARES et al., 2013). A temperatura e a pluviosidade média em 2020 foi de 25,7 e 26,1°C e 1091 e 725 mm, para as cidades de Casa Nova e Juazeiro, respectivamente. (AGRITEMPO, 2020). Os solos predominantes das fazendas são Neossolo Quartzarênico (Agrobras) e Neossolo Flúvico, de caráter eutrófico (Best Fruit) (JACOMINE et al., 1977).

No período do pré-florescimento das plantas de manga foi realizada a amostragem do solo. Para isso foram coletadas 20 amostras simples de solo por pomar para compor uma amostra composta. As amostras foram coletadas de 0,0-0,30 m de profundidade e distantes 0,80 m do tronco das plantas. Os atributos químicos médios do solo dos pomares de cada fazenda foram determinados segundo a metodologia de Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo na camada de 0,0-0,30 m de profundidade das áreas dos pomares de manga nas fazendas comerciais Agrobbras (Casa Nova/BA) e Best Fruit (Juazeiro/BA) de amostras coletadas no período de pré-florescimento das plantas

Atributos	Agrobbras	Best Fruit
pH (H ₂ O)	6,62	6,95
P (mg dm ⁻³)	111,9	81,16
S (mg dm ⁻³)	43,65	14,52
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,36	0,31
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,84	5,25
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,82	1,08
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,06	0,16
B (mg dm ⁻³)	4,38	0,99
Cu ²⁺ (mg dm ⁻³)	5,97	2,53
Fe ²⁺ (mg dm ⁻³)	32,12	55,13
Mn ²⁺ (mg dm ⁻³)	79,83	54,26
Zn ²⁺ (mg dm ⁻³)	114,96	51,74
CTC potencial (cmol _c dm ⁻³)	6,62	7,15
V (%)	91,03	95,75
MOS (%)	2,16	1,23
Ca ²⁺ (%)	73,11	73,42
Mg ²⁺ (%)	12,38	15,10
K ⁺ (%)	5,43	4,33
Na ⁺ (%)	0,90	2,23

CTC potencial - Capacidade de troca de cátions potencial; V - Saturação por bases; MOS - Teor de matéria orgânica do solo.

Um banco de dados utilizado para gerar normas DRIS para a cultura da manga foi formado dos resultados de análises foliares e da produtividade de pomares comerciais de mangueiras irrigadas na safra 2019/2020. Foram coletadas 10 amostras foliares da cultivar Tommy Atkins e 10 amostras da cultivar Kent, totalizando 20 amostras foliares de 20 pomares. Cada amostra foi composta por quatro folhas coletadas na porção mediana da copa, no último fluxo vegetativo e nos quatro pontos cardeais (TRANI et al., 1983) de 20 árvores escolhidas aleatoriamente em cada pomar. As coletas foram realizadas no estágio de pré-florescimento, antes da aplicação de nitrato de cálcio e potássio para a quebra de dormência das gemas florais, em árvores com mais de cinco anos de idade, de porte uniforme e estado sanitário adequado (PINTO et al., 2009; POLITI et al., 2013).

As amostras das folhas foram acondicionadas em sacos de papel contendo informações com a identificação da variedade, época de coleta e talhão onde foram coletadas. Em seguida foram encaminhadas ao laboratório, onde, foram submetidas à limpeza sequencial com água, solução ácida (HCl 0,1 mol L⁻¹) e água destilada, sendo posteriormente secas em estufa com circulação mecânica de ar e mantidas a 65 °C até apresentarem peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley e tamizadas em peneiras de 1 mm de malha (POLITI et al., 2013). A análise química do tecido vegetal foi realizada de acordo com Malavolta et al. (1997), sendo determinados os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Com as informações de produtividade, a população foi dividida em duas subpopulações: alta e baixa produtividade. Essa divisão ocorreu de acordo com Urano et al. (2007), que estabeleceram como população de alta produtividade a média da produtividade + 0,5 do desvio padrão. Portanto, o limite entre as subpopulações de alta e baixa produtividade foi de 41 Mg ha⁻¹.

A subpopulação de alta produtividade foi composta por 20% do total de amostras. Esse percentual está de acordo com o critério estabelecido por Letzsch e Sumner (1984), que recomendaram que a subpopulação de alta produtividade deve ser composta por pelo menos 10% do total de amostras do banco de dados.

As normas DRIS foram estabelecidas por meio das médias, desvio-padrões, variâncias e coeficientes de variação das relações bivariadas, obtidas nas formas direta e inversa, entre todos os nutrientes na subpopulação de alta produtividade (PARTELLI et al., 2014). A seleção da razão de nutrientes selecionada como norma DRIS foi baseada no critério de maior relação de variância entre as subpopulações de baixa e alta produtividade (s^2b/s^2a) (WALWORTH; SUMNER, 1987), visando a menor variação possível na subpopulação de alta produtividade (Tabela 2).

