

m. 00. 49933
m. C. 51516

ID

Universidade Federal Rural
da Amazônia
BIBLIOTECA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

EDUARDO CÉZAR MEDEIROS SALDANHA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS)
NA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA CULTURURA DO
COQUEIRO HÍBRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos do curso de Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior

Biblioteca



31730019

Tel. 2
572.564
5162
EX: 04

BELÉM
2014

Universidade Federal Rural da Amazônia
BIBLIOTECA

Nº 3173 Data 05/06/2015

Saldanha, Eduardo Cézar Medeiros

Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação do estado nutricional da cultura do coqueiro híbrido. Eduardo Cézar Medeiros Saldanha. Belém, 2015.

149 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia/Embrapa Amazônia Oriental, 2015.

1. *Cocus nucifera* – nutrição – diagnose 2. Coqueiro híbrido - padrões de referência 3. Coqueiro híbrido - diagnose foliar 4. DRIS – índice I. Silva Júnior, Mário Lopes da - Orient. II. Título.

CDD – 572.561



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

EDUARDO CÉZAR MEDEIROS SALDANHA

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO
(DRIS) NA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DA
CULTURURA DO COQUEIRO HÍBRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em
Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia
para dos requisitos do curso de Doutorado em
Agronomia, Área de Concentração: Solos e Nutrição de
Plantas, para obtenção do título de Doutor.

Aprovada em dezembro de 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mário Lopes da Silva Júnior - Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia

Professor Dr. Alexandre Tavares da Rocha - Examinador
Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Ismael de Jesus Matos Viégas - Examinador
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia,
Campus Capanema

Prof. Dr. Ricardo Shiguero Okumura - Examinador
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia,
Campus Parauapebas

Profa. Dra. Izabelle Pereira de Andrade - Examinadora
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia,
Campus Paragominas

À minha esposa Amanda; aos meus filhos Tomaz, Eloísa e Karla, pelo amor, carinho e incentivo; e aos meus pais Teobaldo e Fátima, por terem me mostrado que o conhecimento é a maior entre riquezas.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom de viver e poder realizar.

Ao Professor Mário Lopes da Silva Júnior, pelo apoio, confiança e amizade.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA – Campus Capitão Poço), pela oportunidade concedida para a realização do curso de Doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal Rural da Amazônia pela infraestrutura e oportunidade de formação profissional oferecida.

À Empresa Sococo Agroindústrias da Amazônia, em especial ao Engenheiro Agrônomo Dr. Paulo Manoel Pontes Lins, pela colaboração e apoio no fornecimento do banco de dados e pela valorização da pesquisa agronômica, sem os quais este trabalho não teria sido realizado. Agradeço também ao Engenheiro Agrônomo Samuel Cohen e ao técnico agrícola Edilberto.

Ao Pesquisador Paulo Guilherme Salvador Wadt, pela coorientação desta tese, que desde o início colaborou com a organização do banco de dados e com os cálculos.

Ao Professor Ismael de Jesus Matos Viégas na sugestão para a realização do trabalho com a cultura do coqueiro.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, em especial àqueles dos quais eu tive a oportunidade de ser aluno.

SUMÁRIO

1.	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
1.1	A CULTURA DO COQUEIRO NO BRASIL.....	12
1.2	NUTRIÇÃO MINERAL DA CULTURA DO COQUEIRO.....	14
1.3	DIAGNOSE FOLIAR.....	16
1.4	SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS).....	18
1.5	NORMAS DRIS.....	21
1.6	CÁLCULO DO ÍNDICE DRIS.....	24
1.7	APLICAÇÃO DO DRIS NA FRUTICULTURA.....	27
1.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
2.	CAPÍTULO I - ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS PARA A CULTURA DO COQUEIRO HÍBRIDO NO ESTADO DO PARÁ	40
2.1	INTRODUÇÃO.....	42
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.2.1	Localização e descrição das áreas estudadas / selecionadas.....	43
2.2.2	Amostragem e análise foliar.....	49
2.2.3	Formação do banco de dados.....	50
2.2.4	Escolha da ordem da razão dos nutrientes.....	51
2.2.5	Estabelecimento das normas DRIS.....	52
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
2.3.1	Descrição da população avaliada.....	52
2.3.2	Estabelecimento das normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido.....	64
2.4	CONCLUSÃO.....	74
2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
3.	CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA CULTURA DO COQUEIRO HÍBRIDO COM O USO DO ÍNDICE DRIS	79
3.1	INTRODUÇÃO.....	81
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	82
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
3.3.1	Interpretação dos índices DRIS.....	88
3.3.2	Potencial de resposta a adubação.....	95
3.3.3	Níveis críticos e faixa normal determinada pelo método DRIS.....	98
3.3.4	Relação K/Mg na cultura do coqueiro híbrido.....	106
3.4	CONCLUSÃO.....	114
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
4.	CAPÍTULO III - DIAGNOSE NUTRICIONAL DA CULTURA DO COQUEIRO HÍBRIDO POR MEIO DO NÍVEL CRÍTICO FOLIAR E DO SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) EM FUNÇÃO DE FONTES DE FÓSFORO	120
4.1	INTRODUÇÃO.....	122
4.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	124
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	127
4.4	CONCLUSÃO.....	136
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
	APÊNDICES.....	139
	APÊNDICE 1 - Concentração de macro e micronutrientes em 134 amostras de folhas de coqueiro e produtividade de frutos (frutos planta ⁻¹ ano ⁻¹) fazenda Sococo no município de Moju PA.....	139
	APÊNDICE 2 - Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2002.....	142
	APÊNDICE 3 - Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2004.....	142
	APÊNDICE 4 - Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2005.....	142

APÊNDICE 5 - Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2006.....	143
APÊNDICE 6 - Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2007.....	143
APÊNDICE 7 - Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2009.....	143
APÊNDICE 8 - Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2011.....	144
APÊNDICE 9 - Análise química do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2001. Dados referentes às médias das UDFs ¹	144
APÊNDICE 10 - Determinações químicas do solo e relações entre nutrientes nas profundidades 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2001. Dados referentes às médias das UDFs ¹	144
APÊNDICE 11 - Análise química do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2005. Dados referentes às médias das UDFs ¹	145
APÊNDICE 12 - Determinações químicas do solo e relações entre nutrientes nas profundidades 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2005. Dados referentes às médias das UDFs ¹	146
APÊNDICE 13 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para número de frutos (NF), peso de albúmen fresco por coco (PAF/co) e teores foliares de macronutrientes, no ano de 2004.	146
APÊNDICE 14 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para teores foliares de micronutrientes, no ano de 2004.	146
APÊNDICE 15 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para número de frutos (NF), peso de albúmen fresco por coco (PAF/co) e teores foliares de macronutrientes, no ano de 2005.....	147
APÊNDICE 16 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para teores foliares de micronutrientes, no ano de 2005.....	147
APÊNDICE 17 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para número de frutos (NF), peso de albúmen fresco por coco (PAF/co) e teores foliares de macronutrientes, no ano de 2006.	147
APÊNDICE 18 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para teores foliares de micronutrientes, no ano de 2006.	148
APÊNDICE 19 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para número de frutos (NF), peso de albúmen fresco por coco (PAF/co) e teores foliares de macronutrientes, no ano de 2007.....	148
APÊNDICE 20 - Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para teores foliares de micronutrientes, no ano de 2007.....	148

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Fazenda SOCOCO.....	44
Figura 2. Distribuição de frequência dos teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de coqueiro de 134 amostras de UDFs a empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.....	53
Figura 3. Distribuição de frequência dos teores foliares de cálcio, magnésio e enxofre em folhas de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.	54
Figura 4. Distribuição de frequência dos teores foliares de boro, cobre e ferro em folhas de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.	55
Figura 5. Distribuição de frequência dos teores foliares de manganês e zinco em folhas de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.	56
Figura 6. Distribuição de frequência da produtividade de frutos de coqueiro híbrido (frutos planta ⁻¹ ano ¹) de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.	59
Figura 7. Distribuição de frequência das idades dos plantios de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.	60
Figura 8. Relação entre os Índices DRIS e a concentração dos nutrientes, nitrogênio, fósforo e potássio para a população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo.	99
Figura 9. Relação entre os Índices DRIS e a concentração do cálcio, magnésio e enxofre para a população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo.	99
Figura 10. Relação entre os Índices DRIS e a concentração dos nutrientes boros, cobre e ferro na população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo.	100
Figura 11. Relação entre os Índices DRIS e a concentração dos nutrientes manganês e zinco na população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo.	101
Figura 12. Relação entre os valores de IBN e a produtividades população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo.	102
Figura 13. Relação entre os Índices DRIS K e a relação K/Mg em a) todo o banco de dados – 134 amostras e em b) na população de alta produtividade (PAP) com dados de análise foliar da empresa Sococo.	109
Figura 14. Relação entre os Índices DRIS, Mg e a relação K/Mg em a) todo o banco de dados – 134 amostras e em b) na população de alta produtividade (PAP) com dados de análise foliar da empresa Sococo.	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação pluviométrica mensal (mm) no período de 2001 a 2011 no município do Moju PA, na fazenda Sococo.	44
Tabela 2. Umidade Relativa do ar (%) no período de 2001 a 2011 no município do Moju PA, na fazenda Sococo.	45
Tabela 3. Identificação das amostras, unidade de diagnose foliar (UDF), material genético, idade na data de coleta, espaçamento, número de plantas por hectare das amostras coletadas em 134 pomares de coqueiro na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.	46
Tabela 4. Estatística descritiva da produtividade do coqueiro (número de cocos por planta por ano), dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Valores médios (Md), medianos (Med), mínimo (Min), máximo (Max), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficiente de curtose (Curt), coeficiente de assimetria (Assim), de 134 talhões do (Total do banco de dados) na fazenda Sococo no município de Moju PA no período de 2001 a 2011.	56
Tabela 5. Níveis críticos foliares e faixa de suficiências para coqueiro híbrido, na folha de posição 14, de acordo com diferentes autores.	58
Tabela 6. Estatística descritiva da produtividade do coqueiro (número de cocos por planta por ano), nas Unidades de Diagnose Foliar (UDFs) na fazenda Sococo no município de Moju PA no período de 2001 a 2011.	59
Tabela 7. Distribuição de frequência dos nutrientes obtida pela análise foliar de 134 amostras da Fazenda Sococo, no período de 2001 a 2011.	60
Tabela 8. Teores médios de nutrientes em folhas de coqueiro em função do ano (safra) de coleta na fazenda Sococo no município de Moju PA.	62
Tabela 9. Estatística descritiva da produtividade do coqueiro (número de cocos por planta por ano), dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Valores médios (Md), medianos (Med), mínimo (Min), máximo (Max), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficiente de curtose (Curt), coeficiente de assimetria (Assim), de 15 talhões do grupo de alta produtividade (número de cocos por planta por ano > 130) na fazenda Sococo no município de Moju PA no período de 2001 a 2011.	63
Tabela 10. Estatística descritiva da produtividade do coqueiro (número de cocos por planta por ano), dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Valores médios (Md), medianos (Med), mínimo (Min), máximo (Max), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s^2), coeficiente de curtose (Curt), coeficiente de assimetria (Assim), de 119 talhões do grupo de baixa produtividade (número de cocos por planta por ano < 130) na fazenda Sococo no município de Moju PA no período de 2001 a 2011.	63
Tabela 11. Teores médios de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco em folhas de coqueiro em função da população de alta produtividade (PAP) e da população de baixa produtividade (PBP) na fazenda Sococo no município de Moju PA.	64
Tabela 12. Normas DRIS, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), variância (s^2), coeficiente de correlação entre a relação de cada par de nutrientes e a produtividade de frutos (R), para as relações entre nutrientes dois a dois das populações de	65

alta produtividade (PAP) e população de baixa produtividade (PBP) e razão entre variâncias das populações de baixa e alta produtividade, na fazenda Sococo no município de Moju PA...	
Tabela 13. Normas DRIS, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), variância (s^2), Coeficiente de assimetria (Assi) e Coeficiente de curtose (Curt) considerando o fator F* para as relações entre nutrientes na cultura do coqueiro, na fazenda Sococo no município de Moju PA, considerando a população de alta produtividade.	70
Tabela 14. Normas DRIS, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), coeficiente de correlação (R), Coeficiente de assimetria (Assi) e Coeficiente de curtose (Curt) considerando o fator R* , para as relações entre nutrientes na cultura do coqueiro, na fazenda Sococo no município de Moju PA, considerando a população de alta produtividade..	71
Tabela 15. Teste de normalidade Shapiro - Wilk para as relações selecionadas em função do Fator F	73
Tabela 16. Teste de normalidade Shapiro - Wilk para as relações selecionadas em função do Fator R	73
Tabela 17. Normas DRIS, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), considerando o fator F para as relações entre nutrientes na cultura do coqueiro, na fazenda Sococo no município de Moju PA, considerando a população de alta produtividade.....	84
Tabela 18. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2001.	88
Tabela 19. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2002.	89
Tabela 20. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2003.	89
Tabela 21. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2004.	89
Tabela 22. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2005.	90
Tabela 23. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2006.....	90
Tabela 24. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2007.	91
Tabela 25. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa	91

Sococo, as safra 2008.	
Tabela 26. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2009.	92
Tabela 27. Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981), utilizando o critério de seleção de normas Fator F , Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2011.	92
Tabela 28. Percentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência , diagnosticadas pelos índices DRIS (fator F), para a cultura do coqueiro híbrido em 134 amostras foliares na Empresa Sococo.	93
Tabela 29. Índices DRIS médio, Índice de Balanço Nutricional médio (IBN m) e ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro híbrido na Empresa Sococo em seis classes de produtividades.	94
Tabela 30. Teores foliares médios de macro e micronutrientes em pomares de coqueiro híbrido na Empresa Sococo em seis classes de produtividades, para o banco de dados de 134 amostras.	95
Tabela 31. Frequência, em porcentagem, do potencial de resposta a adubação , para macro e micronutrientes pelo método DRIS, em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.	96
Tabela 32. Frequência de diagnose do estado nutricional de macro e micronutrientes determinada pelo método DRIS – Interpretado pelo método do Potencial de resposta a adubação (PRA) em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.	97
Tabela 33. Ordem decrescente da Frequência de diagnose do estado nutricional de macro e micronutrientes determinada pelo método DRIS – Interpretado pelo método do Potencial de resposta a adubação (PRA) em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.	97
Tabela 34. Modelo estatístico dos relacionamentos entre Índice DRIS e a concentração foliar de nutrientes ¹ em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011. – Normas Fator F.	103
Tabela 35. Ponto de equilíbrio nutricional DRIS e nível crítico foliar para os nutrientes na cultura do coqueiro híbrido em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.	104
Tabela 36. Faixa normal de nutrientes em folha de coqueiro híbrido obtida pelos métodos DRIS ⁽¹⁾ e valores de referência ⁽²⁾ encontrados na literatura. Banco de trados da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.	105
Tabela 37. Coeficiente de correlação linear de Pearson entre teores foliares de nutrientes e seus respectivos índices DRIS em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.	106
Tabela 38. Coeficientes de correlações de Pearson entre algumas relações nutricionais envolvendo o K, teor foliar de K (K foliar), teor foliar de Mg (Mg foliar), índice DRIS para K (I DRIS K), índice DRIS para Mg (I DRIS Mg) e Produtividade (Prod).	108
Tabela 39. Coeficientes de correlações de Pearson entre algumas relações nutricionais envolvendo o Mg, teor foliar de K (K foliar), teor foliar de Mg (Mg foliar), índice DRIS para K (I DRIS K), índice DRIS para Mg (I DRIS Mg) e Produtividade (Prod).	108
Tabela 40. Índices DRIS K e Mg, teores foliares de K e Mg e relação K/Mg em pomares de	110

coqueiro híbrido na Empresa Sococo, na safra 2002.	
Tabela 41. Índices DRIS K e Mg, teores foliares de K e Mg e relação K/Mg em pomares de coqueiro híbrido na Empresa Sococo, na safra 2005.	110
Tabela 42. Modelo estatístico dos relacionamentos entre Índice DRIS K e a relação K/Mg considerando todo o banco de dados e a população de alta produtividade (PAP) em amostras foliares de coqueiro híbrido na empresa Sococo.	112
Tabela 43. Valor de referencia da relação K/Mg considerando todo o banco de dados e a população de alta produtividade (PAP) em amostras foliares de coqueiro híbrido na empresa Sococo.	112
Tabela 44. Efeito da adubação potássica e magnésiana nos teores foliares de K, Mg, relação K/Mg e produtividade em coqueiro híbrido em experimento avaliando curva de resposta a esses nutrientes (modificado de Lins, 2000).	114
Tabela 45. Produtividade, PAF/coco ¹ , PAF/ha ² e teores foliares de macronutrientes do coqueiro híbrido em resposta a fontes de fósforo.....	128
Tabela 46. Produtividade, PAF/coco ¹ , PAF/ha ² e teores foliares de micronutrientes do coqueiro híbrido em resposta a fontes de fósforo.....	129
Tabela 47. Diagnóstico nutricional para macronutrientes na cultura do coqueiro híbrido em experimento avaliando fontes e doses de fósforo por meio do critério do nível crítico e do DRIS.....	131
Tabela 48. Diagnóstico nutricional para micronutrientes na cultura do coqueiro híbrido em experimento avaliando fontes e doses de fósforo por meio do critério do nível crítico e do DRIS.....	132
Tabela 49. Desempenho dos diagnósticos nutricionais para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn em coqueiro híbrido, através dos métodos do DRIS e nível crítico (NC), com os resultados do diagnóstico nutricional em experimento avaliando fontes de fósforo, com base em deficiência e suficiência nutricional.....	135

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 A CULTURA DO COQUEIRO NO BRASIL

O coqueiro (*Cocos nucifera* L) é originário das ilhas de clima tropical e subtropical do Oceano Pacífico, tendo o Sudeste Asiático como sua principal referência de centro de origem e diversidade. Seu cultivo se estendeu também a América Latina, Caribe e África Tropical. Atualmente, o coqueiro encontra-se em mais de 200 países, em pequenos ou grandes plantios, entre os paralelos 23°N e 23°S (FOALE; HARRIES, 2009).

O coqueiro foi introduzido no Brasil em meados de 1553 através do Estado da Bahia, sendo esse o motivo da denominação coco-da-baía, com o material gigante, proveniente da Ilha de Cabo Verde. É provável que tenha tido origem na Índia ou Sri Lanka que, por sua vez, foram introduzidos de Moçambique. Passados alguns anos, novas introduções de coqueiro foram realizadas de países como Malásia, Costa do Marfim entre outros (ARAGÃO *et al.*, 2010).

Na última década, o cultivo mundial desta cultura registrou acréscimo na produção sem alteração substancial de área de plantio e também de colheita. De acordo com a FAO (2011), em 1998, a produção mundial foi ao redor de 49 milhões de toneladas, numa área colhida de 11,2 milhões de hectares, enquanto que, no ano de 2010 a produção foi aproximadamente de 60,7 milhões de toneladas em uma área colhida ao redor de 11,2 milhões de ha, representando um incremento de produtividade em termos globais.

Cerca de 80% da área plantada com coqueiro situa-se na Ásia (Índia, Filipinas, Indonésia, Sri Lanka e Tailândia) e o restante distribuída entre África, América Latina, Oceania e Caribe (FONTES; WANDERLEY, 2010). A Indonésia se destaca como maior produtor mundial de coco, seguido por Filipinas e Índia, entretanto, em área colhida, a Filipinas destaca-se com maior área cultivada.

É importante destacar o avanço da cultura no Brasil: em 1990 o país ocupava a 10^o posição no ranking mundial, com uma produção ao redor dos 477 mil toneladas de coco. Atualmente, o país é o quarto maior produtor mundial, com uma produção aproximada de 2,8 milhões de toneladas, em uma área colhida de 287 mil ha de coqueiros. Esta condição confere ao Brasil destaque no cenário mundial de produção de coco e quando se compara aos países da América do Sul, região na a produção brasileira é responsável por mais de 80% (ARAGÃO *et. al*, 2010).

Na maioria dos países produtores de coco é utilizado para a produção de óleo, contendo aproximadamente 50% em ácido láurico, característica esta que lhe confere boa cotação no mercado de cosméticos. A inclusão da cultura do coqueiro entre as oleaginosas com potencial para produção de biodiesel no Brasil constitui-se, portanto, uma alternativa a ser analisada pelos órgãos de desenvolvimento reforçando, assim, a necessidade de implementação de um programa de revitalização da cultura (FONTES, 2006).

O coqueiro híbrido intervarietal anão X gigante é a principal cultivar utilizada mundialmente, devido a sua ampla utilidade comercial, podendo ser empregada principalmente para produção de polpa ou albúmen sólido. A demanda por esses híbridos nas principais regiões produtoras do Brasil está gradativamente aumentando, e no futuro, deverá ser a principal cultivar plantada no país (ARAGÃO, 2002). Esta cultivar apresenta velocidade de germinação das sementes semi-precocidade, florescendo em média aos 3 anos, com produtividade em torno de 130 frutos e planta por ano (ARAGÃO et al., 2004).

A produção média de frutos dos híbridos é de 120 a 150 plantas por ano, podendo, no entanto, atingir produções mais altas de acordo com a aplicação de tecnologias. Persley (1992) cita produções de 160 frutos e plantas por ano e produtividade de copra de 5 a 6 t/ha com o emprego de coqueiros híbridos.

O grande impulso da coco-cultura mundial deve-se ao melhoramento genético, auxiliado pelas demais áreas do conhecimento. A Costa do Marfim, com trabalhos desenvolvidos por pesquisadores franceses e africanos, desempenhou papel fundamental na obtenção dos híbridos denominados de Port Bouet (PB) - localidade nos arredores de Abidjan, capital daquele país, onde está situada a estação de pesquisa na qual os primeiros híbridos foram desenvolvidos (LINS, 2002).

No Brasil, os híbridos que predominam nos plantios de coqueiro são os PB's 121 (anão amarelo da Malásia x gigante do oeste africano), 111 (anão vermelho de Camarões x gigante do oeste africano) e 141 (anão verde x gigante do oeste africano), conforme Lins (2002).

Referente aos híbridos anteriormente citados, Lins (2002) acrescenta que eles são resultantes do cruzamento entre os coqueiros anão e gigante e apresentam características intermediárias às dos seus paternos, como por exemplo: precocidade e produtividade provenientes do coqueiro anão (progenitor feminino) e rusticidade e maior desempenho em componentes de fruto, provenientes do coqueiro gigante (progenitor masculino).

O crescimento no cultivo do coqueiro (*Cocos nucifera* L.) tem acontecido na maioria dos estados brasileiros, cobrindo áreas das regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro Oeste.

De acordo com Neto *et al.* (2007), esse crescimento se deve sobretudo ao aumento da demanda pelo fruto verde, com interesse comercial na água de coco para consumo *in natura* e uso na indústria de envasamento. A água de coco concorre no mercado de refrigerantes e bebidas isotônicas, representando aproximadamente 1,4% desse consumo, estimado em mais de 10 bilhões de litros por ano. A pequena participação neste mercado permite dimensionar as possibilidades de crescimento do consumo da água de coco.

1.2 NUTRIÇÃO MINERAL DA CULTURA DO COQUEIRO

A cultura do coqueiro é considerada nutricionalmente exigente, pois a quantidade de elementos que extrai do solo é alta, uma vez que a planta se desenvolve de forma contínua, com ocorrência simultânea da floração, da frutificação e maturação dos frutos (OHLER, 1999). Conforme Magat (2005), a absorção de N e de K, pelo coqueiro, chega a 174 e 299 kg ha⁻¹, respectivamente, destes totais, cerca de 62% do N e 78% do K são removidos pelos frutos, assim, o estado nutricional dos coqueiros tem efeito sobre seu crescimento vegetativo e reprodutivo, além de determinar, em grande parte, o volume e a qualidade da produção.

As deficiências de N e K são as mais comuns nos coqueirais (SOBRAL, 1998), e as quantidades dos dois nutrientes removidas pelo coqueiro são altas. Silva e Carvalho (2005) observaram que, em área não irrigada, a remoção de N e K pelos frutos de coqueiro anão colhidos aos sete meses foi 23 e 76 kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

O coqueiro é uma planta extremamente exigente em potássio, exportando em torno de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ deste nutriente com a colheita (FALLAVIER; OLIVIN, 1988). Essa alta demanda por potássio quase sempre é responsável pelas deficiências comumente encontradas, principalmente em coqueirais cultivados em solos arenosos, fenômeno comprovado por Sobral (1990), ao avaliar o estado nutricional dos coqueirais do Nordeste brasileiro.

O potássio é o principal ativador enzimático e atua em diversas fases do metabolismo, como nas reações de fosforilação, síntese de carboidratos e proteínas, participa da respiração e regula o fechamento e abertura de estômatos. É essencial na frutificação e maturação dos frutos, uma vez que é responsável pela conversão de amido em açúcares (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

O crescimento contínuo do coqueiro implica na remoção de grandes quantidades de nutrientes, os quais necessitam ser repostos por meio da aplicação de fertilizantes. Deste modo, a prática da fertilização do solo exerce grande impacto sobre a produtividade do

coqueiro, sobretudo, em solos de baixa fertilidade, uma vez que o crescimento contínuo do coqueiro implica na remoção de grandes quantidades de nutrientes (SOBRAL, 2003).

Estudos mostram efeitos positivos da prática da adubação na quantidade e qualidade dos frutos. Silva e Carvalho (2006) avaliando doses de N e K e seus efeitos em parâmetros de qualidade da água de coco; verificaram que os teores de sólidos solúveis totais na água de coco aumentaram de forma linear com as doses destes nutrientes, tendo o K promovido maior incremento. Já Teixeira *et al.* (2005), estudando o efeito da adubação com N, P e K na produção de coco para extração de água, observaram efeitos significativos na quantidade de água de coco com o aumento das doses de K, confirmando assim, os efeitos benéficos da fertilização do solo contribuem na produção e qualidade da água de coco.

O nitrogênio é um nutriente vital para o crescimento vegetativo do coqueiro, uma vez que é o principal componente da síntese de proteínas e faz parte da estrutura molecular da clorofila. Por isso, as fertilizações com N promovem significativos efeitos sobre o crescimento vegetativo e produção (TAMPUBOLON *et al.*, 1990; BONNEAU *et al.*, 1993).

A maioria dos estudos de adubação do coqueiro foi realizada em condições edafoclimáticas da Ásia, com a variedade gigante, que tem o consumo voltado para a produção de coco seco. Os primeiros experimentos sobre a nutrição mineral em plantios industriais de coqueiro híbrido foram realizadas no início da década de 70, na Costa do Marfim, utilizando-se o híbrido PB – 121, resultado do cruzamento entre o anão amarelo da Malásia e o gigante do oeste africano, primeiro híbrido desenvolvido pelo Institut de Recherche pour Les Huiles et Oleagineux (IRHO) no início da década de 60 (LINS, 2000).

Trabalho realizado pelo IRHO (1989) em experimento conduzido na Costa do Marfim em população de coqueiro híbrido PB – 121, onde foi avaliado biomassa e exportação de nutrientes, observou-se que o crescimento das plantas acelera-se rapidamente a partir do terceiro ano coincidindo com o início da fase produtiva, o que resulta em acentuado consumo de nutrientes a partir desta idade.

Estudos sobre a extração de nutrientes pelo coqueiro híbrido são raros no Brasil, dados bastante antigos de Ouvrier e Ochs (1978) estimaram a extração de alguns nutrientes pelo coqueiro híbrido PB – 121 para uma produção de $1,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de copra (popa seca do coco), com os seguintes valores: em (95 kg ha^{-1}) : 95 de N; 9 de P ; 117 de K; 65 de Ca. Sobral (1998) estimou para as condições de cultivo de coqueiro híbrido no Brasil, com o material PB – 121 em densidade de $160 \text{ plantas ha}^{-1}$ os valores em $\text{P}(M7 \text{ kg ha}^{-1})$: 103,11 de N; 21,53 de P; 169,46 de K; 48,48 de Na e 19,72 de Mg.

De acordo com Manciot *et al.* (1980), em experimentos com o híbrido PB – 121, a nutrição com o elemento potássio aumentou significativamente o desenvolvimento da planta, começando pela largura do coleto e o número de inflorescências emitidas pela árvore, indicando ainda correlações altamente significativas entre os níveis de potássio e a produção de copra.

Com relação à nutrição com o elemento cálcio (Ca), LINS (1996) avaliando em coqueiro híbridos PB – 121, o efeito da aplicação de doses de calcário dolomítico (0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 5,0 t ha⁻¹) na produção de coco, verificou com dados de cinco anos de avaliação, que não houve efeito na produtividade agrícola da cultura.

Trabalho de longa duração realizado por LINS (2000) avaliando a resposta da cultura do coqueiro híbrido a aplicação de N, P, K e Mg durante dez anos em plantios no município de Moju – Pará, em Latossolo Amarelo, mostraram o seguinte: A adubação nitrogenada não influenciou as variáveis de produção mensuradas (número de cocos e planta por ano e peso do albúmem fresco), a ausência de resposta ao fornecimento de N é atribuída a presença da leguminosa *Pueraria phaseoloides* que fornece a grande parte do N demandando pela cultura via fixação biológica.

Os resultados são confirmados por outros autores em trabalhos com dendê e coqueiro (RODRIGUES, 1998; PACHECO, 1984; PÉREZ, 1993). As adubações fosfatadas e potássicas houve resposta nas variáveis de produtividade avaliadas em todos os anos de avaliação, mostrando a ação benéfica desses elementos na produtividade do coqueiro híbrido. Não houve efeito da adubação magnésiana nas variáveis de produção avaliadas durante o período da pesquisa.

1.3 DIAGNOSE FOLIAR

A análise de tecido vegetal é considerada uma forma direta de avaliação do estado nutricional das plantas, sendo necessário o uso de tecido vegetal específico tido como padrão para a análise (MALAVOLTA, 2006). Dentre os vários tecidos possíveis da planta, o tecido foliar é o mais utilizado para análise, isso ocorre pelo fato da folha ser o órgão das plantas onde ocorrem os processos fisiológicos mais importantes (FONTES, 2001).

As folhas geralmente são os órgãos que podem melhor representar a condição nutricional de uma população de plantas, já que nessas ocorrem importantes reações metabólicas, onde alterações fisiológicas de repercussão nutricional, ainda que sensíveis,

podem tornar-se mais facilmente evidentes (MALAVOLTA *et al.*, 1997; ANGHINONI; GIANELLO, 2004).

A ideia de usar o teor de nutrientes nas plantas como critério para avaliar o estado nutricional das culturas foi posto em prática inicialmente por Lagatu & Maume (1934) e seguido por muitos outros desde então (BATAGLIA *et al.*, 1996). Beaufils (1973 apud SUMMER, 1987) enfatizou que a maior vantagem da diagnose foliar está em considerar a própria planta como extratora de nutrientes no solo, e permitir uma avaliação direta de seu estado nutricional. O uso da análise foliar como critério de diagnóstico baseia-se na premissa de existir relação entre o suprimento de nutrientes pelo solo e os seus teores na planta e que aumentos ou decréscimos nas concentrações dos nutrientes se relacionam com produções elevadas ou reduzidas, respectivamente (EVENHUIS; WAARD, 1980).

A técnica pode ser uma ferramenta de grande utilidade para o diagnóstico nutricional das plantas, desde que os procedimentos para a análise dos dados sejam adequados. No entanto, devido à dinâmica natural da composição do tecido foliar, influenciada pela idade da folha, estágio de maturação e interações entre nutrientes envolvendo a absorção e translocação, deve-se considerar que a diagnose do tecido foliar pode ser uma prática de difícil entendimento e utilização prática (WALWORTH; SUMNER, 1987).

Para as plantas frutíferas em geral, a análise de tecido vegetal tem se mostrado muito útil na avaliação do estado nutricional e nas recomendações de adubação (MARSCHNER, 1995), uma vez que as concentrações dos nutrientes nos tecidos foliares são resultantes da ação e interação dos fatores envolvidos na sua disponibilidade no solo e na absorção pelas plantas (MENGEL; KIRKBY, 2001). De acordo com Faust (1989), a diagnose foliar quando baseada em métodos padronizados de amostragem pode ser considerada como critério mais eficaz na avaliação do estado nutricional de plantas frutíferas.

A avaliação do estado nutricional das culturas através da diagnose foliar pode ser interpretada comparando-se a concentração de um dado nutriente com determinado valor crítico ou mesmo com uma faixa de valores, o que se denomina método do nível crítico ou da faixa de suficiência, respectivamente. Esses métodos têm sido utilizados com sucesso para diversas culturas, como: café, cana-de-açúcar, milho, soja (PRADO *et al.*, 2008).

O nível crítico pode ser definido como sendo a concentração do nutriente na folha abaixo da qual a taxa de crescimento, a produtividade e/ou a qualidade são significativamente afetados (BATAGLIA; DECHEN, 1986). Já Ulrich e Hills (1967) definem o nível crítico como sendo a concentração do nutriente na planta correspondente a 95% da produtividade máxima considerada.

De acordo com Bataglia (1996), o critério das faixas de suficiência baseia-se na comparação dos resultados obtidos nas amostragens com os valores padrão determinados pela pesquisa, que são obtidos pelas relações entre os teores foliares dos nutrientes e os rendimentos das culturas. As concentrações observadas na amostra em teste são enquadradas nas faixas consideradas insuficientes, adequadas ou excessivas. Os valores de referência das faixas de suficiência podem ser estabelecidos previamente, a partir de ensaios de adubação, geralmente, realizados em diferentes tipos de solos e regiões fisiográficas. Nesses ensaios, o nutriente em estudo é aplicado em doses crescentes e os demais nutrientes e fatores de produção são supridos em quantidades adequadas, ou ainda baseados em valores estabelecidos em trabalhos conduzidos em outros locais (KURIHARA, 2004).

A diagnose foliar na cultura do coqueiro, segundo Sobral (1998), originou-se de estudos desenvolvidos com o dendezeiro, sendo os primeiros níveis críticos obtidos para a variedade gigante do oeste africano em 1955. Assim, o acompanhamento do estado nutricional da cultura do coqueiro por meio de análises de tecido foliar foi apontado por Sobral e Santos (1987) como ferramenta auxiliar para a recomendação de adubação. Havendo variações nas concentrações foliares em razão do tipo de planta (gigantes ou híbridos) de acordo com Rognon (1984).

Os primeiros valores dos níveis críticos para o coqueiro foram obtidos pelo Institut de Recherches pour les Huiles *et* Oléagineux (IRHO), na Costa do Marfim, comparando os resultados de vários experimentos de campo, baseando-se na relação entre as doses de nutrientes fornecidas aos solos, resposta das plantas, colheitas e composição mineral da cultura (MANCIOT *et al*, 1980).

Para Manciot *et al* (1980), no caso específico da cultura do coqueiro, os resultados das análises foliares têm sido tradicionalmente interpretados com base ou utilizando os critério do nível crítico e faixas de suficiência havendo, no entanto, uma grande desvantagem e fragilidade de assertividade, pois os valores de referência foram estabelecidos com resultados de pesquisas realizadas, principalmente, entre os anos de 1970 e 1980, e com cultivares de diferentes potenciais produtivos o que pode gerar diagnósticos nutricionais equivocados.

1.4 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS)

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) é um método de diagnose nutricional de plantas, com base na análise foliar. Essa técnica baseia-se no cálculo de índices

para cada nutriente, avaliados em função das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os dois a dois (N/P, P/N, N/K, K/N, etc), com outras relações consideradas padrões, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas (BEAUFILS, 1973).

Esse método compara razões entre pares de nutrientes de uma lavoura amostrada com valores de referência (Normas DRIS), obtidas em população elevada produtividade (população de referência) calculando-se um índice para cada nutriente (REIS JUNIOR *et al*, 2002). O método DRIS é eficiente no diagnóstico nutricional das plantas, pois propicia a determinação da sequência de limitação nutricional, baseando-se no conceito de equilíbrio nutricional para um dado nutriente na planta. Assim, índice DRIS positivo e negativo indica, respectivamente, excesso ou deficiência do nutriente na planta. Desta forma, quanto mais próximo de zero estiver o índice, mais próximo do equilíbrio estará o elemento (BALDOCK; SCHULTE, 1996).

O Sistema foi desenvolvido como uma ferramenta de diagnóstico nutricional a partir de trabalhos com seringueiras (*Hevea brasiliensis*) no Vietnã e no Camboja, nas décadas de 1950 e 1960 (BEAUFILS, 1973), e sua utilização tem sido realizada em muitas espécies vegetais de importância agrícola. Na sua concepção, foi desenvolvido para tornar a interpretação menos dependente de variações de amostragens com respeito à idade e à origem do tecido vegetal, para permitir um ordenamento de nutrientes limitantes ao crescimento e para realçar a importância do equilíbrio nutricional da planta (BATAGLIA *et al*, 1996).

O método DRIS foi originalmente proposto por Beaufils (1973), baseado nas relações de macro e micronutrientes como modelo para identificação de fatores limitantes de produtividade. Entretanto, com o tempo, tem-se mostrado mais eficiente como uma forma de interpretação de análise de planta do que como modelo de produtividade agrícola (BATAGLIA *et. al* 1996).

A principal premissa para utilização do DRIS está associada à constância das relações entre nutrientes (relações duais), sendo consideradas como melhores indicadores do estado nutricional das plantas do que apenas um nutriente isolado (BEAUFILS, 1973; JONES, 1981), pois essas relações sofrem menos alterações dos efeitos de concentração e de diluição na matéria seca (WADT, 1999).

De acordo com Baldock; Schulte (1996), quatro são as vantagens do DRIS: (1) a escala de interpretação é contínua e fácil de usar; (2) ordena os nutrientes do mais deficiente ao mais excessivo; (3) pode identificar casos nos quais a produção está limitada em razão de um desequilíbrio nutricional, mesmo quando nenhum dos nutrientes está abaixo de seu nível

crítico; e (4) o Índice de Balanço Nutricional (IBN) fornece uma medida dos efeitos combinados dos nutrientes sobre a produção. Por outro lado, a desvantagem dessa metodologia é que os índices não são independentes, ou seja, o teor de um nutriente pode ter efeito marcante sobre os índices de outros nutrientes.

Estudo conduzido por Wadt (2009) indicou que o DRIS apresentou vantagem sobre os métodos convencionais (nível crítico ou faixas de suficiência) no diagnóstico nutricional das plantas, indicando que as relações bivariadas minimizaram os efeitos de concentração e/ou diluição de matéria seca.

Os métodos do nível crítico e faixa de suficiência são em geral os critérios mais utilizados para avaliação e interpretação do estado nutricional das plantas e têm sido aplicados com sucesso em várias culturas, anuais ou perenes (PRADO *et al.*, 2008). A eficiência desses métodos na diagnose nutricional das plantas é influenciada por diversos fatores que não estão diretamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes, como cultivar, luminosidade, temperatura, regime hídrico, doenças entre outros, mas que afetam o acúmulo de matéria seca pelas plantas (JARREL & BEVERLY, 1981).