Tabela 2. Média (Md), desvio-padrão (s) e variância das Normas DRIS na população de alta produtividade de 20 pomares de manga Tommy Atkins e Kent nas fazendas comerciais Agrobras (Casa Nova/BA) e Best Fruit (Juazeiro/BA)

Relação	Md	S	Variância	Relação	Md	S	Variância
N/P	12,245	1,228	1,509	Ca/S	11,418	7,917	62,6925
N/K	1,213	0,154	0,0238	B/Ca	2,398	0,940	0,8836
Ca/N	1,401	0,787	0,6196	Ca/Cu	0,829	0,502	0,252
N/Mg	7,115	2,616	6,8466	Ca/Fe	0,136	0,057	0,003299
N/S	8,999	1,940	3,7654	Ca/Mn	0,073	0,022	0,000502
N/B	0,411	0,202	0,0408	Ca/Zn	0,386	0,118	0,01407
N/Cu	0,635	0,284	0,0806	Mg/S	1,215	0,371	0,1377
Fe/N	11,142	6,808	46,3570	B/Mg	20,751	11,016	121,3526
N/Mn	0,069	0,041	0,0017	Mg/Cu	0,094	0,041	0,00173
N/Zn	0,391	0,291	0,0849	Fe/Mg	70,551	28,353	803,9147
P/K	0,099	0,014	0,000197	Mg/Mn	0,009	0,004	0,000020
Ca/P	17,776	11,180	125,0097	Mg/Zn	0,049	0,026	0,00067
P/Mg	0,595	0,253	0,064008	B/S	31,978	23,812	567,019
P/S	0,758	0,157	0,02468	Cu/S	13,802	6,959	48,4362
P/B	0,034	0,017	0,000298	Fe/S	73,183	32,922	1083,9060
P/Cu	0,053	0,029	0,000856	S/Mn	0,006	0,006	0,000044
Fe/P	141,806	96,702	9351,369	S/Zn	0,039	0,038	0,001464
P/Mn	0,006	0,004	0,0000156	B/Cu	2,166	1,776	3,1565
P/Zn	0,033	0,026	0,000712	B/Fe	0,358	0,243	0,0590
Ca/K	1,699	0,987	0,9742	B/Mn	0,167	0,073	0,00546
Mg/K	0,184	0,056	0,0032	B/Zn	0,966	0,505	0,2559
K/S	7,227	0,576	0,3319	Fe/Cu	5,898	1,614	2,6073
B/K	3,988	3,116	9,7096	Cu/Mn	0,120	0,071	0,00515
Cu/K	2,233	0,980	0,9609	Zn/Cu	2,407	1,726	2,979
Fe/K	13,438	7,656	58,6141	Fe/Mn	0,655	0,389	0,1513
K/Mn	0,058	0,036	0,0013	Fe/Zn	3,207	1,573	2,4767
K/Zn	0,323	0,237	0,0565	Mn/Zn	5,711	2,181	4,7572
Ca/Mg	8,706	2,767	7,6611				

Após a determinação das normas DRIS calculou-se os índices DRIS com base na fórmula desenvolvida por Beaufils (1973) e atualizada por Maia (1999), de acordo com os critérios descritos abaixo:

j) Para $A/B > a/b$

$$f(A/B) = \left[\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right] k \quad [\text{Eq. 1}]$$

k) Para $A/B = a/b$

$$f(A/B) = 0 \quad [\text{Eq. 2}]$$

l) Para $A/B < a/b$

$$f(A/B) = \left[\frac{(A/B) - (a/b)}{s(a/b)} \right] k \left[\frac{(a/b)}{(A/B)} \right] \quad [\text{Eq. 3}]$$

Onde $f(A/B)$ é a função DRIS para quaisquer dois nutrientes (A e B); A/B é a relação entre os nutrientes A e B na amostra; a/b é a relação entre os nutrientes A e B na população de referência; s é o desvio padrão da relação entre os nutrientes A e B da população de referência e K é a constante de sensibilidade com valor igual a 10.

Com o resultado de cada função determinada pelos diferentes critérios, foi calculado o índice DRIS (equação 5).

$$\text{Índice } A = \frac{\sum_{i=1}^n f(A/B_i) - \sum_{i=1}^m f(B_i/A)}{n + m} \quad [\text{Eq. 4}]$$

Após a determinação dos índices DRIS, foi calculado o índice de balanço nutricional (IBN) pelo somatório, em módulo, dos índices nutricionais DRIS, e o índice de balanço nutricional médio (IBNm), obtido dividindo-se o IBN pelo número de nutrientes avaliados.

Posteriormente, os nutrientes foram classificados em cinco categorias: deficiente (P), provavelmente deficiente (PZ), equilibrado (Z), provavelmente excessivo (NP) e excessivo (N), de acordo com o Potencial de Resposta a Adubação (PRA) (Tabela 3), de acordo com Wadt (2005).

Tabela 3. Critérios para interpretação dos valores dos índices DRIS baseados no PRA

Estado Nutricional	Potencial de Resposta a Adubação	Critério
Deficiente	Positiva, com alta probabilidade (P)	1. índice $N < 0$ 2. $ \text{índice } N > \text{IBNm}$ 3. índice N é o índice de menor valor
Provavelmente deficiente	Positiva ou nula, com baixa probabilidade (PZ)	1. índice $N < 0$ 2. $ \text{índice } N $
Equilibrado	Nula (Z)	1. $ \text{índice } N \leq \text{IBNm}$
Provavelmente excessivo	Negativa, com baixa probabilidade (NP)	1. índice $N > 0$ 2. $ \text{índice } N > \text{IBNm}$
Excessivo	Negativa, com alta probabilidade (N)	1. índice $N > 0$ 2. $ \text{índice } N > \text{IBNm}$ 3. índice N é o índice de maior valor

Índice N = índice DRIS do nutriente; IBNm = índice de balanço nutricional médio.

Após a classificação os nutrientes foram hierarquizados por ordem de deficiência e excesso.

Os frutos foram coletados aleatoriamente em árvores representativas de cada lavoura na época da colheita, no grau de maturação 2 e calibre acima de 14, onde foram coletados cinco frutos por lote homogêneo. Posteriormente, foram determinados os teores totais dos nutrientes (GLEW et al., 2003) e os teores de Ca-ligado na casca e polpa dos frutos (BONOMELLI et al., 2018) e a matéria seca (AOAC, 1984).

Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP), onde se avaliou as relações entre os teores de Ca-ligado, os teores nutricionais no solo, folha e fruto e a matéria seca. Além disso, correlacionou-se os teores de Ca-ligado com os índices DRIS, IBNm , produtividade e matéria seca.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os micronutrientes, em geral, mostraram mais desequilíbrios nutricionais, com destaque Cu, Fe e Zn que apresentaram desequilíbrios em 65, 55 e 55% dos pomares, respectivamente, seja por deficiência ou excesso (Tabela 4). Os nutrientes Fe, S, B e Cu se destacaram por deficiência e os nutrientes Cu, Mn e Zn se destacaram por excesso (Tabela 4).

A deficiência de Cu e Fe também foi relatada por Politi et al. (2013) ao avaliarem o equilíbrio nutricional de pomares de manga em 63 fazendas representativas do vale do São Francisco. Os autores relataram a pouca importância dada a esses nutrientes nas recomendações de fertilizantes da região. Além disso, Rozane et al. (2007) constataram uma elevada variabilidade de Fe no tecido foliar de mangueira, sendo necessário coletar amostras em pelo menos 30 árvores, para representar o teor de Fe com um erro de 10%, o que pode também explicar os resultados obtidos nesse estudo.

Observou-se que S, B e Fe apresentaram-se deficientes em 60% dos pomares da fazenda Agrobrás. Enquanto que na fazenda Best Fruit, Fe, Ca e Zn apresentaram-se deficientes em 40, 30 e 30% dos pomares, respectivamente. O N, Cu e Mn foram excessivos em 40% dos pomares pertencentes à fazenda Agrobrás e Zn foi excessivo em 50% das lavouras da fazenda Best-Fruit (Tabela 4). Esses resultados sugerem uma maior probabilidade de resposta a adubação para os nutrientes Fe, S, B e Cu devendo-se priorizar, nessa ordem, o ajuste da adubação para esses nutrientes.

A resposta negativa a adubação apresentada pelos nutrientes Cu, Mn e Zn indica que as adubações com esses nutrientes estão sendo muito elevadas, o que possivelmente refletiu na redução da produtividade e impactou na economicidade do cultivo. Além disso, a presença do Cu em agroquímicos, utilizados no manejo da cultura pode também explicar esse excesso (MELO; ROZANE; BRUNETTO, 2018).

O Ca não se apresentou excessivo na fazenda Best-Fruit, mas ocorreu em excesso em 30% dos pomares na fazenda Agrobrás (Tabela 4).

A fazenda Agrobrás apresentou um maior desbalanço nutricional, com maior média do IBNm para as duas cultivares, com destaque para o pomar 5 (IBNm = 12,13) que apresentou deficiência de S e excesso de Fe e Ca (Tabela 4). A produtividade acompanhou a tendência observada para a nutrição, sendo para ambas as cultivares, menor na fazenda Agrobras.

A fazenda Best Fruit apresentou um maior desbalanço nutricional (IBNm = 8,94) no pomar 14, com deficiência de N e P e excesso de Cu e K (Tabela 4).

A cultivar Tommy Atkins apresentou maior desbalanço nutricional em ambas as fazendas, com média do IBNm de 5,66 na Agrobrás e 5,17 na Best Fruit. A cultivar Kent apresentou IBNm de 5,08 e 4,24 nas fazendas agrobrás e Best Fruit, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade (Mg ha⁻¹), índices DRIS, índice de balanço nutricional médio e ordem de limitação por deficiência e excesso de 20 pomares de manga Tommy Atkins e Kent no Submédio do Vale do São Francisco

Pomar ⁽¹⁾	Cultivar	Pd ⁽²⁾	IN	IP	IK	ICa	IMg	IS	IB	Icu	IFe	IMn	IZn	IBNm	LD ⁽³⁾	LE ⁽⁴⁾
1	Tommy	24,80	5,47	1,78	4,31	-3,85	2,18	-5,50	-3,88	6,18	-12,91	5,98	0,24	4,75	Fe>S	Cu>N=Mn
2	Tommy	23,50	2,97	-0,02	1,32	2,45	-0,44	-5,66	-5,62	0,56	-3,65	6,81	1,29	2,80	S>B=Fe	Mn>N
3	Tommy	22,34	3,17	-0,65	1,27	4,77	-1,04	-6,94	-7,17	-1,43	-4,52	10,02	2,51	3,95	B>S=Fe	Mn>Ca
4	Tommy	20,96	5,26	2,53	4,74	2,15	-0,62	-15,89	-6,78	6,71	-1,75	4,52	-0,86	4,71	S>B	Cu>N=K
5	Tommy	20,08	2,82	-2,62	-0,83	14,56	-3,91	-35,03	-0,28	-7,77	49,34	-7,80	-8,48	12,13	S	Fe>Ca
6	Kent	41,20	1,28	3,96	-2,17	-4,31	-3,21	-1,29	-7,56	22,29	-10,22	3,56	-2,33	5,65	Fe>B	Cu
7	Kent	20,81	-0,67	-1,78	-5,21	5,88	-0,08	0,90	-10,26	0,19	-4,15	24,11	-8,93	5,65	B>Zn	Mn>Ca
8	Kent	31,58	5,90	5,86	-1,41	-1,94	1,54	-2,06	-11,16	1,76	-9,43	-0,82	11,74	4,87	B>Fe	Zn>N=P
9	Kent	36,90	3,93	6,89	6,95	1,27	6,75	-17,14	-2,65	-5,71	0,36	4,13	-4,77	5,51	S>Cu	K>P=Mg
10	Kent	28,93	3,45	0,34	3,59	-5,34	4,42	0,92	-2,92	5,41	-7,83	1,72	-3,75	3,61	Fe>Ca=Zn	Cu>Mg
11	Tommy	32,16	2,08	6,85	0,93	-3,48	-3,67	-0,63	-2,40	3,78	-2,52	-5,18	4,26	3,25	Mn>Ca=Mg	P>Cu=Zn
12	Tommy	48,51	2,27	2,67	5,15	-1,66	-0,74	-3,74	3,41	-9,69	0,06	-3,11	5,39	3,44	Cu>S	Zn>K
13	Tommy	40,09	1,26	1,19	0,02	-3,00	-2,10	-2,54	-8,59	15,75	-6,37	-4,17	8,53	4,87	B>Fe	Cu>Zn
14	Tommy	32,15	-12,26	-10,29	12,16	-3,04	-8,58	-	-2,03	29,59	-5,06	7,43	-7,93	8,94	N>P	Cu>K
15	Tommy	30,58	-7,33	-6,47	20,24	-5,11	-1,02	-	3,95	-0,16	0,21	4,96	-9,28	5,34	Zn>N=P	K
16	Kent	21,19	0,36	1,43	-1,04	-3,74	4,95	13,71	-1,35	-13,51	-9,22	5,99	2,42	5,25	Cu>Fe	S>Mn
17	Kent	32,63	3,43	4,88	2,84	-3,81	-0,05	0,82	-0,41	-5,66	-4,25	-3,64	5,84	3,24	Cu>Ca=Fe=Mn	Zn>N=P
18	Kent	45,11	1,33	4,17	-0,13	-7,26	2,40	7,17	-3,00	3,33	-10,79	-3,18	5,96	4,43	Fe>Ca	S>Zn
19	Kent	34,05	1,72	0,60	1,26	-1,74	1,25	-	13,48	-7,68	0,28	4,08	-13,25	4,12	Zn>Cu	B
20	Kent	80,05	1,72	0,60	1,26	-1,74	1,25	-	13,48	-7,68	0,28	4,08	-13,25	4,16	Zn>Cu	B>Mn
LD	Ordem de limitação considerando o total de pomares															
LE	Fe > S = B > Cu > Zn > Ca > N = P= Mn > Mg > K															
	Cu > Mn = Zn > K = N > P > Ca > S = B > Mg = Fe															

¹Pomares da fazenda Agrobrás (1 a 10) e Best Fruit (11-20). ²Produtividade dos Pomares. ³Limitação por deficiência. ⁴Limitação por excesso.

Na comparação do nível de relacionamento entre as variáveis pela ACP, houve associação positiva entre o teor de Ca-ligado e os teores totais no fruto de B, Zn, P, N, Na, Ca e Mn; teores de B no solo; e Cu na Folha, com destaque para B e Zn (Figura 1). Isso mostra que esses nutrientes contribuíram significativamente para o aumento da concentração de Ca-ligado, o que sugere a necessidade de uma maior adubação de B e Zn, considerando a qualidade estrutural da parede celular do fruto.

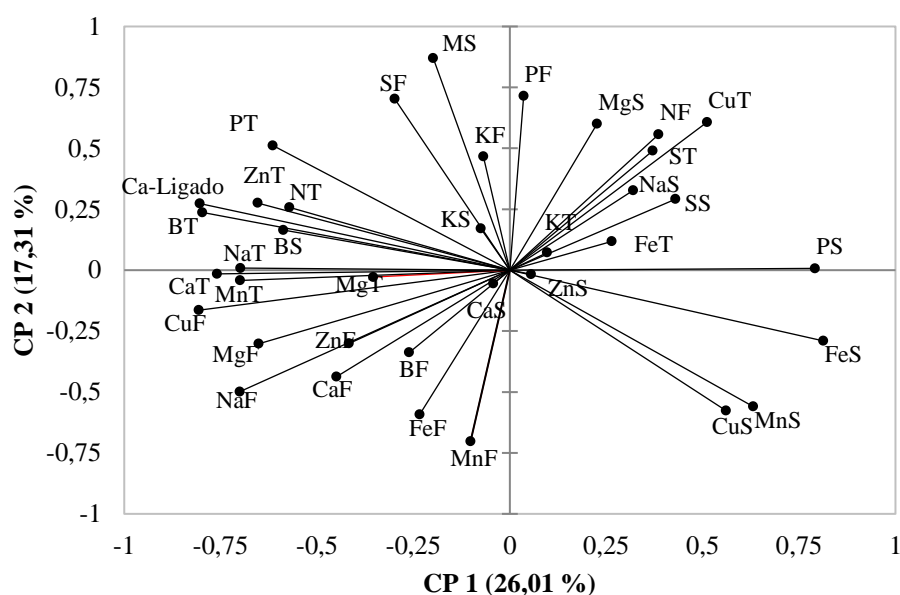


Figura 1. Correlação entre os teores de Ca-ligado e os nutrientes no solo (S), folha (F) e fruto (T) de pomares comerciais de manga cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco.

O efeito sinérgico entre o B e Ca pode explicar esses resultados, pois o B maximiza a absorção de Ca, auxilia no transporte do Ca no interior da planta e sua fixação na parede celular, além de atuar no balanço entre Ca e K (MUENGLAEW; WHANGCHAI; CHAI PRASART, 2018).

O Zn também possui um papel importante na preservação da integridade da membrana celular (MARSCHNER, 2012; ZIOGAS et al., 2020). Esse nutriente tem a capacidade de decompor radicais oxidantes que são sintetizados a partir do O_2 e que atuam na quebra da ligação de Zn e Ca, com grupos ligados a pectina (ZIOGAS et al., 2020). Segundo Bhatt et al. (2012), o Zn e B destacam-se nas funções de síntese e preservação da qualidade dos frutos de manga.