Hanson (1981) comenta que esses critérios estão sujeitos a limitações, por considerarem apenas a concentração isolada do nutriente em um determinado estágio fenológico, nesse sentido, houve grande interesse nos estudos com DRIS, por ser um método que utiliza o conceito do balanço de nutrientes, estando menos sujeito às interferências de particularidades locais do ambiente. O DRIS utiliza relações bivariadas entre os nutrientes, o que minimiza o efeito proporcionado pela taxa de acumulação de biomassa (WADT *et al.*, 1999) e possibilita que suas normas sejam aplicáveis a situações diversas das que foram utilizadas em sua elaboração (WALWORTH; SUMNER, 1987).

No Brasil e no mundo diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o uso do método DRIS em um grande número de culturas com objetivos de estabelecer padrões de referências (normas DRIS) e avaliação do estado nutricional das culturas: café (WAIREG; VAN ASTEN, 2012; WADT; DIAS, 2012; FARNEZI, *et al.*, 2009; LANA *et al.*, 2010; BARBOSA *et al.*, 2006; REIS JÚNIOR *et al.*, 2002), cana de açúcar (McCRAVY *et al.*, 2010; GALINDEZ *et al.*, 2009; REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2003; REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2003; REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2002), algodão (SERRA *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2011; SERRA *et al.*, 2010; ECHER *et al.*, 2009), cupuaçu (WADT *et al.*, 2012; DIAS *et al.*, 2011; WADT *et al.*, 2011; DIAS *et al.*, 2010; bananeira (SILVA; CARVALHO, 2006; SILVA; CARVALHO, 2005) citros (DIAS *et al.*, 2013; HUANG *et al.*, 2012; SANTANA *et al.*, 2008; MOURÃO FILHO *et al.*, 2002), mangueira (WADT; SILVA, 2010), videira (TERRA *et al.*, 2007), soja

(HARGER *et al*, 2003; CASTAMANN *et al*, 2012), trigo (MARTINS *et al*, 2005), tomateiro (OLIVEIRA, *et al*, 2009), capim Braquiária (SILVEIRA *et al*, 2005), maçã (NACHTIGALL; DECHEN, 2007), arroz (GUINDANI *et al*, 2009), eucalipto (WADT, 2004), batata (RAMAKRISHNA *et al*, 2009) e coqueiro (SANTOS *et al*, 2004).

1.5 NORMAS DRIS

Os valores de referência ou normas DRIS correspondem aos valores médios das relações entre os nutrientes de uma população de referência, sendo consideradas estimativas dos parâmetros estatísticos das relações nutricionais bivariadas. Para as relações bivariadas, os parâmetros estatísticos obtidos sendo são a média, o desvio padrão, a variância e o coeficiente de variação das concentrações dos nutrientes expressos por meio de relações na forma de quociente (A/B ou B/A) entre dois nutrientes quaisquer (WADT *et. al.*, 2012).

A primeira etapa para utilização do método DRIS é o estabelecimento dos valores de referência ou normas, o que permite a determinação das relações entre os principais nutrientes das plantas (BEAUFILS, 1973). Cada uma destas relações constitui uma norma DRIS (WALWORTH; SUMNER, 1987). Para estabelecê-las é necessário utilizar um banco de dados que relacione teores foliares de nutrientes e produtividades, que geralmente é obtido a partir de uma população de plantas de alta produtividade, representando plantas em boas condições nutricionais. Com base nesses valores, são calculados as médias, os coeficientes de variação e a variância de todas as relações entre teores de nutrientes (REIS JUNIOR, 1999).

As normas DRIS são obtidas sempre de uma população de alta produtividade, denominada população de referência, que é selecionada a partir de uma população maior dentro de um conjunto de dados também criteriosamente selecionados. Os bancos de dados para obtenção das normas podem ter tamanho variável em razão das premissas a serem adotadas no método, e devem ser uniformes quanto às características da cultura (LETZSCH; SUMNER, 1984). O uso da população de alta produtividade para obtenção das normas parte do pressuposto que, nesta população, o valor médio da relação entre dois nutrientes quaisquer seja mais próximo do ótimo fisiológico (BEAUFILS, 1973).

O tamanho da base de dados para o cálculo da norma é bastante variável entre os trabalhos publicados. Wadt e Silva (2010) em trabalho com a cultura da manga; utilizaram banco de dados com 145 observações; Serra *et al.* (2010) trabalharam com 108 observações com o desenvolvimento de normas DRIS para a cultura do algodão; Mc Cray *et al.* (2010) em pesquisa com a cana de açúcar na Flórida utilizaram banco de dados com 45 observações. Em

trabalhos mais recentes como o de Dias *et al*, (2010) foi utilizado 153 observações com a cultura do cupuaçu, já Lana *et al*, (2010), utilizaram 59 observações com a cultura do café, mostrando assim a grande variabilidade em relação ao número de amostras na formação do banco de dados.

O método exige que a população em estudo seja separada em duas categorias: a) população de referência, constituída por plantas que apresentem produtividade superior a um nível estabelecido; e b) população de não referência formada por plantas que foram afetadas por condições adversas, produzindo menos que o nível estabelecido. Os valores das concentrações e das relações entre as concentrações dos nutrientes para o grupo de alta produtividade permanecem normalmente distribuídos e serão usados como referência no estabelecimento das normas DRIS (WALWORTH; SUMNER, 1987).

Assim, o sucesso e a eficiência do método DRIS é dependente da seleção da população de referência. De acordo com Beaufls (1973) e Walworth; Sumner (1987), não existem critérios específicos para dividir as duas populações.

Segundo os autores Letzsch; Sumner (1984) indicam que a população de referência contenha pelo menos 10% das observações do banco de dados geral. O banco de dados que irá compor as normas é formado pela produtividade e teores de nutrientes no tecido foliar, podendo essas informações ser obtidas de talhões comerciais ou unidades experimentais. O tamanho do banco de dados não é um fator que está relacionado diretamente com a qualidade das normas (WALWORTH *et al*, 1988; SUMNER, 1977).

De acordo com Wadt (1996), existem duas alternativas para a obtenção da população de referência. Na primeira, a população de referência é selecionada a partir do maior universo possível de dados. Assume-se, assim, que as normas DRIS podem ser obtidas e usadas, independentemente do local ou da região para qual o método será aplicado. A utilização de uma população de referência mais ampla facilita o acúmulo de informações, permitindo que dados de origem diversa, coletados em condições variadas de manejo, sejam utilizados.

A segunda alternativa consiste em restringir a coleta dos dados em população de referência formada por plantas que sejam da mesma região de origem, de um mesmo material genético ou que estejam sujeitas a um mesmo conjunto de fatores ecofisiológicos daqueles da população de plantas a ser diagnosticada, para obter maior precisão no diagnóstico (WADT, 1996).

A ideia de universalidade dos padrões refere-se à possibilidade de utilização de normas DRIS obtidas em determinado local, para uso em diferentes condições de clima e solo (SNYDER; KRETSCHMER, 1988; SNYDER *et al*, 1989), parte-se da premissa que as

relações entre nutrientes apresentam maior constância comparativamente aos seus teores, assim, haveria certa independência no uso do DRIS em relação a fatores reconhecidamente influentes nos teores de nutrientes, como a região de cultivo, a idade e o órgão da planta a ser amostrado. Portanto, existe a proposição de que as normas DRIS possam ser obtidas e utilizadas, independentemente do cultivar ou da região (SUMNER, 1979; WALWORTH; PAYNE *et al*, 1990; WADT, 1996). Deve-se destacar que, provavelmente existam espécies para as quais as relações ótimas entre nutrientes são pouco afetadas por condições locais, como solo e clima (SNYDER; KRETSCHMER, 1988; SNYDER *et al*, 1989).

Particularmente, diversos trabalhos têm discutido as condições ideais para a obtenção das normas DRIS, com resultados controversos. Alguns apontam para a possibilidade de obtenção de normas a partir de dados calibrados localmente, já outros sugerem a utilização de normas DRIS genéricas ou universais. Silva e Carvalho (2005), avaliando a universalidade de aplicação das normas DRIS para a cultura do *Eucalyptus grandis*, recomendaram a utilização de normas específicas.

Da mesma forma, Rocha *et al.* (2007) destacaram a importância de obtenção de normas regionais específicas para avaliação do estado nutricional do milho em diferentes condições de cultivo. Galíndez *et al.* (2009) constataram que é possível a obtenção de normas DRIS mesmo com uma amostragem restrita, com uso de pequeno número de amostras foliares, desde que isso seja feito em condições ambientais homogêneas. Entretanto, Reis Junior (2002) destacou a possibilidade de utilização de normas universais, o que estaria de acordo com a proposição original do método (BEAUFILS, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987), quando as condições de cultivo das subpopulações de referência e de amostra são semelhantes.

Uma vez definida a população de referência, são obtidas as normas que são constituídas das relações entre todos os pares de nutrientes e seus respectivos desvios padrão e coeficientes de variação. A relação entre um par de nutrientes pode ser obtida tanto na ordem direta como na ordem inversa, por exemplo, N/P e P/N, respectivamente (NACHTIGALL, 2004); desse modo sendo necessário definir, a relação que será utilizada na composição das normas.

Nos cálculos do método DRIS apenas um tipo de expressão é utilizado para relacionar cada par de nutrientes. Existem diferentes critérios para selecionar a expressão mais adequada, um dos mais utilizados é o da escolha das relações que apresentem menor variância na população de alta produtividade, em comparação com a de baixa produtividade, ou

simplesmente as que apresentem maior razão entre as variâncias das populações de baixa e alta produtividade (BEAUFILS, 1973), este critério é chamado de valor “F”.

Nick (1998) em trabalho com a cultura do café utilizou, indicou denominado valor “R” para a escolha da ordem da razão dos nutrientes na aplicação do DRIS. Esse critério compreende o cálculo dos coeficientes de correlação (R) entre os valores da produtividade (variável resposta da planta) e a razão entre os pares de nutrientes, tanto na ordem direta como na ordem inversa. É escolhida a ordem da razão que resultar no mais alto valor absoluto do coeficiente de correlação. Este critério apresentou-se como alternativo e tem sido testado, em alguns trabalhos com o método DRIS.

Normas DRIS têm sido utilizadas na detecção de limitações nutricionais e no aprimoramento da interpretação dos resultados da análise foliar de várias culturas e em vários países (STALENGA, 2007; GUINDANI, 2007; ROCHA *et al*, 2007; URANO, 2006; SILVA, 2006; KURIHARA, 2004; REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2003 A, B; REIS JÚNIOR *et al*, 2002). Nas condições Amazônicas, especificamente na região nordeste no Estado do Pará, o que se observa é a ausência de normas DRIS para a cultura do coqueiro variedade híbrido. A utilização de normas DRIS de outras regiões pode implicar em um grande risco de se subestimar, ou até mesmo superestimar, valores que não são adequados às condições específicas para esta região, assim, a geração de normas DRIS (padrões de referência) regionais pode contribuir sobremaneira para a aplicação do método DRIS na cultura do coqueiro híbrido no Estado do Pará.

1.6 CÁLCULO DO ÍNDICE DRIS

O índice DRIS de um nutriente é definido como a média aritmética das funções de todas as relações selecionadas contendo este nutriente. Ou seja, através dos índices DRIS mede-se o desvio do valor de qualquer nutriente da amostra em relação aos de uma população de referência, do ponto de vista nutricional. Assim, pode-se estabelecer uma ordem de limitação nutricional diretamente relacionada à produtividade (WALWORTH; SUMNER, 1987).

O índice DRIS possibilita definir o grau de desvio dos nutrientes da amostra e sua localização em relação ao estado nutricional, se adequado, em deficiência ou em excesso indicando a amplitude de cada situação (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2003). Na interpretação dos índices DRIS, o valor negativo indica que o nutriente está abaixo do nível

ótimo, enquanto o índice positivo indica que o nutriente está acima do nível ótimo. Se o índice DRIS de um nutriente é igual à zero, este elemento está em equilíbrio com os outros nutrientes (BEAUFILS, 1973).

O diagnóstico do estado nutricional através dos índices DRIS fornece, além dos índices individuais, o Índice de Balanço Nutricional (IBN), que é obtido através do somatório, em módulo, dos valores dos índices DRIS de cada nutriente (WADT *et al*, 2011). Esse índice possibilita verificar o equilíbrio nutricional das plantas, indicando, que quanto menor o seu valor, menor é o desequilíbrio nutricional da lavoura amostrada e, portanto, maior será a produtividade da cultura (LEITE, 1993; BALDOCK; SCHULTE, 1996). Vários trabalhos tem mostrado que o IBN apresenta alta correlação negativa com a produtividade (CRESTE; NAKAGAWA, 1997; VELOSO *et al*, 2000; MOURÃO FILHO *et al*, 2002; HOOGERHEIDE, 2005). Em teoria, quanto mais próximo de zero for o valor do IBN, maior o equilíbrio nutricional e, potencialmente, maior a produção, desde que os demais fatores não se encontrem como limitantes (MALAVOLTA *et al*, 1997; KURIHARA, 2004; URANO *et al*, 2006).

Para calcular as funções das razões dos nutrientes existem alguns métodos que são adotados: a) o método original proposto por Beaufils (1973); b) o método de Jones (1981); c) o método de Elwali e Gasho (ELWALI; GASHO, 1984). Observam-se na literatura resultados conflitantes com relação à eficácia de cada metodologia de cálculo. Segundo Mourão Filho (2004), ainda não há uma definição clara de qual seria a melhor recomendação para se calcular as funções para o DRIS.

A partir da metodologia original de Beaufils (1973) foram propostas várias modificações na forma de cálculo dos índices DRIS. O método de Jones (1981) é uma simplificação do método de Beaufils (1973), em que não considera se a relação na amostra é maior ou menor que a relação na população de referência e utiliza a recíproca do desvio padrão para ponderar a variabilidade das relações. Esse método baseia-se na formalidade estatística, semelhante à utilizada no controle estatístico de qualidade em indústrias.

Já a modificação proposta por Elwali; Gascho (1984), de maneira geral, reduz o valor absoluto do índice DRIS, pois não incluem nos cálculos pequenos desvios da razão dos teores de nutrientes na amostra em relação à razão média das concentrações dos nutrientes na população de referência, levando a uma maior sensibilidade na interpretação do estado nutricional. Considera os nutrientes balanceados se a razão de concentrações numa amostra qualquer estiver dentro da faixa oriunda da norma, mais ou menos o seu desvio padrão. Os procedimentos para os cálculos são os mesmos propostos por Beaufils (1973).

Devem-se destacar trabalhos comparando os três métodos de cálculo dos índices DRIS conforme diferentes autores, Bataglia *et. al.*, (1996) testaram os três métodos na cultura da seringueira e concluíram que os métodos Beaufils (1973) e Elwali e Gascho (1984) apresentaram resultados semelhantes e o método de Jones (1981) apresentou a dependência da ordem da relação de cada par de nutrientes estudados. Nick (1998) encontrou maior precisão no método Jones (1981) quando compararam os três métodos na avaliação do estado nutricional do café. Já Leandro (1998), na cultura da soja, obteve maior precisão nos resultados quando utilizou a metodologia de Beaufils (1973).

Hoogerheide (2005), também para a cultura da soja, concluiu que as três metodologias de cálculo das funções DRIS apresentaram resultados semelhantes no diagnóstico nutricional da soja em regiões do Cerrado brasileiro. Embora o método DRIS tenha se mostrado promissor para muitas culturas, ainda persistem controvérsias a respeito dos procedimentos indicados no cálculo das normas e dos índices DRIS (MOURÃO FILHO *et. al.*, 2002). Por exemplo, o uso das fórmulas mais simples (JONES, 1981) ou de soluções mais complexas, como a fórmula de Wadt *et al.*, (2011). Acrescenta-se ainda que os critérios para interpretação dos índices DRIS também não estão claros. Há proposições em função de o índice ser negativo indicando insuficiência ou positivo referindo-se do excesso (MOURÃO FILHO *et. al.*, 2002).

Visando uma interpretação melhor dos resultados dos índices DRIS, foi desenvolvido por Wadt, (1996), o método do Potencial de Resposta à Adubação (PRA). Por este método, são definidas cinco classes de probabilidade de resposta à adubação, comparando-se o índice calculado para determinado nutriente e o índice de balanço nutricional médio (IBNm), que é o valor do IBN dividido pelo número de nutrientes envolvidos na diagnose. Esse índice reflete a média dos desvios de cada nutriente em relação ao ótimo. Esta metodologia de interpretação tem sido empregada com certa frequência nas publicações sobre o método DRIS, e tem demonstrado boas possibilidades de evolução do método, quanto à previsão de respostas a prática da fertilização.

Em amostras de tecidos vegetais, em que as relações duais entre teores de nutrientes apresentem valores similares aos estabelecidos como normas, o índice DRIS para cada nutriente se aproxima de zero (DARA *et al.*, 1992). Partindo desse princípio, modelos estatísticos têm sido ajustados para descrever o relacionamento entre índices DRIS e teores de nutrientes no tecido vegetal em culturas como eucalipto (WADT *et al.*, 1998b), café (REIS JÚNIOR *et al.*, 2002), cana-de-açúcar (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2003) e soja (KURIHARA, 2004), com a finalidade de aprimorar a interpretação de teores de nutrientes

em tecidos vegetais. Estes modelos permitem calcular teores foliares que se relacionam com maior equilíbrio nutricional para dado nutriente e permitem definir padrões de referência para cada nutriente a partir dos índices DRIS.

1.7 APLICAÇÕES DO DRIS EM FRUTICULTURA

O prognóstico de adubações em fruteiras pode ser estimado pela quantificação da capacidade do solo em suprir os nutrientes necessários por meio da interpretação de análise de solo e pela avaliação do estado nutricional das plantas realizada pela interpretação da análise foliar. O uso da análise de solo como única ferramenta para recomendação de fertilizantes tem aplicabilidade limitada em espécies arbóreas frutíferas, em razão da distribuição do sistema radicular, hábitos perenes, efeitos da porta enxerto e frutificação alternada (BHARGAVA; CHADHA, 1988).

Assim, o diagnóstico nutricional elaborado a partir de resultados de análise de tecido vegetal constitui-se num instrumento importante para detectar eventuais deficiências ou excessos de nutrientes e auxiliando no processo de recomendação de fertilizantes (MALAVOLTA *et al*, 1997). A ideia de se usar o teor do nutriente mineral como critério para avaliar o estado nutricional de plantas é muito atraente. Este princípio foi posto em prática, inicialmente, por Lagatu e Maume (1934) seguido por muitos outros pesquisadores desde então (BATAGLIA *et al*, 1996). Muitas publicações relatam aplicações e experiências com diferentes culturas frutíferas.

Entre os métodos utilizados para diagnóstico nutricional a partir de resultados de análise foliar, são citados o nível crítico, faixas de concentração e o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). Este último desponta na atualidade como alternativa viável, científica capaz de inferir respostas rápidas e práticas no decorrer do desenvolvimento dos pomares, pois é considerado um método de interpretação holístico, menos afetado por alguns fatores que influenciam no teor de nutrientes nas plantas e, além disso, capaz de ordenar os nutrientes em sua ordem de limitação e importância naquele momento (CRESTE, 2008).

Atualmente, no Brasil e no mundo vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o uso de método DRIS em diversas culturas frutíferas com objetivos de estabelecer padrões de referências (normas DRIS) e avaliação do estado nutricional das culturas.

Na cultura do cupuaçuzeiro pode-se verificar na literatura nacional a existência de vários trabalhos com o método DRIS que buscaram desenvolver padrões nutricionais (normas

DRIS), comparando normas genéricas com específicas, avaliação de fórmulas para o cálculo dos índices DRIS e também artigos que avaliaram metodologias de interpretação dos índices (SILVA; CARVALHO, 2005). Com a cultura da bananeira destacam-se também artigos que visaram desenvolver normas de referência e avaliação do estado nutricional, (SILVA; CARVALHO, 2005, 2006), além de trabalho que objetivou desenvolver níveis críticos de Zn em solo e folha na região Norte de Minas Gerais por meio de normas DRIS, concluindo que o método foi consistente em avaliar a resposta da bananeira a aplicação de Zn (SILVA *et al*, 2006).

Em citros, o uso do DRIS como ferramenta de diagnóstico nutricional, tem sido feito com certa frequência em publicações acadêmicas. Trabalho de DIAS *et al.*, 2013 em área produtora de laranja pera do Estado do Amazonas, objetivaram desenvolver normas DRIS multivariadas e avaliação do estado nutricional de regiões produtoras, estes autores constataram que em mais de 50% dos pomares monitorados os nutrientes K, Ca, Mg, B, Mn e Zn foram nesta ordem, os de maior desequilíbrio nutricional. No Cerrado brasileiro, região central do Estado de Goiás, (SANTANA *et al*, 2008) desenvolveram normas DRIS foliares e de solo para a laranja pera, comparando normas regionais e normas universais. Seus resultados mostraram melhor exatidão nos diagnósticos nutricionais quando utilizou-se padrões regionais. Outros artigos com o uso do DRIS em citros também podem ser citados (HUANG *et al*, 2012; MOURÃO FILHO *et al*, 2002).

No Submédio São Francisco, região considerada como semiárida do Nordeste Brasileiro, avaliando o índice DRIS para a cultura da mangueira (WADT; SILVA, 2010), testou-se diagnósticos nutricionais na comparação de fórmulas para cálculo dos índices e verificaram que os diferentes modelos matemáticos propostos destacaram-se por apresentar desempenho semelhante. Já Politi *et al*, (2013), também com a cultura da manga na mesma região, compararam os diagnósticos do estado nutricional obtidos pelos métodos DRIS e diagnóstico de composição nutricional (CND), sob diferentes conjuntos de normas, e concluíram que ambos os métodos com normas originadas de dados com e sem transformação logarítmica, mostraram desempenho semelhante na avaliação do estado nutricional da cultura e indicaram que deficiência dos micronutrientes Zn, Fe e Cu foram as mais frequentes.

Com a cultura da videira, Terra *et al* ((2007) avaliaram o uso do DRIS no levantamento do estado nutricional de uva Itália cultivadas na região de São Miguel Arcaño, Estado de São Paulo, e constataram que o método permitiu determinar a ordem pela qual os nutrientes estão limitando a produção, através dos índices DRIS calculados para cada nutriente em diferentes fases de desenvolvimento da cultura. Na cultura da maçã destaca-se o

trabalho de Nachtigall e Dechen (2007), que estudaram o desenvolvimento de normas DRIS para a avaliação nutricional de pomares de maçã em 70 pomares de regiões produtoras dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, constataram que as normas geradas são aplicáveis para o diagnóstico nutricional da macieira nesta região. Desenvolvendo normas DRIS e faixas de suficiência para goiabeira Souza *et al*, (2013) apresentam modelos estatísticos da relação entre os teores foliares de nutrientes e os índices DRIS, que possibilitaram indicar faixas de suficiência de nutrientes para esta cultura, estes autores realizaram ainda comparações com os níveis críticos da literatura para esta cultura.

No Brasil são escassos os estudos com o método DRIS na cultura do coqueiro, destacando-se o trabalho de Santos *et al* (2004), como único com essa cultura, cujo objetivo foi desenvolver as normas DRIS e realizar a sua aplicação no diagnóstico nutricional no coqueiro anão verde na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. Para estabelecer as normas, estes autores utilizaram banco de dados formado por amostras de folhas coletadas em 35 plantas de alta produtividade, amostradas 6 vezes durante um período de 2 anos.

Santos *et. al* (2004) desenvolveram as normas DRIS e constataram através do índice DRIS que nos coqueirais menos produtivos, as limitações nutricionais por deficiência, foram devidas aos nutrientes potássios, cálcio e boro, nesta ordem de limitação. Indicando ainda, que os baixos teores foliares de potássio estiveram associados a altos teores de magnésio no solo.

Avaliando diversos trabalhos no Brasil, verificamos a ausência de dados sobre a utilização do DRIS para a diagnose nutricional na cultura do coqueiro híbrido.

Em Kerala, Índia, Mathewkutty *et al*, (1998) desenvolveram pesquisa com o uso do DRIS na cultura do coqueiro com a variedade gigante. Para o estabelecimento das normas, utilizou banco de dados formado por folhas coletas em 800 plantas de coqueiro no período de 1991 a 1994, as produtividades variaram de 6 a 162 frutos e planta por ano, as normas foram desenvolvidas e foram realizados diagnósticos nutricionais com o uso dos índices DRIS. Estes autores constataram que o uso do DRIS pode ser uma importante alternativa a ser usada em conjunto com o método do nível crítico para avaliação do estado nutricional do coqueiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. Amostragem de solo e de plantas para análise. *In*: BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 1ª Ed. Porto Alegre: Gênese, 2004, p. 49-60.
- ARAGÃO, W. M. (Edt.) **COCO: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 76 p. il., color. (Frutas do Brasil), coqueiro:sistemas de manejo. Aracaju: Embrapa - CPATC, 23p. (Embrapa-CPATC. **Documentos**, 32).
- ARAGÃO, W. M. Cultivares de coqueiros. *In*: FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. (Ed.). **A cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Sistemas de Produção, 1). Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Coco/ACulturadoCoqueiro/cultivares.htm>>. Acesso em: 6 jan. 2011.
- ARAGÃO, W.M.; COSTA, A.S.; SANTOS, H.C.A.C.; PEDROSO, G.T. Florescimento, produção e composição morfológica de frutos de cultivares de coqueiro. **Agrotrópica**, Itabuna, v.14, n. 3, p.85-174, 2004.
- BALDOCK, J.O.; SCHULTE, E.E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, nº 3, p. 448-456, May/June, 1996.
- BARBOSA, D. H. S. G.; VIEIRA, H. D.; PARTELLI, F. L.; SOUZA, R. M de. Estabelecimento de normas DRIS e diagnostico nutricional do cafeeiro arábica na região noroeste do Estado do Rio de Janeiro. **Ciência Rural**, v.36, p.1717-1722, 2006.
- BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R. Critérios alternativos para diagnose foliar. *In*: SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 1., 1986, Piracicaba. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 115-136.
- BATAGLIA, O. C.; DECHEN, A. R.; SANTOS, W. R. Principios da Diagnose Foliar. *In*: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E.; M. P. F. (Ed.). **O Solo nos Grandes Domínios Morfológicos do Brasil e o Desenvolvimento Sustentável**. Vicosa: Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo/Universidade Federal de Vicosa, 1996. p. 646-659.

BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. **Soil Science Bulletin**, Pietermaritzburg, n. 1, 132 p., 1973.

BHARGAVA, B. S.; CHADHA, K. L. Leaf nutrient guide for fruit and plantation crops. **Fertilizer Industry News**, v.33, p.21-29, 1988.

BONNEAU, X.; OCHS, R.; QUSAIRI, L.; LUBIS, L. N. Nutrition minérale des cocotier hybrids sur tourbe de la pépinière à l' entrée em production. **Oléagineux**.Paris, v.48, p. 9-26, 1993.Brasil, 29).

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

CRESTE, J. E. Perspectivas do DRIS em culturas de alta produtividade. In: PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W.; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. **Nutrição de plantas aplicada a sistemas de alta produtividade**. Jaboticabal: Capes/Fundunesp, 2008. p. 83-104.

CRESTE, J. E.; NAKAGAWA, J. Estabelecimento do método DRIS para a cultura do limoeiro em função da análise foliar: I - cálculo das normas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 297-305, 1997.

DARA, S.T.; FIXEN, P.E. & GELDERMAN, R.H. Sufficiency level and Diagnosis and Recommendation Integrated System approaches for evaluating the nitrogen *status* of the corn. **Agronomy Journal**, 84:1006-1010, 1992

DIAS, J. R. M.; PEREZ, D.V.; SILVA, L. M. da; LEMOS, C. de O.; WADT, P. G. S. Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.64-71, 2010.

DIAS, J. R. M.; WADT, P. G. S.; FOLLE, F. A.; SOLINO, A. J. da S.; DELARMELINDA, E. A.; TAVELLA, L. B. Potencial de resposta à adubação para N, P, K, Ca e Mg em cupuaçuzeiros avaliados por diferentes normas DRIS. **Acta Amazônica**, v.41, p.77-82, 2011.

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 laranja "Pera" no estado do Amazonas. **Ciência Agrônômica**. v. 44. nº 2. p. 000-000, 2013.

ECHER, F. R.; FOLONI, J. S. S; CRESTE, J. E. Fontes de potássio na adubação de cobertura do algodoeiro II – Avaliação do estado nutricional da cultura. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 30, suplemento 1, p. 1145-1154, 2009.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**. 2. ed. Sunderland, Sinauer Associates, 2006. 403p.

EVENHUIS, B. & WAARD, P. W. F. Principles and practices in plant analysis. *In*: FAO. Soils. Rome, 1980. p.152-163. (FAO Bulletin, 38/1).

FALLAVIER, P. & OLIVIN, J. Etude expérimentale de la dynamique du potassium et magnésium. **Oléagineux**, Paris v.43, n.3, p. 93-102, 1988.

FAO 2011. **World Production**. Disponível em: <www.faostat.org.br>. Acesso em: 10 jan. 2011.

FARNEZI, M. M. de M.; SILVA, E. de B.; GUIMARÃES, P.T.G. Diagnose nutricional de cafeeiros da região do Alto Jequitinhonha (MG): normas DRIS e faixas críticas de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.969-978, 2009.

FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees**. New York: John Wiley. 1989. 338 p.

FOALE, M.; HARRIES, H. Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Coconut (*Cocos nucifera*). *In*: ELEVITCH, C. R. (Ed.). **Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry**, Holualoa, Hawaii: Permanent Agriculture Resources (PAR), 2009. Disponível em: <<http://agroforestry.net/scps>>. Acesso em: 18dez. 2010.

FONTES, H. R.; WANDERLEY, M. **Novos cenários para a cultura do coqueiro gigante no Brasil**. 2010. Disponível em: <www.agrosoft.org.br/agropag/212960.htm>. Acesso em: 14 nov. 2010.

GALÍNDEZ, A.A.S.; CRUZ, J.G.; ZÉREGA, L.; RODRÍGUEZ, O.A.R.; OLIVEIRA, S.A. de; PÉREZ, V. de J.R. Normas preliminares DRIS desarrolladas para caña de azúcar a partir de un bajo número de muestras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1700-1706, 2009.

GUINDANI, R. R. H. P.; ANGHINONI, I. & NACHTIGALL, G. R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:109-118, 2009.

HANSON, R. G. DRIS evaluation of N, P, K status of the determinant soybeans in Brazil. **Communications Soil Science Plant Analysis**, New York, v.12, n.9, p.933-948, 1981.

HARGER, N.; FIORETO, R.; RALISCH, R. Avaliação nutricional da cultura da soja pelos métodos DRIS e níveis de suficiência. **Semina: Ciências agrárias**. v. 24, n.2, p.219-224, 2003.

HOOGERHEIDE, H. C. **DRIS para avaliação do estado nutricional da soja em duas regiões do cerrado brasileiro**. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2005. 94p. (Dissertação de mestrado).

HUANG, H.; HU, C.; TAN, Q.; ZHAO, X.; SUN, X.; HU, X.; PENG, L.; CHUN, C. Diagnosing of the nutritional status of 'Newhall' navel orange trees with the method of modified diagnosis and recommendation integrated system (M-DRIS). **Journal of Food, Agriculture & Environment**. v. 10. 2012.

INSTITUT DE RECHERCHES POUR LES HUILES ET OLÉAGINEUX. Rapport d'activité. **Oléagineux**, v. 44, n.4, p.1 -22, 1989.

JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, v.34, p.197-224, 1981.

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

LAGATU, H.; MAUME, L. **Le diagnostic foliaire de la pomme de terre**. *Annee. Ecole Nationale Agriculture, Montpellier*, 22: 50-158, 1934.

LANA, R. M. Q.; OLIVEIRA, S.A. de; LANA, Â.M.Q.; FARIA, M. V. de. Levantamento do estado nutricional de plantas de *Coffea arabica* L. pelo DRIS, na região do Alto Paranaíba – Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.1147-1156, 2010.

LEITE, R. A. Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar. 1993. 87f. (Tese Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, 1993.

LETZSCH, W. S. & SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) norms **Communications Soil Science Plant Analysis**, 15:997-1006, 1984.

LINS, P. M. P. Resposta do coqueiro a adubação com N, P, K, Mg nas condições edafoclimáticas de Moju-Pa. 2000. 81f. **Dissertação (Mestrado)** – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA. 2000.

LINS, P. M. P.; Efeito de diferentes níveis de calcário dolomítico na produção de coco e na sua resistência as doenças foliares: **Relatório anual de atividades**. Moju, 1996.

MAGAT, S. Coconut. In: World fertilizer use manual. International Fertilizer Association. 2005. <<http://www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/coconut.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2013.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. Ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MANCIOT, R.; OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Nutricion mineral y fertilizacion de cocotero en lo mundo. **Oléagineux**, French, v. 35, n. 1, p. 13-27. 1980.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINS, L. A.; FIORETO, R. A.; FONSECA, I. C. B.; CARNEIRO, C. E. A. Monitoramento nutricional do trigo através do índice de balanço nutricional – DRIS. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 26, n.4, p.455-462. 2005.

MATHEWKUTTY, T. I. (1998). Applicability of Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) in coconut palm (Cocos nucifera L.) (**Tese de Ph.D**) Kerala Agricultural University, Vellanikkara. 1998.

MCCRAY, J. M.; Ji. S.; Montes, G. e Perdomo, R. Sugarcane Response to DRIS – Based Fertilizer Supplements in Florida. **Journal Agronomy & Crop Science**. v.196. p. 66-75. 2010.

MENGEL, K.; KRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 849 p.

MOURÃO FILHO, F. de A. A.; AZEVEDO, J. C.; NICK, J. A. Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja “Valência”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.185-192, 2002.

NACHTIGALL, G. M.; DECHEN, A. R. Dris norms for evaluating the nutritional state of Apple tree. **Scientia Agrícola**. v. 64. n. 3. P. 282-287. 2007.

NETO, M. F.; HOLANDA, J. S.; FOLEGATTI, M. V.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F. Qualidade do fruto do coqueiro anão verde em função de nitrogênio e potássio na fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, n. 5, p. 453 – 458. 2007.

OHLE, J. G. **Modern coconut management**: palm cultivation and products. London: Intermediate Technology Publications, 1999. 458p.

OLIVEIRA, A. R.; OLIVEIRA, S.; GIORDANO, L. B.; GOEDERT, W. J. Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 4, p.498-504. 2009.

OUVRIER, M.; OCHS, R. Exportations minérales du cocotier hybride PB – 121. **Oléagineux**, v.33, n. 8-9, p.437 – 443, 1978.

PAYNE, G. G.; RECHCIGL, J. E.; STEPHENSON, R. L. Development of diagnosis and recommendation integrated system norms for bahiagrass. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p. 930-934, 1990.

PERSLEY, G. J. **Replanting the tree of life**: Towards an International Agenda for Coconut Palm Research. Wallingford: CABIACCAR, 1992, 156p.

POLITI, L.S.; FLORES, R. A.; SILVA, 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**. v. 17., n.1, p. 11-18, 2013.

PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W. do; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. de. **Nutrição de plantas**: diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: FCAV, Capes/Fundunesp, 2008. 301 p.

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 and Soil**, New York, v.316, p.107-116, 2009.

REIS JUNIOR, R. A.; CORRÊA, J. B.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Estabelecimento de normas DRIS para o cafeeiro no Sul de Minas Gerais: 1ª aproximação. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 269-282, abr./jun. 2002.

REIS JÚNIOR, R. A. **Diagnose nutricional da cana-de-açúcar com o uso do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)**. 1999. 141f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1999.

REIS JÚNIOR, R. A & MONNERAT P. H. Sugarcane nutritional diagnosis with DRIS norms established in Brazil, South Africa and the United States. **Journal of Plant Nutrition**, 25:2831-2851. 2002.

REIS JÚNIOR, R. A & MONNERAT PH. Norms establishment of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38:277-2825. 2003.

ROGNON, F. Cocotier. In: MARTIN-PRÉVEL, P., GAGNARD, J., GAUTIER, P. (Ed.) **L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales**. Paris: Tec&Doc, 1984. p. 447-57.

SANTANA, J. das G.; LEANDRO, W.M.; NAVES, R.V.; CUNHA, P.P. da. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, p.109-117, 2008.

SANTOS, A. L.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.26. n. 2, p. 330-334, 2004.

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**. v. 36. P. 171- 181.2012.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O. & CAMACHO, M. A. Desenvolvimento de normas DRIS e CnD e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:97-104, 2010.

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Avaliação nutricional de bananeira prata anã (AAB) sob irrigação no semiárido do Norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. **Ciência Agrotécnica**. v. 29. n. 4, p. 731-739. 2005.

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Estabelecimento de normas DRIS para bananeira “prata anã” (AAB) subirrigação. **Ciência Agrotécnica**. v. 30. nº 1, p. 43-51. 2006.

SILVEIRA, C. P.; NACHTIGALL, G. R.; MONTEIRO, F. A.; Norms for the diagnosis and recommendation integrated system for signal grass. **Scientia Agrícola**. v. 62, n.6, p. 513-519, 2005.

SNYDER, G. H.; SANCHEZ, C. A.; ALRICHS, J. S. DRIS evaluation of the nutrient status of Bahia and St. Augustine turfgrasses. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 102, p. 133-137, 1989.

SNYDER, G. H. & KRETSCHMER Jr, A. E. A DRIS analysis for Bahiagrass pastures. *Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc.*, 47:56- 59, 1988.

SOBRAL, F. L. Nutrição e adubação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa-SPI, 1998. p.129-157.

SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S.; WARWICK, D. R. N.; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Brasília: Embrapa – SPU; Aracaju: Embrapa – CTATC 1990. cap. 6. p. 129-157.

SOBRAL, L. F.; SANTOS, Z. G. Sistema de recomendações de fertilizantes para o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) com base na análise foliar. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. 23 p. (EMBRAPA-CNPCo. Documentos, 7).

SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação. In: FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M.F. (Ed.). **Coco: produção**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p. 44-52.

SOUZA, H. A.; ROZANE D. E; AMORIM, D. A.; NATALE, W. Normas preliminares DRIS e faixa de suficiência para goiabeira Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.35. n.1, p. 282 -291. 2013.

SOUZA, R. F.; LEANDRO, W. M.; SILVA, N. B.; CUNHA, P. C. R.; XIMENES, P. A. Diagnose nutricional pelos métodos DRIS e faixa de concentração para algodoeiro cultivado sob Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.41. n. 2, p. 220 -228. 2011.

TAMPUBOLON, F. H.; DANIEL, C.; OCHS, R. Réponses Du palmier à huile aux fumures azotées et phosphorées à Sumatra. **Oléagineux**, Paris, v.45, p. 13-19. 1990.