A fraca interação entre o teor de Ca-ligado e os teores de Ca no solo e na folha (Figura 1) refletem a dificuldade de concentrar Ca no fruto, seja pela adubação via solo ou via folha. A

translocação de Ca na planta pelo floema é praticamente inexistente, limitando o transporte desse nutriente para o fruto. No entanto, a nutrição dos frutos ocorre quase que exclusivamente pelo floema (MENGEL, 2002; EKINCI et al., 2018; GULBAGCA et al., 2020). Vale ressaltar que houve aplicações de Ca entre o pré-florescimento e a colheita, o que não foi avaliado neste estudo.

No entanto, esses resultados dão um indicativo que a adubação do solo pouco influi no teor de Ca-ligado e no acúmulo de matéria seca, principalmente em relação aos micronutrientes, exceto B. O limite entre toxicidade e excesso dos micronutrientes é muito estreito para fruteiras, sendo recomendada a aplicação foliar, por ser mais eficiente (SINGH et al., 2007; ZIOGAS et al., 2020). Segundo Vani et al. (2020) aplicação foliar de nutrientes tem sido mais relevante que a aplicação via solo, tornando-se indispensável, devido a reações complexas no solo e perdas por lixiviação.

Houve correlação positiva entre o teor de Ca-ligado e o IBNm (Figura 2). Isso indica que o equilíbrio nutricional na cultura da mangueira não reflete, necessariamente em aumento do teor de Ca-ligado. No entanto, o desequilíbrio nutricional pode ter influência na maior associação do Ca à pectina da parede celular do fruto.

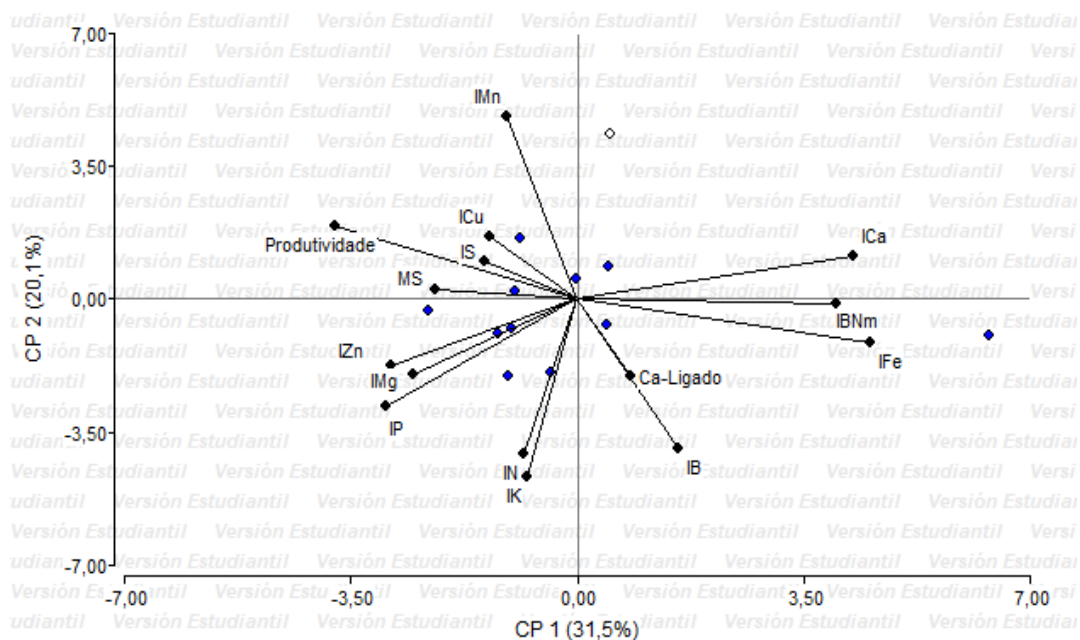


Figura 2. Correlação entre as concentrações de Ca-ligado e os índices DRIS dos nutrientes de pomares comerciais de mangueira no Submédio do Vale do São Francisco.

A produtividade se correlacionou negativamente com o Ca-ligado e o IBNm (Figura 2). É esperado que o desequilíbrio nutricional afete a produtividade. No entanto, o incremento de produtividade não refletiu necessariamente no acúmulo de Ca na estrutura do fruto. Uma

possível explicação para esses resultados pode estar associada à fisiologia da planta. O “stress” paralisa seu crescimento e pode concentrar Ca na parede celular dos frutos, semelhante ao que ocorre com a cana-de-açúcar, para concentrar açúcar (GIMENEZ et al., 2010).

Houve uma fraca associação do teor de Ca-ligado com o teor de Ca na folha e uma correlação forte entre o teor de Ca-ligado e os teores de N, K e, principalmente, B (Figura 2). Isso indica um possível desbalanço do Ca em relação aos demais nutrientes, reforçando a ideia de que adubações frequentes com Ca, não necessariamente resulta na concentração desse nutriente no fruto. É mais recomendável considerar o equilíbrio nutricional, para a qualidade do Fruto. Val et al. (2010) não encontraram eficiência da aplicação de Ca nas características de qualidade do pêssego. Além disso, quando foram aplicadas doses nas plantas com a maior concentração de Ca (1%), os autores contataram aumento na queda de frutos e redução da firmeza da polpa na colheita.

6.4 CONCLUSÕES

O diagnóstico nutricional pelo método DRIS constatou elevada deficiência de S, B, Cu e Fe em alguns pomares e excesso de Cu, Mn e Zn em outros pomares;

O manejo nutricional adotado na fazenda Agrobbras e na cultivar Tommy Atkins resultou num maior desequilíbrio nutricional;

O teor de Ca-ligado foi influenciado positivamente pelos teores totais dos nutrientes no fruto, em comparação aos teores no solo e folha;

O equilíbrio nutricional nas folhas das mangueiras não se mostrou importante para concentração de Ca-ligado no fruto. Isso permite sugerir a realização de um diagnóstico nutricional multivariado baseado nos teores no fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRITEMPO. **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. Disponível em: < <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/index.jsp?siglaUF=BA> >. Acesso em 01 de fevereiro de 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

AOAC. **Officials methods of analysis**. 14. ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemist, 1984.