TEIXEIRA, L. A. J.; BATAGLIA, O. C.; BUZZETI, S. & FURLANI JUNIOR, E. Adubação com NPK em coqueiro-anão-verde (*Cocos nucifera* L.) - Rendimento e qualidade de frutos **Revista Brasileira de Fruticultura**, 27:120-123, 2005.

TERRA, M. M.; GERGOLETTI, I. F.; PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V.; SANTOS, W. R.; TECCHIO, M. A. Avaliação do estado nutricional da videira "Itália" na região de São Miguel Arcanjo – SP, utilizando o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 29, n. 3, p.710-716. 2007.

ULRICH, A.; HILLS, F. J. Principles and practices of plant analysis. In: HARDY, G.W. (Ed.) Soil testing and plant analysis. Madison: **Soil Science Society American**, 1967. p.11-24 (Special Publication, 2).

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

VELOSO, C. A. C.; GRAÇA, J. J. C. & GAMA, J. R. N. F. Estabelecimento do método DRIS para a cultura de citros na Mesorregião do Nordeste do Estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 22:372-376, 2000.

WADT, P. G. S. Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucaliptos. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123p. (**Tese de Doutorado**)

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. O. Fórmulas DRIS para o diagnóstico nutricional de pomares de cupuaçueiros. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 649-656, 2011.

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

WADT, P. G. S. 2009. Análise foliar como ferramenta para recomendação de adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, 2009, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 50pp. (CD-Rom).

WADT, P. G. S. Loucos em terras de doidos. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 24:15-19, 1999. (**Boletim Informativo**). B. Inf. SBSC, 24: 15-19, 1999.

WADT, P. G. S. Nutritional status of *Eucalyptus grandis* clones evaluated by critical level and DRIS Methods. **Revista Árvore**. v. 28, n.1, p.15-20, 2004.

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**. v. 36. p. 125 – 135. 2012.

WADT, P. G. S.; ALVAREZ V, 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**, 22:773-778, 1998b.

WAIREGI, L. W. I. e VAN ASTEN, P. J. A. Norms for multivariate diagnosis of nutrient imbalance in arabica and robusta coffee in the east african highlands. **Experimental Agriculture**. v.48, p.448 - 460, 2012.

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

2 CAPÍTULO I

ESTABELECIMENTO DE NORMAS DRIS PARA A CULTURA DO COQUEIRO HÍBRIDO NO ESTADO DO PARÁ

RESUMO

Dentre os métodos utilizados para interpretação dos resultados de análise química foliar, há o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). Este método se baseia no cálculo de um índice para cada nutriente. Para o cálculo das normas DRIS, há a necessidade de se organizar um banco de dados de análise foliar de pomares, com produtividade conhecida, e estabelecer padrões para as relações entre nutrientes. Nas condições Amazônicas, especificamente no Estado do Pará, não existem normas DRIS desenvolvidas para a cultura do coqueiro híbrido. Assim, o objetivo do trabalho foi desenvolver normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido no Estado do Pará. O trabalho foi realizado na Fazenda comercial da empresa SOCOCO localizada no município de Moju (PA). Para a formação do banco de dados utilizou-se resultados de análise foliar e de produtividade de 134 observações referente ao período de 2001 a 2011. Obteve-se a média, desvio padrão, coeficiente de variação e variância das relações das concentrações dos nutrientes, das amostras de folhas das safras 2001 a 2011, além dos coeficientes de correlação entre a relação de cada par de nutrientes e a produtividade de frutos. As normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido foram estabelecidas com base nas relações entre os nutrientes na população de alta produção. Foram selecionadas para compor os nomes DRIS no cultivo do coqueiro, onde estudou 55 dos 110 relações entre os nutrientes. Os maiores valores de desvio padrão, variância e coeficiente de variação foram apresentados para os teores foliares dos micronutrientes: ferro, manganês e boro. Enquanto os nutrientes que apresentaram maiores percentagens de amostras com teores abaixo dos níveis adequados adotados foram o Mg e Ca, e por fim os nutrientes que apresentaram amostras com teores foliares acima ou iguais aos níveis adequados foram o Fe, Mn e Ca.

Palavras chave: *Cocus nucifera* L., diagnose nutricional, padrões de referência,

ESTABLISHMENT-OF DRIS NORMS FOR GROWING HYBRID COCONUT IN PARÁ

ABSTRACT

Among the methods used for the interpretation of the results of foliar analysis, there is the integrated system of diagnosis and recommendation (DRIS). This method is based on the calculation of an index for each nutrient. For the calculation of DRIS norms, there is a need to organize a database of foliar orchards with known productivity, and establish standards for the relationships between nutrients. In the Amazonian conditions, specifically in the state of Pará, no DRIS norms developed for hybrid coconut culture. Thus the aim of this work was to develop DRIS norms for different selection criteria of the relationships between nutrients for growing the hybrid coconut in Pará. The study was conducted in the municipality of Farm SOCOCO Moju PA. Was used to form the database results of leaf analysis and productivity of 134 observations for the period 2001-2011. Obtained the mean, standard deviation, coefficient of variation and variance of the relationships of the nutrients, the leaf samples of vintages from 2001 to 2011, the coefficient of correlation between the ratio of each pair of nutrients and fruit yield. The highest values of standard deviation, variance and coefficient of variation were presented for foliar concentrations of the micronutrients iron, manganese and boron. The nutrients showed higher percentages of samples with levels below the appropriate levels used were Mg and Ca, while nutrients showed that samples with foliar concentrations above or equal to the appropriate levels were Fe, Mn and Ca. DRIS norms for growing hybrid greens were established, based on the relationships between nutrients in the population of high productivity. Of the 110 relationships between nutrients studied, 55 relationships were selected to compose the DRIS norms for the cultivation of hybrid coconut, using two selection criteria of the relationships between nutrients

Key words: coconut, nutritional diagnosis, reference standards

2.1 INTRODUÇÃO

A cultura do coqueiro pode ser considerada nutricionalmente exigente, pois a quantidade de nutrientes que extrai do solo é elevada, uma vez que a planta se desenvolve de forma contínua, com ocorrência simultânea da floração, da frutificação e maturação dos frutos (OHLER, 1999). Assim, o acompanhamento do estado nutricional da cultura do coqueiro por meio de análises de tecido foliar foi apontado por Sobral; Santos (1987) como ferramenta auxiliar para a recomendação de adubação. Dentre os métodos utilizados para interpretação dos resultados das análises químicas foliares, há o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS). Este método baseia-se no cálculo de um índice para cada nutriente, comparando-se as relações entre um nutriente e cada um dos demais nutrientes na amostra sob diagnose com as relações envolvendo esse mesmo nutriente em uma população de referência (CORRÊA *et al*, 2001; CANTATUTTI *et al*, 2007).

O DRIS utiliza as relações binárias entre os nutrientes e transforma os valores das concentrações em índices, que variam de negativo a positivo. Deve-se destacar que quanto menor for o índice, se negativo, mais limitante estará o nutriente, e quanto maior for o índice, se positivo, mais excessivo estará o nutriente. No entanto, o índice de valor zero indica que o nutriente está nas melhores condições de balanço nutricional (WALWORTH; SUMNER, 1987).

O primeiro passo para o estabelecimento do DRIS está no desenvolvimento das normas. Para o cálculo das normas DRIS, há a necessidade de se organizar um banco de dados de análises foliares de pomares, com produtividade conhecida, e estabelecer padrões para as diversas relações entre nutrientes, por meio de processamento computacional, levando-se em conta dados de população de pomares produtivos.

As normas são valores médios das relações das concentrações dos nutrientes com suas respectivas variâncias, representando culturas em boas condições nutricionais (BEAUFILS 1973, WALWORTH; SUMNER 1987, MALAVOLTA *et al*, 1997, RAIJ, 1991). A relação entre um par de nutrientes pode ser tanto direta como inversa, por exemplo, N/P e P/N, respectivamente (NACHTIGALL, 2004), contudo, nos cálculos do método DRIS apenas um tipo de expressão é utilizado para relacionar cada par de nutrientes. Vários critérios para selecionar a expressão mais adequada (direta ou inversa) têm sido propostos, sendo o mais utilizado o critério da maior relação de variâncias entre as populações de baixa e alta produtividade (LETZSCH, 1985; WALWORTH & SUMNER, 1987), chamado de “valor F”.

Nick (1998) em trabalho com a cultura do café propôs o critério denominado valor “R” para a escolha da ordem da razão dos nutrientes na aplicação do DRIS. Esse critério compreende o cálculo dos coeficientes de correlação (R) entre os valores da produtividade (variável resposta da planta) e a razão entre os pares de nutrientes, tanto na ordem direta como na ordem inversa. É escolhida a ordem da razão que resultar no mais alto valor absoluto do coeficiente de correlação.

Os primeiros valores dos níveis críticos foliares para o coqueiro foram obtidos pelo Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), na Costa do Marfim, comparando os resultados de vários experimentos de campo, baseando-se na relação entre as doses de nutrientes fornecidas aos solos, resposta das plantas pelas colheitas e composição mineral da cultura (MANCIOT *et al*, 1980).

No caso específico da cultura do coqueiro, os resultados das análises foliares têm sido tradicionalmente interpretados com a utilização do critério do nível crítico e das faixas de suficiência, havendo uma grande desvantagem e fragilidade de assertividade, pois os valores de referência foram estabelecidos com resultados de pesquisas realizadas, principalmente, entre os anos de 1970 e 1980, e com cultivares de diferentes potenciais produtivos o que pode gerar diagnósticos nutricionais equivocados.

Nas condições Amazônicas, especificamente na região nordeste no Estado do Pará, observa-se a ausência de normas DRIS para a cultura do coqueiro variedade híbrido. Assim, o objetivo deste trabalho, foi desenvolver as normas DRIS em função de diferentes critérios de seleção das relações entre os nutrientes, para a cultura do coqueiro híbrido no Estado do Pará.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização e descrição das áreas estudadas /selecionadas

O presente trabalho foi realizado em campo, na região do Nordeste Paraense, na fazenda pertencente ao Grupo SOCOCO S/A, localizada nas margens da rodovia PA – 252, km 38, entre os municípios de Moju a Acará no Estado do Pará (Figura 1).

A região da propriedade destaca-se por possuir relevo local plano, com uma vegetação original da Amazônica, destacando latitude de 02° 07'00” e 48°W, altitude de 30m e declives entre 0 e 4%, (MANCIOT, 1979).

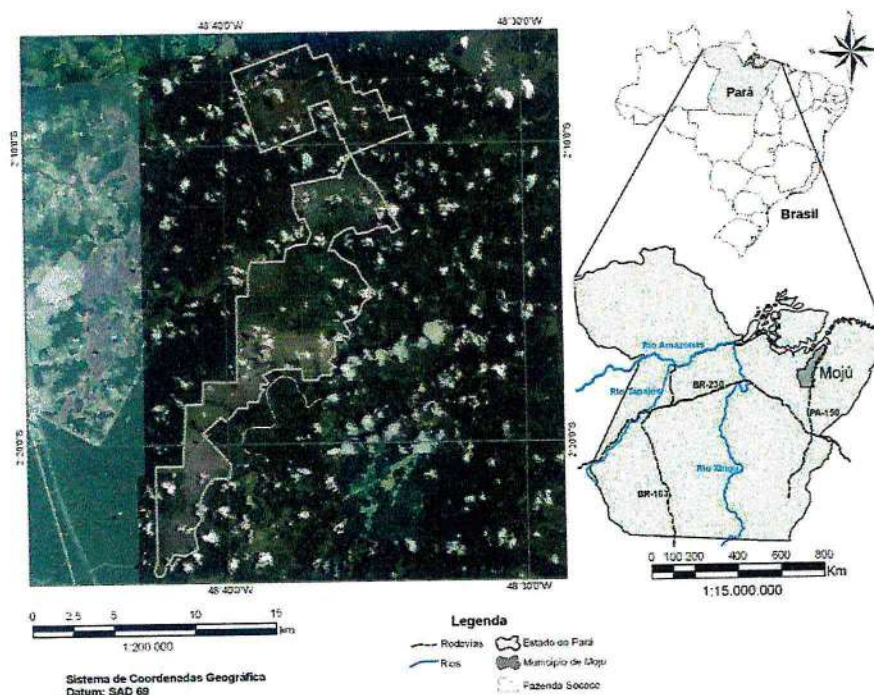


Figura 1: Localização da Fazenda SOCOCO

O clima da região enquadra-se no tipo Ami, segundo a classificação de Koppen, caracterizando-se como clima tropical chuvoso, sem variação térmica estacional, apresentando anualmente um total pluviométrico médio de 2500 mm (Tabela 1). As médias de temperatura mínimas e máximas são de 21°C e 34°C respectivamente, umidade relativa do ar na faixa de 82% (Tabela 2), e iluminação solar média anual de 2200 horas de sol (RISCO, 1999).

Tabela 1: Precipitação pluviométrica mensal (mm) no período de 2001 a 2011 no município do Moju PA, na fazenda Sococo

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	mm
2001	286	366	317	436	189	295	129	61	131	144	10	68	2432	
2002	291	232	381	507	351	214	64	70	67	64	79	182	2502	
2003	134	387	511	428	333	160	99	79	39	181	127	151	2629	
2004	384	592	441	417	224	113	221	176	177	167	21	89	3022	
2005	110	458	338	481	340	160	23	58	74	82	19	143	2286	
2006	362	221	410	643	331	105	81	57	128	84	159	266	2847	
2007	170	542	408	414	376	115	81	16	21	103	196	301	2743	
2008	345	342	515	312	497	200	52	37	89	70	54	169	2682	
2009	280	439	476	394	539	239	72	96	63	14	90	334	3036	
2010	286	253	294	439	433	127	144	54	113	160	142	154	2599	
2011	358	371	395	633	397	85	146	148	70	245	168	138	3154	
Média	273	382	407	464	364	164	101	77	88	119	96	181	2721	

Fonte: Fazenda SOCOCO – Relatório de dados climáticos

Tabela 2: Umidade Relativa do ar (%) no período de 2001 a 2011 no município do Moju PA, na fazenda Sococo.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	%
2001	85	87	86	84	79	79	80	81	78	75	76	79	
2002	84	83	83	83	80	80	79	77	73	74	75	82	
2003	82	87	84	82	78	79	78	79	75	77	75	79	
2004	85	86	85	82	77	77	80	80	78	76	74	80	
2005	84	88	84	84	82	78	77	80	80	76	75	83	
2006	84	84	84	80	81	82	82	76	76	77	78	80	
2007	81	88	85	84	82	81	80	81	79	79	80	84	
2008	86	88	86	82	83	81	75	76	76	74	73	79	
2009	84	87	84	84	85	82	78	81	78	73	73	85	
2010	85	84	81	86	82	80	81	79	80	76	77	82	
2011	87	88	86	86	86	78	79	79	79	78	90	81	
Média	84	86	84	83	81	79	79	79	77	75	76	81	

Fonte: Fazenda SOCOCO – Relatório de dados climáticos

O trabalho foi elaborado a partir da utilização de banco de dados de resultados de análises foliares e de produtividade agrícola da Fazenda SOCOCO S/A. Os resultados de análise foliar e produtividades referentes ao período de 2001 a 2011 foram fornecidos pela empresa e foi utilizado para formar o banco de dados deste trabalho.

As coletas de tecido foliar para diagnose nutricional na Fazenda SOCOCO S/A são realizadas anualmente em diferentes talhões, que são agrupados para compor as Unidades de Diagnose Foliar (que serão denominadas de UDFs). Os critérios de agrupamento dos talhões que compõem as UDFs levam em consideração: a) ano de plantio; b) variedade; c) produtividade agrícola da área. Desta maneira, os talhões que apresentaram características semelhantes quanto a esses critérios foram agrupados formando diferentes UDFs. Vale ressaltar que existem variabilidades nas UDFs, ou seja, foi possível constatar a existência de variações nos critérios de agrupamento, sobretudo quanto à idade dos plantios e produtividade. Outro ponto de destaque é quanto ao número de talhões que formam as UDFs. Verificou-se que existem UDFs formadas por 3 talhões e outras com 35 talhões.

Com base nessas características foram selecionadas 134 observações (amostras) para compor o banco de dados. Para cada UDFs foram coletadas informações do histórico da área, ano de coleta do tecido foliar, material genético, ano de plantio, idade dos plantios na data de coleta com base na média dos talhões, espaçamento e número de plantas por hectare (Tabela 3).

Tabela 3: Identificação das amostras, unidade de diagnose foliar (UDF), material genético, idade na data de coleta, espaçamento, número de plantas por hectare das amostras coletadas em 134 pomares de coqueiro na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.

Amostra	UDF	Material Genético (Híbrido)	Ano de plantio	Idade na data de coleta (anos)	Ano
1	01/2001	PB 121	1983	18	2001
2	02/2001	PB 121	1988	13	
3	03/2001	PB 121	1982	19	
4	04/2001	PB 121	1984	17	
5	05/2001	PB 121	1985	15	
6	06/2001	PB 121	1983	18	
7	07/2001	PB 121	1984	17	
8	08/2001	PB 121	1993	8	
9	09/2001	PB 121	1996	5	
10	01/2002	PB 121	1983	19	2002
11	02/2002	PB 121	1988	15	
12	03/2002	PB 121	1982	20	
13	04/2002	PB 121	1984	18	
14	05/2002	PB 121	1985	16	
15	06/2002	PB 121	1983	19	
16	07/2002	PB 121	1984	18	
17	08/2002	PB 121	1993	9	
18	09/2002	PB 121	1996	6	
19	15/2002	PB 121	1999	3	
20	01/2003	PB 121	1983	20	2003
21	02/2003	PB 121	1988	16	
22	03/2003	PB 121	1982	21	
23	04/2003	PB 121	1984	19	
24	05/2003	PB 121	1985	17	
25	06/2003	PB 121	1983	20	
26	07/2003	PB 121	1984	19	
27	08/2003	PB 121	1993	10	
28	09/2003	PB 121	1996	7	
29	15/2003	PB 121	1999	4	
30	01/2004	PB 121	1983	21	2004
31	02/2004	PB 121	1988	16	
32	03/2004	PB 121	1982	22	
33	04/2004	PB 121	1984	20	
34	05/2004	PB 121	1985	18	
35	06/2004	PB 121	1983	21	
36	07/2004	PB 121	1984	20	
37	08/2004	PB 121	1993	11	
38	09/2004	PB 121	1996	8	
39	15/2004	PB 121	1999	5	
40	16/2004	PB 121	2000	4	
41	17/2004	PB 121	2000	4	

42	01/2005	PB 121	1983	22	2005
43	02/2005	PB 121	1988	18	
44	03/2005	PB 121	1982	23	
45	04/2005	PB 121	1984	21	
46	05/2005	PB 121	1985	19	
47	06/2005	PB 121	1983	22	
48	07/2005	PB 121	1984	21	
49	08/2005	PB 121	1993	12	
50	09/2005	PB 121	1996	9	
51	15/2005	PB 121	1999	6	
52	16/2005	PB 121	2000	6	
53	17/2005	PB 121	2000	5	
54	18/2005	PB 121	2000	5	
55	01/2006	PB 121	1983	23	2006
56	02/2006	PB 121	1988	17	
57	03/2006	PB 121	1982	24	
58	04/2006	PB 121	1984	22	
59	05/2006	PB 121	1985	20	
60	06/2006	PB 121	1983	23	
61	07/2006	PB 121	1984	22	
62	08/2006	PB 121	1993	13	
63	09/2006	PB 121	1996	10	
64	15/2006	PB 121	1999	7	
65	16/2006	PB 121	2000	6	
66	17/2006	PB 121	2000	5	
67	18/2006	PB 121	2000	5	
68	19/2006	PB 121	2002	4	
69	20/2006	PB 121	2002	4	
70	01/2007	PB 121	1983	24	2007
71	02/2007	PB 121	1988	20	
72	03/2007	PB 121	1982	25	
73	04/2007	PB 121	1984	23	
74	05/2007	PB 121	1985	21	
75	06/2007	PB 121	1983	24	
76	07/2007	PB 121	1984	23	
77	08/2007	PB 121	1993	14	
78	09/2007	PB 121	1996	11	
79	15/2007	PB 121	1999	8	
80	16/2007	PB 121	2000	7	
81	17/2007	PB 121	2000	6	
82	18/2007	PB 121	2000	6	
83	19/2007	PB 121	2002	5	
84	20/2007	PB 121	2002	4	
85	22/2007	PB 121	2000	7	

86	01/2008	PB 121	1983	25	2008
87	02/2008	PB 121	1988	21	
88	03/2008	PB 121	1982	26	
89	04/2008	PB 121	1984	24	
90	05/2008	PB 121	1985	22	
91	06/2008	PB 121	1983	25	
92	07/2008	PB 121	1984	24	
93	08/2008	PB 121	1993	15	
94	09/2008	PB 121	1996	12	
95	15/2008	PB 121	1999	9	
96	16/2008	PB 121	2000	8	
97	17/2008	PB 121	2000	7	2009
98	18/2008	PB 121	2000	7	
99	19/2008	PB 121	2002	6	
100	20/2008	PB 121	2002	5	
101	22/2008	PB 121	2000	9	
102	01/2009	PB 121	1983	26	
103	02/2009	PB 121	1988	22	
104	03/2009	PB 121	1982	27	
105	04/2009	PB 121	1984	25	
106	05/2009	PB 121	1985	23	
107	06/2009	PB 121	1983	26	
108	07/2009	PB 121	1984	25	2011
109	08/2009	PB 121	1993	16	
110	09/2009	PB 121	1996	10	
111	15/2009	PB 121	1999	10	
112	16/2009	PB 121	2000	9	
113	17/2009	PB 121	2000	8	
114	18/2009	PB 121	2000	8	
115	19/2009	PB 121	2002	7	
116	20/2009	PB 121	2002	6	
117	22/2009	PB 121	2000	10	
118	01/2011	PB 121	1983	28	2011
119	02/2011	PB 121	1988	24	
120	03/2011	PB 121	1982	29	
121	04/2011	PB 121	1984	27	
122	05/2011	PB 121	1985	25	
123	06/2011	PB 121	1983	28	
124	07/2011	PB 121	1984	27	
125	08/2011	PB 121	1993	18	
126	09/2011	PB 121	1996	12	
127	15/2011	PB 121	1999	12	
128	16/2011	PB 121	2000	11	
129	17/2011	PB 121	2000	10	
130	18/2011	PB 121	2000	10	
131	19/2011	PB 121	2002	9	
132	20/2011	PB 121	2002	8	
133	22/2011	PB 121	2000	7	
134	23/2011	PB 121	2007	4	

Fonte: Sococo

2.2.2 Amostragem e análise foliar

As amostras foliares utilizadas para este trabalho foram coletadas no período de 2001 a 2011. Verifica-se na Tabela 3 que as amostras se diferenciaram especialmente quanto ao material genético e idade na época da coleta das amostras foliares, isso possibilitou a obtenção de dados de populações de plantas cultivadas sob diferentes idades e submetidas a condições ambientais diferenciadas. Essa variabilidade atende a sugestão de Beaufils (1973), para a formação do banco de dados no desenvolvimento do DRIS, pois assim a população de referência passa a representar toda a variabilidade de fatores que influenciaram na população base.

Alguns pesquisadores classificam a população por faixa de idade ou por material genético, porém, isto restringiria muito o número de registros em cada um destes subgrupos, de modo que as normas seriam obtidas com um número muito baixo de dados, nesse sentido, optou-se por trabalhar com o maior número de dados possível. De acordo com Wadt (1996) a utilização de uma população base mais ampla facilita o acúmulo de informações, tornando o processo rápido e menos oneroso, principalmente por permitir que dados de origem diversa coletados em condições variadas de manejo sejam aproveitados.

Summer (1977) utilizou normas da cultura do milho cultivado na África do Sul para a avaliação do estado nutricional de plantas de milho em experimentos conduzidos nos EUA e Peru, conseguindo bons resultados quanto à veracidade do método, ou seja, o quanto o diagnóstico produzido coincide com a resposta da planta à aplicação do nutriente analisado (WADT, 1996).

As amostras simples (sub amostras) foram coletadas nos talhões que compõem cada UDF, como as UDFs são compostas por número diferentes de talhões, constituiu-se as amostras compostas formadas pelo total de amostras simples coletadas em cada talhão. Os talhões de plantio de coco são alocados em campo de forma padronizada, ou seja, cada talhão é composto por 136 linhas de plantio com 30 plantas em cada linha, totalizando aproximadamente 4.080 plantas por talhão. Para a realização das coletas de tecido foliar a empresa adota como critério coletar em 12 plantas por talhão.

Ao considerar a densidade de 160 plantas ha^{-1} utilizada na Fazenda Sococo, cada talhão teria uma área de aproximadamente 25,50 ha e de acordo com Lins e Viégas (2008) é recomendado amostrar de 25 a 50 plantas de coqueiro para cada 50 a 100 ha para a constituição de uma amostra composta, assim, constata-se que o padrão para a composição das amostras composta, está de acordo com as recomendações técnicas da literatura. As

coletas foram realizadas sempre na mesma época do ano, no período de 15 de dezembro a 15 de janeiro que é considerado o período padrão para a coleta de folhas na cultura do coqueiro na região Amazônica (LINS; VIÉGAS, 2008).

Coletou-se a folha de posição número 14 (SOBRAL, 1998), sendo aquela que melhor representa o estado nutricional da cultura do coqueiro em pomares em fase de produção. Em cada folha coletou-se seis folíolos intactos da parte central do ráquis, sendo três de cada lado. Em cada folíolo aproveitou-se os 10 cm centrais, eliminando-se as bordas e a nervura central. Os folíolos foram limpos com algodão embebido em água destilada e depois foram colocadas em sacos de papel etiquetados, contendo as informações de cada amostra.

As amostras foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 70° C até massa constante, após a secagem do material, foram enviadas para o Laboratório de Análise de tecido vegetal da ESALQ. As amostras de tecido foliar da Empresa SOCOCO são enviadas anualmente para o Laboratório da ESALQ, isso evita a ocorrência de variações causadas pelos métodos de determinação. As determinações dos teores de macro e micronutrientes seguiram a metodologia de Malavolta *et al.*, (1989).

Os resultados de concentrações de nutrientes nas folhas foram submetidos à análise estatística descritiva, utilizando a ferramenta de análise de dados em planilha eletrônica Microsoft Excel. Para avaliar o efeito dos anos de coleta (safras) e das populações de alta produtividade (PAP) e de baixa produtividade (PBP) nas concentrações de nutrientes nas folhas, os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado, considerando significância a 5%. Para comparação de médias, aplicou-se o teste de Tukey a 5%, utilizando o programa ASSITAT (SILVA; AZEVEDO, 2009)

2.2.3 Formação do banco de dados

O banco de dados foi dividido em duas sub-populações (PAP = População de Alta Produtividade e PBP = População de Baixa Produtividade) em função da produtividade de frutos (número de frutos por planta por ano). Optou-se por definir como área de alta produtividade aquelas (UDFs), que apresentaram produtividade superior a 130 frutos planta⁻¹ por ano⁻¹, conforme alguns padrões de produtividade estabelecidos pela literatura (DALLEMOLE *et al.* 2008, LINS *et al.* 2003, MOHANDAS, 2012), além de ser um nível de produtividade considerado alto na empresa SOCOCO.

Cada observação representou uma UDF em um dado ano e esta por sua vez foi formada pelo agrupamento de diferentes talhões, montou-se assim, uma planilha contendo informações da produtividade (frutos planta⁻¹ ano⁻¹) de todos os talhões que formaram cada amostra. Em seguida realizou-se análise estatística descritiva para os valores de produtividade.

O procedimento foi adotado com o objetivo de selecionar a PAP. As UDFs que foram selecionadas para compor a PAP foram escolhidas a partir de todo o banco de dados, selecionando-se aquelas que além de apresentarem produtividade superior a 130 frutos planta⁻¹ ano⁻¹, apresentaram desvio padrão menor que 10 e coeficiente de variação (CV) menor que 10% para os valores de produtividade. Assim, foram selecionadas 15 observações para compor a PAP, as 119 amostras - observações restantes formaram a PBP.

Foi realizado teste de Shapiro Wilk (Teste W) ao nível de 5% de probabilidade, para verificar a normalidade dos valores referente aos teores de cada nutriente do grupo de plantas de alta produtividade (PAP), para todos os nutrientes.

2.2.4 Escolha da ordem da razão dos nutrientes

Foi obtida a média, desvio padrão, coeficiente de variação e variância das relações das concentrações dos nutrientes, dois a dois, das amostras de folhas das safras 2001 a 2011, além dos coeficientes de correlação entre a relação de cada par de nutrientes e a produtividade de frutos.

Para a escolha da ordem da razão dos nutrientes foram avaliados dois critérios. O primeiro critério, descrito por Letzsch (1985) e Walworth *et al.* (1986), denominado de valor F, consiste no cálculo da razão de variância das relações entre nutrientes entre o grupo de referência (r) e de baixa produtividade (b), tanto na ordem direta como inversa. É selecionada a ordem da relação que apresentar maior razão de variância entre o grupo de alta e o de baixa produtividade:

Se: $[s^2(A/B)_b / s^2(A/B)_r] > [s^2(B/A)_b / s^2(B/A)_r]$ então: relação na norma = A/B

Se: $[s^2(A/B)_b / s^2(A/B)_r] < [s^2(B/A)_b / s^2(B/A)_r]$ então: relação na norma = B/A

Em que :

$s^2(A/B)_b$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes A e B da população de baixa produtividade;

$s^2(A/B)_r$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes A e B da população de referência

$s^2 (B/A)_b$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes B e A da população de baixa produtividade.

$s^2 (B/A)_r$ = Variância da razão entre as concentrações dos nutrientes B e A da população de referência;

O segundo critério, proposto por Nick (1998), denominado de “Valor R”, consiste no cálculo dos coeficientes de correlação (r) entre os valores de produtividade (frutos planta⁻¹ ano⁻¹) e a relação entre os pares de nutrientes, tanto na ordem direta como na ordem inversa. É selecionada a ordem da relação que apresentar maior valor absoluto do coeficiente de correlação (r):

Se: $|r_{A/B}| > |r_{B/A}|$ então: relação na norma = A/B

Se: $|r_{A/B}| < |r_{B/A}|$ então: relação na norma = B/A

Em que:

$|r_{A/B}|$ = Valor absoluto do coeficiente de correlação entre a produtividade de frutos e a razão entre as concentrações dos nutrientes A e B na população de referência

$|r_{B/A}|$ = Valor absoluto do coeficiente de correlação entre a produtividade de frutos e a razão entre as concentrações dos nutrientes B e A na população de referência

2.2.5 Estabelecimento das normas DRIS

Foram calculadas todas as relações possíveis entre os nutrientes dois a dois (em sua forma direta e inversa), com suas respectivas médias, desvio padrão, coeficiente de variação e variância das amostras de folhas das safras 2001 a 2011, além dos coeficientes de correlação entre a relação de cada par de nutrientes e a produtividade de frutos. Os cálculos foram realizados para as populações de baixa produtividade e de alta produtividade, porém, as normas foram obtidas a partir das relações na população de alta produtividade.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Descrição da população avaliada

As distribuições de frequência das concentrações de macro e micronutrientes em folhas de coqueiro híbrido de 134 amostras, provenientes de todo o banco de dados, da fazenda Sococo, no período de 2001 a 2011, encontram-se nas Figuras 2, 3, 4 e 5 e os resultados da análise estatística descritiva na Tabela 4. A exemplo do observado por Guindani

(2007), verificou-se que os dados seguiram distribuição normal (Figuras 2,3,4 e 5), para os nutrientes P, K, S, B, Mn e Zn.

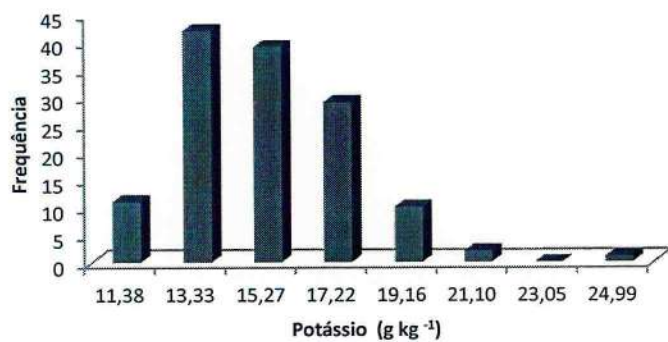
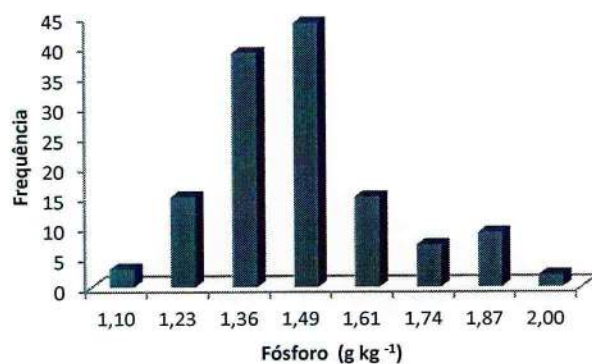
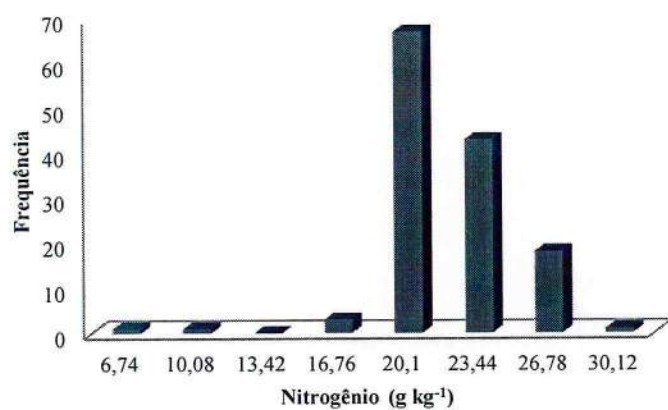


Figura 2: Distribuição de frequência dos teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará

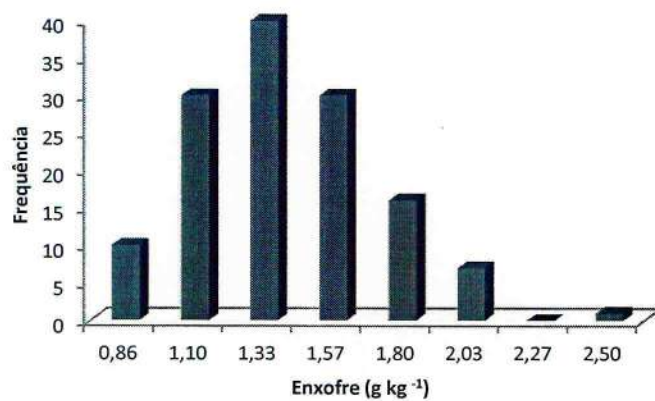
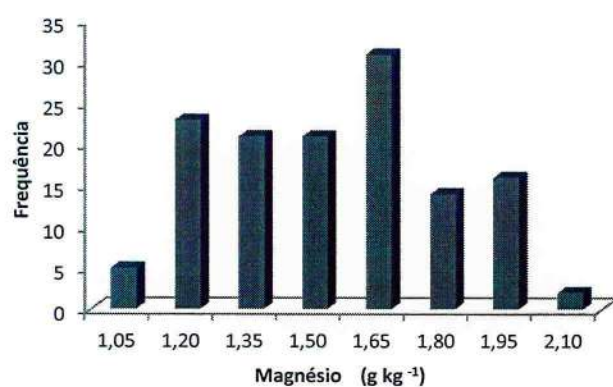
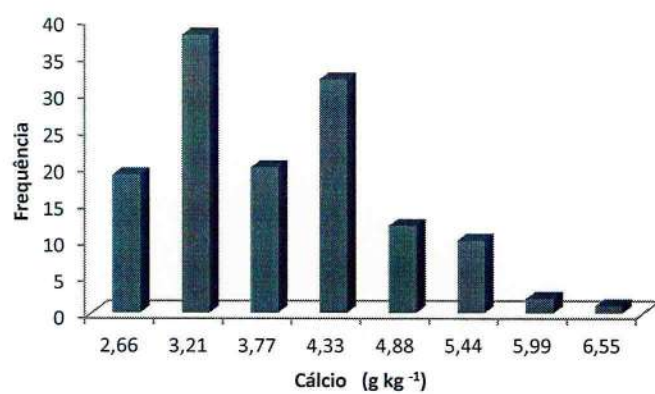


Figura 3: Distribuição de frequência dos teores foliares de cálcio, magnésio e enxofre em folhas de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará

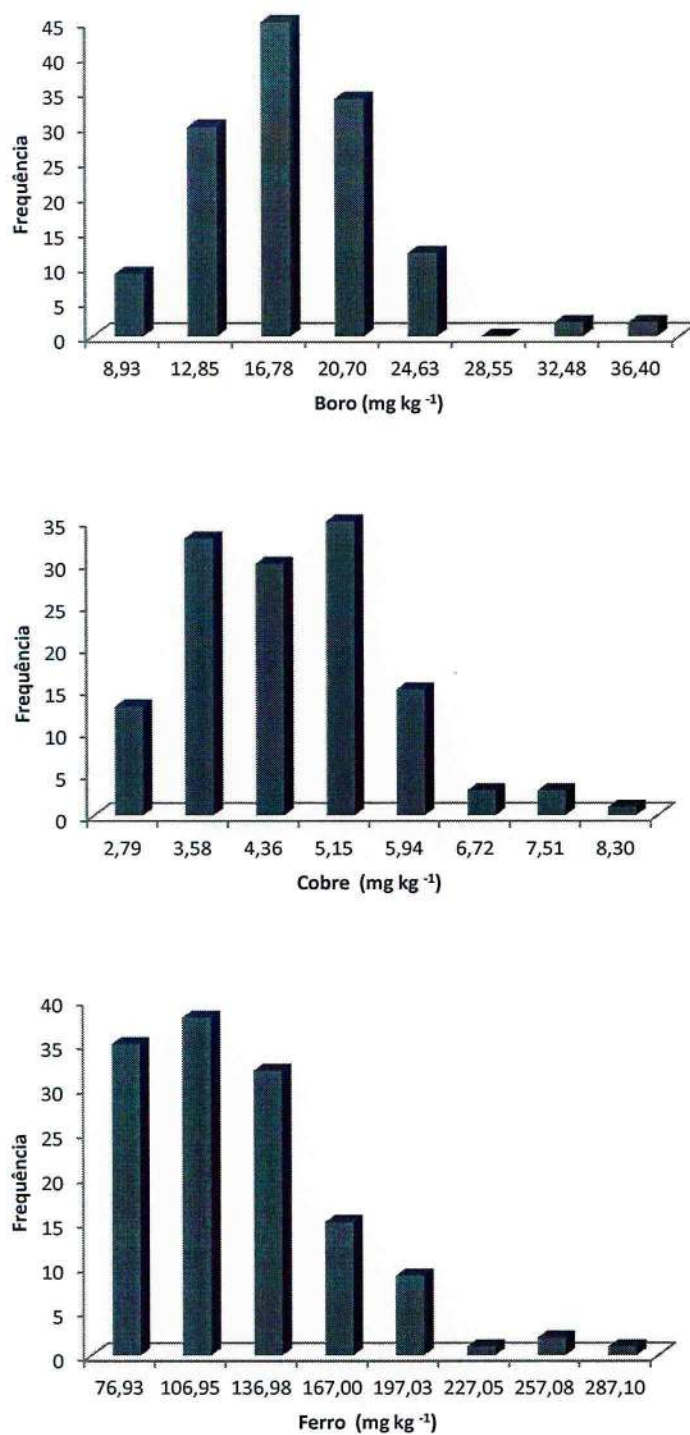


Figura 4: Distribuição de frequência dos teores foliares de boro, cobre e ferro em folhas de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará

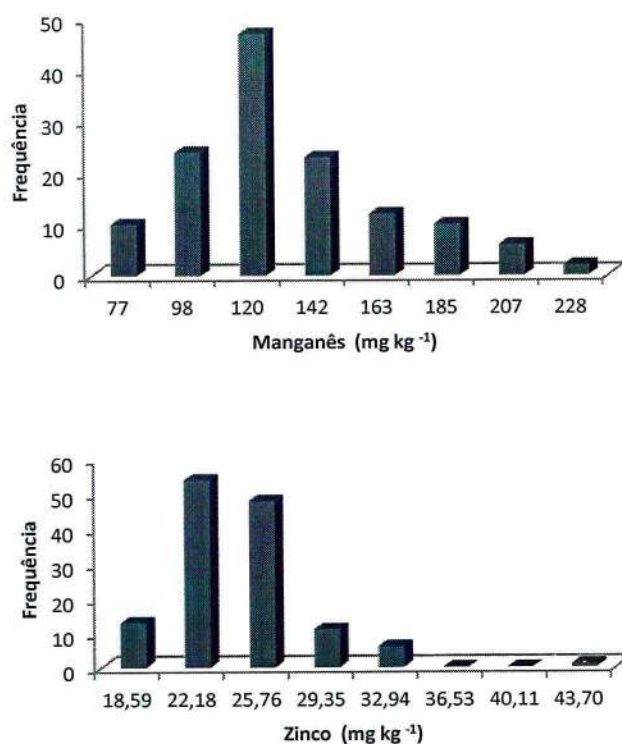


Figura 5: Distribuição de frequência dos teores foliares de manganês e zinco em folhas e coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará

Tabela 4: Estatística descritiva da produtividade do coqueiro (número de cocos por planta por ano), dos teores foliares de Macro e Micronutrientes.¹

Variável	Md	Med	Min	Max	s	CV	s ²	Curt	Assim
Nº coco planta ⁻¹ ano ⁻¹	109,46	112,84	9,83	147,91	29,24	26,71	855,39	1,85	-1,39
N (g kg ⁻¹)	20,14	19,89	3,40	30,1	3,08	15,29	9,49	7,62	-1,12
P (g kg ⁻¹)	1,40	1,38	0,97	2,00	0,18	12,86	0,03	1,02	0,91
K (g kg ⁻¹)	14,15	13,90	9,44	24,99	2,38	16,82	5,66	2,20	0,83
Ca (g kg ⁻¹)	3,59	3,50	2,10	6,55	0,90	25,07	0,81	-0,17	0,53
Mg (g kg ⁻¹)	1,45	1,40	0,90	2,10	0,24	16,55	0,06	-0,51	0,21
S (g kg ⁻¹)	1,27	1,20	0,63	2,50	0,31	24,41	0,09	0,67	0,58
B (mg kg ⁻¹)	15,71	15,14	5,00	36,40	5,11	32,53	26,11	2,31	0,95
Cu (MG kg ⁻¹)	4,19	4,10	2,00	8,30	1,23	29,36	1,51	0,71	0,64
Fe (MG kg ⁻¹)	109,48	99,70	46,9	287,1	45,03	41,13	2031,20	2,47	1,34
Mn (mg kg ⁻¹)	119,34	109,60	55,00	228,4	35,04	29,36	1218,17	0,50	0,86
Zn (MG kg ⁻¹)	22,69	22,15	15,00	43,70	4,08	17,98	16,69	7,02	1,90

¹ Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Valores médios (Md), medianos (Med), mínimo (Min), máximo (Max), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s²), coeficiente de curtose (Curt), coeficiente de assimetria. (Assim), de 134 talhões do (Total do banco de dados) na fazenda Sococo no município de Moju PA no período de 2001 a 2011.

A estatística descritiva para todo o banco de dados é apresentada na Tabela 4, em que foi possível observar a variabilidade dos resultados. Os maiores valores de desvio padrão, variância e coeficiente de variação foram encontrados nos teores foliares dos micronutrientes ferro, manganês e boro. Dias *et al.* (2013), em trabalho objetivando desenvolver normas DRIS multivariadas para o citros no Estado do Amazonas, também constataram que os maiores coeficientes de variação foram encontrados para os micronutrientes ferro e cobre (128,1 e 114,9%) respectivamente, em uma população de 120 áreas comerciais avaliadas. Para os demais nutrientes, a variabilidade observada nos teores foliares pode ser considerada adequada, conforme constatação de Nachtigall (2004), apresentando valores de desvio padrão, variância, coeficientes de variação, curtose e assimetria aceitáveis para o tipo de estudo proposto.

A concentração de N nas folhas de coqueiro híbrido, variou de 3,4 a 30,1 g kg⁻¹, a de P entre 0,97 e 2,00 g kg⁻¹, a de K entre 9,44 e 24,99 g kg⁻¹, a de Ca entre 2,10 e 6,55 g kg⁻¹, a de Mg entre 0,90 e 2,10 g kg⁻¹, a de S entre 0,63 e 2,50 g kg⁻¹, a de B entre 5,00 e 36,40 mg kg⁻¹, a de Cu entre 2,00 e 8,30 mg kg⁻¹, a de Fe entre 46,9 e 287,1 mg kg⁻¹, a de Mn entre 55 e 228,4 mg kg⁻¹ e a de Zn entre 15 e 43,70 mg kg⁻¹.

Comparando os resultados obtidos das médias dos teores indicados na Tabela 4, com os critérios de faixa de suficiência e nível crítico para a cultura do coqueiro, indicados na Tabela 5 (SILVA; FARIA 2001, HOLANDA *et al.* 2009; MAGAT 1989; SOBRAL 1998; SOCOCO), os macronutrientes P, K e Ca e os micronutrientes Fe, Mn e Zn situaram-se dentro da faixa de suficiência e ou nível crítico considerado adequado para a cultura do coqueiro híbrido, por todos os autores e pelo padrão de referência utilizado pela empresa SOCOCO, assim, com base nos valores médios deste nutrientes parece não haver deficiência nutricionais, por esses métodos de interpretação.

Para o nutriente N, o teor médio de 20,14 g kg⁻¹ situou-se na faixa adequada (HOLANDA *et al.*, 2009; MAGAT 1989), no entanto, para o padrão de referência da SOCOCO o valor médio de N esteve abaixo do nível crítico estabelecido.

O teor foliar médio de Mg (1,45 g kg⁻¹) esteve abaixo dos valores estabelecidos como padrão por todos os autores e pelo padrão da SOCOCO (Tabela 5) isso foi constatado em todas as amostras do banco de dados utilizado. Os teores médios de S também estiveram abaixo de todos os padrões de referência utilizados para a interpretação da diagnose foliar no coqueiro híbrido neste trabalho.

Para os micronutrientes B e Cu os valores das médias das concentrações foliares estiveram dentro da faixa de suficiência/nível crítico (SILVA; FARIA 2001; HOLANDA *ET*

AL 2009, MAGAT 1989; SOBRAL 1998, SOCOCO), porém, ambos os nutrientes estiveram abaixo do nível crítico estabelecido pela Empresa SOCOCO. Para o B um grande número de amostras se encontra fora deste padrão (Figura 4) e para o Cu todas as amostras se encontram abaixo do nível crítico (Figura 4).

Tabela 5: Níveis críticos foliares e faixa de suficiências para coqueiro híbrido, na folha de posição 14, de acordo com diferentes autores.

Nutriente	Silva e Faria 2001	Holanda et al 2009	Magat 1989	Sobral 1998	Sococo*
N (g kg ⁻¹)	22	20 - 22	20	22	22
P (g kg ⁻¹)	1,2	1,2 - 1,4	1,3	1,2	1,4
K (g kg ⁻¹)	14	14 - 15	11	14	14
Ca (g kg ⁻¹)	5,0	1,0 - 2,0	3,5		3,0
Mg (g kg ⁻¹)	2,0	2,0 - 2,4	3,3	2,0	2,2
S (g kg ⁻¹)	2,5		1,6	1,5	1,5
B (mg kg ⁻¹)	10	12			20
Cu (MG kg ⁻¹)	4,0				10
Fe (MG kg ⁻¹)	40	30			40
Mn (mg kg ⁻¹)	100				70
Zn (MG kg ⁻¹)	15	10			8

* Níveis críticos foliares adotados pela empresa Sococo.

A distribuição de frequência das produtividades de frutos de coqueiro híbrido, considerando os dados das safras 2001 a 2011 são apresentadas na Figura 6 e os resultados da análise estatística descritiva da produtividade agrícola na Tabela 6. As produtividades médias por safra variaram entre 89,56 e 120,27 frutos planta⁻¹ ano⁻¹, onde se observou que as maiores produtividades (máximas) ocorreram nas safras 2007 e 2009 e as menores (mínimas) nas safras 2002, 2006 e 2004. A produtividade mínima foi de 9,83 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ ocorrido na safra 2002 e a máxima de 147,91 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ na safra de 2009.

As diferenças de produtividade observadas ocorreram possivelmente em função das diferentes condições climáticas durante o período avaliado. A Tabela 1 apresenta os dados de precipitação pluviométrica das safras 2001 a 2011. Verifica-se que para a safra 2009, observou-se valor máximo de produtividade, sendo a precipitação média anual de 3.036 mm, já na safra 2002, constatou-se menor produtividade, e a precipitação média anual foi de 2502 mm. A alternância de produtividade é considerada um fator dependente, sobretudo dos volumes anuais de precipitação (CARR, 2011; MAHINDAPAPA; PINTO, 1991) uma vez que as demais fontes de variação como tratos culturais, dentre ele, o controle de pragas,

doenças e adubação, são realizados de forma padronizada para todos os talhões da propriedade.

Tabela 6: Estatística descritiva da produtividade do coqueiro (número de cocos por planta por ano), nas Unidades de Diagnose Foliar (UDFs) na fazenda Sococo no município de Moju PA no período de 2001 a 2011.

Safra	Md	Med	Min	Max	S	CV	S ²	Curt	Assim
2001	89,56b	96,49	32,14	110,99	25,15	28,08	632,9	3,08	-1,69
2002	107,98ab	123,46	9,83	137,06	39,18	36,28	1535,19	4,59	-2,19
2003	103 ab	109,02	42,98	116,85	21,81	21,17	475,76	8,26	-2,79
2004	102,52ab	122,9	25,07	137,24	41,07	40,06	1687,2	0,12	-1,25
2005	120,27 a	127,37	50,08	145,71	27,67	23	765,76	2,54	-1,71
2006	91,42 b	104,34	20,27	128,84	33,18	36,29	1101,13	0,53	-1,12
2007	117,42 a	128,2	55,05	147,14	27,41	23,34	751,45	1,04	-1,32
2008	119,8 a	135,46	70,38	143,58	24,1	20,11	580,98	-0,71	-0,8
2009	114,28 a	110,03	99,35	147,91	14,52	12,7	211,07	0,88	1,36
2011	115,48 a	112,28	38,86	144,7	24,48	21,19	599,68	5,5	-1,88

CV 25%

* Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

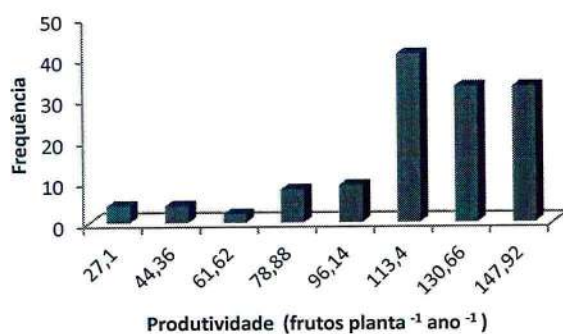


Figura 6: Distribuição de frequência da produtividade de frutos de coqueiro híbrido (frutos planta⁻¹ ano⁻¹) de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará

No tocante dos teores foliares das amostras utilizadas para compor o banco de dados (Tabela 7), os nutrientes que apresentaram maiores percentagens de amostras com teores abaixo dos níveis adequados adotados pela Empresa Sococo, foram o Mg e Cu (100%), B (80,6%), N (76,12%) e S (72,39%), enquanto os nutrientes que apresentaram amostras com teores foliares acima ou iguais aos níveis adequados foram o Fe (100%), Mn (95,52%) e Ca (68,66%). Para o elemento K as amostras encontram-se igualmente divididas sendo 50% das amostras com teores foliares dentro dos níveis adequados e 50% das amostras abaixo, já o elemento P (53,7%) estiveram abaixo do nível crítico foliar.

Tabela 7. Distribuição de frequência dos nutrientes obtida pela análise foliar de 134 amostras

Nutriente	Abaixo	Adequado*
	%/.....	
N (g kg ⁻¹)	76,12	23,88
P (g kg ⁻¹)	53,73	46,27
K (g kg ⁻¹)	50	50
Ca (g kg ⁻¹)	31,34	68,66
Mg (g kg ⁻¹)	100	0
S (g kg ⁻¹)	72,39	27,61
B (mg kg ⁻¹)	80,6	19,4
Cu (mg kg ⁻¹)	100	0
Fe (mg kg ⁻¹)	0	100
Mn (mg kg ⁻¹)	4,48	95,52
Zn (mg kg ⁻¹)	0	100

da Fazenda Sococo, no período de 2001 a 2011.

¹ Baseado nos níveis críticos foliares adotados pela empresa Sococo

*Teores maiores ou igual ao nível crítico

Com relação às amostras que apresentaram idade de plantio superior a 6 (seis) anos como pode ser observado na Figura 7, sendo considerado um dos principais fases fonológicas por ser a fase de produção, destacamos que as produtividades das áreas na maioria das amostras, apresentaram dados satisfatórios por se destacarem na produção acima de 96 frutos planta⁻¹ ano⁻¹ (Figura 6).

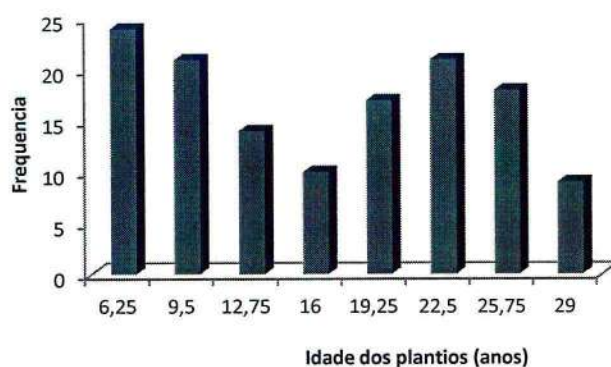


Figura 7: Distribuição de frequência das idades dos plantios de coqueiro de 134 amostras de UDFs na empresa Sococo, no município de Moju, Estado do Pará.

Já com relação à ocorrência do efeito da safra nas concentrações de nutrientes nas folhas de coqueiro híbrido, realizou-se comparações das médias das concentrações dos

nutrientes por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 8). A concentração da maioria dos nutrientes nas amostras foi influenciada pela safra de cultivo (Tabela 8), com exceção do Fe, os outros elementos apresentaram concentração na folha diferentemente do que ocorreu entre as safras 2001 e 2011. Para os macronutrientes N e K verificou-se maior amplitude entre as concentrações, cujos valores variaram entre 17,33 e 23,19 g kg⁻¹ e 11,90 e 17,05 g kg⁻¹ respectivamente, enquanto para os micronutrientes as maiores amplitudes entre as concentrações dos teores foliares foram verificadas no Mn e B, com os teores variando entre 81,44 e 141,4 mg kg⁻¹ e 10,6 e 20,34 mg kg⁻¹ respectivamente.

Para os nutrientes Fe, Mn e Zn não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as safras pelo teste de Tukey. Os demais nutrientes apresentaram diferença significativa pelo teste de médias. Deve-se destacar que os valores dos coeficientes de variação (CV) podem ser considerados baixo (NACHTIGALL, 2004), em função da natureza do tipo de avaliação, para os macronutrientes os valores encontrados estiveram sempre abaixo de 15%, e para os micronutrientes, com exceção do Fe, os demais tiveram os valores de CV sempre abaixo de 30%.

As diferenças verificadas na concentração dos nutrientes em função da safra podem ser atribuídas às variações de condições climáticas nas quais as plantas estiveram submetidas durante o período avaliado, que certamente influenciam na absorção dos nutrientes, com destaque para os valores de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar (Tabelas 1 e 2).

As adubações realizadas anualmente nos plantios da SOCOCO são recomendadas em função da avaliação do estado nutricional das plantas através da diagnose foliar. As fórmulas e doses utilizadas variam entre os talhões e entre as safras (APÊNDICES 2-8). Nesse sentido, as diferenças nas concentrações foliares de nutrientes observadas (Tabela 8) podem ter sido influenciadas pela variação entre fontes e doses quanto fornecimento de nutrientes pelas adubações anuais.

Tabela 8: Teores médios de nutrientes em folhas de coqueiro em função do ano (safra) de coleta na fazenda Sococo no município de Moju - PA.

Anos / safra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					 mg kg ⁻¹					
2001	18,01 a *	1,21 b	14,36 a	2,5 b	1,7 a	1,8 a	17,33 a	2,55 b	86,22 a	81,44 a	17,55 a
2002	20,51 a	1,36 b	16,99 a	2,97 b	1,68 a	1,14 b	15,4 a	3,88 ab	93,01 a	111,4 a	25,5 a
2003	18,62 a	1,49 ab	13,75 ab	4,57 a	1,56 a	1,49 ab	10,6 a	3,88 ab	148,33 a	113,4 a	21,4 a
2004	22,72 a	1,51 ab	14 ab	3,9 ab	1,64 a	0,93 b	11,78 a	3,09 ab	93,25 a	120,01 a	22,8 a
2005	17,33 a	1,33 b	12,04 ab	3,92 ab	1,4 a	1,43 ab	16 a	4,17 ab	105,9 a	124,4 a	22,9 a
2006	19,5 a	1,29 b	11,9 b	2,82 b	1,44 a	0,87 b	20,34 a	4,39 ab	116,5 a	136,8 a	24 a
2007	23,19 a	1,77 a	17,05 a	4,67 a	1,6 a	1,54 ab	15,9 a	3,37 ab	140,2 a	141,4 a	26,27 a
2008	19,87 a	1,36 b	15,66 ab	4,39 a	1,32 a	1,19 b	14,31 a	5,53 a	98,96 a	114,6 a	23,05 a
2009	22,03 a	1,25 b	14,21 ab	3,26 ab	1,35 a	1,40 a	14,52 a	4,42 ab	108,6 a	109,5 a	21,08 a
2011	18,43 a	1,36 b	12,12 ab	2,75 b	1,15 a	1,10 b	19,18 a	5,34 ab	98,37 a	120,7 a	20,9 a
CV (%)	9,01	6,74	10,91	13,69	12,77	13,57	27,38	21,22	38,86	27,63	15,62
Dms	5,90	0,30	4,97	1,58	0,6	0,55	13,90	2,86	137	106	11,42

* Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nas Tabelas 9 e 10 são observadas as estatísticas descritivas para as populações de alta produtividade (PAP) e de baixa produtividade (PBP), respectivamente. Para os valores médios de produtividade de frutos verificou-se que o coeficiente de variação (CV) mostrou-se menor no grupo de alta produtividade, em comparação ao grupo de baixa produtividade, com valores de 3,13 e 27,7 % respectivamente, o que indica menor amplitude dos dados de PBP para o grupo da PAP.

Os valores dos CVs obtidos para os teores foliares dos nutrientes tanto para o grupo de alta, quanto para o grupo de baixa produtividade ficaram abaixo de 35%, com exceção do elemento Fe, isso é importante pois resultará na geração de normas DRIS confiáveis, tendo em vista que, quanto menor o CV, menor será a amplitude dos valores dos teores foliares dos nutrientes, consequentemente, melhores estimativas de cálculo dos índices DRIS (WALWORTH; SUMMNER, 1987; ROCHA *et al.*, 2007; SANTANA *et al.*, 2008).

Tabela 9: Estatística descritiva da produtividade de macro e micro nutrientes do coqueiro (número de cocos por planta por ano),²

Variável	Md	Med	Min	Max	s	CV	s ²	Curt	Assim
Produtividade	136,7	137,3	130,74	147,14	4,28	3,13	18,33	1,57	0,78
N (g kg ⁻¹)	21,1	20,26	16,8	25,2	2,86	13,55	8,18	-1,47	0,154
P (g kg ⁻¹)	1,52	1,42	1,27	1,86	0,23	14,72	0,05	-1,65	0,36
K (g kg ⁻¹)	15,57	16,19	10,2	20,15	2,73	17,5	7,43	0,45	-0,73
Ca (g kg ⁻¹)	4,16	4,2	2,85	4,95	0,59	14,12	0,34	0,92	-0,75
Mg (g kg ⁻¹)	1,47	1,45	1,1	1,9	0,24	16,53	0,06	-0,94	0,24
S (g kg ⁻¹)	1,29	1,17	1	1,78	0,26	19,88	0,06	-1,17	0,53
B (MG kg ⁻¹)	15,8	15,5	9,19	22,49	3,98	25,22	15,88	-0,91	0,08
Cu (mg kg ⁻¹)	4,09	4,1	2,9	5,6	1,01	24,71	1,02	-1,52	0,29
Fe (MG kg ⁻¹)	124,76	121,9	62,5	189,8	37,09	29,73	1375	-0,43	0,33
Mn (mg kg ⁻¹)	109,52	109,65	70,3	157,2	20,24	18,48	408,58	2,06	0,36
Zn (MG kg ⁻¹)	22,9	22,2	19,9	27,1	2,21	9,65	0,49	-0,72	0,49

Tabela 10: Estatística descritiva da produtividade do coqueiro (número de cocos por planta por ano),³

Variável	Md	Med	Min	Max	s	CV	s ²	Curt	Assim
Nº coco/planta/ano	106	110,9	9,83	147,91	29,37	27,7	863	1,61	-1,31
N (g kg ⁻¹)	20,04	19,87	3,4	30,1	3,11	15,53	9,69	8,26	-1,24
P (g kg ⁻¹)	1,38	1,38	0,97	2	0,18	12,6	0,03	1,69	0,97
K (g kg ⁻¹)	13,97	13,78	9,44	24,99	2,3	16,44	5,27	3,46	1,08
Ca (g kg ⁻¹)	3,54	3,37	2,1	6,55	0,92	25,8	0,83	0,05	0,68
Mg (g kg ⁻¹)	1,45	1,4	0,9	2,1	0,25	17,31	0,06	-0,43	0,25
S (g kg ⁻¹)	1,26	1,2	0,63	2,5	0,32	25,37	0,1	0,76	0,61
B (mg kg ⁻¹)	15,67	15,11	5	36,4	5,27	33,62	27,76	2,33	0,99
Cu (mg kg ⁻¹)	4,21	4,15	2	8,3	1,26	29,98	1,59	0,7	0,62
Fe (mg kg ⁻¹)	108,28	97,55	46,9	287,1	45,85	42,34	2102,7	2,79	1,45
Mn (MG kg ⁻¹)	120,66	109,7	55	228,4	36,36	30,13	1322,4	0,24	0,79
Zn (mg kg ⁻¹)	22,66	22,1	15	43,7	4,27	18,86	18,27	6,5	1,89

² Teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Valores médios (Md), medianos (Med), mínimo (Min), máximo (Max), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s²), coeficiente de curtose (Curt), coeficiente de assimetria (Assim), de 15 talhões do grupo de alta produtividade (número de cocos por planta por ano > 130) na fazenda Sococo no município de Moju-PA no período de 2001 a 2011.

³ Dos teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Valores médios (Md), medianos (Med), mínimo (Min), máximo (Max), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV), variância (s²), coeficiente de curtose (Curt), coeficiente de assimetria (Assim), de 119 talhões do grupo de baixa produtividade (número de cocos por planta por ano < 130) na fazenda Sococo no município de Moju PA no período de 2001 a 2011

Com o objetivo de avaliar a ocorrência do efeito da população de alta produtividade (PAP) e de baixa produtividade (PBP) nas concentrações de nutrientes nas folhas de coqueiro híbrido, foram realizadas as comparações das médias das concentrações dos nutrientes por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados da análise estatística são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11: Teores médios⁴

População	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹						 mg kg ⁻¹				
PAP	21,1 ^{ns}	1,51 a	15,65 a	4,08 a	1,48 ^{ns}	1,28 ^{ns}	15,74 ^{ns}	4,06 ^{ns}	120,7 ^{ns}	108,8 ^{ns}	22,9 ^{ns}
PBP	20,01 ^{ns}	1,38 b	13,96 b	3,53 b	1,45 ^{ns}	1,26 ^{ns}	15,70 ^{ns}	4,20 ^{ns}	108 ^{ns}	120,6 ^{ns}	22,6 ^{ns}
CV (%)	17,53	12,87	16,45	24,68	17,15	24,72	32,65	29,48	41,16	29,31	18,07
Dms	2,22	0,10	1,24	0,47	0,13	0,17	2,74	0,66	24,06	18,68	2,19

* Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os teores foliares médios dos nutrientes P, K e Ca apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey entre as populações de alta e de baixa produtividade. Para os nutrientes Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn não foi observada diferenças entre as médias dos teores foliares entras em populações PAP e PBP. Os coeficientes de variação, obtidos para a concentração de nutrientes, com exceção dos nutrientes B e Fe, mostraram que os valores encontrados estiveram abaixo de 30%.

2.3.2 Estabelecimento das normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido

O valor médio de todas as relações entre os nutrientes, dois a dois, o desvio padrão, o coeficiente de variação, a variância para as relações entre nutrientes, o coeficiente de correlação entre a razão de cada par de nutrientes e a produtividade de frutos de coqueiro híbrido (NICK, 1998), e a razão entre variâncias das populações baixa e alta produtividade segundo LETZSCH, 1985; WALWORTH *et al* 1986, PAP, PBP, apresentados na Tabela 12.

⁴ De nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco em folhas de coqueiro em função da população de alta produtividade (PAP) e da população de baixa produtividade (PBP) na fazenda Sococo no município de Moju PA

Tabela 12: Normas DRIS ⁵

Relação	PAP					PBP					
	Média	DP	CV	sa ²	R	Média	DP	CV	sb ²	R	sb ² / sa ²
N/P	13,980	0,8836	6,32	0,7807	0,47	14,570	2,4779	17,00	6,1405	0,09	7,8653
P/N	0,072	0,0045	6,27	0,0000203	-0,47	0,072	0,0313	43,18	0,0010	-0,16	48,2078
N/K	1,380	0,2732	19,79	0,7807	-0,46	1,460	0,2852	19,53	0,0814	0,21	0,1042
K/N	0,750	0,1347	17,96	0,0181	0,47	0,730	0,3849	52,70	0,1482	-0,22	8,1856
N/Ca	5,260	0,9281	17,64	0,8613	-0,20	5,970	1,4781	24,76	2,1849	0,04	2,5367
Ca/N	0,190	0,0338	17,78	0,0011	0,22	0,186	0,1036	55,75	0,0107	-0,16	9,7591
N/Mg	14,350	1,8023	12,56	3,2484	-0,11	14,120	3,0589	21,66	9,3573	0,22	2,8806
Mg/N	0,070	0,0085	12,14	0,0001	0,09	0,076	0,0353	46,44	0,0012	-0,23	17,0959
N/S	16,910	3,3662	19,9	11,3319	-0,23	16,880	5,1893	30,74	26,9290	0,05	2,3764
S/N	0,061	0,0119	19,46	0,0001	-0,19	0,068	0,0434	63,85	0,0019	-0,18	13,3333
N/B	1,430	0,4448	31	0,1979	0,21	1,430	0,5844	40,86	0,3416	0,02	1,7261
B/N	0,760	0,2261	29,75	0,0511	-0,15	0,830	0,4040	49,00	0,1633	-0,11	3,1947
N/Cu	5,610	1,9392	34,56	3,7607	-0,21	5,240	1,9156	35,55	3,6695	-0,01	0,9757
Cu/N	0,200	0,0673	33,7	0,0045	0,20	0,220	0,1027	46,66	0,0105	-0,12	2,3420
N/Fe	0,192	0,0669	34,88	0,0044	0,30	0,220	0,0810	36,86	0,0066	-0,22	1,4950
Fe/N	5,720	1,6436	28,73	2,7017	-0,38	5,570	2,7460	49,28	7,5410	0,06	2,7912
N/Mn	0,200	0,0453	22,67	0,0020	-0,47	0,180	0,0555	30,84	0,0031	0,30	1,5410
Mn/N	5,230	1,1132	21,28	1,2393	0,50	6,460	4,4982	69,70	20,2341	-0,29	16,3270
N/Zn	0,927	0,1433	15,45	0,0205	-0,10	0,910	0,1928	21,30	0,0376	0,05	1,8328
Zn/N	1,100	0,1695	15,4	0,0287	0,15	1,190	0,5392	45,38	0,2907	-0,17	10,1222
P/K	0,099	0,0213	21,47	0,0000203	-0,54	0,101	0,0162	16,08	0,0003	-0,16	12,9985
K/P	10,500	2,1515	20,49	4,6293	0,56	10,160	1,7008	16,74	2,8928	-0,18	0,6249
P/Ca	0,376	0,0641	17	0,0041	-0,39	0,410	0,0833	20,30	0,0069	0,01	1,6847
Ca/P	2,720	0,4717	17,28	0,2225	0,38	2,540	0,5263	20,72	0,2770	-0,01	1,2449
P/Mg	1,027	0,1209	11,77	0,0146	-0,37	0,978	0,1900	19,43	0,0361	0,17	2,4733
Mg/P	0,980	0,1121	11,44	0,0125	0,35	1,062	0,2116	19,92	0,0448	-0,18	3,5812
P/S	1,200	0,1922	16,01	0,0369	0,10	1,160	0,3110	26,81	0,0967	0,02	2,6209
S/P	0,850	0,1305	15,35	0,0170	-0,07	0,927	0,2604	28,09	0,0678	-0,07	3,9859
P/B	0,102	0,0314	30,69	0,0010	0,10	0,099	0,0423	41,70	0,0017	-0,02	1,7230
B/P	10,630	3,1078	29,23	9,6586	-0,08	11,601	4,3240	38,13	19,5724	0,01	2,0264
P/Cu	0,403	0,1476	36,58	0,0218	-0,31	0,360	0,1248	34,70	0,0156	-0,06	0,7142
Cu/P	2,790	0,9437	33,83	0,8906	0,25	3,087	1,0246	32,86	1,0294	0,00	1,1559
P/Fe	0,014	0,0039	28,88	0,0000154	0,26	0,015	0,0053	36,00	0,0000270	-0,27	1,7521
Fe/P	78,950	19,3684	24,54	375,1373	-0,32	77,910	30,7570	39,47	945,9968	0,23	2,5217
P/Mn	0,014	0,0033	23,07	0,0000113	-0,58	0,012	0,0033	26,68	0,0000108	0,31	0,9633

⁵ De relação duais, média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), variância (s²), coeficiente de correlação entre a relação de cada par de nutrientes e a produtividade de frutos (R), para as relações entre nutrientes dois a dois das populações de alta produtividade (PAP) e população de baixa produtividade (PBP) e razão entre variâncias das populações de baixa e alta produtividade, na fazenda Sococo no município de Moju PA.

Mn/P	73,110	15,5680	21,29	242,3636	0,64	87,384	25,6567	29,36	658,2700	-0,39	2,7160
P/Zn	0,066	0,0095	14,33	0,0001	-0,33	0,062	0,0102	16,27	0,0001	-0,03	1,1268
Zn/P	15,370	2,1937	14,27	4,8127	0,34	16,450	2,8498	17,32	8,1218	-0,05	1,6876
K/Ca	3,900	0,8588	22	0,7375	0,27	4,170	1,1536	27,66	1,3308	-0,12	1,8045
Ca/K	0,270	0,0582	21,55	0,0033	-0,19	0,260	0,0675	25,96	0,0046	0,10	1,3788
K/Mg	10,700	2,1474	20,07	4,6115	0,39	9,820	2,0244	20,61	4,0985	0,03	0,8888
Mg/K	0,070	0,0045	6,43	0,0000203	-0,47	0,105	0,0212	20,15	0,0004	0,00	22,0690
K/S	12,640	3,1761	25,12	10,0880	0,57	11,570	2,9612	25,60	8,7688	-0,10	0,8692
S/K	0,084	0,0237	28,21	0,0006	-0,40	0,091	0,0224	24,61	0,0005	0,05	0,8954
K/B	1,070	0,3829	35,78	0,1466	0,45	1,000	0,4320	43,20	0,1867	-0,07	1,2732
B/K	1,059	0,4166	39,34	0,1736	-0,32	1,170	0,4966	42,45	0,2466	0,10	1,4206
K/Cu	4,100	1,2648	30,85	1,5998	0,05	3,650	1,3480	36,90	1,8172	-0,17	1,1359
Cu/K	0,271	0,1019	37,04	0,1470	0,03	0,310	0,1082	34,90	0,0117	0,06	0,0796
K/Fe	0,150	0,0597	39,8	0,0036	0,47	0,150	0,0636	42,40	0,0040	-0,34	1,1338
Fe/K	7,870	2,5605	32,53	6,5562	-0,57	7,978	3,7357	46,82	13,9557	0,23	2,1286
K/Mn	0,150	0,0367	24,46	0,0013	-0,08	0,125	0,0408	32,64	0,0017	0,15	1,2812
Mn/K	7,150	1,8326	25,63	3,3587	0,07	8,852	3,0816	34,81	9,4960	-0,24	2,8273
K/Zn	0,690	0,1265	18,34	0,0160	0,43	0,630	0,1301	20,65	0,0169	-0,17	1,0581
Zn/K	1,510	0,3269	21,65	0,1069	-0,26	1,657	0,3907	23,57	0,1526	0,09	1,4277
Ca/Mg	2,790	0,5118	18,34	0,2619	0,13	2,480	0,7015	28,28	0,4922	0,08	1,8792
Mg/Ca	0,370	0,0720	19,46	0,0052	-0,12	0,434	0,1239	25,55	0,0154	-0,15	2,9656
Ca/S	2,910	0,8425	28,95	0,7099	0,01	3,250	0,5831	17,94	0,3400	0,42	0,4789
S/Ca	0,376	0,1286	34,2	0,0165	-0,06	0,320	0,0554	17,32	0,0031	-0,47	0,1859
Ca/B	0,270	0,0850	31,48	0,0072	0,29	0,260	0,1356	52,13	0,0184	-0,04	2,5514
B/Ca	3,960	1,2808	32,34	1,6405	-0,31	4,820	2,2934	47,58	5,2997	-0,01	3,2305
Ca/Cu	1,070	0,3447	32,21	0,1188	-0,17	0,920	0,3533	38,40	0,1248	-0,08	1,0507
Cu/Ca	1,035	0,1019	37,04	0,1470	0,03	1,263	0,4081	39,43	0,2481	-0,02	1,6873
Ca/Fe	0,036	0,0115	31,94	0,0001	0,44	0,037	0,0154	41,56	0,0002	-0,24	1,7657
Fe/Ca	29,410	7,6672	26	58,7870	-0,57	31,889	14,2112	44,56	201,9600	0,20	3,4355
Ca/Mn	0,038	0,0090	23,78	0,0001	-0,27	0,031	0,0095	30,58	0,0001	0,29	1,0997
Mn/Ca	27,210	6,3987	23,51	40,9443	0,33	35,496	11,9355	33,62	142,4500	-0,19	3,4791
Ca/Zn	0,180	0,0238	13,22	0,0006	0,13	0,160	0,0386	24,14	0,0015	-0,05	2,6175
Zn/Ca	5,700	0,8089	14,19	0,6544	-0,13	6,717	1,7136	25,51	2,9367	-0,05	4,4876
Mg/S	1,180	0,2230	18,89	0,0497	0,29	1,215	0,3709	30,52	0,1375	-0,10	2,7672
S/Mg	0,870	0,1554	17,86	0,0242	-0,31	0,892	0,2440	27,35	0,0595	0,05	2,4631
Mg/B	0,100	0,0358	35,8	0,0013	0,20	0,105	0,0463	44,07	0,0021	-0,08	1,6734
B/Mg	11,060	4,0631	36,73	16,5093	-0,19	11,190	4,3695	39,00	19,0920	0,11	1,1564
Mg/Cu	0,390	0,1459	37,41	0,0013	-0,20	0,388	0,1690	43,55	0,0286	-0,16	22,3125
Cu/Mg	2,880	1,1000	38,19	1,2100	0,10	3,049	1,2460	40,86	1,5527	0,06	1,2832
Mg/Fe	0,013	0,0047	35,15	0,0000222	0,33	0,016	0,0054	42,05	0,0000425	-0,35	1,9144
Fe/Mg	81,450	23,0000	28,23	520,0790	-0,42	76,196	33,9060	44,49	1149,6400	0,25	2,2105
Mg/Mn	0,014	0,0031	22,07	0,0000096	-0,44	0,013	0,0050	37,99	0,0000248	0,14	2,5941
Mn/Mg	74,560	15,6734	21	245,6565	0,44	86,330	32,3206	37,43	1044,6200	-0,19	4,2524
Mg/Zn	0,065	0,0110	16,92	0,0001	-0,04	0,066	0,0163	24,62	0,0003	0,42	2,1901
Zn/Mg	15,760	2,7241	17,28	7,4211	0,03	16,040	4,0050	24,96	16,0390	0,10	2,1613
S/B	0,085	0,0226	26,58	0,0005	0,03	0,090	0,0394	43,53	0,0015	-0,05	3,0078
B/S	12,560	3,4858	27,75	12,1523	-0,08	13,310	6,5166	48,96	42,4660	0,02	3,4945

S/Cu	0,340	0,1306	38,41	0,0171	-0,38	0,333	0,1570	47,14	0,0247	-0,13	1,4461
Cu/S	3,340	1,1643	34,86	1,3558	0,24	3,533	1,3653	38,64	1,8641	-0,02	1,3749
S/Fe	0,011	0,0032	28,64	0,0000099	0,23	0,014	0,0063	46,54	0,0000401	-0,25	4,0352
Fe/S	93,510	20,5247	21,95	421,2643	-0,30	90,860	46,9330	51,65	2202,7100	0,19	5,2288
S/Mn	0,012	0,0032	26,24	0,0000101	-0,55	0,012	0,0054	46,89	0,0000297	0,11	2,9435
Mn/S	87,670	22,0100	25,1	484,4554	0,63	102,140	43,2700	42,36	1872,6250	-0,26	3,8654
S/Zn	0,055	0,0076	13,8	0,0001	-0,48	0,058	0,0190	32,80	0,0004	-0,08	6,2858
Zn/S	18,270	2,3828	13,04	5,6777	0,45	19,146	6,7198	35,00	45,4560	-0,02	8,0061
B/Cu	4,024	1,1374	28,27	1,2936	-0,47	4,089	2,0390	49,86	4,1575	-0,04	3,2139
Cu/B	0,270	0,0896	33,19	0,0080	0,39	0,297	0,1315	44,23	0,0173	-0,02	2,1557
B/Fe	0,144	0,0620	42,96	0,0038	0,08	0,166	0,0762	45,90	0,0058	-0,21	1,5157
Fe/B	8,065	3,0683	38,05	9,4147	-0,17	7,710	4,5144	58,55	20,3806	0,13	2,1648
B/Mn	0,151	0,0573	37,97	0,0033	-0,35	0,142	0,0663	46,65	0,0044	0,19	1,3384
Mn/B	7,360	2,3496	31,92	5,5207	0,60	8,602	3,9316	45,70	15,4576	-0,25	2,7999
B/Zn	0,688	0,1623	23,6	0,0263	-0,32	0,712	0,2610	36,65	0,0686	0,02	2,6033
Zn/B	1,530	0,3764	24,6	0,1417	0,31	1,611	0,6378	39,58	0,4067	-0,02	2,8705
Cu/Fe	0,038	0,0166	43,63	0,0003	0,27	0,045	0,0224	49,49	0,0005	-0,16	1,8280
Fe/Cu	32,390	16,4957	50,92	272,1083	-0,46	28,395	16,2931	57,38	265,4679	0,16	0,9756
Cu/Mn	0,039	0,0127	32,77	0,0002	-0,06	0,037	0,0134	35,90	0,0002	0,22	1,1275
Mn/Cu	28,410	9,1040	32	82,8800	0,18	31,347	14,8355	47,32	220,0930	-0,32	2,6556
Cu/Zn	0,180	0,0516	28,7	0,0027	0,14	0,190	0,0621	32,64	0,0039	-0,16	1,4511
Zn/Cu	5,990	1,6895	28,2	2,8544	-0,24	5,894	2,2100	37,49	4,8873	-0,11	1,7122
Fe/Mn	1,140	0,4226	37,07	0,1786	-0,56	0,977	0,5126	54,46	0,2628	0,31	1,4716
Mn/Fe	0,998	0,3767	37,74	0,1419	0,56	1,296	0,6286	48,50	0,3951	-0,45	2,7846
Fe/Zn	5,230	1,4560	27,84	2,1201	-0,48	4,891	2,1964	44,90	0,8243	0,19	0,3888
Zn/Fe	0,210	0,0705	33,57	0,0050	0,34	0,243	0,1051	43,25	0,0110	-0,27	2,2193
Mn/Zn	4,790	0,9901	20,67	0,9803	0,50	5,337	1,3865	25,97	1,9226	-0,43	1,9613
Zn/Mn	0,210	0,0513	24,44	0,0026	-0,32	0,199	0,0464	23,35	0,0022	0,34	0,8205

As normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido foram estabelecidas com base nas relações entre os nutrientes na população de alta produtividade (PAP). Das 110 relações entre os nutrientes obtidas (Tabela 12), 55 relações foram selecionadas para compor as normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido. As tabelas 13 e 14 apresentam as relações selecionadas na PAP com base nos critérios da maior razão de variância entre o grupo de baixa e o de alta produtividade (Valor “F”), e as relações selecionadas com base no critério de cálculo do coeficiente de correlação entre a produtividade e a relação entre os pares de nutrientes (Valor “R”) respectivamente.