AULAR, J.; NATALE, W. MINERAL NUTRITION AND FRUIT QUALITY OF SOME TROPICAL FRUIT: GUAVA, MANGO, BANANA, AND PAPAYA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. South Africa: University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).

BHAT, M.Y.; AHSAN, H.; BANDAY, F.A.; DAR, M. A.; WANI, A. I.; HASSAN, G. I. Effect of harvest dates, pre harvest calcium sprays and storage period on physico-chemical characteristics of pear CV Bartlett. **Journal of Agricultural Research and Development**. v.2, n. 4, p. 101-106, 2012. <http://www.e3journals.org>

BONOMELLI, C.; ARIAAS, M. I.; VILLALOBOS, L. Adaptation and validation of a methodology for the measurement of calcium fractions in fruits. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 49, n. 6, p. 735-744, 2018. <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1435681>

CHENG, L.; RABA, R. Accumulation of macro and micronutrients and nitrogen demand supply relationship of ‘Gala’/‘Malling 26’ apple trees grown in sand culture. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 134, n. 1, p. 3-13, 2009. <https://doi.org/10.21273/JASHS.134.1.3>

DONG, Y.; ZHANG, S.; WANG, Y. Compositional changes in cell wall polyuronides and enzyme activities associated with melting/mealy textural property during ripening following long-term storage of ‘Comice’ and ‘d’Anjou’ pears. **Postharvest Biology and Technology**, v. 135, n. 36, p. 131-140, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.09.010>

DRIS, R.; NISKANEN, R. Leaf and fruit macronutrient composition during the growth period of apples. **International Journal of Food, Agriculture and Environment**, New York, v. 2, p. 174-176, 2004.

EKINCI, N. Foliar spray nutrients effects fruit quality, polygalacturonic acid (pectin) content and storage life of peach in Turkey. **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 16, n. 1, 749-759, 2018. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1601_749759

ETCHEBARNE F, OJEDA H AND DELOIRE A, **Grape berry mineral composition in relation to vine water status & leaf area/fruit ratio**. In Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology . Springer, Netherlands, pp. 53-72, 2009.

EVANGELISTA, R. M.; CHITARRA, A. D.; CHITARRA, M. I. F. Influência da Aplicação Pré-Colheita de Cálcio na Textura e na Atividade das Enzimas Poligalacturonase, pectinametilesterase e b- Galactosidase de Mangas ‘Tommy Atkins’ Armazenadas sob Refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, p.174-181, 2000.

FERREIRA, L. V.; COCCO, C.; GONÇALVES, M. A.; CARVALHO, S. F.; PICOLOTTO, L.; MONTE, F.; ANTUNES, L. E. C.; CANTILLANO, R. F. F. EFEITO DA APLICAÇÃO DE CÁLCIO E BORO EM PRÉ-COLHEITA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMOREIRA-PRETA “TUPY”. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v. 14, n. 1, p. 53-58, 2013.

FREIRE JÚNIOR, M.; CHITARRA, A. B. Efeito da aplicação do cloreto de cálcio nos frutos da manga ‘Tommy Atkins’ tratados hidrotermicamente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.761-769, 1999. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X1999000500006>

GIMENEZ, D. F. J.; MORAES, F. E.; LAIA, M. L. DABBAS, K. M.; NODA, R. W.; SUZUKI, J.; ZINGARETTE, S. M.; FERRO, M. I. T. Análise da expressão gênica em cana-de-açúcar submetida ao estresse hídrico utilizando a técnica de macroarranjo de cDNA. **Científica**, Jaboticabal, v.38, n.1/2, p.57-68, 2010

GLEW, R. H.; AYAZ, F. A.; SANZ, C.; VANDERJAGT, D. J.; HUANG, H. S.; CHUANG, L. T.; STRNAD, M. Changes in sugars, organic acids and amino acids in medlar (*Mespilus germanica* L.) during fruit development and maturation. **Food Chemistry**, v. 83, p. 363-369, 2003. [http://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00097-9](http://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00097-9)

GULBAGCA, F.; BURHAN, H.; ELMUSA, F.; SEN, F. Calcium nutrition in fruit crops: Agronomic and physiological implications. In: SRIVASTAVA, A. K.; HU, C. (Eds.). **Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints**. Elsevier, 2020. 776 p. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00014-9>

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. B. R. e; MONTENEGRO, J. O.; FORMIGA, R. A.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. R. de. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos da margem direita do Rio São Francisco estado da Bahia**. Recife: EMBRAPA-SNLCS: SUDENE-DRN, 1977-1979. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/335822>

JIVAN, C.; SALA, F. Relationship between tree nutritional status and apple quality. **Horticultural Science**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2014. <https://doi.org/10.17221/152/2013-HORTSCI>

KURT, A.; TORUN, H.; COLAK, N.; SEILER, G.; HAYIRLIOGLU-AYAZ, S.; AYAZ, F. A. Nutrient profiles of the hybrid grape cultivar ‘Isabel’ during berry maturation and ripening. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 8, p. 2468-2479, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8061>

LETZSCH, W. S.; SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.15, n. 9, p. 997-1006, 1984. <https://doi.org/10.1080/00103628409367537>

LIANG, Z.; SANG, M.; FAN, P.; WU, B.; WANG, L.; DUAN, W.; LI, S. Changes of polyphenols, sugars, and organic acid in 5 *Vitis* genotypes during berry ripening. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 9, p. 1231-1238, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02408.x>