Os critérios para a escolha da ordem da razão dos nutrientes (Valor F e Valor R), basearam-se em diferentes razões devido no qual diferenças entre os critérios, constatou-se que 56,36% das relações duais selecionadas (31 relações) foram concordantes (coincidentes) em ambos os métodos de seleção (Tabelas 13 e 14). Serra (2010), desenvolvendo normas para a cultura do algodoeiro, utilizando banco de dados de 108 lavouras comerciais na região Sul

do Mato Grosso, avaliando os mesmos critérios de seleção das relações, utilizados neste trabalho, (Valor F e Valor R), este autor, constatou que 56% das relações foram concordantes entre si, portanto, valores muito próximos aos encontrados neste trabalho

Os coeficientes de variação (CV) das relações selecionadas para compor as normas DRIS pelos critérios empregados, foram variáveis (Tabelas 13 e 14). Pelo critério do Valor F os valores variaram de 6,27% (P/N) a 43,63% (Cu/Fe), enquanto pelo critério do Valor R os valores dos CVs variaram de 6,32% (N/P) a 38,41% (S/Cu). Valores reduzidos de CV melhoram a confiabilidade dos dados e também das normas DRIS geradas (NACHTIGALL, 2004).

Os valores dos coeficientes de variação das relações entre os nutrientes das normas geradas neste trabalho podem ser considerados adequados, uma vez que a literatura destaca resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, inclusive valores de CV considerados elevados quando comparados aos desta pesquisa. Guindani *et al* (2009), desenvolveu normas DRIS para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul e encontraram valores de CV que variaram de 9,73% (N/P) a 109,86% (B/Mn); Silveira *et al* (2005) em trabalho com braquiária, visando desenvolver normas DRIS para essa cultura em São Paulo, avaliando os critérios do Valor F e Valor R encontraram CVs que variaram de 36,54 % (N/K) a 85,74% (Mg/Cu).

Para frutíferas perenes destaca-se o trabalho de Santana *et al.* (2008), cujo objetivo foi desenvolver normas DRIS para cultura da laranja no Estado de Goiás, empregando o critérios do Valor F, encontraram valores de CV que variaram de 19,25% (N/P) a 159,3 (Cu/Mn), além do trabalho de Santos *et al.*, (2004), que objetivou desenvolver normas DRIS para a cultura do coqueiro anão verde no Estado do Rio de Janeiro, encontrado valores de CVs que variaram de 5,8% (N/P) a 69,4% (Fe/B) nas relações selecionadas que compuseram as normas.

No tocante 55 relações selecionadas por meio do critério do Valor F, são apresentados os valores de média, desvio padrão, coeficiente de variação, variância, coeficiente de assimetria e o coeficiente de curtose (Tabela 13). Verificou-se que 14 relações (Cu/P; B/K; K/Cu; Fe/K; B/Ca; Cu/Ca; Mg/B; Mg/Cu; S/Cu; Fe/B; Mn/B; Cu/Fe; Mn/Fe e Zn/Fe) apresentaram CV acima de 30%, constatou-se ainda, que todas as relações onde isso aconteceu, verificou-se envolvimento de micronutrientes, com destaque para os elementos B, Cu e Fe, em decorrência dos maiores valores de CV no grupo de alta produtividade (Tabela 9) serem dos nutrientes B, Cu e Fe, com valores de CV de 25, 22, 24,71 e 29,73 % respectivamente, para os teores foliares.

E para as 55 relações selecionadas por meio do critério do Valor R, são apresentados os valores de média, desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de correlação entre a produtividade e a relação entre nutrientes dois a dois, coeficiente de assimetria e o coeficiente de curtose (Tabela 14). Verificou-se que 17 relações (N/Cu; P/B; P/Cu; K/B; K/Cu; Fe/K; S/Ca; B/Ca; Ca/Cu; Mg/B; Mg/Cu; S/Cu; Fe/B; Mn/B; Fe/Cu; Mn/Cu; Mn/Fe) apresentaram CV acima de 30%. Em 94,12% destas relações (16 relações) verificou-se envolvimento de micronutrientes, da mesma forma que o observado para o critério Valor F, em que os micronutrientes B, Cu e Fe estiveram, envolvidos em quase todas as relações onde se observou CV acima de 30%.

Pelo critério de seleção das relações duais utilizando o Valor R, a correlação entre as relações entre nutrientes e a produtividade apresentou valores em módulo mínimos de $R = 0,05$ (K/Cu) e máximo de $R = 0,64$ (Mn/P). Nachtigall; Dechen (2007), trabalhando com 70 pomares selecionados, desenvolvendo normas DRIS para a cultura da macieira no Rio Grande do Sul, encontraram valores em módulo mínimos de $R = 0,03$ (Mn/N) e máximo de $R = 0,44$ (B/Fe). Mourão Filho *et al.*, (2002), constataram valores mínimos de $R = 0,05$ (Mn/Cu) e máximo de $R = 0,83$ (Mg/Ca) ao estabelecerem normas DRIS em pomares comerciais de laranja Valência com dados coletados no período de 1994 a 1998, ao utilizarem o critério do Valor R para a seleção das relações diretas ou inversas, mostrando que os valores encontrados neste trabalho estão de acordo com os verificados na literatura.

Avaliando o efeito da normalidade das médias das relações entre os nutrientes dois a dois selecionadas, constatou-se que o conjunto de relações (normas DRIS) selecionadas pelo critério do Valor F (Tabela 13), apresentou em 10,9% do total de 55 selecionadas a seguinte sequência dual: B/K; Zn/K; B/Ca; Cu/Ca; B/S; Zn/Fe) e o coeficiente de assimetria maior que 1,0 (um), enquanto que pelo critério do Valor R (Tabela 12), destacou-se 5,45% do total de 55 selecionadas das relações duais do seguinte modo: B/Ca; B/S; Fe/Cu) coeficiente de assimetria maior que 1,0.

É importante que as normas DRIS selecionadas estejam baseadas em uma distribuição normal, caso contrário à média calculada para uma relação entre nutrientes (normas DRIS) pode diferir do verdadeiro valor obtido em uma lavoura de produtividade desejada (WALWORTH; SUMNER, 1987). Essa mesma preocupação com a normalidade dos dados das normas foi considerada por Rathfon; Burger (1991) e por Ramakrishna *et al.*, (2009), que selecionaram relações que apresentaram o coeficiente de assimetria menor que 1,0 com CV menor ou igual a 35%. A simetria é uma medida da forma de distribuição dos dados quanto à distribuição da curva normal (FREITAS *et al.*, 2008).

Tabela 13: Normas DRIS⁶

Relação	MMédia	DDP	CV	sa ²	Assi	Curt	Relação	Média	DP	CV	sa ²	Assi	Curt
P/N	0,072	0,005	6,27	0,000	- 0,01	- 0,91	Mg/Ca	0,370	0,072	19,46	0,005	0,86	1,22
K/N	0,750	0,135	17,96	0,018	- 0,27	- 0,66	Ca/S	2,910	0,843	28,95	0,710	0,31	-1,37
Ca/N	0,190	0,034	17,78	0,001	0,08	- 1,16	B/Ca	3,960	1,281	32,34	1,641	1,28	3,07
Mg/N	0,070	0,009	12,14	0,000	- 0,14	- 1,15	Cu/Ca	1,035	0,102	37,04	0,147	1,30	1,64
S/N	0,061	0,012	19,46	0,000	0,53	1,26	Fe/Ca	29,410	7,667	26	58,787	-0,01	-0,25
B/N	0,760	0,226	29,75	0,051	0,23	- 1,00	Mn/Ca	27,210	6,399	23,51	40,944	0,50	-0,56
Cu/N	0,200	0,067	33,7	0,005	0,10	- 1,74	Zn/Ca	5,700	0,809	14,19	0,654	0,76	0,07
Fe/N	5,720	1,644	28,73	2,702	- 0,31	- 0,98	Mg/S	1,180	0,223	18,89	0,050	0,81	0,68
Mn/N	5,230	1,113	21,28	1,239	- 0,00	- 1,07	Mg/B	0,100	0,036	35,8	0,001	0,47	-0,64
Zn/N	1,100	0,169	15,4	0,029	0,56	1,73	Mg/Cu	0,390	0,146	37,41	0,001	0,22	-1,54
P/K	0,099	0,021	21,47	0,000	0,45	- 1,32	Fe/Mg	81,450	23,000	28,23	520,079	-0,05	-0,06
P/Ca	0,376	0,064	17	0,004	0,08	- 1,33	Mn/Mg	74,560	15,673	21	245,657	-0,08	-1,57
Mg/P	0,980	0,112	11,44	0,013	- 0,05	0,12	Mg/Zn	0,065	0,011	16,92	0,000	0,12	-0,94
S/P	0,850	0,131	15,35	0,017	0,40	1,78	B/S	12,560	3,486	27,75	12,152	1,02	1,18
B/P	10,630	3,108	29,23	9,659	0,24	- 0,96	S/Cu	0,340	0,131	38,41	0,017	0,81	-0,34
Cu/P	2,790	0,944	33,83	0,891	- 0,06	- 1,78	Fe/S	93,510	20,525	21,95	421,264	-0,81	-0,38
Fe/P	78,950	19,368	24,54	375,137	- 0,40	- 1,06	Mn/S	87,670	22,010	25,1	484,455	0,33	0,03
Mn/P	73,110	15,568	21,29	242,364	- 0,26	- 1,31	Zn/S	18,270	2,383	13,04	5,678	-0,25	-1,32
Zn/P	15,370	2,194	14,27	4,813	0,18	- 0,64	B/Cu	4,024	1,137	28,27	1,294	0,57	1,83
K/Ca	3,900	0,859	22	0,738	0,52	- 0,25	Fe/B	8,065	3,068	38,05	9,415	0,43	0,31
Mg/K	0,070	0,005	6,43	0,000	- 0,01	- 0,91	Mn/B	7,360	2,350	31,92	5,521	0,49	0,45
S/K	0,084	0,024	28,21	0,001	0,99	0,70	Zn/B	1,530	0,376	24,6	0,142	0,92	1,06
B/K	1,059	0,417	39,34	0,174	1,15	1,23	Cu/Fe	0,038	0,017	43,63	0,000	0,33	-0,67
K/Cu	4,100	1,265	30,85	1,600	0,02	- 0,70	Mn/Cu	28,410	9,104	32	82,880	0,78	0,60
Fe/K	7,870	2,561	32,53	6,556	- 0,09	- 0,19	Zn/Cu	5,990	1,690	28,2	2,854	0,44	-0,42
Mn/K	7,150	1,833	25,63	3,359	0,84	0,78	Mn/Fe	0,998	0,377	37,74	0,142	0,49	-1,00
Zn/K	1,510	0,327	21,65	0,107	1,48	2,52	Zn/Fe	0,210	0,071	33,57	0,005	1,28	1,01
							Mn/Zn	4,790	0,990	20,67	0,980	0,26	1,85

* critério de seleção de relações baseado na maior razão entre as variâncias das populações de baixa e alta produtividade.

⁶Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), variância (s²), Coeficiente de assimetria (Assi) e Coeficiente de curtose (Curt) considerando o fator F* para as relações entre nutrientes na cultura do coqueiro, na fazenda Sococo no município de Moju PA, considerando a população de alta produtividade.

Tabela 14: Normas DRIS,⁷

Relação	Média	DP	CV	R	Assi	Curt	Relação	Média	DP	CV	R	Assi	Curt
N/P	13,980	0,8836	6,32	0,47	0,22	-0,78	Ca/Mg	2,790	0,5118	18,34	0,13	0,02	-0,74
K/N	0,750	0,1347	17,96	0,47	-0,27	-0,66	S/Ca	0,376	0,1286	34,20	-0,06	0,03	-1,39
Ca/N	0,190	0,0338	17,78	0,22	0,08	-1,16	B/Ca	3,960	1,2808	32,34	-0,31	1,28	3,07
N/Mg	14,350	1,8023	12,56	-0,11	0,45	-0,98	Ca/Cu	1,070	0,3447	32,21	-0,17	0,27	-0,38
N/S	16,910	3,3662	19,90	-0,23	0,81	1,29	Fe/Ca	29,410	7,6672	26,00	-0,57	-0,01	-0,25
N/B	1,430	0,4448	31,00	0,21	0,56	-1,05	Mn/Ca	27,210	6,3987	23,51	0,33	0,50	-0,56
N/Cu	5,610	1,9392	34,56	-0,21	0,26	-1,83	Ca/Zn	0,180	0,0238	13,22	0,13	-0,20	-0,37
Fe/N	5,720	1,6436	28,73	-0,38	-0,31	-0,98	S/Mg	0,870	0,1554	17,86	-0,31	0,14	0,10
Mn/N	5,230	1,1132	21,28	0,50	-0,03	-1,07	Mg/B	0,100	0,0358	35,80	0,20	0,47	-0,64
Zn/N	1,100	0,1695	15,40	0,15	0,56	1,73	Mg/Cu	0,390	0,1459	37,41	-0,20	0,22	-1,54
K/P	10,500	2,1515	20,49	0,56	-0,08	-1,52	Fe/Mg	81,450	23,0000	28,23	-0,42	-0,05	-0,06
P/Ca	0,376	0,0641	17,00	-0,39	0,08	-1,33	Mg/Mn	0,014	0,0031	22,07	-0,44	0,44	-1,36
P/Mg	1,027	0,1209	11,77	-0,37	0,60	-0,06	Mg/Zn	0,065	0,0110	16,92	-0,04	0,12	-0,94
P/S	1,200	0,1922	16,01	0,10	0,97	2,62	B/S	12,560	3,4858	27,75	-0,08	1,02	1,18
P/B	0,102	0,0314	30,69	0,10	0,65	-0,45	S/Cu	0,340	0,1306	38,41	-0,38	0,81	-0,34
P/Cu	0,403	0,1476	36,58	-0,31	0,65	-0,45	Fe/S	93,510	20,5247	21,95	-0,30	-0,81	-0,38
Fe/P	78,950	19,3684	24,54	-0,32	-0,40	-1,06	Mn/S	87,670	22,0100	25,10	0,63	0,33	0,02
Mn/P	73,110	15,5680	21,29	0,64	-0,26	-1,31	S/Zn	0,055	0,0076	13,80	-0,48	0,52	-1,11
Zn/P	15,370	2,1937	14,27	0,34	0,18	-0,64	B/Cu	4,024	1,1374	28,27	-0,47	0,57	1,83
K/Ca	3,900	0,8588	22,00	0,27	0,52	-0,25	Fe/B	8,065	3,0683	38,05	-0,17	0,43	0,31
Mg/K	0,070	0,0045	6,43	-0,47	-0,08	-0,91	Mn/B	7,360	2,3496	31,92	0,60	0,49	0,45
K/S	12,640	3,1761	25,12	0,57	-0,05	-1,02	B/Zn	0,688	0,1623	23,60	-0,32	0,58	1,11
K/B	1,070	0,3829	35,78	0,45	0,52	0,05	Fe/Cu	32,390	16,4957	50,92	-0,46	1,03	-0,13
K/Cu	4,100	1,2648	30,85	0,05	0,01	-0,7	Mn/Cu	28,410	9,1040	32,00	0,18	0,78	0,60
Fe/K	7,870	2,5605	32,53	-0,57	-0,09	-0,19	Zn/Cu	5,990	1,6895	28,20	-0,24	0,44	-0,42
K/Mn	0,150	0,0367	24,46	-0,08	0,57	0,76	Mn/Fe	0,998	0,3767	37,74	0,56	0,49	-1,00
K/Zn	0,690	0,1265	18,34	0,43	-0,42	0,36	Fe/Zn	5,230	1,4560	27,84	-0,48	-0,21	-0,71
							Mn/Zn	4,790	0,9901	20,67	0,50	0,26	0,49

* Critério de seleção de relações baseado no maior coeficiente de correlação entre a produtividade e a razão entre os nutrientes

Observou-se que a normalidade das relações selecionadas em função do fator F avaliadas pelo teste de Shapiro; Wilk, (1965) (Tabela 15) indicou que somente 9,0 % (5 relações de 55 selecionadas – Cu/N; Cu/P; Zn/K; Cu/Ca e Zn/Fe) não apresentaram distribuição normal. Para as relações selecionadas em função do fator R (Tabela 16) apenas 5,4 % (3 relações de 55 selecionadas – N/Cu; P/Cu e Fe/Cu) não apresentaram distribuição normal. Isso pode ser indicador de qualidade das normas geradas por ambos os critérios de seleção das razões entre os nutrientes.

⁷ Média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), coeficiente de correlação (R), Coeficiente de assimetria (Assi) e Coeficiente de curtose (Curt) considerando o fator R*, para as relações entre nutrientes na cultura do coqueiro, na fazenda Sococo no município de Moju PA, considerando a população de alta produtividade.

Destaca-se ainda, que para as 8 relações selecionadas por ambos os critérios de seleção (Fator F e Fator R) que não apresentaram distribuição normal, o nutriente Cu esteve presente em 6 relações (75%) indicando que este elemento apresenta forte tendência em comprometer a normalidade das relações duais entre os nutrientes. Verificou-se que em todas as relações entre nutrientes que não apresentaram normalidade (Tabelas 15 e 16) os CVs estiveram sempre acima de 30%, com exceção da relação Zn/K (CV 21,65%) conforme pode-se constatar nas Tabelas 13 e 14. Destaca-se a relação Fe/Cu que apresentou o maior CV (50,92%), este fato deve-se consequência dos teores deste nutriente apresentar alto valor de CV em seus teores individuais (Tabela 9).

Tem sido relativamente comum, a constatação de elevados valores de CV para as relações entre nutrientes que compõem as normas DRIS, isto foi verificado em vários trabalhos que visaram desenvolver padrões nutricionais. Aguiar (2004), em trabalho com desenvolvimento de normas DRIS para o capim Tanzânia (*Panicum Maximum*), utilizando dados coletados durante dois anos, em área sob irrigação em Piracicaba - SP, verificou elevados valores de CVs para algumas relações entre micronutrientes, Fe/Cu (50,%), Zn/Fe (54,9%), Cu/Fe (68,3%), Cu/Mn (56 %), Mn/Cu (60,5%) e B/Fe (82%), o mesmo autor atribui esses altos valores de CVs nas relações envolvendo micronutrientes à maior amplitude de variação dos teores individuais destes nutrientes.

Trabalho de Partelli (2004), estabelecendo normas DRIS em lavouras de café, cultivadas em dois diferentes sistemas, orgânico e convencional, também constatou altos valores de CVs nas relações envolvendo os micronutrientes Fe, Mn e Cu, indicando que estes nutrientes apresentaram maior variação em torno da média. Neste trabalho as normas geradas não foram submetidas a transformações, em razão do grande percentual de normalidade verificado no teste Shapiro – Wilk, verificando-se ainda, embasamento na literatura.

De acordo Politi *et al.*, (2013) comparando diagnósticos do estado nutricional de mangueira na região do Vale do São Francisco pelos métodos CND e DRIS, comparando normas com e sem transformação logarítmica, constataram que houve desempenho semelhante na avaliação do estado nutricional da mangueira utilizando normas com e sem transformação logarítmica.

Serra *at al.*, (2012) avaliando o estado nutricional do algodoeiro por meio do DRIS, também testaram dois conjuntos de normas, com e sem transformação das relações entre os nutrientes, e concluíram que os dois critérios para a seleção das normas foram eficientes em diagnosticar o estado nutricional das plantas, indicando ainda que a concordância entre os métodos na avaliação do estado nutricional esteve entre 92,59% e 100%.

Tabela 15: Teste de normalidade Shapiro - Wilk para as relações selecionadas em função do Fator F

Relação	Teste W	P-valor	Relação	Teste W	P-valor	Relação	Teste W	P-valor
P/N	0,97*	0,88	K/Ca	0,95*	0,58	Mn/Mg	0,91*	0,18
K/N	0,95*	0,65	Mg/K	0,97*	0,88	Mg/Zn	0,95*	0,53
Ca/N	0,94*	0,50	S/K	0,90*	0,12	B/S	0,90*	0,12
Mg/N	0,94*	0,47	B/K	0,90*	0,11	S/Cu	0,91*	0,14
S/N	0,97*	0,90	K/Cu	0,98*	0,99	Fe/S	0,90*	0,11
B/N	0,92*	0,22	Fe/K	0,96*	0,84	Mn/S	0,95*	0,61
Cu/N	0,87 ^{ns}	0,03	Mn/K	0,91*	0,18	Zn/S	0,92*	0,2
Fe/N	0,92*	0,41	Zn/K	0,87 ^{ns}	0,03	B/Cu	0,92*	0,23
Mn/N	0,96*	0,74	Mg/Ca	0,91*	0,14	Fe/B	0,94*	0,43
Zn/N	0,94*	0,48	Ca/S	0,91*	0,18	Mn/B	0,97*	0,86
P/K	0,96*	0,10	B/Ca	0,88*	0,06	Zn/B	0,90*	0,11
P/Ca	0,92*	0,25	Cu/Ca	0,87 ^{ns}	0,04	Cu/Fe	0,95*	0,65
Mg/P	0,95*	0,62	Fe/Ca	0,97*	0,94	Mn/Cu	0,95*	0,6
S/P	0,94*	0,50	Mn/Ca	0,92*	0,2	Zn/Cu	0,96*	0,81
B/P	0,96*	0,69	Zn/Ca	0,94*	0,42	Mn/Fe	0,90*	0,11
Cu/P	0,87 ^{ns}	0,04	Mg/S	0,94*	0,51	Zn/Fe	0,84 ^{ns}	0,01
Fe/P	0,93*	0,31	Mg/B	0,94*	0,49	Mn/Zn	0,95*	0,62
Mn/P	0,92*	0,25	Mg/Cu	0,90*	0,11			
Zn/P	0,98*	0,96	Fe/Mg	0,98*	0,99			

¹Teste de Shapiro – Wilk. * significativo a 5%. ^{ns} Não significativo

Tabela 16: Teste de normalidade Shapiro - Wilk para as relações selecionadas em função do Fator R

Relação	Teste W	P-valor	Relação	Teste W	P-valor	Relação	Teste W	P-valor
N/P	0,97*	0,86	K/Ca	0,95*	0,58	Mg/Mn	0,89*	0,08
K/N	0,95*	0,65	Mg/K	0,97*	0,88	Mg/Zn	0,95*	0,53
Ca/N	0,94*	0,5	K/S	0,98*	0,58	B/S	0,90*	0,12
N/MG	0,93*	0,28	K/B	0,96*	0,58	S/Cu	0,91*	0,14
N/S	0,95*	0,63	K/Cu	0,98*	0,99	Fe/S	0,90*	0,11
N/B	0,88*	0,064	Fe/K	0,96*	0,84	Mn/S	0,95*	0,86
N/Cu	0,85 ^{ns}	0,018	K/Mn	0,95*	0,55	S/Zn	0,90*	0,25
Fe/N	0,92*	0,41	K/Zn	0,97*	0,93	B/Cu	0,92*	0,23
Mn/N	0,96*	0,74	Ca/Mg	0,94*	0,47	Fe/B	0,94*	0,43
Zn/N	0,84*	0,48	S/Ca	0,93*	0,29	Mn/B	0,97*	0,86
K/P	0,92*	0,58	B/Ca	0,88*	0,06	B/Zn	0,93*	0,37
P/Ca	0,92*	0,25	Ca/Cu	0,96*	0,82	Fe/Cu	0,86 ^{ns}	0,02
P/MG	0,93*	0,29	Fe/Ca	0,97*	0,94	Mn/Cu	0,95*	0,60
P/S	0,91*	0,18	Mn/Ca	0,92*	0,20	Zn/Cu	0,96*	0,81
P/B	0,93*	0,36	Ca/Zn	0,97*	0,93	Mn/Fe	0,90*	0,11
P/Cu	0,84 ^{ns}	0,02	S/Mg	0,98*	0,98	Fe/Zn	0,96*	0,80
Fe/P	0,93*	0,31	Mg/B	0,94*	0,49	Mn/Zn	0,95*	0,62
Mn/P	0,92*	0,25	Mg/Cu	0,90*	0,11			
Zn/P	0,98*	0,96	Fe/Mg	0,98*	0,99			

¹Teste de Shapiro – Wilk. * significativo a 5%. ^{ns} Não significativo

2.4 CONCLUSÃO

1. Os micronutrientes Fe, Mn e B apresentaram a maior variabilidade no banco de dados.
2. Os teores foliares de Mg apresentaram-se abaixo dos níveis críticos foliares para todos o banco de dados
3. Foram estabelecidas normas DRIS foliares regionais para a cultura do coqueiro híbrido na região nordeste do Estado do Pará com base em 55 relações entre nutrientes.
4. Foram estabelecidos dois conjuntos de normas DRIS, com base nos critérios do valor F e do valor R, para a escolha da razão entre os nutrientes.
5. Os diferentes conjuntos de normas gerados, podem permitir a escolha do método que melhor se apropria para esta cultura com coqueiro híbrido, em futuros estudos como o método DRIS para esta cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R. N. S. Avaliação de parâmetros minerais e determinação das normas DRIS no capim Tanzânia. 2004. 160 f. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade de São Paulo. ESALQ. Piracicaba, SP.
- BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. **Soil Science Bulletin**, Pietermaritzburg, n. 1, 132 p., 1973.
- CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of coconut(*cocos nucifera*): a review. **Experimental Agriculture**. V. 47. P. 27-51. 2011
- CORRÊA, J. B; REIS JÚNIOR, R. dos A; CARVALHO, J. G; GUIMÃRAES, P. T. G. Avaliação da fertilidade do solo e do estado nutricional de cafeeiros do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.6, p.1279-1286, nov./dez. 2001.
- DALLEMOLE, D; LINS, P; SANTANA, A. C. Análise de investimento de coqueiral híbrido PB 121 para produção de coco seco. **Revista de Estudos Sociais** . ano 10. n.20, v.2, 2008.
- 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. **Ciência Agronômica**. v.44. n. 2. p. 000-000, 2013.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P; MOREIRA, A; GUIMARÃES, C. M. Foliar fertilization of crop plants. *Journal of Plant Nutrition*, v. 32, p. 1044-1064, 2009.
- FREITAS, R. de F. *et al*. Técnicas de análises exploratórias em dados de cultivares de alfafa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1531-1536, 2008.
- GUINDANI, R. H. P. DRIS para avaliação do estado nutricional do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. 94 p. (**Tese de Mestrado**).
- GUINDANI, R. R. H. P; ANGHINONI, I. & NACHTIGALL, G. R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:109-118, 2009.
- HOLANDA, J. S; OLIVEIRA M. T.; ESPÍNOLA, S. E.; DANTAS, T. B; Tecnologias para produção intensiva de coco anão. EMPARN, 2009, 40 p: (**Boletim de Pesquisa, n. 34**).

LETZSCH, W. S. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.16, p.339-347, 1985.

LINS, P. M. P; VIÉGAS, I. J. M, Adubação do coqueiro no Pará - Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 28 p. – (Embrapa Amazônia Oriental. (**Documentos**, 350). 2008.

LINS, P. M. P; NETO, J. T. F; MULLER, A. A. Avaliação de híbridos de coqueiro (*cocos nucifera* L.) para produção de frutos e de albúmen sólido fresco. *Revista Brasileira de Fruticultura*. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V.25, n.3, p.468 – 470, 2003

MAGAT, S. S; MARGATE, R. Z.: The Nutritional Deficiencies and Fertilization of Coconut in the Philippines. Philippine Coconut Authority, R & D Tech. (Report No. 2), Philippines (1989).

MAHINDAPALA, R; PINTO, J. L. J. G. **Coconut cultivation**. Lunuwila. Coconut Research Institute. 1991. 162 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MANCIOT, R. Instalação de uma plantação de coqueiros híbridos no Brasil. **Relatório de atividades** apresentado à SOCOCO, Moju-Pará, 98p., 1979.

MOHANDAS, S. Effect of NPK Fertilizer Levels on Mineral Nutrition and Yield of Hybrid (Tall x Dwarf) Coconut. **Madras Agricultural Journal**. v. 99, n.1-3, p. 87-91. 2012

NACHTIGALL, G. M. Sistema Integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no Sul do Brasil. USP/ESALQ, 2004. 141 p. (**Tese – Doutorado**). 2004.

NACHTIGALL, G.M.; DECHEN, A.R. Dris norms for evaluating the nutritional state of Apple tree. **Scientia Agrícola**. v. 64. n. 3. P. 282-287. 2007.

NICK, J. A. DRIS para cafeeiros podados. Piracicaba: USP/ESALQ, 1998. 86p. (**Dissertação - Mestrado**). 1998.

PARTELLI, F.L. Estabelecimento de normas DRIS e diagnóstico nutricional do cafeeiro conilon orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo. 2004. 109 f. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, RJ.

POLITI, L. S; FLORES, R. A; SILVA, 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**. v. 17., n.1, p. 11-18, 2013.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. 1 ed. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.

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 and Soil**, New York, v.316, p.107-116, 2009.

RATHFON, R. A; BURGER, J. A. Diagnosis and recommendation integrated system modifications for Frase Fir Christmas Trees. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, p.1026-1031, 1991.

RISCO, S. H. Situação fitossanitária da fazenda SOCÔCO durante o ano de 1999:Relatório de Consultoria. Moju, 1999. 17p.

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

SANTANA, J. das G; LEANDRO, W. M; NAVES, R. V; CUNHA, P. P. da. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, p.109-117, 2008.

SANTOS, A. L; MONNERAT, P. H; CARVALHO, A. J. C. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro anão verde na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.26. n. 2, p. 330-334, 2004.

SERRA, A. P. Normas e funções DRIS para avaliação do estado nutricional do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* latifolium). 150 f. **Tese (Doutorado)**. Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS. 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**. v. 36. P. 171- 181.2012.

SHAPIRO, S. S; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, p.591-611, 1965.

SILVA, D. J; FARIA, C. M. B; Amostragem foliar de coqueiros e distribuição de fertilizantes. Petrolina, PE: Embrapa Semi Árido, 2001. 2 p. (Embrapa Semi Árido, Instruções Técnicas 47).

SILVA, F. A. S. e; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance. In: 7th World Congress on Computers in Agriculture, 2009, Reno. Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture. St. Joseph: ASABE, 2009. v. CD-Rom. p.1-5

SILVEIRA, C. P; NACHTIGALL, G. R; MONTEIRO, F. A; Norms for the diagnosis and recommendation integrated system for signal grass. **Scientia Agrícola**. v. 62, n.6, p. 513-519, 2005.

SOBRAL, F. L. Nutrição e adubação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S; WARWICK, D. R. N; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa-SPI, 1998. p.129-157.

SUMNER, M. E. Preliminary NPK foliar diagnostic norms for wheat. **Communications in Soil Science Plant Analysis**, New York, v.8, n.2, p.149-167, 1977.

WADT, P. G. S. Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucaliptos. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123p. **(Tese de Doutorado)**.

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

3 CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA CULTURA DO COQUEIRO HÍBRIDO COM O USO DO ÍNDICE DRIS

RESUMO

A avaliação do estado nutricional de plantas através da diagnose foliar, como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) vem se destacando dos métodos tradicionais de interpretação dos resultados da análise de tecido vegetal. A partir do DRIS, são calculados índices que expressam o equilíbrio dos nutrientes numa planta, comparando-se relações na amostra a ser diagnosticada, com valores-padrão ou normas. Para o coqueiro, o acompanhamento nutricional por meio de análise foliar é apontado como método eficiente para a recomendação de adubação, e os resultados têm sido tradicionalmente interpretados com a utilização do critério do nível crítico e das faixas de suficiência. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional e estabelecer padrões nutricionais para a cultura do coqueiro híbrido no município de Moju, Pará, utilizando o método DRIS. O trabalho foi realizado na Fazenda SOCOCO no município de Moju PA. Utilizou-se para formar o banco de dados resultados de análise foliar e de produtividade de 134 observações referente ao período de 2001 a 2011. Para calcular os índices DRIS das 134 amostras de folhas utilizaram-se as normas DRIS estabelecidas no primeiro capítulo deste trabalho. Verificou-se deficiências mais frequentes para o elemento K, e possivelmente excessos para elemento Mg. A ordem de limitação nutricional, foi $K > P > Ca > Fe > N > S > B > Zn > Cu > Mn > Mg$. Os nutrientes Ca, K e Fe apresentam maior probabilidade de resposta positiva a adubação, já os nutrientes Mg, Cu e Mn, foram diagnosticados como os de maior probabilidade de resposta negativa a adubação. Verificou-se também que os nutrientes N e P são os que estão em melhor condição de equilíbrio nutricional. Foram ajustadas equações de regressão para a relação entre os teores de nutrientes em folhas de coqueiro híbrido e os respectivos índices DRIS, o que possibilitou estabelecer valores de referências nutricionais, com base no método DRIS.

Palavras chave: diagnose foliar, padrões de referência, índices DRIS

NUTRITIONAL ASSESSMENT OF THE CULTURE OF HYBRID COCONUT WITH THE USE OF DRIS INDEX

ABSTRACT

The assessment of the nutritional status of plants by leaf analysis as the Integrated System Diagnosis and Recommendation (DRIS) has been highlighting the traditional methods of interpreting the results of the analysis of plant tissue. From the DRIS indices expressing the balance of nutrients in a plant, comparing relationships in the sample being diagnosed with rules or default values are calculated. For the coconut, nutritional counseling through foliar analysis is touted as an efficient method for fertilizer recommendation, and the results have been traditionally interpreted using the criteria and the critical level of sufficiency ranges. The objective of this study was to evaluate the nutritional status and establish nutritional standards for the cultivation of hybrid coconut in the municipality of Moju, Pará, using the DRIS. Was used to form the database results of leaf analysis and productivity of 134 observations for the period 2001-2011. To calculate DRIS indices of 134 leaf samples were used DRIS norms established in the first chapter of this work. It was found for the most common deficiencies element K, and Mg possibly in excess element. The order of nutrient limitation, was $K > P > Ca > Fe > N > O > B > Zn > Cu > Mn > Mg$. The Ca, Fe and K nutrients are more likely to respond positively to fertilization, since the Mg, Cu and Mn nutrients, were diagnosed as having the greatest like lihood of negative response to fertilization. It was also found that N and P are the ones that are in the best position to nutritional balance. Regression equations for the relationship between the nutrient content in leaves of hybrid coconut and its DRIS indices, which allowed establishing nutrient reference values, based on DRIS were adjusted.

Key words: leaf analysis, Reference Standards, DRIS indices

3.1 INTRODUÇÃO

A avaliação do estado nutricional de plantas por meio de métodos de diagnose foliar, que relacionam teores de nutrientes entre si, como o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), vem se destacando em relação aos métodos tradicionais de interpretação individual dos teores de nutrientes no tecido vegetal, como o nível crítico e o da faixa de suficiência.

O diagnóstico nutricional elaborado a partir de resultados de análise de tecido vegetal, constitui-se um instrumento importante para detectar eventuais deficiências e auxiliar no processo de recomendação de fertilizantes. No caso da cultura do coqueiro, o acompanhamento do estado nutricional por meio de análises de tecido foliar foi apontado por Sobral; Santos (1987) como ferramenta auxiliar para a recomendação de adubação.

A cultura do coqueiro é considerada nutricionalmente exigente, e a quantidade de nutrientes que extrai do solo é uma vez que a planta se desenvolve de forma contínua, com ocorrência simultânea da floração, frutificação e maturação dos frutos (OHLER, 1999). O crescimento contínuo do coqueiro implica, segundo Sobral (2003), na remoção de grandes quantidades de nutrientes, os quais necessitam ser repostos por meio da aplicação de fertilizantes.

Segundo Rognon (1984), o conteúdo de nutrientes no tecido foliar de coqueiros pode variar em função da variedade da planta (gigante ou híbridos). Para interpretação dos resultados de análise foliar, os primeiros valores dos níveis críticos para o coqueiro foram obtidos pelo Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), na Costa do Marfim, comparando os resultados de vários experimentos de campo, baseando-se na relação entre as doses de nutrientes fornecidas aos solos, resposta das plantas em produtividade e composição mineral da cultura (MANCIOT *et al.*, 1980).

No caso específico dos plantios de coqueiro híbrido no Estado do Pará, os resultados das análises foliares têm sido tradicionalmente interpretados com a utilização do critério do nível crítico e das faixas de suficiência, havendo no entanto, uma grande desvantagem e fragilidade de assertividade, pois os valores de referência foram estabelecidos com resultados de pesquisas realizadas, principalmente, na década de 70 e 80, e com cultivares de diferentes potenciais produtivos o que pode gerar diagnósticos nutricionais equivocados.

Os métodos do nível crítico e faixa de suficiência são em geral, critérios mais utilizados para avaliação e interpretação do estado nutricional das plantas e têm sido aplicados em várias culturas, anuais ou perenes (PRADO *et al.*, 2008). No entanto, estudo conduzido

por Wadt (2009) indicou que o DRIS apresentou vantagem sobre os métodos convencionais (nível crítico ou faixas de suficiência) no diagnóstico nutricional das plantas, indicando que as relações bivariadas minimizaram os efeitos de concentração e, ou, diluição de matéria seca.

O método DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação) possibilita realizar o diagnóstico nutricional de uma planta e/ou lavoura, baseando-se no cálculo de índices para cada nutriente, avaliados em função da relação das razões dos teores de cada elemento com os demais, comparando-os, dois a dois, com outras relações-padrão, cuja composição mineral é obtida de uma população de plantas altamente produtivas.

A partir do DRIS, são calculados índices que expressam o equilíbrio relativo dos nutrientes numa planta, por meio da comparação de relações duais (N/P, P/K, K/Ca, Ca/Mg, etc.) na amostra a ser diagnosticada, com valores-padrão ou normas. Na interpretação dos índices DRIS, o índice negativo indica que o nutriente está abaixo do nível ótimo, o índice positivo indica que o nutriente está acima do nível ótimo, quando o índice DRIS de um nutriente é igual a zero, indica que este nutriente está em equilíbrio com os demais (BEAUFILS, 1973).

Umas das formas de apresentar os resultados do diagnóstico realizado por meio do método DRIS, é através da definição da ordem de limitação dos nutrientes, ordenando o nutriente com índice DRIS de menor valor (negativo) até aquele com maior valor (positivo). Neste caso, o primeiro nutriente ordenado corresponde ao nutriente diagnosticado como maior limitação por deficiência e seria demandado em maior quantidade pela planta e, o último nutriente, aquele que estaria em excesso. Nutrientes com índice DRIS próximos de zero, ou com valores iguais a zero, seriam considerados nutricionalmente equilibrados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional e estabelecer padrões nutricionais para a cultura do coqueiro híbrido no município de Moju, região nordeste do Estado Pará, utilizando o método DRIS.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda SOCOCO S/A, localizada no município de Moju no Estado do Pará. As coordenadas geográficas são 02° 07'00" e 48° de longitude W. A Fazenda SOCOCO está situada na região Amazônica, onde predominam solos pertencentes a classe dos Latossolos Amarelos, com formas de relevo predominantemente planas, com declives entre 0 e 4 %, altitude média de 30 m a nível do mar (MANCIOT, 1979). O clima da região enquadra-se no tipo Ami, segundo a classificação de Koppen, caracterizando-se como

clima tropical chuvoso, sem variação térmica estacional, apresentando anualmente um total pluviométrico médio de 2500 mm.

Utilizou-se resultados de análise foliar e de produtividade agrícola da Fazenda SOCOCO. O banco de dados foi composto com os resultados de análises foliares e de produtividade de 134 amostras, observações coletadas no período de 2001 a 2011. Este banco de dados foi dividido em duas sub-populações (PAP = População de Alta Produtividade e PBP = População de Baixa Produtividade), em função da produtividade de frutos (número de frutos por planta por ano).

As normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido foram estabelecidas com base nas concentrações foliares dos nutrientes da população de alta produtividade (PAP), e foram definidas no primeiro capítulo desta Tese. Optou-se por definir como população de alta produtividade (PAP) aquelas que apresentaram produtividade superior a 130 frutos planta⁻¹ ano⁻¹, conforme padrões de produtividade estabelecidos pela literatura (DALLEMOLE *et al.* 2008, LINS *et al.* 2003, MOHANDAS, 2012) assim, foram selecionadas 15 amostras/observações para formar a PAP (Tabela 17).

Foram calculadas todas as relações possíveis entre os nutrientes dois a dois (em sua forma direta e inversa), com suas respectivas médias, desvio padrão, coeficiente de variação e variância das amostras de folhas das safras 2001 a 2011. Os cálculos foram realizados para as populações de baixa produtividade e de alta produtividade, porém, as normas foram obtidas a partir das relações obtidas na população de alta produtividade.

A decisão de usar no cálculo das normas a relação direta ou inversa da razão de nutrientes foi feita pelo método da razão das variâncias, denominado de valor F, descrito por Letzsch (1985) e Walworth e Summer (1987). Esse critério consiste no cálculo da razão de variância das relações entre nutrientes da população de referência e de baixa produtividade, tanto na ordem direta como inversa e tem sido utilizado em diversos trabalhos com a metodologia DRIS. Foi selecionada a ordem da relação que apresentou maior razão de variância entre o grupo de alta e o de baixa produtividade.

Tabela 17: Normas DRIS,⁸

Relação	Média	DP	CV	Relação	Média	DP	CV
P/N	0,072	0,005	6,27	Mg/Ca	0,370	0,072	19,46
K/N	0,750	0,135	17,96	Ca/S	2,910	0,843	28,95
Ca/N	0,190	0,034	17,78	B/Ca	3,960	1,281	32,34
Mg/N	0,070	0,009	12,14	Cu/Ca	1,035	0,102	37,04
S/N	0,061	0,012	19,46	Fe/Ca	29,410	7,667	26
B/N	0,760	0,226	29,75	Mn/Ca	27,210	6,399	23,51
Cu/N	0,200	0,067	33,7	Zn/Ca	5,700	0,809	14,19
Fe/N	5,720	1,644	28,73	Mg/S	1,180	0,223	18,89
Mn/N	5,230	1,113	21,28	Mg/B	0,100	0,036	35,8
Zn/N	1,100	0,169	15,4	Mg/Cu	0,390	0,146	37,41
P/K	0,099	0,021	21,47	Fe/Mg	81,450	23,000	28,23
P/Ca	0,376	0,064	17	Mn/Mg	74,560	15,673	21
Mg/P	0,980	0,112	11,44	Mg/Zn	0,065	0,011	16,92
S/P	0,850	0,131	15,35	B/S	12,560	3,486	27,75
B/P	10,630	3,108	29,23	S/Cu	0,340	0,131	38,41
Cu/P	2,790	0,944	33,83	Fe/S	93,510	20,525	21,95
Fe/P	78,950	19,368	24,54	Mn/S	87,670	22,010	25,1
Mn/P	73,110	15,568	21,29	Zn/S	18,270	2,383	13,04
Zn/P	15,370	2,194	14,27	B/Cu	4,024	1,137	28,27
K/Ca	3,900	0,859	22	Fe/B	8,065	3,068	38,05
Mg/K	0,070	0,005	6,43	Mn/B	7,360	2,350	31,92
S/K	0,084	0,024	28,21	Zn/B	1,530	0,376	24,6
B/K	1,059	0,417	39,34	Cu/Fe	0,038	0,017	43,63
K/Cu	4,100	1,265	30,85	Mn/Cu	28,410	9,104	32
Fe/K	7,870	2,561	32,53	Zn/Cu	5,990	1,690	28,2
Mn/K	7,150	1,833	25,63	Mn/Fe	0,998	0,377	37,74
Zn/K	1,510	0,327	21,65	Zn/Fe	0,210	0,071	33,57
				Mn/Zn	4,790	0,990	20,67

Para calcular os índices DRIS das 134 amostras de folhas utilizaram-se as normas DRIS estabelecidas no primeiro capítulo deste trabalho, as quais estão apresentadas na Tabela 17. O cálculo do índice DRIS para cada nutriente foi realizado utilizando a fórmula descrita por Costa (1995):

⁸ média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), considerando o fator F para as relações entre nutrientes na cultura do coqueiro, na fazenda Sococo no município de Moju PA, considerando a população de alta produtividade.

$$\text{Índice DRIS } X = \frac{f\left(\frac{X}{A}\right) + f\left(\frac{X}{B}\right) + \dots + f\left(\frac{X}{N}\right) - f\left(\frac{A}{X}\right) - f\left(\frac{B}{X}\right) - \dots - f\left(\frac{N}{X}\right)}{z}$$

Em que:

X = nutriente em estudo

A, B, C...N = nutrientes que aparecem no numerador ou denominador das relações com o elemento X

z = número de funções envolvidas no cálculo do índice

Para o cálculo das funções intermediárias (relações entre nutrientes) empregou-se a fórmula proposta por Jones (1981):

$$f\left(\frac{X}{A}\right) = \frac{[M\left(\frac{X}{A}\right) - m\left(\frac{x}{a}\right)] \cdot k}{s\left(\frac{x}{a}\right)}$$

Em que:

M (X/A) = valor da relação nutricional X/A na população em estudo.

m (X/A) = valor da relação nutricional X/A na população de referência.

s (X/A) = desvio padrão da relação nutricional na população de referência.

k = constante de sensibilidade, adotada como um fator de escala para facilitar a leitura dos índices DRIS em valores inteiros, foi adotado arbitrariamente o valor 10.

Foi calculado o índice de balanço nutricional – IBN através do somatório, em módulo, de todos os índices envolvidos através da seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{IBN} = & [I \text{ DRIS } N] + [I \text{ DRIS } P] + [I \text{ DRIS } K] + [I \text{ DRIS } Ca] + [I \text{ DRIS } Mg] \\ & + [I \text{ DRIS } S] + [I \text{ DRIS } B] + [I \text{ DRIS } Cu] + [I \text{ DRIS } Fe] + [I \text{ DRIS } Mn] \\ & + [I \text{ DRIS } Zn] \end{aligned}$$

O cálculo do índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi realizado dividido pelo número de nutrientes que foi igual a 11.

O índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi calculado pela média aritmética do somatório dos valores absolutos dos índices nutricionais gerados para cada amostra

$$\begin{aligned} \text{IBNm} = & ([I \text{ DRIS } N] + [I \text{ DRIS } P] + [I \text{ DRIS } K] + [I \text{ DRIS } Ca] + [I \text{ DRIS } Mg] \\ & + [I \text{ DRIS } S] + [I \text{ DRIS } B] + [I \text{ DRIS } Cu] + [I \text{ DRIS } Fe] + [I \text{ DRIS } Mn] \\ & + [I \text{ DRIS } Zn])/11 \end{aligned}$$

Para elaboração dos diagnósticos nutricionais realizou-se a interpretação dos índices DRIS, obtidos para cada nutriente nas 134 amostras. Empregou-se primeiramente o procedimento padrão proposto por Beufils (1973), em que determinou-se a ordem pela qual os nutrientes estão limitando a produção, com base na observação dos índices DRIS mais negativos e mais positivos. Além de procedimento padrão, também foi feita interpretação baseada no procedimento proposto por Leandro (1998). Para este autor, a interpretação é feita considerando-se a percentagem de ocorrência de limitação total, avaliando-se todas as variáveis com índices negativos de cada amostra. A percentagem de ocorrência de limitação total, neste trabalho, seria equivalente à classe baixa das faixas de concentração. Obteve-se, também, a percentagem de ocorrência na primeira, segunda e terceira ordem, que correspondem ao primeiro, segundo, e terceiro índice mais negativo, respectivamente, em cada amostra.

O banco de dados foi agrupado em 6 categorias, considerando-se como critério de agrupamento o número de frutos por planta por ano: < 50; 51 – 70; 71 – 90; 91 – 110; 110 – 130 e > 130. Calculou-se o índice DRIS médio para os nutrientes, o IBN e definiu-se a ordem de limitação nutricional com base na interpretação direta (índice negativo, índice igual a zero e índice positivo).

Posteriormente, a determinação dos índices DRIS de cada nutriente, do IBN e do IBNm, realizou-se a interpretação dos índices DRIS através do método do Potencial de Resposta a Adubação (PRA) metodologia descrita de acordo com (WADT, 2009). Sendo os nutrientes classificados em cinco categorias quanto ao potencial de resposta adubação:

- I. Alta probabilidade de resposta positiva (APRP) - alta probabilidade de insuficiência nutricional: pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi negativo, sendo o nutriente de menor índice DRIS e cujo módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm;
- II. Média probabilidade de resposta positiva (MPRP) - baixa probabilidade de insuficiência nutricional : pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi negativo e cujo módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm, excluindo-se aqueles nutrientes cujo índice DRIS tenha sido o de menor valor;
- III. Equilibrado (PRN) - pomares cujo valor do módulo do índice DRIS de um dado nutriente tenha sido menor que o IBNm;
- IV. Média probabilidade de resposta negativa (MPRN) - baixa probabilidade de excesso nutricional: pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi positivo e cujo

módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm, excluindo-se aqueles nutrientes cujo índice DRIS tenha sido o de maior valor; e

V. Alta probabilidade de resposta negativa (APRN) - alta probabilidade de excesso nutricional pomares cujo valor do índice DRIS de um dado nutriente foi positivo, sendo o nutriente de maior índice DRIS e cujo módulo do índice DRIS foi maior que o IBNm.

Realizou-se análise da frequência dos nutrientes quanto ao estado nutricional, quantificando-se o número de amostras dos talhões de coqueiros avaliados, para cada nutriente, com um dos cinco possíveis estados nutricionais: alta probabilidade de resposta positiva (APRP), média probabilidade de resposta positiva (MPRP), equilibrado (PRN), média probabilidade de resposta negativa (MPRN) e alta probabilidade de resposta negativa (APRN). Para maior síntese, as classes APRP e MPRP foram agrupadas e denominadas de Limitante por falta, as classes APRN e MPRN foram agrupadas e denominadas de Limitante por excesso e a classe de PRN foi renomeada como não limitante

Análise de regressão foi utilizada para estabelecer modelos entre os índices DRIS e os teores foliares de nutrientes. Levando-se em consideração que a planta está equilibrada nutricionalmente quando os valores dos índices DRIS estão mais próximos de zero (WALWORTH; SUMNER, 1987), estabeleceu-se graficamente as concentrações dos nutrientes na folha equivalente a esse ponto de equilíbrio nutricional. Todos os modelos selecionados apresentaram comportamento linear. Realizou-se também a análise de regressão entre o Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produtividade agrícola. A Correlação de Pearson foi realizada empregada para determinar respectivamente a significância entre os índices DRIS e os teores foliares dos nutrientes

Como valores nulos (iguais a zero) dos índices DRIS caracterizam uma condição de equilíbrio nutricional, uma vez que os valores dos índices refletem os desvios padronizados em relação aos valores de referência, estimaram-se os teores ótimos de nutrientes por meio do ajuste de modelos estatísticos ao relacionamento entre índices DRIS e teores foliares de nutrientes, na subpopulação de alta produtividade. Dessa forma, os teores de nutrientes associados a valores de índices DRIS nulos corresponderam aos teores ótimos estimados em estudos de Wadt *et al.*, (1998), Silva (2001), Reis Júnior *et al.* (2002), Reis Júnior; Monnerat (2003) e Kurihara (2004). Os limites inferior e superior da faixa ótima foram considerados como as concentrações dos nutrientes estimadas quando os índices DRIS corresponderam ao seu valor nulo $\pm 2/3$ desvio-padrão (Faixas de Beaufils) na população de referência, conforme Kurihara (2004).

Os cálculos relacionados o obtenção das normas DRIS, dos índices DRIS, do IBN e IBNm, foram realizados por meio de planilhas eletrônicas do software Microsoft Excel®, as análises de regressão foram realizadas por meio do software Assistat® (SILVA; AZXEVEDO, 2009).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Interpretação dos índices DRIS

Nas Tabelas 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27 estão apresentados os índices DRIS, os valores do IBN e a ordem de limitação dos nutrientes para cada nutriente, de cada observação. Optou-se por apresentar esses valores para cada safra de forma individualizada, pois isso possibilitou a verificação detalhada das limitações e excessos nutricionais em cada ano do período avaliado. De maneira geral, verificou-se deficiências mais frequentes de K, constatando-se valores negativos dos índices DRIS para esse nutriente, em contrapartida, verificou-se a ocorrência de elevados valores positivos de índice DRIS para o Mg, possivelmente resultando em limitação por excesso. E com relação aos melhores IBNs (valores próximos de zero) foram encontrados nas amostras de número: 16; 31; 43; 77; 78; 88; 89; 90; 91; 93 e 109, correspondendo as maiores produtividades alcançadas, apresentando deste modo o reflexo dos melhores condições de balanço nutricional.

Tabela 18: Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jones (1981).⁹

Safra	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2001	1	106,90	-1	-13	-10	-16	33	23	16	-3	-5	-11	-11	143	Ca>P>Mn=Zn>K>Fe>Cu>N>B>S>Mg
2001	2	94,72	-3	-11	-6	-18	20	24	10	6	0	-13	-8	120	Ca>Mn>P>Zn>K>N>Fe>Cu>B>Mg>S
2001	3	110,25	-4	-5	-10	-16	28	20	9	-22	24	-14	-12	164	Cu>Ca>Mn>Zn>K>P>N>B>S>Fe>Mg
2001	4	110,99	1	1	-3	-18	26	26	10	-20	-11	-10	-2	126	Cu>Ca>Fe>Mn>K>Zn>N>P>B>S>Mg
2001	5	78,34	-2	-6	-4	-29	31	27	8	-1	1	-17	-7	133	Ca>Mn>Zn>P>K>N>Cu>Fe>B>S>Mg
2001	6	101,76	3	-4	2	-16	27	25	8	-19	-12	-5	-8	128	Cu>Ca>Fe>Zn>Mn>P>K>N>B>S>Mg
2001	7	96,49	3	-6	-2	-19	31	28	6	-1	-19	-8	-13	135	Ca=Fe>Zn>Mn>P>K>Cu>N>B>S>Mg
2001	8	74,43	0	-9	-2	-5	23	28	17	-24	-17	-10	-1	136	Cu>Fe>Mn>P>Ca>K>Zn>N>B>Mg>S
2001	9	32,14	-17	-18	-16	-18	44	18	9	-32	-17	43	3	236	Cu>P=Ca>N=Fe>K>Zn>B>S>Mn>Mg

⁹ Utilizando o critério de seleção de normas Fator F, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2001.

Tabela 19: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, método de Jone (1981),¹⁰

Safr	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2002	10	122,79	0	-9	0	-16	7	-2	6	21	0	-2	-6	69	Ca>P>Zn>S=Mn>N=K=Fe>B>Mg>Cu
2002	11	124,40	2	-2	5	-24	16	-2	-5	7	2	-2	4	72	Ca>B>P=S=Mn>N=Fe>Zn>K>Cu>Mg
2002	12	114,57	-1	0	-3	-23	26	-5	2	-3	-1	3	4	70	Ca>S>K=Cu>N=Fe>P>B>Mn>Zn>Mg
2002	13	122,30	1	-10	-17	-1	31	-2	-12	0	0	7	3	85	K>B>P>S>Ca>Cu=Fe>N>Zn>Mn>Mg
2002	14	126,48	3	-1	-4	-13	20	-15	15	-8	7	-10	6	102	S>Ca>Mn>Cu>K>P>N>Zn>Fe>B>Mg
2002	15	124,13	2	-8	9	-33	16	-2	-16	12	-3	7	15	124	Ca>B>P>Fe>S>N>Mn>K>Zn>Cu>Mg
2002	16	137,07	4	-1	0	-11	19	0	1	0	-16	-1	5	58	Fe>Ca>P=Mn>K=S=Cu>B>N>Zn>Mg
2002	17	129,47	0	-6	6	-18	9	0	6	-2	-8	-6	18	80	Ca>Fe>P=Mn>Cu>N=S>K=B>Mg>Zn
2002	18	68,79	-6	-6	-5	-21	11	-10	8	1	-30	30	27	156	Fe>Ca>S>N>P>K>Cu>B>Mg>Zn>Mn
2002	19	9,84	2	-4	6	-18	17	-8	0	-12	-25	6	35	133	Fe>Ca>Cu>S>P>B>N>K=Mn>Mg>Zn

Tabela 20: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981)¹¹,

Safr	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2003	20	116,86	-10	-6	-19	6	25	11	-5	3	9	-7	-7	107	K>N>Zn=Mn>P>B>Cu>Ca>Fe>S>Mg
2003	21	114,07	-15	0	-18	13	14	7	0	1	8	-4	-6	87	K>N>Zn>Mn>B>P>Cu>S>Fe>Ca>Mg
2003	22	115,05	-6	3	-15	22	27	-1	-35	-10	5	7	3	135	B>K>Cu>N>S>P>Zn>Fe>Mn>Ca>Mg
2003	23	113,98	-14	-1	-19	12	26	14	-26	-1	1	0	7	121	B>K>N>P=Cu>Mn>Fe>Zn>Ca>S>Mg
2003	24	111,23	-12	4	-21	5	32	14	-16	-5	17	-10	-8	144	K>B>N>Mn>Zn>Cu>P>Ca>S>Fe>Mg
2003	25	102,62	0	2	-10	1	15	10	-14	5	-5	-3	-1	64	B>K>Fe>Mn>Zn>N>Ca>P>Cu>S>Mg
2003	26	106,22	-10	-3	-21	2	7	1	-5	-3	41	-1	-7	102	K>N>Zn>B>P=Cu>Mn>S>Ca>Mg>Fe
2003	27	100,27	-3	2	-4	0	4	6	-19	10	-7	0	12	67	B>Fe>K>N>Ca=Mn>P>Mg>S>Cu>Zn
2003	28	106,81	-6	-2	2	6	-9	10	-21	-17	7	34	-4	119	B>Cu>Mg>N>Zn>P>K>Ca>Fe>S>Mn
2003	29	42,99	-8	6	-15	13	-5	8	-14	1	13	19	-17	119	Zn>K>B>N>Mg>Cu>P>S>Ca=Fe>Mn

Tabela 21: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981),¹²

6	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2004	30	134,07	11	8	-18	7	22	-10	-7	-6	0	-2	-6	97	K>S>B>Cu>Zn>Mn>Fe>Ca>P>N>Mg
2004	31	137,25	14	-1	-8	8	13	-8	-3	-2	-2	-7	-3	70	K=S>Mn>B>Zn>Cu=Fe>P>Ca>Mg>N
2004	32	125,43	15	-1	-11	7	15	-21	7	-14	7	-3	-2	104	S>Cu>K>Mn>Zn>P>Ca=B=Fe>N=Mg
2004	33	129,58	12	5	-7	-4	20	-12	-10	-14	-7	10	9	109	Cu>S>B>K=Fe>Ca>P>Zn>Mn>N>Mg
2004	34	124,07	7	7	-7	-6	18	-12	-25	-3	24	-6	2	118	B>S>K>Ca=Mn>Cu>Zn>N>P>Mg>Fe
2004	35	121,65	6	4	-12	-2	28	-3	-12	0	-15	3	5	90	Fe>K=B>S>Ca>Cu>Mn>P>Zn>N>Mg
2004	36	121,75	6	10	-11	-1	15	-6	1	3	-21	4	0	78	Fe>S>K>Ca>Zn>B>Cu>Mn>N>P>Mg
2004	37	129,63	0	1	-13	11	20	-18	-4	1	-19	1	20	109	Fe>S>K>B>N>P=Cu=Mn>Ca>Mg>Zn
2004	38	86,00	-7	-2	-32	1	15	-29	-6	-25	-19	48	55	238	K>S>Cu>Fe>N>B>P>Ca>Mg>Mn>Zn
2004	39	69,42	15	8	-10	3	27	-21	-18	-3	10	-1	-10	125	S>B>K=Zn>Cu>Mn>Ca>P>Fe>N>Mg
2004	40	25,07	3	-2	-10	10	11	-10	-2	-19	-16	41	-6	130	Cu>Fe>K=S>Zn>P=B>N>Ca>Mg>Mn
2004	41	26,37	3	-2	-1	6	35	-14	-15	-8	-10	15	-9	119	B>S>Fe>Zn>Cu>P>K>N>Ca>Mn>Mg

¹⁰ utilizando o critério de seleção de normas Fator F, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2002.¹¹ utilizando o critério de seleção de normas Fator F, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2003.¹² utilizando o critério de seleção de normas Fator F, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2004.

Tabela 22: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981),¹³

Safr	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2005	42	138,27	-9	-4	-28	-8	35	6	-1	10	5	0	-5	111	K>N>Ca>Zn>P>B>Mn>Fe>S>Cu>Mg
2005	43	138,09	-3	-9	-11	4	5	9	4	9	2	-9	-1	65	K>P>Mn>N>Zn>Fe>Ca>B>Mg>S>Cu
2005	44	123,24	-21	-4	-28	5	24	8	7	2	4	4	-1	108	K>N>P>Zn>Cu>Fe>Mn>Ca>B>S>Mg
2005	45	127,38	-7	-4	-24	1	19	5	9	6	-4	-3	2	84	K>N>P>Fe>Mn>Ca>Zn>S>Cu>B>Mg
2005	46	134,75	1	-5	-23	7	8	5	0	5	9	-10	2	76	K>Mn>P>B>N>Zn>S>Cu>Ca>Fe>Mg
2005	47	139,65	-12	-6	-27	5	12	11	6	2	-4	6	8	101	K>N>P>Fe>Cu>Ca>B>Mn>Zn>S>Mg
2005	48	145,72	4	-2	-18	-2	14	11	6	6	-18	-2	1	83	K>Fe>P>Ca>Mn>Zn>N>B>Cu>S>Mg
2005	49	138,02	-8	-1	-25	1	2	14	10	14	-6	-6	6	93	K>N>Fe>Mn>P>Ca>Mg>Zn>B>S>Cu
2005	50	124,93	-11	-2	-14	-5	-5	1	-12	2	-19	32	32	134	Fe>K>B>N>Ca>Mg>P>S>Cu>Mn>Zn
2005	51	124,07	20	-9	-20	-4	-2	-6	8	-10	21	7	-5	110	K>Cu>P>S>Zn>Ca>Mg>Mn>B>N>Fe
2005	52	82,38	7	-11	-23	4	7	10	-9	-9	-8	41	-8	136	K>P>B>Cu>Fe>Zn>Ca>Mg>N>S>Mn
2005	53	50,08	-303	62	25	30	43	46	8	7	-3	60	25	613	N>Fe>Cu>B>K>Zn>Ca>Mg>S>Mn>P
2005	54	96,98	-98	13	-5	10	12	23	2	3	-8	38	10	221	N>Fe>K>B>Cu>Ca>Zn>Mg>P>S>Mn

Tabela 23: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981),¹⁴

(1981),

Safr	Amostra	Produtividad e	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2006	55	128,84	10	-1	-21	-8	23	-27	2	-7	10	7	12	128	S>K>Ca>Cu>P>B>Mn>Fe=N>Zn>MG
2006	56	119,03	0	-4	-19	-28	17	-19	32	0	16	-4	11	151	Ca>K=S>P=Mn>N=Cu>Zn>Fe>MG>B
2006	57	119,64	-2	-7	-37	-13	31	-21	36	0	0	11	2	159	K>S>Ca>P>N>Cu=Fe>Zn>Mn>MG>B
2006	58	113,40	-3	-9	-29	-20	38	-31	50	-24	12	5	11	232	S>K>Cu>Ca>P>N>Mn>Zn>Fe>MG>B
2006	59	109,93	-3	4	-19	-24	15	-14	-9	16	24	-3	14	144	Ca>K>S>B>N=Mn>P>Zn>Mg>Cu>Fe
2006	60	109,91	4	-6	-36	3	26	-24	11	-11	-6	24	13	165	K>S>Cu>P=Fe>Ca>N>B>Zn>Mn>MG
2006	61	120,71	-3	-5	-27	-13	37	-14	4	7	-11	12	14	145	K>S>Ca>Fe>P>N>B>Cu>Mn>Zn>MG
2006	62	104,35	2	2	-1	-36	16	-18	-4	26	-9	2	20	137	Ca>S>Fe>B>K>N=P=Mn>Mg>Zn>Cu
2006	63	90,35	-4	-9	-13	-28	-4	-41	7	3	4	48	36	198	S>Ca>K>P>N=Mg>Cu>Fe>B>Zn>Mn
2006	64	87,96	-7	-7	-32	-20	5	-34	-7	-4	45	33	28	223	S>K>Ca>N=P=B>Cu>Mg>Fe>Mn>Zn
2006	65	79,67	4	-9	-22	-28	8	-6	-7	35	-8	32	0	160	Ca>K>P>Fe>B>S>Zn>N>Mg>Mn>Cu
2006	66	66,76	1	-9	-9	-20	-13	-2	16	12	-6	24	7	120	Ca>Mg>K=P>Fe>S>N>Zn>B>Cu>Mn
2006	67	73,33	-2	-14	-19	-21	2	-15	30	4	-5	33	8	153	Ca>K>S>P>Fe>N>Mg>Cu>Zn>B>Mn
2006	68	27,26	3	-9	-14	-43	14	-15	7	33	-5	29	-1	173	Ca>S>K>P>Fe>Zn>N>B>Mg>Mn>Cu Ca>S>Fe>Zn>P>K>N>Mn>Mg>Cu>B
2006	69	20,27	2	-3	-1	-25	13	-17	22	18	-8	5	-5	119	B

¹³ utilizando o critério de seleção de normas **Fator F**, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2005.

¹⁴ utilizando o critério de seleção de normas **Fator F**, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2006.

Tabela 24: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981).¹⁵

Safr	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2007	70	132,87	0	4	-15	6	-1	9	4	-18	12	-4	1	75	Cu>K>Mn>Mg>N>Zn>P=B>Ca>S>F ^e
2007	71	136,20	0	6	-10	7	17	5	-14	-14	9	-6	-1	89	B=Cu>K>Mn>Zn>N>S>P>Ca>Fe>M ^g
2007	72	126,57	3	4	-16	4	17	0	2	-17	10	3	-9	85	Cu>K>Zn>S>B>N=Mn>P=Ca>Fe>M ^g
2007	73	127,44	-2	2	-8	9	1	-1	-5	-14	5	6	7	60	Cu>K>B>N>S>Mg>P>Fe>Mn>Zn>C ^a
2007	74	130,74	4	6	-5	-3	9	7	-1	-7	5	-11	-4	63	Mn>Cu>K>Zn>Ca>B>N>Fe>P>S>M ^G
2007	75	130,99	-5	3	-7	0	13	3	-1	-14	12	0	-3	61	Cu>K>N>Zn>B>Ca=Mn>P=S>Fe>M ^G
2007	76	128,96	2	10	-6	2	14	5	-7	-7	-10	-1	-2	65	Fe>B=Cu>K>Zn>Mn>N=Ca>S>P>M ^G
2007	77	142,53	3	8	-2	-7	-13	5	8	-10	-3	8	3	67	MG>Cu>Ca>Fe>K>N=Zn>S>P=B=M ⁿ
2007	78	147,14	7	2	5	1	8	-7	-8	-11	-6	16	-6	76	Cu>B>S>Fe=Zn>Ca>P>K>N>MG>M ⁿ
2007	79	141,64	-3	3	-10	5	-1	-14	-4	-14	27	9	2	91	S=Cu>K>B>N>Mg>Zn>P>Ca>Mn>F ^e
2007	80	108,17	0	-3	-10	-3	12	-6	-4	-10	-3	23	3	77	K=Cu>S>B>P=Fe=Ca>N>Zn>Mg>M ⁿ
2007	81	91,37	6	1	0	3	-3	-4	-2	-4	-9	7	5	44	Fe>S=Cu>Mg>B>K>P>Ca>Zn>N>M ⁿ
2007	82	106,75	0	4	-11	15	-1	4	-3	-16	-13	14	8	90	Cu>Fe>K>B>Mg>N>P=S>Zn>Mn>C ^a
2007	83	61,87	-9	3	-3	10	-9	11	-2	-7	-7	14	0	76	N=Mg>Cu=Fe>K>B>Zn>P>Ca>S>M ⁿ
2007	84	55,05	-10	3	-9	4	19	12	-8	-6	-14	11	-3	99	Fe>M>K>B>Cu>Zn>P>Ca>Mn>S>M ^g
2007	85	110,52	-27	-4	6	7	-24	15	-5	-8	8	20	11	135	N>Mg>Cu>B>P>K>Ca>Fe>Zn>S>M ⁿ

Tabela 25: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981).¹⁶

Safr	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2008	86	137,75	-6	-8	-9	7	3	3	5	6	4	1	-6	57	K>P>N=Zn>Mn>Mg=S>Fe>B>Cu>Ca
2008	87	140,93	4	-6	-11	6	0	-6	4	7	11	-9	-1	64	K>Mn>P=S>Zn>Mg>N=B>Ca>Cu>Fe
2008	88	137,51	-6	-6	-3	5	1	-5	0	4	4	5	0	39	N=P>S>K>B=Zn>Mg>Cu=Fe>Ca=Mn
2008	89	140,15	-2	-4	5	5	6	-5	-14	9	-2	0	3	55	B>S>P>N=Fe>Mn>Zn>K=Ca>Mg>Cu
2008	90	137,27	-2	-3	1	2	-7	-4	12	7	3	-15	7	64	Mn>Mg>S>P>N>K>Ca>Fe>Zn=Cu>B
2008	91	138,06	4	-4	7	9	-5	-4	4	2	-17	1	3	60	Fe>Mg>P=S>Mn>Cu>Zn>B=N>K>Ca
2008	92	133,67	-2	-4	-4	6	11	-2	5	8	-19	-3	3	66	Fe>K=P>Mn>N=S>Zn>B>Ca>Cu>MG
2008	93	143,59	8	3	5	3	-7	-7	-12	4	-8	8	4	68	B>Fe>MG=S>P=Ca>Cu=Zn>K>N=Mn
2008	94	138,19	-5	-1	6	-14	-2	-4	-4	17	3	6	-1	64	Ca>N>S=B>Mg>Zn>P>Fe>K>Mn>Cu
2008	95	112,17	-7	1	1	-6	-8	0	-9	11	14	2	2	62	B>Mg>N>Ca>P=K>Mn=Zn>Cu>Fe
2008	96	94,44	-4	-7	-5	12	0	2	1	7	-18	9	2	67	Fe>P>K>N>Mg>B>S=Zn>Cu>Mn>Ca
2008	97	96,20	-5	-5	-9	8	-4	-5	-10	22	-19	20	7	115	Fe>B>K>N=P=S>Mg>Zn>Ca>Mn>Cu
2008	98	110,20	3	-6	-6	5	-14	1	-5	27	-21	17	1	106	Fe>Mg>P=K>B>S=Zn>N>Ca>Mn>Cu
2008	99	81,46	2	-4	1	2	-2	6	-10	22	-19	6	-2	77	Fe>B>P>Mg=Zn>K>N=Ca>S=Mn>Cu
2008	100	70,38	-5	-10	-15	8	-5	3	-7	16	-1	8	9	87	K>P>B>N=Mg>Fe>S>Ca=Mn>Zn>Cu
2008	101	104,92	-3	-7	-5	1	24	-5	-7	24	-17	-3	-3	100	Fe>P=B>K=S>N=Mn=Zn>Ca>Mg=Cu

¹⁵ Utilizando o critério de seleção de normas **Fator F**, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2007.

¹⁶ Utilizando o critério de seleção de normas **Fator F**, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2008.