LIEBISCH, F.; MAX, J. F. J.; HEINE, G.; HORST, W. J. Blossom-end rot and fruit cracking of tomato grown in net-covered greenhouse in Central Thailand can partly be corrected by calcium and boron sprays. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 172, p. 140-150, 2009. <https://doi.org/10.1002/jpln.200800180>

LINHARES, L. A.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P; CORRÊA, A. D. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas “Pedro Sato” tratadas na póscolheita com cloreto de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p. 829-841, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300033>

LIU, H.; CHEN, F.; LAI, S.; TAO, J.; YANG, H.; JIAO, Z. Effects of calcium treatment and low temperature storage on cell wall polysaccharide nanostructures and quality of postharvest apricot (*Prunus armeniaca*). **Food Chemistry**, v. 225, p. 87-97, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.008>

MAIA, C. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P. G. S.; MALAVOLTA, E. (Org.). **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**. Piracicaba: Potafos, 1999. 1 CDROM.

MALAVOLTA E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional**. In: MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A., eds. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. v. 2.ed. Piracicaba, Potafos, 1997. p.115-230.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 638p.

MARINHO, A. B.; BERNARDO, S.; SOUSA, E. F.; PEREIRA, M. G.; MONNERAT, P. H. Produtividade e qualidade de frutos de mamão cultivar ‘golden’ sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio no norte de Espírito Santo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2008. <http://doi.org/10.1590/S0100-69162008000300003>

MARSCHNER, P. **Rhizosphere Biology, Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants**. Elsevier, 2012. 672 p. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>

MELO, G. W.; ROZANE, D. E.; BRUNETTO, G. Identification of the critical levels, sufficiency ranges and potential response to nutrient fertilization in vineyards by the DRIS 82 method. **Acta Horticulturae**, v. 1217, p. 423-430, 2018. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1217.55>

MENGEL, K. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. **Acta Horticulturae**, v. 594, p. 33-47, 2002. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.594.1>

MUENGKAEW, R.; WHANGCHAI, K.; CHAIPRASART, P. Application of calcium-boron improve fruit quality, cell characteristics, and effective softening enzyme activity after harvest in mango fruit (*Mangifera indica* L.). **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 59, p. 537-546, 2018. <https://doi.org/10.1007/s13580-018-0059-2>

OLIVEIRA, M. G.; PARTELLI, F.L.; CAVALCANTI, A. C.; GONTIJO, I.; VIEIRA, H. D. Soil patterns and foliar standards for two cocoa clones in the States of Espírito Santo and Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.49, n.10, p. 1-7, 2019.

PARENT, L. E.; DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of American Society of Horticulture Science**, v. 117, p. 239-242, 1992. <https://doi.org/10.21273/JASHS.117.2.239>

PARTELLI, F. L.; DIAS, J. F. M.; VIEIRA, H. D.; WADT, P. G. S.; JUNIOR, E. P. Avaliação nutricional de feijoeiro irrigado pelos métodos CND, DRIS e faixas de suficiência. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, p. 858-866, 2014.

PINTO, P. A. C.; DIAS, L.E.; ALVAREZ, V. H.; CHOUDHURY, M. M.; VIEIRA, G. Avaliação de estado nutricional da mangueira Tommy Atkins no submédio do vale do rio São Francisco: estabelecimento das normas DRIS. **Recursos Rurais**, Santiago, v.1, n. 5, p. 5-13, 2009.

POLITI, L. S.; FLORES, R. A.; SILVA, J. A. S.; WADT, P. G. S.; PINTO, P. A. C.; PRADO, R. M. Estado nutricional de mangueiras determinado pelos métodos DRIS e CND. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 1, p.11-18, 2013.

RANJBAR, S.; RAHEMI, M.; RAMEZANIAN, A. Comparison of nano-calcium and chloride spray on postharvest quality and cell wall enzymes activity in apple cv. Red Delicious. **Scientia Horticulturae**, v. 240, p. 57-67, 2018.
<http://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.035>

RÖMHELD, V.; KIRKBY, E. A. Research on potassium in agriculture: needs and prospects. **Plant Soil**, v. 335, n. 2, p. 155-180, 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-010-0520-1>

ROZANE, D. E.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Amostragem para diagnose do estado nutricional de mangueiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p.371- 376, 2007.

SANTOS, E. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; SILVA JÚNIOR, G. B.; ALBANO, F. G. IMPACT OF NITROGEN AND POTASSIUM NUTRITION ON PAPAYA (PAWPAW) FRUIT QUALITY. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 5, p. 1341-1348, 2015.
<https://doi.org/10.14393/BJ-v31n5a2015-26360>

SANTOS, L. P.; MORAIS, D. R.; SOUZA, N. E.; COTTICA, S. M.; VISENTAINER, J. V. Phenolic compounds and fatty acids in different parts of *Vitis labrusca* and *V. vinifera* grapes. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1414-1418, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.022>

SINGH, R.; SHARMA, R. R.; TYAGI, S. K. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragariaananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v. 112, n. 2, p. 215-220, 2007.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.019>.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

TRANI, P. E.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. **Análise foliar: amostragem e interpretação**. Campinas: Cargill, 1983. 18p.

URANO, E.O.M.; KURIHARA, C.H.; MAEDA, S.; VITORINO, A.C.T.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E. DETERMINATION OF OPTIMAL NUTRIENT CONTENTS FOR SOYBEAN BY THE MATHEMATICAL CHANCE, DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION INTEGRATED SYSTEM AND COMPOSITIONAL NUTRIENT DIAGNOSIS METHODS. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.1, p. 63-72, 2007.