Tabela 26: Produtividade (frutos /planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981),¹⁷

Safr	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2009	102	110,94	1	-28	-9	-8	27	12	6	8	2	-7	-4	112	P>K>Ca>Mn>Zn>N>Fe>B>Cu>S>Mg
2009	103	114,39	4	-20	-14	-8	14	12	17	3	4	-11	-2	108	P>K>Mn>Ca>Zn>Cu>N=Fe>S>B>Mg
2009	104	103,85	15	-14	-16	-1	8	12	-17	3	8	2	0	97	B>K>P>Ca>Zn>Mn>Cu>Mg=Fe>S>N
2009	105	106,78	3	-9	-7	-8	3	20	7	12	-17	-2	-1	89	Fe>P>Ca>K>Mn>Zn>N=Mg>B>Cu>S
2009	106	110,29	13	-11	-11	-20	2	0	12	16	13	-9	-4	111	Ca>P=K>Mn>Zn>S>Mg>B>Fe=N>Cu
2009	107	100,10	4	-14	-5	-11	7	8	4	10	-9	5	0	78	P>Ca>Fe>K>Zn>N=B>Mn>Mg>S>Cu
2009	108	108,00	15	-18	-17	-8	7	10	15	2	-7	2	0	100	P>K>Ca>Fe>Zn>Cu=Mn>Mg>S>B=N
2009	109	138,87	11	-20	0	-7	6	13	7	2	-11	-3	2	83	P>Fe>Ca>Mn>K>Cu>Zn>Mg>B>S>N
2009	110	112,18	-1	3	7	-19	4	10	-26	13	-5	12	2	101	B>Ca>Fe>N>Zn>P>Mg>K>S>Mn>Cu
2009	111	137,23	10	-8	-9	-16	-4	-12	-7	-4	44	6	-1	120	Ca>S>K>P>B>Mg=Cu>Zn>Mn>N>Fe
2009	112	106,13	4	-2	-8	0	-1	2	-12	6	-15	30	-5	86	Fe>B>K>Zn>P>Mg>Ca>S>N>Cu>Mn
2009	113	109,78	12	-4	-3	-4	-8	4	-8	7	-14	18	0	82	Fe>B>Mg>P=Ca>K>Zn>S>Cu>N>Mn
2009	114	119,70	6	-5	-15	2	2	11	-16	2	4	7	4	73	B>K>P>Ca=Mg=Cu>Fe=Zn>N>Mn>S
2009	115	102,99	4	-2	-5	-17	5	8	-10	11	-3	7	1	74	Ca>B>K>Fe>P>Zn>N>Mg>Mn>S>Cu
2009	116	99,36	12	-1	7	-20	0	7	2	18	-14	-5	-8	94	Ca>Fe>Zn>Mn>P>Mg>B>K=S>N>Cu
2009	118	147,92	8	-9	-7	-12	10	3	-9	15	2	-1	0	75	Ca>B>P>K>Mn>Zn>Fe>S>N>Mg>Cu

Tabela 27: Produtividade (frutos/planta/ano), índices DRIS, obtidos pelo método de Jone (1981),¹⁸

Safr	Amostra	Produtividade	Índice DRIS											IBN	Ordem de limitação
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
2011	119	107,66	-5	3	-17	-21	-3	3	13	16	6	8	-2	99	Ca>K>N>Mg>Zn>P>S>Fe>Mn>B>Cu
2011	120	112,29	1	6	-13	-26	5	-12	12	21	5	-1	1	104	Ca>K>S>Mn>N=Zn>Mg=Fe>P>B>Cu
2011	121	102,12	-5	3	-15	-18	1	-11	13	14	15	7	-2	104	Ca>K>S>N>Zn>Mg>P>Mn>B>Cu>Fe
2011	122	111,93	1	6	-17	-15	-3	2	0	18	-2	7	3	75	K>Ca>Mg>Fe>B>N>S>Zn>P>Mn>Cu
2011	123	102,40	-3	4	-12	-26	0	-1	13	18	9	0	-2	89	Ca>K>N>Zn>S>Mn=Mg>P>Fe>B>Cu
2011	124	124,52	-1	3	-13	-25	-2	4	13	21	-9	8	0	99	Ca>K>Fe>Mg>N>Zn>P>S>Mn>B>Cu
2011	125	133,14	3	4	-20	-18	0	-4	15	21	-7	6	0	99	K>Ca>Fe>S>Mg=Zn>N>P>Mn>B>Cu
2011	126	136,59	0	0	-6	-18	-9	0	14	22	-13	6	4	94	Ca>Fe>Mg>K>N>P>S>Zn>Mn>B>Cu
2011	127	129,74	-6	1	-31	-19	0	-11	13	8	6	32	6	134	K>Ca>S>N>Mg>P>Fe=Zn>Cu>B>Mn
2011	128	144,71	-6	5	-7	-23	-6	-5	8	14	3	17	0	93	Ca>K>N=Mg>S>Zn>Fe>P>B>Cu>Mn
2011	129	141,31	-7	-2	-7	-21	-11	-3	16	16	-3	21	0	107	Ca>Mg>N=K>S=Fe>P>Zn>B=Cu>Mn
2011	130	125,83	6	-1	-4	-31	-3	-11	15	19	-5	14	0	110	Ca>S>Fe>K>mg>PZn>N>Mn>B>Cu
2011	131	133,24	-5	1	-5	-25	-9	-4	11	14	2	16	3	96	Ca>Mg>N=K>S>P>Fe>Zn>B>Cu>Mn
2011	132	111,92	0	3	3	-32	-15	5	1	27	-17	20	5	129	Ca>Fe>Mg>N>B>P=K>S=Zn>Mn>Cu
2011	133	102,04	-4	-4	-12	-36	7	1	18	24	-3	1	8	118	Ca>K>N>P>Fe>S=Mn>Mg>Zn>B>Cu
2011	134	104,90	0	-1	-10	-14	11	-5	6	23	-18	3	6	97	Fe>Ca>K>S>P>N>Mn>B=Zn>Mg>Cu
2011	135	38,87	4	-4	-15	-7	11	3	-2	20	-20	13	-3	103	Fe>K>Ca>P>Zn>B>S>N>Mg>Mn>Cu

Como forma de resumir as tendências observadas com relação à ordem de limitação de nutrientes, é apresentada a Tabela 28, que mostra a percentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência a partir da ordenação dos índices DRIS, assim, os dados foram

¹⁷ Utilizando o critério de seleção de normas **Fator F**, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2009

¹⁸ Utilizando o critério de seleção de normas **Fator F**, Índices de Balanço Nutricional (IBN) e sequência de ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro na Empresa Sococo, as safra 2011

interpretados segundo o procedimento de Leandro (1998), considerado-se a percentagem de ocorrência de limitação total e em primeira, segunda e terceira ordem de limitação.

A ordem de limitação nutricional, a partir da percentagem de ocorrência de limitação total, foi: $K > P > Ca > Fe > N > S > B > Zn > Cu > Mn > Mg$. Para o nutriente K, observou-se percentual de ocorrência de limitação total (Tabela 27) de 83,7%, sendo 20,74% para limitação de 1º ordem, 23,7% de 2º ordem e 19,26% de 3º ordem, mostrando que esse nutriente apresentou-se como o mais limitante por deficiência. Já o nutriente Mg, apresentou os menores percentuais de ocorrência de limitação por deficiência (25,19%), com valores de 0,74%, 5,93% e 2,22% para limitações de 1º, 2º e 3º ordem, respectivamente. Verificou-se ainda (Tabelas 18 a 27) que 46,27% das amostras apresentaram o Mg na penúltima e última ordem de limitação, evidenciando um possível verificar rusticidade da culturas.

Tabela 28: Percentagem de ocorrência dos nutrientes mais limitantes por deficiência, diagnosticadas pelos índices DRIS (fator F), para a cultura do coqueiro híbrido em 134 amostras foliares na Empresa Sococo

Nutriente	% de Ocorrência ¹			
	Total (%)	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem
N	48,89	2,96	6,67	7,41
P	65,93	4,44	8,89	14,81
K	83,7	20,74	23,7	19,26
Ca	58,52	25,93	10,37	8,15
Mg	25,19	0,74	5,93	2,22
S	48,15	5,93	12,59	9,63
B	45,19	10,37	9,63	6,67
Cu	39,26	10,37	4,44	5,19
Fe	57,78	16,3	10,37	6,67
Mn	34,81	1,48	3,7	5,19
Zn	42,00	0,00	0,00	5,19

¹ Na ocorrência total, consideram-se todos os índices negativos. Nas percentagens de ocorrência de 1ª, 2ª e 3ª ordem, consideram-se os primeiros, segundos e terceiros índices mais negativos de cada amostra respectivamente.

A diagnose do estado nutricional de coqueiros híbridos, agrupada em diferentes classes de produtividade é apresentada na Tabela 29. Para isso, foi obtido os índices DRIS médios e os respectivos valores de IBN. A separação em seis classes de produtividade possibilitou observar que para as produtividades acima de 70 frutos por planta por ano, os nutrientes K e Ca, foram os que apresentaram maior frequência de ocorrência de índice DRIS negativo. Assim, para as quatro últimas classes de maior produtividade, a ordem de limitação nutricional por deficiência mais frequente em ordem decrescente foi $K > Ca$. Os nutrientes

Mn e Mg, apresentaram para todas as classes de produtividades, índices DRIS positivos, estando este último sempre na penúltima ou última ordem decrescente de limitação nutricional por deficiência, sugerindo um eventual excesso ou desequilíbrio nutricional deste nutriente. As plantas que compõem a classe de maior produtividade (> 130 frutos por planta por ano) apresentaram menor IBN médio, indicando assim, que elas estariam mais equilibradas nutricionalmente.

Tabela 29: Índices DRIS médio, Índice de Balanço Nutricional médio (IBN m) e ordem de limitação de nutrientes em pomares de coqueiro híbrido na Empresa Sococo em seis classes de produtividades.

Produtividade ¹	Índice DRIS m											IBN m		Ordem de limitação
	n	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn		
< 50	10	-1	-4	-8	-10	17	-4	1	0	-11	21	0	77	Fe>Ca>K>P=S>N>Zn=Cu>B>Mg>Mn
51 – 70	8	-2	0	-7	-5	7	-2	-1	0	-9	16	4	53	Fe>K>Ca>S=N>B>Cu=P>Zn>Mg>Mn
71 -90	9	-1	-8	-17	-12	11	-2	2	0	-4	21	9	87	K>Ca>P>Fe>S>N>Cu>B>Zn>Mg>Mn
91 -110	31	-2	-3	-9	-8	8	4	0	6	-4	7	1	52	K>Ca>Fe>P>N>B>Zn>S>Cu>Mn>Mg
110 -130	46	-1	-2	-12	-8	13	-2	1	1	1	3	3	47	K>Ca>P=S>N>B=Cu=Fe=Mn=Zn>Mg
>130	30	1	-2	-8	-3	4	0	2	4	0	2	1	27	K>Ca>P>S=Fe>N=Zn>B=Mn>Cu>Mg

¹ frutos/planta/ano

n – numero de observações por classe para a obtenção da média

Os resultados dos teores foliares dos nutrientes indicados para as seis classes de produtividade podem ser observados na Tabela 30. Através da observação dos valores médios e comparando-os com os níveis críticos foliares adotados pela empresa Sococo, verificou-se que os teores de K, estiveram acima ou muito próximo do valor 14 g kg⁻¹, estabelecido como nível crítico para este nutriente na cultura do coqueiro híbrido. Esses resultados são contrários aos observados através da interpretação nutricional com o uso do DRIS, quando verificou-se que as limitações nutricionais em maior frequência estiveram associadas ao nutriente K.

Para o Mg, a interpretação dos resultados através no nível crítico foliar indicou que em todas as classes de produtividade, este nutriente, apresentou teores foliares abaixo do nível crítico, indicando que todas as classes, houve deficiência deste nutriente. Novamente, observou-se que os resultados para Mg através da interpretação com o uso do nível crítico foliar, mostrou-se totalmente contrária a interpretação dos resultados pelo método DRIS, que por sua vez indicou excessos para esse elemento. Esses resultados podem indicar possíveis inadequações dos níveis críticos foliares, atualmente adotados para a interpretação de resultados de análise foliar, com a cultura do coqueiro híbrido.

Tabela 30: Teores foliares médios de macro e micronutrientes em pomares de coqueiro híbrido na Empresa Sococo em seis classes de produtividades, para o banco de dados de 134 amostras

Produtividade	Teores foliares											
	n	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
< 50	10	19,50	1,33	14,43	3,41	1,57	1,13	14,75	3,92	81,23	146,82	20,77
51 - 70	8	21,72	1,58	15,81	3,99	1,56	1,34	16,18	4,00	94,60	151,26	25,18
71 -90	9	20,21	1,32	12,95	3,33	1,45	1,30	16,15	4,15	102,49	152,18	24,82
91 -110	31	19,76	1,35	13,94	3,45	1,40	1,34	14,93	4,41	98,66	116,85	21,77
110 -130	46	30,34	1,41	14,03	3,54	1,52	1,24	16,02	4,02	117,70	111,75	22,93
>130	30	20,68	1,43	14,54	3,26	1,39	1,25	16,19	4,27	119,70	108,58	22,41
Nível crítico *		22	1,4	14	3	2,2	1,5	20	10	40	70	8

Macronutrientes – g kg⁻¹

Micronutrientes – mg kg⁻¹

* Níveis críticos foliares adotados pela empresa Sococo

n – numero de observações por classe para a obtenção da média

3.3.2 Potencial de resposta a adubação

A percentagem de pomares que possuem chances de responder à adubação de determinado nutriente, para amostras foliares é apresentada na Tabela 31, em que a interpretação dos índices DRIS é realizada pelo método do Potencial de Resposta a Adubação (PRA) (WADT, 1996). Verificou-se que os nutrientes diagnosticados como de maior probabilidade de resposta positiva a adubação foram Ca (26%), K (21,6%) e Fe (17,16%), sendo os nutrientes mais limitantes das amostras respectivamente.

Os nutrientes diagnosticados como os de maior probabilidade de resposta negativa a adubação pelo DRIS foram Mg, Cu e Mn sendo os nutrientes mais excessivos em 32,84, 20,15 e 16,42 % das amostras respectivamente. Verifica-se ainda, (Tabela 31), que a frequência de amostras foliares de pomares nutricionalmente equilibrados (PRN) para os elementos N, P e Zn é de 79,10, 82,08 e 82,08 % respectivamente, indicando estarem estes elementos equilibrados em grande parte das amostras. Deste modo PRA apontou que 24,39 % das amostras responderiam positivamente à adubação com B, quando consideradas a união das classes de alta e média probabilidade de resposta positiva.

Tabela 31: Frequência, em porcentagem, do **potencial de resposta a adubação**, para macro e micronutrientes pelo método DRIS, em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011

Nutriente	Potencial de Resposta a Adubação				
	APRP	MPRP	PRN	MPRN	APRN
	%				
N	2,24	7,46	79,10	8,21	2,99
P	4,48	10,45	82,08	2,99	0,00
K	21,64	28,36	48,51	1,49	0,00
Ca	26,12	14,93	47,01	7,46	4,48
Mg	0,75	9,70	39,55	17,16	32,84
S	5,22	18,66	52,24	17,91	5,97
B	10,45	11,94	55,97	15,67	5,97
Cu	10,45	9,70	43,28	16,42	20,15
Fe	17,16	11,19	53,73	8,96	8,96
Mn	1,49	5,97	58,96	17,16	16,42
Zn	0,75	3,73	82,08	8,96	4,48

¹ APRP - Alta probabilidade de resposta positiva; MPRP - Média probabilidade de resposta positiva; PRN - Provável resposta nula; MPRN - Média probabilidade de resposta negativa; APRN - Alta probabilidade de resposta negativa

Agrupando-se as classes de potencial de resposta a adubação em classes de estado nutricional, conforme sugerido por Silva (2001): (1) alta probabilidade de resposta positiva (APRP) e média probabilidade de resposta positiva (MPRP), formaram uma classe de estado nutricional denominada limitante por falta (LF); (2) as classes de alta probabilidade de resposta negativa (APRN) e média probabilidade de resposta negativa (MPRN) formaram uma classe denominada limitante por excesso (LE); (3) e a classe provável resposta nula (PRN) formaram a classe denominada não limitante (NL). Com esse agrupamento, verificou-se (Tabela 32), maior proporção de amostras (50 %), em que o Mg foi diagnosticado como o nutriente mais limitante por excesso, seguido do Cu (36,57 %) e Mn (33,58 %). Já o elemento K (50 %), Ca (41,05%) e Fe (28,36 %) foram diagnosticados, com maior frequência, como os nutrientes mais limitantes por falta, pelo método DRIS.

Deve-se observar ainda, que a indicação do K como o nutriente para o qual houve maior frequência de limitação por falta (Tabela 32). Está relacionada com deveu-se à pequena proporção de amostras em que o nutriente foi diagnosticado como de média e alta probabilidade de resposta negativa (Tabela 31).

Wadt (1996) sugere que a recomendação de adubação seja realizada para o nutriente que apresente alta probabilidade de resposta positiva. De modo análogo, também é interessante a adoção de práticas de manejo da fertilização, que possibilitem, mesmo que a

longo prazo, a redução do suprimento relativo do nutriente com alta probabilidade de resposta negativa à adubação.

Tabela 32: Frequência de diagnose do estado nutricional de macro e micronutrientes determinada pelo método DRIS – Interpretado pelo método do Potencial de resposta a adubação (PRA) em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.

Nutriente	Estado nutricional		
	Limitante por falta	Não limitante	Limitante por excesso
	%		
N	9,70	79,10	11,19
P	14,93	82,08	2,99
K	50,00	48,51	1,49
Ca	41,05	47,01	11,94
Mg	10,45	39,55	50,00
S	23,88	52,24	23,88
B	22,39	55,97	21,64
Cu	20,15	43,28	36,57
Fe	28,36	53,73	17,91
Mn	7,46	58,96	33,58
Zn	4,48	82,09	13,43

¹ As classes foram formadas através do agrupamento: Limitante por falta (APRP + MPRP); Não limitante (PRN) e Limitante por excesso (MPRN + APRN)

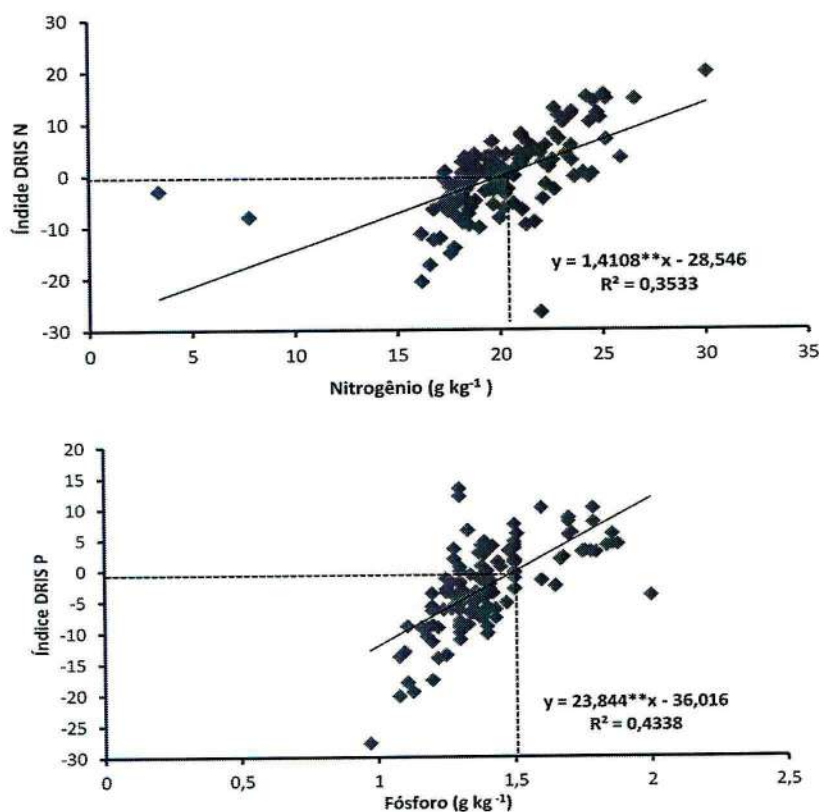
Na tabela 33 verificou-se a ordem decrescente das frequências de diagnose do estado nutricional, avaliado pelo método DRIS, interpretado pelo método do PRA, indicando os nutrientes limitantes por falta, não limitantes e limitantes por excesso, resumindo assim, as constatações verificadas na tabela 32, por ordem de ocorrência.

Tabela 33: Ordem decrescente da Frequência de diagnose do estado nutricional de macro e micronutrientes determinada pelo método DRIS – Interpretado pelo método do Potencial de resposta a adubação (PRA) em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.

Frequência	Ordem
Limitante por falta	K>Ca>Fe>S>B>Cu>P>Mg>N>Mn>Zn
Não limitante	Zn>P>N>Mn>B>Fe>S>K>Ca>Mg>Cu
Limitante por excesso	Mg>Cu>Mn>S>B>Fe>Zn>Ca>N>P>K

3.3.3 Níveis críticos e faixa normal determinada pelo método DRIS

As relações entre os índices DRIS e as concentrações foliares de nutrientes na cultura do coqueiro híbrido são apresentadas nas Figuras 8 a 11. Verificaram-se correlações positivas e significativas ($p < 0,01$), entre as concentrações dos nutrientes e os respectivos índices DRIS para todos os nutrientes. No caso dos nutrientes K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn os coeficientes determinação das equações de regressão pode ser considerados elevados ($R^2 > 50$), em razão da natureza do estudo, indicando que o índice DRIS foi dependente da concentração do próprio nutriente na folha. Já para N e P houve baixa ($R^2 < 50$ - porém significativa) relação entre essas variáveis, o que pode indicar menor dependência dos índices DRIS desses nutrientes em relação a sua concentração foliar, demonstrando maior dependência das concentrações dos demais nutrientes que compõem o índice DRIS, ou seja, para N e P a influência do balanço nutricional na formação do índice DRIS é maior, em relação aos demais nutrientes.



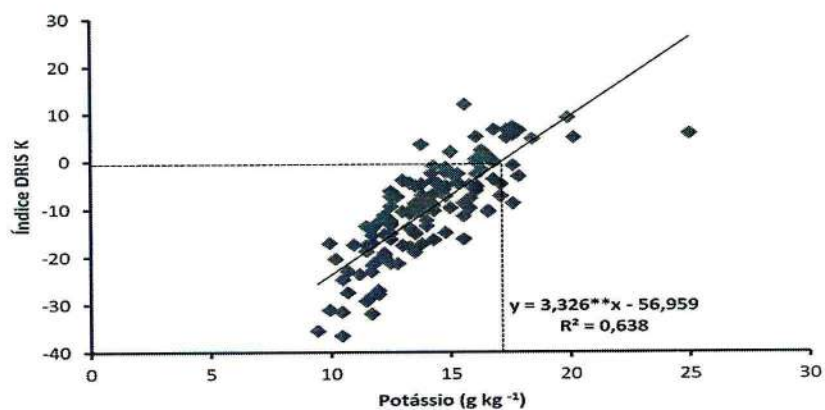
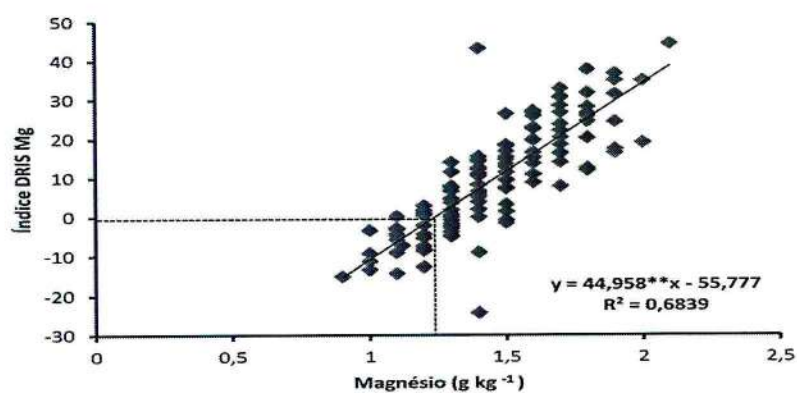
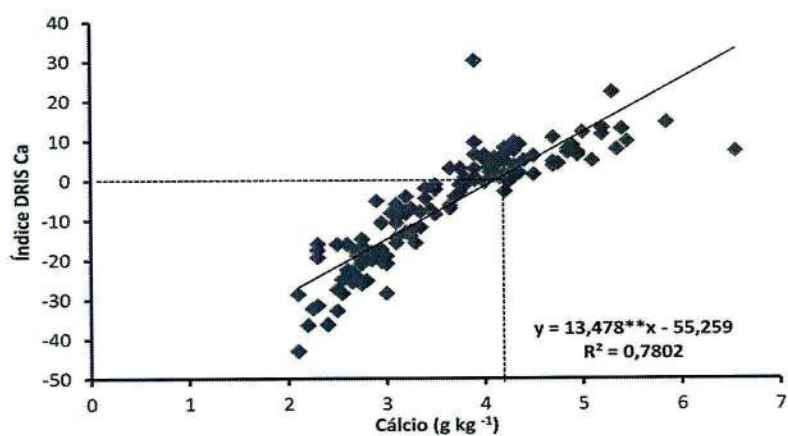


Figura 8: Relação entre os Índices DRIS e a concentração dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio para a população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo



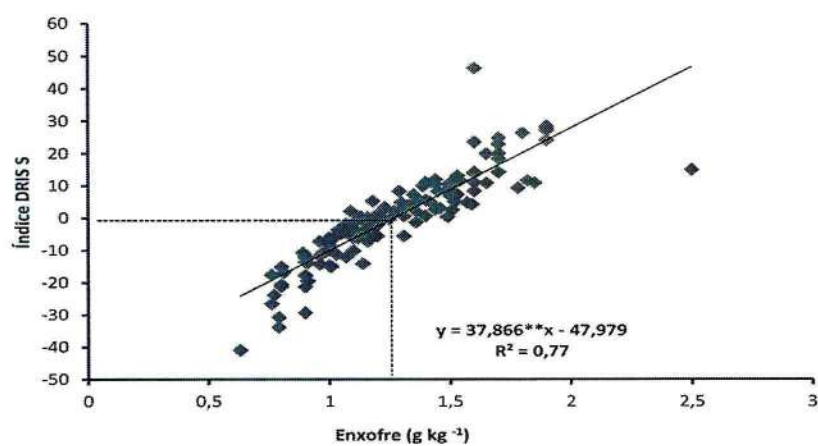
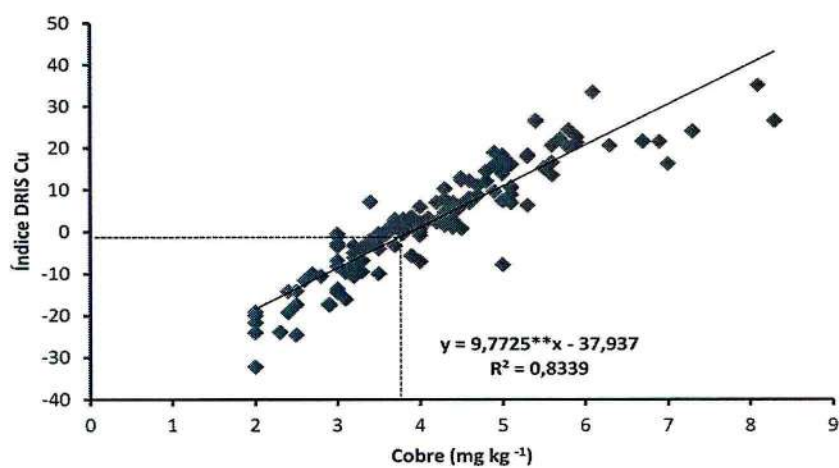
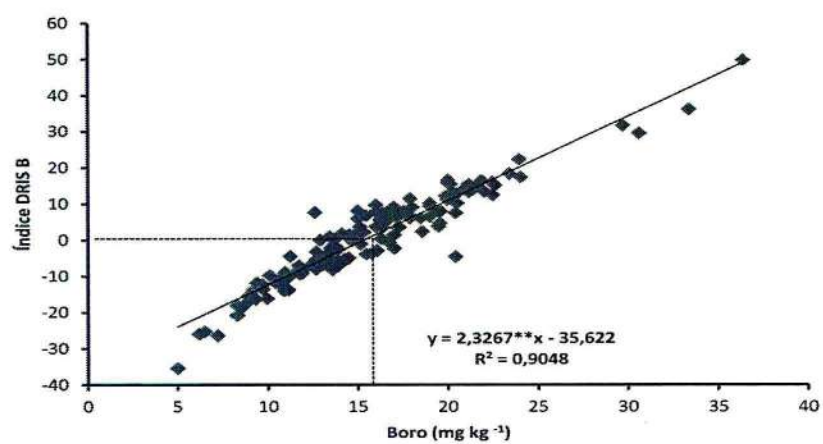


Figura 9: Relação entre os Índices DRIS e a concentração dos cálcio, magnésio e enxofre para a população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo



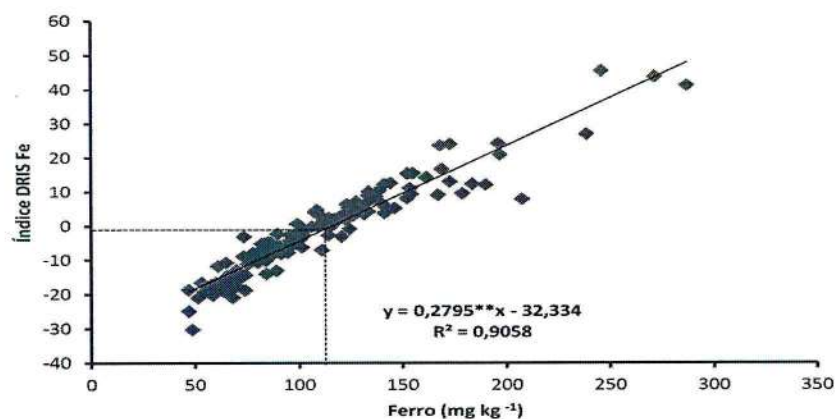


Figura 10: Relação entre os Índices DRIS e a concentração dos nutrientes boro, cobre e ferro na população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo

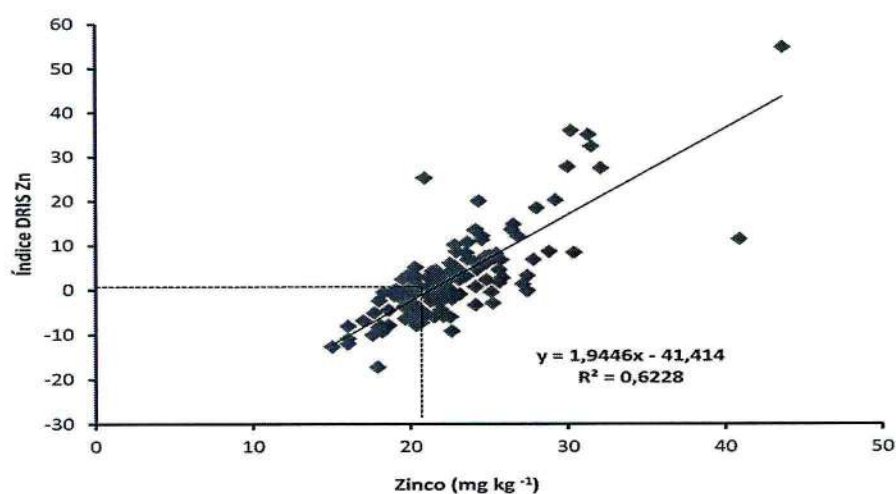
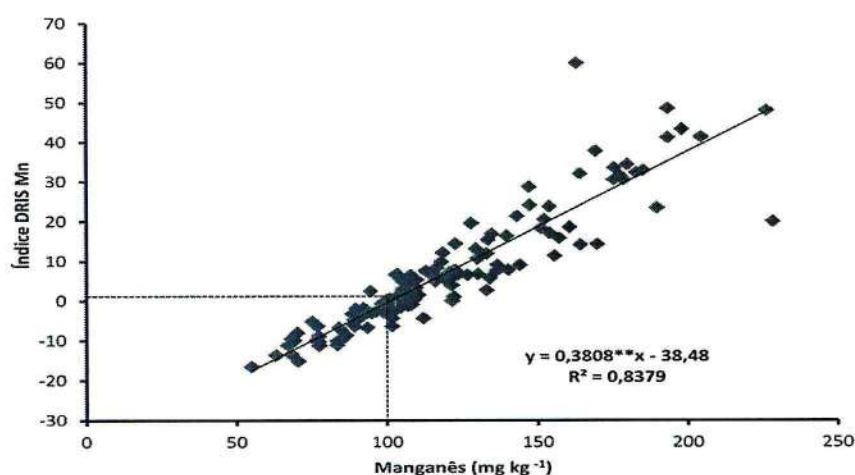


Figura 11: Relação entre os Índices DRIS e a concentração dos nutrientes manganês e zinco na população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo

A relação entre os valores do Índice de Balanço Nutricional (IBN) e a produtividade é apresentada na Figura 12, observa-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) entre essas

variáveis, com ajuste de equação linear. Valores de IBN baixos são indicadores de plantas bem nutridas e corresponderam às amostras de plantas com maior produtividade, ratificando a importância do balanço nutricional para a produção de frutos (TEIXEIRA *et al.*, 2007).

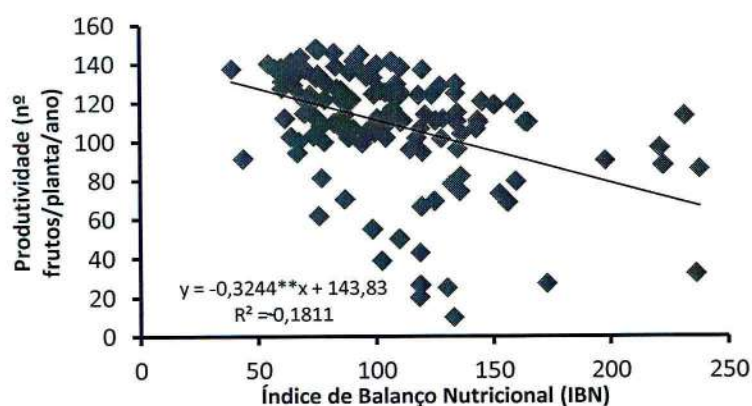


Figura 12: Relação entre os valores de IBN e a produtividades população de 134 UDFs avaliadas na empresa Sococo

Para os micronutrientes, com exceção do Zn, observou-se elevados valores para os coeficientes de determinação obtidos (R^2 maiores que 0,80 e $p < 0,01$), sendo maiores que os verificados para os macronutrientes, confirmando assim, a grande dependência existente entre os índices DRIS e os próprios teores foliares destes nutrientes.

Serra *et al.* 2012, encontraram forte correlação positiva entre os índices DRIS e os teores foliares de macro e micronutrientes, em trabalho com a cultura do algodão, com destaque para os maiores valores de coeficientes de determinação obtidos com os micronutrientes.

Assim, como neste trabalho ($R^2 = 0,35$), outros autores (SERRA *et al.*, 2012 e GUINDANI *et al.*, 2009) encontram menores valores para o coeficiente de determinação para o elemento N ($R^2 = 0,49$ e $R^2 = 0,20$ respectivamente), em trabalho com as culturas do algodão e arroz respectivamente, indicando que esse resultado parece ser um padrão encontrado. Baixa relação entre o índice DRIS e a concentração de nitrogênio foi constatada também para varias culturas perenes, como macieira (NACHTIGALL, 2004), citros (SALVO, 2001) e cafeeiro (REIS JUNIOR *et al.*, 2002).

Foram ajustadas equações de regressão para a relação entre os teores de nutrientes em folhas de coqueiro híbrido e os respectivos índices DRIS (Tabela 34), os modelos ajustados foram lineares. Considerando-se que a planta apresenta equilíbrio nutricional, para um dado nutriente, quando os valores dos índices, definidos pelo método DRIS, estiverem mais próximos de zero (WALWORTH; SUMNER, 1987), buscou-se estabelecer graficamente

(Figuras 8 a 11) a concentração do nutriente na folha equivalente a este ponto de equilíbrio nutricional. Os gráficos (Figuras 8 a 11) apresentam linha tracejadas relacionando os valores correspondentes aos teores foliares quando o valor do índice DRIS é igual a zero.

Tabela 34: Modelo estatístico dos relacionamentos entre Índice DRIS e a concentração foliar de nutrientes ¹ em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011 – Normas Fator F

Variável			
Independente	Dependente	Modelo estatístico	R ²
N	I DRIS N	I DRIS N = 1,41 N - 28,55	0,35**
P	I DRIS P	I DRIS P = 23,84 P - 36,02	0,43**
K	I DRIS K	I DRIS K = 3,32 K - 56,96	0,64**
Ca	I DRIS Ca	I DRIS Ca = 13,48 Ca - 55,26	0,78**
Mg	I DRIS Mg	I DRIS Mg = 44,96 Mg - 55,78	0,68**
S	I DRIS S	I DRIS S = 37,87 S - 47,98	0,77**
B	I DRIS B	I DRIS B = 2,33 B - 35,62	0,9**
Cu	I DRIS Cu	I DRIS Cu = 9,77 Cu - 37,94	0,84**
Fe	I DRIS Fe	I DRIS Fe = 0,28 Fe - 32,33	0,9**
Mn	I DRIS Mn	I DRIS Mn = 0,38 Mn - 38,48	0,84**
Zn	I DRIS Zn	I DRIS Zn = 1,95 Zn - 41,41	0,62**

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade

¹ macronutrientes (g kg⁻¹) e micronutrientes (mg kg⁻¹)

Na Tabela 35 são apresentadas as concentrações foliares de macro e micronutrientes definidas pelo método DRIS (ponto de equilíbrio nutricional DRIS – PEN Dris), como também os níveis críticos foliares adotados como padrão de referência pela Empresa Sococo, para fins de interpretação dos resultados de análises foliares. Observou-se que os nutrientes N e P, os valores do PEN Dris e dos níveis críticos foliares Sococo, estiveram próximos, com diferenças menores que 10%. Para os demais nutrientes, os valores encontrados divergiram consideravelmente, com destaque para os nutrientes Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, cujas diferenças entre os valores encontrados foram maiores que 30%.

Tabela 35: Ponto de equilíbrio nutricional DRIS e nível crítico foliar para os nutrientes na cultura do coqueiro híbrido em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011.

Nutriente	Ponto de equilíbrio nutricional DRIS ¹	Nível crítico – Sococo ²
N (g kg ⁻¹)	20,25	22,0
P (g kg ⁻¹)	1,51	1,4
K (g kg ⁻¹)	17,16	14,0
Ca (g kg ⁻¹)	4,1	3,0
Mg (g kg ⁻¹)	1,24	2,2
S (g kg ⁻¹)	1,27	1,5
B (mg kg ⁻¹)	15,29	20,0
Cu (mg kg ⁻¹)	3,88	10,0
Fe (mg kg ⁻¹)	115,46	40,0
Mn (mg kg ⁻¹)	101,26	70,0
Zn (mg kg ⁻¹)	21,24	8,0

¹ Concentração do nutriente nas folhas de plantas nutricionalmente equilibrada

² Níveis críticos foliares adotados para interpretação de análise foliar na Empresa Sococo, com base em trabalhos da literatura

As faixas normais de nutrientes determinadas pelo método DRIS foram em geral semelhantes aos indicados pela literatura (SOCOCO) através do método do nível crítico (Tabela 36). Verificou-se que os nutrientes N, P, K e B apresentaram as menores amplitudes das faixas de suficiências com o método do nível crítico foliar, comparativamente ao método DRIS. Para os nutrientes Ca, S, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn verificou-se que o método DRIS indicou menores amplitudes.

Deve-se considerar que as faixas propostas pela literatura para a cultura em estudo, principalmente para alguns micronutrientes apresentam grande amplitude (Fe: 40 – 115 mg kg⁻¹); (Mn: 60 – 120 mg kg⁻¹) e (Zn: 15 – 60 mg kg⁻¹), enquanto as obtidas neste trabalho através do método DRIS, tenderam a diminuir a amplitude das faixas, para estes mesmos nutrientes (Fe: 100,39 – 130,43 mg kg⁻¹; Mn: 91,47 – 111,05 mg kg⁻¹ e Zn: 19,30 – 23,17 mg kg⁻¹).

Os resultados, sobretudo os verificados com os micronutrientes, estão de acordo com Camacho *et al.* 2012, que indicam que as faixas normais de nutrientes estimadas a partir de métodos como o DRIS, normalmente apresentam menores amplitudes em contraste as faixas de suficiências obtidas por meio de ensaios de calibração. Esses resultados ressaltam com mais evidência as diferenças que podem estar sendo influenciadas pelas condições de clima e solo e ou manejo cultural, reforçando a necessidade do estabelecimento de padrões nutricionais regionais.