VAL, J.; MONGE, E.; BLANCO, A.; ESPADA, J. L. The Effects of Ca Applications on Peach Fruit Mineral Content and Quality. **Acta Horticulturae**, v. 868, n. 55, p. 405-408, 2010. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.868.55>

VANI, N. U.; BHAGWAN, A.; KIRAN KUMAR, A.; SREEDHAR, M. Effect of Pre Harvest Spray of Different Forms of Calcium on Post-Harvest Quality of Guava cv. Allahabad Safeda. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 7, p. 197-209, 2020. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.907.023>

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 227-234, 2005.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Science**, New York, v.6, p.149- 188, 1987.

ZIOGAS, V.; MICHAILIDIS, M.; KARAGIANNIS, E.; TANOU, G.; MOLASSIOTIS, A. Manipulating fruit quality through foliar nutrition. In: SRIVASTAVA, A. K.; HU, C. (Eds.). **Fruit Crops: Diagnosis and Management of Nutrient Constraints**. Elsevier, 2020. 776 p. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00029-0>

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo possibilitou estabelecer normas DRIS específicas para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt na região do Submédio do Vale do São Francisco, onde se mostraram mais consistentes que as normas genéricas, sendo recomendadas para realização de diagnósticos nutricionais e manejos adequados das adubações.

O método DRIS Bealfils atualizado por Maia proporcionou um diagnóstico nutricional mais consistente, sendo recomendado para a avaliação nutricional das mangueiras Tommy Atkins, Kent e Keitt no Submédio do Vale do São Francisco.

Os métodos DRIS-Jones, M-DRIS-Jones e CND, nas condições de estudo são mais indicados, para o diagnóstico nutricional das mangueiras Tommy Atkins, Kent e Keitt no Submédio do Vale do São Francisco em comparação aos níveis críticos e faixas críticas estabelecidas na literatura, pois representam as exigências nutricionais das culturas.

O estudo proporcionou o desenvolvimento de níveis e faixas ótimas, com base no equilíbrio nutricional, para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt. Essas faixas podem substituir as faixas da literatura com melhor acurácia no diagnóstico.

O estudo possibilitou verificar interações sinérgicas e antagônicas entre os nutrientes para as cultivares Tommy Atkins, Kent e Keitt, o que auxiliará no entendimento do comportamento desses nutrientes no tecido da planta.

O método DRIS Bealfils atualizado por Maia classificou os nutrientes por ordem de limitação, avançando assim, no diagnóstico nutricional, pois possibilitará estabelecer prioridades nas correções das limitações.

Os resultados evidenciaram a necessidade do estabelecimento de um diagnóstico nutricional diferenciado para cada fase fenológica da cultivar de manga Tommy Atkins, onde o diagnóstico estabelecido na fase de pós-colheita mostrou que o desequilíbrio nutricional afetou a produtividade. Portanto, sugere-se iniciar o diagnóstico no período de pós-colheita, evitando redução de produtividade por deficiência e/ou excesso.

A concentração de Ca-ligado foi influenciada positivamente pelos teores totais dos nutrientes no fruto, em comparação aos teores no solo e folha. No entanto, o equilíbrio nutricional nas folhas de mangueiras não se mostrou importante para concentração de Ca-ligado no fruto.

APÊNDICES

**Manejo da adubação dos pamares de mangueiras no Submédio do Vale do São
Francisco**

APÊNDICE A – Manejo da adubação do pomares de mangueiras na empresa

AGRODAN

NITROGÊNIO: 50% após colheita; 30% no pegamento dos frutos e 20% após o pegamento dos frutos.

- Podas Drásticas: Elevar a dose após colheita de 10 a 30%.
- Observações visuais do vigor das plantas são importantes para a calibração da dose de N. Em plantas vigorosas reduzir a dosagem. Observar o teor de cálcio no solo e folha (relação Ca/N, pelo menos 2,2 : 1).
- Matéria orgânica: 30 litros de esterco por planta, pelo menos uma vez por ano

FÓSFORO: 100% após colheita.

POTÁSSIO: 25% após colheita; 25% antes da indução; 15% na floração; 15% no pegamento dos frutos e 20% após o pegamento dos frutos.

- Podas drásticas: Elevar a dose em 10 a 30%.

CÁLCIO: Devido à grande exigência da mangueira, associar a calagem com a aplicação de gesso na superfície, após a calagem, e antes da indução.

Elevar a saturação por bases do solo para 90%

Nitrato de Cálcio: Empregar esta fonte de N e Ca na fase de produção. **Cloreto de Cálcio:** Para completar as doses de Ca provenientes do Nitrato de Cálcio, e/ou fornecer o nutriente no final do ciclo produtivo.

A fertirrigação na AGRODAN é feita semanalmente pelo sistema de irrigação localizada por gotejo em 100% das áreas.

Fontes de Nitrogênio: Ureia (45% N), MAP purificado (11,9% N), Amiorgan (17% N) e Nitrato de Cálcio (15,5% N);

Fonte de Fósforo é utilizado o MAP purificado (60,8% P);

Fontes de Potássio: Cloreto de Potássio (60% K) e Sulfato de Potássio (50% K, 15% S);

Fontes de Cálcio: Cloreto de Cálcio (27% Ca), Folimax Fert Calcio, Gesso e Calcário;

Como fonte de Magnésio é utilizado o Sulfato de Magnésio (9% Mg, 11% S);

Como fonte de Boro é utilizado o Ácido Bórico (17% B);

Como fontes de Zinco são utilizados o Sulfato de Zinco (20% Zn, 9% S) e o Zinco quelatizado;

Fonte de Ferro utilizada: Ferro quelatizado (Tradecorp Ferro ou Qelmax Ferro);

Como fonte de Manganês é utilizado o Sulfato de Manganês (30% Mn, 16% S).