Tabela 36: Faixa normal de nutrientes em folha de coqueiro híbrido obtida pelos métodos DRIS ⁽¹⁾ e valores de referência ⁽²⁾ encontrados na literatura. Banco de trados da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011

Nutriente	Método	Faixa normal
Micronutrientes		g kg ⁻¹
N	DRIS	17,98 - 22,52
	Literatura	20 - 22
P	DRIS	1,29 - 1,73
	Literatura	1,2 - 1,4
K	DRIS	16,06 - 18,27
	Literatura	14 - 15
Ca	DRIS	3,76 - 4,44
	Literatura	1,0 - 2,0
MG	DRIS	1,13 - 1,36
	Literatura	2,0 - 2,4
S	DRIS	1,13 - 1,41
	Literatura	1,5 - 2,0
Micronutrientes		mg kg ⁻¹
B	DRIS	13,66 - 16,92
	Literatura	9 - 11
Cu	DRIS	3,54 - 4,23
	Literatura	12 - 13
Fe	DRIS	100,39 - 130,43
	Literatura	40 - 115
Mn	DRIS	91,47 - 111,05
	Literatura	60 - 120
Zn	DRIS	19,30 - 23,17
	Literatura	15 - 60

Índice DRIS calculado conforme a faixa normal foi obtida pela definição de uma amplitude de desvios – padrão, quando os índices DRIS corresponderam ao seu valor nulo, sendo essa amplitude determinada pelos intervalos entre $-2/3$ s e $2/3$ s (Kuriraha – 2004) ⁽²⁾ dados indicados pela literatura (REIS JUNIOR *et al.*, 2002)

O efeito significativo de maiores consistências nos resultados relacionados a diminuição da amplitude das faixas de suficiência através do método DRIS, comparativamente aos métodos baseados nas faixas de suficiência, obtidas por meio de ensaios de calibração, também são verificados nos trabalhos de Urano *et al.* (2007) e Kurihara (2004), com a cultura do soja, Partelli *et al.* (2014), com a cultura do feijoeiro e Serra *et al.* (2010), com a cultura do algodão.

Dessa forma, pode-se sugerir que esse método de definição de faixas com base no DRIS apresenta, maior confiabilidade, por ser desenvolvido regionalmente, com menor variabilidade das condições de solo, clima e potencial produtivo. Esses valores de referência com menores amplitudes possibilitam maior exatidão na interpretação das análises foliares.

Tabela 37: Coeficiente correlação linear de Pearson entre teores foliares de nutrientes e seus respectivos índices DRIS em amostras foliares de coqueiro híbrido de 134 talhões, da empresa Sococo, no período de 2001 a 2011

Variável			
Teor foliar	Índice DRIS	Observações	Coeficiente de Correlação
N	I DRIS N	134	0,59**
P	I DRIS P	134	0,65**
K	I DRIS K	134	0,79**
Ca	I DRIS Ca	134	0,88**
Mg	I DRIS Mg	134	0,83**
S	I DRIS S	134	0,88 ^{ns}
B	I DRIS B	134	0,95**
Cu	I DRIS Cu	134	0,92 ^{ns}
Fe	I DRIS Fe	134	0,95**
Mn	I DRIS Mn	134	0,92**
Zn	I DRIS Zn	134	0,79**

* significativo ($p < 0,01$)

^{ns} não significativo

3.3.4 Relação K/Mg na cultura do coqueiro híbrido

Os possíveis desbalanços nutricionais verificados através das interpretações dos índices DRIS e as divergências de interpretação em comparação com o método do NC, sobretudo para os nutrientes K e Mg, podem estar relacionados as interações entre estes nutrientes, como também a possíveis distorções nos valores dos níveis críticos atualmente adotados como referência para a cultura do coqueiro híbrido. A interação é a influência ou ação recíproca de um nutriente sobre o outro (PRADO, 2004). Durante a busca da produção máxima das culturas, é importante o teor adequado dos nutrientes isoladamente, entretanto, o equilíbrio entre eles no sistema solo-planta passa a ser um fato limitante e fundamental.

Os efeitos antagônicos e sinérgicos entre os nutrientes variam em razão da proporção deles, das espécies, dos cultivares e do estágio de desenvolvimento vegetal. Tem sido clássico na literatura, estudos de interação envolvendo os nutrientes Ca, Mg e K, que normalmente apresentam-se antagônicos entre si. Isto acontece por que K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} competem pelos

mesmos sítios de absorção na raiz, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em detrimento de outros.

Epstein e Bloom (2004) relatam que na absorção do Mg e do Ca pela planta há competição e o excesso de um desses nutrientes resulta na diminuição na absorção do outro e isso pode ocasionar prejuízos no desenvolvimento vegetal. A disponibilidade de K no solo e a sua absorção pelas plantas parecem estar relacionadas com a disponibilidade dos cátions divalentes Ca e Mg, dominantes no complexo de troca (OLIVEIRA, *et al.*, 2001).

A influência dos teores foliares e índices DRIS de K e Mg além das relações K/Ca, K/Mg e produtividade pode ser observada através da análise de correlação (Tabela 38). Observou-se que a relação K/Mg correlacionou-se de modo significativo com todas as outras variáveis, tendo sido, a única variável que se correlacionou positivamente com a produtividade, verificou-se também correlações positivas entre a relação K/Mg e índice DRIS K e correlações negativas com o índice DRIS Mg, com coeficientes de correlação que podem ser considerados elevados ($R = 0,86$) e ($R = -0,74$), respectivamente.

Constatou-se também, que o teor foliar de K correlacionou-se positivamente com a relação K/Mg ($R = 0,62$) e o teor foliar de Mg correlacionaram-se negativamente com a relação K/Mg ($R = -0,53$), mostrando que essa relação pode ser um forte indicador de equilíbrio nutricional para possíveis ocorrências de interações antagônicas entre K e Mg na cultura do coqueiro híbrido. Estudos como os de Charma *et al.* (2003), com a cultura da uva (Niágara Rosada), atribuíram a baixa produtividade encontrada em função dos baixos teores foliares de K, seguido de altos teores de Mg e verificaram que a relação K/Mg correlacionou-se positivamente com a produtividade, corroborando com os resultados encontrados neste trabalho.

Outros autores (DAL BÓ *et al.* 1989; DELAS, 1979) também verificaram correlações positivas entre a produtividade e a relação K/Mg e o teor de K, e negativas com o teor de Mg, esses autores concluíram que a relação K/Mg apresentou uma melhor correlação com a produtividade quando comparada com os teores isolados destes nutrientes, fato também observado neste trabalho com a cultura do coqueiro híbrido, em que não houve correlação entre produtividade e teores foliares de K e Mg.

Estudos com relações iônicas com a cultura do coqueiro são relativamente escassos no Brasil, destaca-se o trabalho de Ferreira Neto *et al.* (2007) avaliando os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o desenvolvimento de coqueiro Anão Verde em termos de emissão foliar, relações iônicas na folha e produtividade de frutos. Esses autores verificaram que os

teores foliares de N, K e Ca diminuíram com o aumento da condutividade elétrica e dos teores de Mg, Cl e Na, indicando que ocorreram relações antagônicas entre K e Mg.

Nestas circunstâncias, verificou-se na Tabela 12, que apresenta todas as relações entre os nutrientes para o desenvolvimento das normas DRIS (1º capítulo desta Tese) que a relação K/Mg na população de alta produtividade (PAP) apresentou valor de 10,7, enquanto que na população de baixa produtividade (PBP) este valor foi de 9,82, portanto, coerente com as correlações apresentadas na Tabela 38, em que a produtividade esteve positivamente correlacionada com a relação K/Mg.

Tabela 38: Coeficientes de correlações de Pearson entre algumas relações nutricionais envolvendo o K, teor foliar de K (K foliar), teor foliar de Mg (Mg foliar), índice DRIS para K (I DRIS K), índice DRIS para Mg (I DRIS Mg) e Produtividade (Prod).

Variável	K/Ca	K/Mg	K foliar	Mg foliar	I Dris K	I Dris Mg	Produtividade
K/Ca	1						
K/Mg	0,53 *	1					
K foliar	0,68 **	0,62 *	1				
Mg foliar	0,05 ^{ns}	- 0,53 *	0,32 ^{ns}	1			
I Dris K	0,77 **	0,86 **	0,87 **	- 0,09 ^{ns}	1		
I Dris Mg	- 0,04 ^{ns}	- 0,74 **	- 0,08 ^{ns}	0,81 **	- 0,34 ^{ns}	1	
Produtividade	0,26 ^{ns}	0,38 **	0,40 ^{ns}	- 0,08 ^{ns}	0,41 ^{ns}	- 0,10 ^{ns}	1

*: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$) pelo teste t.

A influência dos teores foliares e índices DRIS de K e Mg, além das relações Mg/K e Mg/ Ca, bem como da produtividade pode ser observada através da análise de correlação (Tabela 39). Verificou-se ausência de correlações significativas para a relação Mg/K com todas as demais variáveis e verificou-se ainda que a produtividade não se correlacionou com nenhuma destas.

Tabela 39: Coeficientes de correlações de Pearson entre algumas relações nutricionais envolvendo o Mg, teor foliar de K (K foliar), teor foliar de Mg (Mg foliar), índice DRIS para K (I DRIS K), índice DRIS para Mg (I DRIS Mg) e Produtividade (Prod).

Variável	Mg/K	Mg/Ca	K foliar	Mg foliar	I Dris K	I Dris Mg	Produtividade
Mg/K	1						
Mg/Ca	- 0,01 ^{ns}	1					
K foliar	- 0,27 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1				
Mg Foliar	0,24 ^{ns}	0,57 *	0,32 ^{ns}	1			
I Dris K	- 0,49 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,87 **	- 0,09 ^{ns}	1		
I Dris MG	0,12 ^{ns}	0,69 **	- 0,08 ^{ns}	0,82 **	- 0,35 ^{ns}	1	
Produtividade	- 0,46 ^{ns}	- 0,12 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,41 ^{ns}	- 0,18 ^{ns}	1

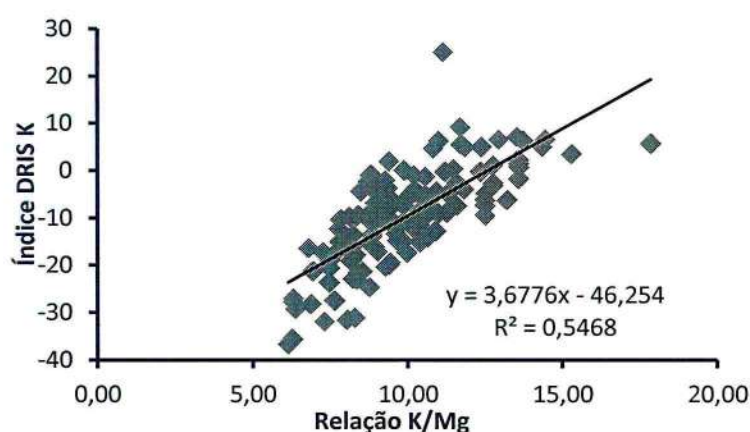
*: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$) pelo teste t.

As correlações elevadas entre a relação K/Mg e os índices DRIS para K e Mg (Tabela 38), são bons indicadores de equilíbrio nutricional para estes nutrientes e sobretudo úteis para auxiliar na elucidação dos dados da Tabela 31, com base na interpretação dos índices DRIS

através do método do potencial de resposta a adubação, que indicaram o nutriente K como o mais limitante por falta e o nutriente Mg mais limitante por excesso para a cultura do coqueiro híbrido.

A figura 13 **a** e **b** apresenta as relações entre a relação K/Mg e índice DRIS K, em que **a** – considerando todo o banco de dados avaliado (134 observações) e em **b** – considerando a população de alta produtividade (15 observações). Verificou-se comportamento semelhante em ambos os grupos avaliados, em que o aumento da relação K/Mg está relacionado positivamente com os índices DRIS K, portanto, relacionando-se com índices DRIS que tendem ser positivos

a)



b)

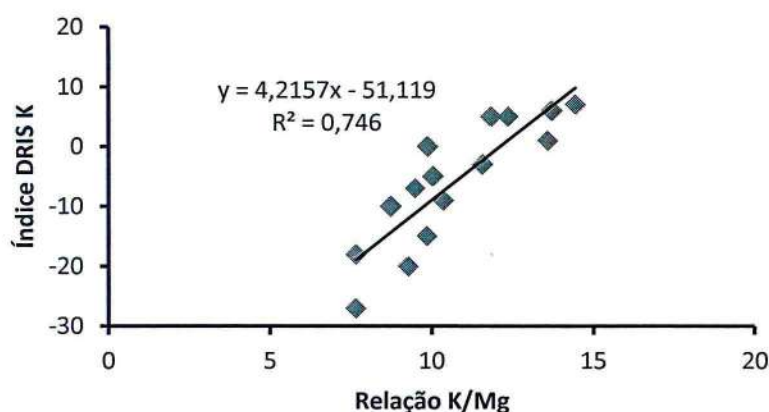


Figura 13: Relação entre os Índices DRIS K e a relação K/Mg; a) banco de dados – 134 amostras e em b) na população de alta produtividade (PAP) com dados de análise foliar da empresa Sococo

Objetivando ilustrar comparativamente os valores da relação K/Mg e os diagnósticos gerados através dos índices DRIS, são apresentadas as tabelas 40 e 41 com os resultados do diagnóstico nutricional gerados através dos índices DRIS, teores foliares de K e Mg e a relação K/Mg para as safras 2002 e 2005. Verificou-se que na safra 2002 os valores dos índices DRIS K foram menos negativos e para algumas amostras mais próximos do valor zero, portanto apresentando maior equilíbrio nutricional (WALWORTH e SUMNER, 1987), o valor médio da relação K/Mg foi de 10,11 nesta safra.

Já na safra 2005 (Tabela 41), observou-se valores negativos elevados de índices DRIS K, e o valor médio da relação K/Mg foi de 8,6, assim, constatou-se que em geral, menores valores da relação K/Mg estiveram associados a diagnósticos nutricionais que apontaram maiores deficiências de K através dos índices DRIS para esse nutriente, enquanto que o maior valor médio da relação K/Mg indicou menores deficiências de K.

Tabela 40: Índices DRIS K e Mg, teores foliares de K e Mg e relação K/Mg em pomares de coqueiro híbrido na Empresa Sococo, na safra 2002

Safra	Amostra	I DRIS K	I DRIS Mg	Teor foliar K ¹	Teor foliar Mg ¹	Relação K/Mg
2002	10	0	7	16,8	1,5	11,20
2002	11	5	16	18,4	1,7	10,82
2002	12	-3	26	16,1	1,8	8,94
2002	13	-17	31	13,8	1,9	7,26
2002	14	-4	20	16,8	1,8	9,33
2002	15	9	16	19,9	1,7	11,71
2002	16	0	19	16,8	1,7	9,88
2002	17	6	9	17,6	1,5	11,73
2002	18	-5	11	16,1	1,6	10,06
2002	19	6	17	17,6	1,6	11,00
Média				16,99	1,68	10,11

¹ (g kg⁻¹)

Tabela 41: Índices DRIS K e Mg, teores foliares de K e Mg e relação K/Mg em pomares de coqueiro híbrido na Empresa Sococo, na safra 2005

Safra	Amostra	I DRIS K	I DRIS Mg	Teor foliar K ¹	Teor foliar Mg ¹	Relação K/MG
2005	42	-28	35	12	1,9	6,32
2005	43	-11	5	13,8	1,4	9,86
2005	44	-28	24	11,7	1,7	6,88
2005	45	-24	19	11,2	1,5	7,47
2005	46	-23	8	10,7	1,3	8,23
2005	47	-27	12	10,7	1,4	7,64
2005	48	-18	14	11,5	1,4	8,21
2005	49	-25	2	10,5	1,2	8,75
2005	50	-14	-5	11,7	1,1	10,64
2005	51	-20	-2	12,2	1,3	9,38
2005	52	-23	7	11,7	1,4	8,36
2005	53	25	43	15,6	1,4	11,14
2005	54	-5	12	13,3	1,4	10,23
Média				12,04	1,40	8,6

¹ (g kg⁻¹)

A figura 14 **a** e **b** apresenta as relações entre a relação K/Mg e índice DRIS Mg, em que **a** – considerando todo o banco de dados avaliado (134 observações) e em **b** –

considerando a população de alta produtividade (15 observações). Verificou-se também comportamento semelhante em ambos os grupos avaliados, em que o aumento da relação K/Mg está relacionado negativamente com os índices DRIS Mg.

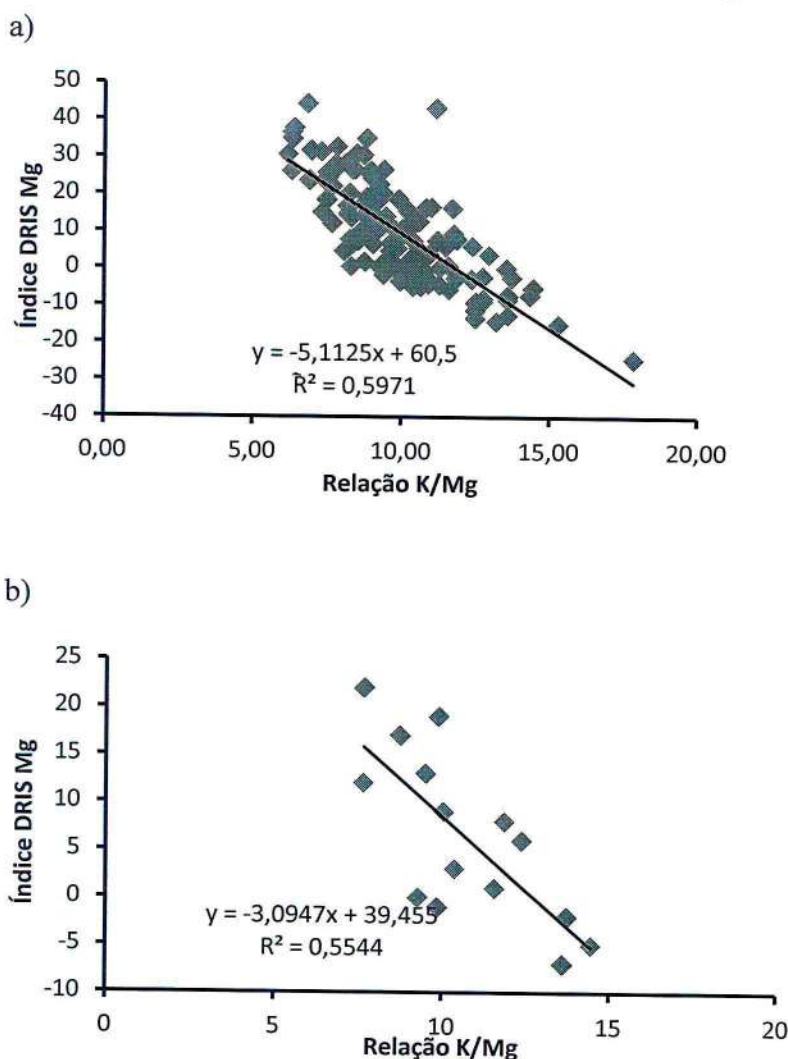


Figura 14: Relação entre os Índices DRIS Mg e a relação K/Mg em a) todo o banco de dados – 134 amostras e em b) na população de alta produtividade (PAP) com dados de análise foliar da empresa Sococo.

Foram ajustadas equações de regressão entre a relação K/Mg e os índices DRIS K e Mg, figuras 13 e 14 respectivamente. Os modelos ajustados foram lineares e são apresentados na Tabela 42. Conforme conceito de Walworth e Sumner, 1987, que estabeleceu que os valores de índices DRIS iguais a zero indicam equilíbrio nutricional para dado nutriente, utilizou-se os modelos de equação para definir valores de referência da relação K/Mg que indiquem equilíbrio nutricional para os teores foliares de K e Mg, assim, considerou-se as variáveis dependentes (I DRIS K e I DRIS Mg) como tendo valores iguais a zero e definiu-se os valores de referência da relação K/Mg (Tabela 43).

Os quatro modelos apresentados na Tabela 42, indicaram que, mesmo considerado grupos diferentes (Todo o banco de dados e população de alta produtividade) e variáveis dependentes diferentes (I DRIS K e I DRIS Mg), quando se considerou $I\ DRIS\ K = 0$ e $I\ DRIS\ Mg = 0$, os valores de referência para a relação K/Mg foram bastante semelhantes entre si, com valores próximos a 12 e média de 12,3 o que podem indicar concordância no estabelecimento de valores de referência para a relação K/Mg.

Correlacionado dados de produtividade com resultados de análises foliares e de solo com a cultura da uva, Tecchio *et al.* (2006) também verificaram correlações positivas entre a produtividade e os valores da relação K/Mg nas amostras foliares, constatando que as maiores produtividades estiveram relacionadas como maiores valores da relação K/Mg. Estes autores concluíram que a relação mais adequada entre potássio em magnésio do que avaliar os teores foliares isolados destes nutrientes para estabelecer diagnósticos nutricionais.

Tabela 42: Modelo estatístico dos relacionamentos entre Índice DRIS K e a relação K/Mg considerando o banco de dados e a população de alta produtividade (PAP) em amostras foliares de coqueiro híbrido na empresa Sococo.

Variável			
Independente	Dependente	Modelo estatístico	R ²
K/Mg – Todo o banco de dados	I DRIS K	$I\ DRIS\ K = 3,6776 (K/Mg) - 46,254$	0,54**
K/Mg - População de alta produtividade	I DRIS K	$I\ DRIS\ K = 4,2157 (K/Mg) - 51,119$	0,76**
K/Mg – Todo o banco de dados	I DRIS Mg	$I\ DRIS\ Mg = - 5,1125 (K/Mg) + 60,5$	0,59**
K/Mg - População de alta produtividade	I DRIS Mg	$I\ DRIS\ Mg = - 3,0947 (K/Mg) + 39,455$	0,55**

** significativo pelo teste F a 1% de probabilidade

Tabela 43: Valor de referencia da relação K/Mg considerando todo o banco de dados e a população de alta produtividade (PAP) em amostras foliares de coqueiro híbrido na empresa Sococo

Variável		
Independente	Dependente	Valor de referência da relação K/Mg
K/Mg – Todo o banco de dados	$I\ DRIS\ K = 0$	12,58
K/Mg - População de alta produtividade	$I\ DRIS\ K = 0$	12,12
K/Mg – Todo o banco de dados	$I\ DRIS\ Mg = 0$	11,83
K/Mg - População de alta produtividade	$I\ DRIS\ Mg = 0$	12,74

Em estudo com a cultura da uva, Mafra *et al* 2011 constataram que valores da relação K/Mg acima de 11,9 são considerados excessivos para essa cultura e indicam que podem ocorrer deficiência de Mg, além desses valores na relação. Já os valores da relação K/Mg indicados como ideais para a cultura do coqueiro (12,3 – valor médio) encontra-se

ligeiramente acima dos indicados para a cultura da uva, o que pode estar relacionado elevada demanda que a cultura do coqueiro apresenta por K (MANCIOT, *et al.*, 1980).

Outros autores também verificaram que valores elevados na relação K/Mg também estiverem relacionados a população de maiores produtividades, na soja segundo Urano *et al.* (2006) que indicaram o valor 7,22 e 7,05 da relação K/Mg nos grupos de alta e baixa produtividade respectivamente. Para a cultura da bananeira, Silva e Carvalho (2005) encontram valores de 12,10 e 10,09 da relação K/Mg nos grupos de alta e baixa produtividade respectivamente, indicando assim, a alta demanda de potássio para essa cultura.

O valores da relação K/Mg de 7,25 e 6,93 foram indicados por Rei Junior *et al.* (2002) com a cultura do cafeeiro para os grupos de referência e de baixa produtividade respectivamente. Na cultura da cana de açúcar Reis Junior e Monnerat (2003) constataram que valores de 5,07 e 4,23 da relação K/Mg para os grupos de alta e baixa produtividade respectivamente.

O antagonismo é observado entre K-Ca, K-Mg e K-Na, e relatados na literatura sobre nutrição do coqueiro, Brunin (1970), trabalhando com material gigante, observou que na aplicação de altas doses de Mg, os níveis de K na folha foram reduzidas significativamente. O trabalho realizado por Lins (2003) avaliando doses crescentes de K e Mg em arranjo fatorial, com as cultura do coqueiro híbrido, em experimento de longa duração (10 anos) no município de Moju PA, evidenciou que houve resposta da cultura nas variáveis: número de coco/planta/ano, peso de albúmen fresco/coco (PAF/coco) e peso de albúmen fresco/ha/ano (PAF/ha/ano) ao incremento das dose de potássio, verificou ainda que na ausência de potássio o incremento das doses de magnésio deprimiram a produção e que o efeito positivo das doses de magnésio estiveram associadas a presença da adubação potássica.

A tabela 44 apresenta resultados do trabalho de Lins 2000, onde verificam-se claramente os efeitos antagônicos entre K e Mg na cultura do coqueiro híbrido. Já os teores foliares de K e Mg aumentaram significativamente com os incrementos nas doses destes nutrientes, no entanto, verificou-se redução dos teores foliares de Mg com o incremento das doses de K e diminuição dos teores de K com o incremento das doses de Mg em todos os anos apresentados na tabela.

A relação K/Mg aumentou com o incremento das doses de K, e reduziu com o aumento das doses de Mg, verificou-se ainda, que as maiores produtividades foram alcançadas com os elevados valores da relação K/Mg, por exemplo, as produtividades 86,9 e 81,7 cocos/planta/ano, foram obtidas quando a relação K/Mg foram 7,63 e 9,71 respectivamente, já as menores produtividades verificadas (43,1 e 55,8 cocos/planta/ano)

foram observadas quando a relação K/Mg apresentou os menores valores, 0,79 e 2,41 respectivamente, indicando assim que está relação, pode ser um indicador de equilíbrio nutricional para esses nutrientes, com correlações com a produtividade.

Tabela 44: Efeito da adubação potássica e magnésiana nos teores foliares de K, Mg, relação K/Mg e produtividade em coqueiro híbrido em experimento avaliando curva de resposta a esses nutrientes (modificado de Lins, 2000)

Idade (anos) ³	Doses de K ¹			Doses de Mg ²		
	K0	K1	K2	Mg0	Mg1	Mg2
		Teor foliar de K (g.kg ⁻¹)			Teor foliar de K (g.kg ⁻¹)	
4	11,01 c	13,88 b	15,81 a	14,29 a	13,31 a	13,09 a
10	6,31 c	13,57 b	16,61 a	13,01 a	12,27 a	11,20 b
13	2,61 c	9,46 b	13,83 a	9,60 a	8,56 a	7,74 b
		Teor foliar de Mg (g.kg ⁻¹)			Teor foliar de Mg (g.kg ⁻¹)	
4	2,62 a	2,14 b	2,07 b	1,87 b	2,41 a	2,55 a
10	3,48 a	2,01 b	1,71 c	1,48 c	2,54 b	3,16 a
13	3,70 a	2,21 b	1,72 c	1,52 c	2,76 b	3,35 a
		Relação K/Mg			Relação K/Mg	
4	4,20	6,48	7,63	7,64	5,52	5,13
10	2,41	6,75	9,71	8,79	4,83	3,54
13	0,79	4,28	8,04	6,31	3,10	2,31
		Cocos/planta/ano			Cocos/planta/ano	
4	57,3 c	77,3 b	86,9 a	75,9 a	76,4 a	69,3 a
10	55,8 c	74,1 b	81,7 a	70,1 a	71,8 a	69,7 a
13	43,1 b	68,3 a	72,7 a	64,3 a	64,3 a	59,6 a

¹ 0, 480 e 960 g/planta de K₂O (K0, K1 e K2 respectivamente – fonte KCl) ² 0, 194 e 385 g/planta de Mg (Mg0, Mg1 e Mg 2 respectivamente – fonte MgO) ³ Idade na época de coleta dos dados

3.4 CONCLUSÃO

1. Os índices DRIS podem estabelecer a ordem de limitação dos nutrientes nas análises foliares para cada safra avaliada, para a cultura do coqueiro híbrido.
2. A diagnose nutricional pelo método DRIS indicou a seguinte ordem de limitação nutricional: K > P > Ca > Fe > N > S > B > Zn > Cu > Mn > Mg
3. As áreas mais produtivas apresentaram índices DRIS K negativos
4. Os menores valores de IBN foram verificados em áreas que apresentaram maiores produtividades.
5. O nutriente Mg foi identificado como o mais limitante por excesso, enquanto o K o mais limitante por falta.
6. Os nutrientes com maior probabilidade de resposta positiva a adubação foram: Ca, K e Fe; e os de maior probabilidade de resposta negativa foram: Mg, Cu e Mn.
7. Verificou-se correlações positivas e significativas entre os índices DRIS e os respectivos teores foliares de macro e micronutrientes na cultura do coqueiro híbrido.
8. A determinação do ponto de equilíbrio nutricional DRIS permitiu estabelecer com base em modelos ajustados, padrões nutricionais de macro e micronutrientes, viabilizando a interpretação da análise foliar, a partir de valores gerados através do método DRIS

9. A relação K/Mg correlacionou-se de modo significativo com os teores foliares de K e Mg, índice DRIS K e Mg; e com a produtividade do coqueiro híbrido.
10. Os modelos ajustados da relação K/Mg e os índices DRIS K e Mg, permitiram estabelecer valores de referência para a relação K/Mg, quando há equilíbrio nutricional para os elementos K e Mg.
11. As normas geradas neste trabalho foram adequadas para o diagnóstico nutricional da cultura do coqueiro híbrido, para as condições da região do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. **Soil Science Bulletin**, Pietermaritzburg, n. 1, 132 p., 1973.
- BRUNIN, C. la nutrition magnésienne des cocoteraies em côte d'Ivoire. **Oléagineux**, v. 25, n. 5, p. 269-274, 1970.
- CAMACHO, M. A; SILVEIRA, M. V.; CAMARGO, R. A. & NATALE, W. Faixas normais de nutrientes pelos métodos ChM, DRIS e CND e Nível Crítico pelo método de distribuição normal reduzida para laranjeira-pera. **R. Bras. Ci. Solo**, 36:193-200, 2012.
- COSTA, A. N. Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no estado do Espírito Santo. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 94p. **(Tese de Doutorado)**.
- DAL BÓ, M. A; BECKER, M; BASSO, C; STUKER, H, Levantamento do estado nutricional da videira em Santa Catarina por análise de solo e tecido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 335 – 340, 1989.
- DELAS, J. Place d I an lyse fo ia re d nsI elabor ti n duconseil d fum re vit cul re. In: COL QUE SUR DIAGNOSTC FLIARE, 197Champenoux. **Resum**. Champenoux: [s.n],1979 p.0-16.
- DALLEMOLE, D; LINS, P; SANTANA, A. C. Análise de investimento de coqueiral híbrido PB 121 para produção de coco seco. **Revista de Estudos Sociais** . ano 10. n.20, v.2, 2008.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**. 2.ed. Sunderland, Sinauer Associates, 2004. 403p.
- FERREIRA NET, M.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D; HOLANDA, J. S; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção de coqueiro irrigado com água salina. **Ciência Rural**, v. 37, n.6, p.1675 – 1681. 2007.
- GUINDANI, R. R. H. P; ANGHINONI, I. & NACHTIGALL, G. R. DRIS na avaliação do estado nutricional do arroz irrigado por inundação **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:109-118, 2009.

- JONE, C. A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. **Communications Soil Science Plant Analysis**, 12:785-794, 1981.
- KURIHARA, C. H. *Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional*. 2004. (Tese Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- LEANDRO, W. M. Sistema integrado de diagnose recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) na região de Rio Verde-GO. 1998. 157 f. (Tese Doutorado) Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.
- LINS, P. M. P.; NETO, J. T. F.; MULLER, A. A. Avaliação de híbridos de coqueiro (*cocos nucifera* L.) para produção de frutos e de albúmen sólido fresco. *Revista Brasileira de Fruticultura*. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V.25, n.3, p.468 – 470, 2003
- LETZSCH, W. S. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.16, p.339-347, 1985.
- MAFRA, M. S. H; CASSOL, P. C; MIQUELLUTI, D. J; ERNANI, P. R; GATIBONI, L. C; FERREIRA, E. Z; BARROS, M; ZALAMENA. J; GROHSKOPF, M. A. Atributos químicos do solo e estado nutricional de videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) na Serra Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages. V. 10, n.1, p. 44 – 53, 2011
- MANCIOT, R. Instalação de uma plantação de coqueiros híbridos no Brasil. **Relatório de atividades** apresentado à SOCOCO, Moju-Pará, 98p., 1979.
- MANCIOT, R; OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Nutricion mineral y fertilizacion de cocotero en lo mundo. **Oléagineux**, French, v. 35, n. 1, p. 13-27. 1980.
- MOHANDAS, S. Effect of NPK Fertilizer Levels on Mineral Nutrition and Yield of Hybrid (Tall x Dwarf) Coconut. **Madras Agricultural Journal**. v. 99, n. 1-3, p. 87-91. 2012
- NACHTIGALL, G. M. Sistema Integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no Sul do Brasil. USP/ESALQ, 2004. 141 p. (Tese – Doutorado). 2004.
- OLIVEIRA, F. A; CARMELLO, Q. A. C; MASCARENHAS, H. A. A; Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa de vegetação. **Scientia Agrícola**, v. 58, n.2, p. 329-335 2001.
- OHLER, J. G. **Modern coconut management**: palm cultivation and products. London: Intermediate Technology Publications, 1999. 458p.

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

PRADO, R. de M.; ROZANE, D. E.; VALE, D. W. do; CORREIA, M. A. R.; SOUZA, H. A. de. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV, Capes/Fundunesp, 2008. 301 p.

REIS JUNIOR, R. A.; CORRÊA, J. B.; CARVALHO, J. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Estabelecimento de normas DRIS para o cafeeiro no Sul de Minas Gerais: 1ª aproximação. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 269-282, abr./jun. 2002.

REIS JÚNIOR, R. A. & MONNERAT, P. H. DRIS norms validation for sugarcane crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38:379-385. 2003 a

ROGNON, F. Cocotier. In: MARTIN-PRÉVEL, P., GAGNARD, J., GAUTIER, P. (Ed.) **L'analyse végétale dans le contrôle de l'alimentation des plantes tempérées et tropicales**. Paris: Tec&Doc, 1984. p. 447-57.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O. & CAMACHO, M. A. Desenvolvimento de normas DRIS e CnD e avaliação do estado nutricional da cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:97-104, 2010.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; ROJAS, E. P.; VITORINO, A. C. T. Beauflis ranges to assess the cotton nutrient status in the southern region of Mato Grosso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 36. P. 171- 181.2012.

SHARMA, J.; SHIKAMNY, S. D.; INGH, R. K. Studies on inward leaf curl disorder in grape. **India Journal of Horticulture**, [S.l.] v60, n.3, p. 236 – 238, 2003.

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Avaliação nutricional de bananeira prata anã (AAB) sob irrigação no semi-árido do Norte de Minas Gerais, pelo método DRIS. **Ciência Agrotécnica**. v. 29. n. 4, p. 731-739. 2005

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software Assistat – Statistical Attendance. In: World Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno NV – USA. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, G. G. C. Diagnose nutricional do eucalipto pelo DRIS, M-DRIS e CND. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2001. 132p. **(Tese de Mestrado)**.

- SOBRAL, L. F; SANTOS, Z. G. Sistema de recomendações de fertilizantes para o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) com base na análise foliar. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. 23 p. (EMBRAPA-CNPCo. Documentos, 7).
- SOBRAL, L. F. Nutrição e adubação. In: FONTES, H. R; RIBEIRO, F. E; FERNANDES, M. F. (Ed.). **Coco: produção**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p.44-52.
- TECCHIO, M. A; PIRES, E. J. P; TERRA, M. M; GRASSI FILHO, H; CORRÊA, VIEIRA, C. R. Y. I. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niágara rosada. **Ciência Agrotécnica**. Lavras. v. 30. n.6. p. 1056 – 1064. 2006.
- TEIXEIRA, L. A. J; ZAMBROSI, F. C. B; BETTIOL NETO, J. E. Avaliação do estado nutricional de bananeiras do subgrupo Cavendish no estado de São Paulo: normas DRIS e níveis críticos de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 613-620, 2007.
- URANO, E. O. M; KURIHARA, C. H; MAEDA, S; VITORINO, A. C. T; GONÇALVES, M. C. & MARCHETTI, M. E. Avaliação do estado nutricional da soja. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41:1421-1428, 2006.
- URANO, E. O. M; KURIHARA, C. H; MAEDA, S; VITORINO, A. C. T; GONÇALVES, M. C. & MARCHETTI, M. E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação e Diagnose da Composição Nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:63-72, 2007.
- WADT, P. G. S. 2009. Análise foliar como ferramenta para recomendação de adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32, 2009, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 50pp. (CD-Rom).
- WADT, P. G. S. Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucaliptos. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123p. **(Tese de Doutorado)**.
- WADT, P. G. S; NOVAIS, R. F; ALVAREZ V, V. H; FONSECA, S. & BARROS, N. F. Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos Dris e chance matemática. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22:685-692, 1998 a
- WALWORTH, J. L; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advance in Soil Science**, v.6, p.149-188, 1987.

4 CAPÍTULO III

DIAGNOSE NUTRICIONAL DA CULTURA DO COQUEIRO HÍBRIDO POR MEIO DO NÍVEL CRÍTICO FOLIAR E DO SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS) EM FUNÇÃO DE FONTES DE FÓSFORO

RESUMO

O método DRIS tem sido utilizado com certa frequência como ferramenta para avaliação de resultados de experimentos de adubação em diferentes culturas agrícolas. Vários trabalhos tem mostrado que o método tem sido capaz de identificar limitações nutricionais com diferentes culturas, confirmando assim a sua robustez e eficiência nos diagnósticos nutricionais. Objetivou-se neste estudo, realizar o diagnóstico nutricional da cultura do coqueiro híbrido, a partir da utilização do método do nível crítico foliar e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em resultados de experimento avaliando diferentes fontes de fósforo. Diagnósticos nutricionais para macro e micronutrientes foram elaborados a partir de níveis críticos (NC) e sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), com resultados obtidos de experimento de adubação fosfatada nas safras 2004, 2005, 2006 e 2007. Dados de produtividade e teores foliares foram utilizados a partir deste experimento, em área de produção comercial de coco da empresa SOCOCO – Agroindústrias da Amazônia. Avaliando as variáveis de produtividade percebe-se que não houve respostas nos quatro anos avaliados. Apesar da ausência de efeito significativo, verificou-se que os tratamentos resultaram em diferentes valores de produtividade. Verificou-se que os diagnósticos nutricionais elaborados a partir da metodologia DRIS foram coerentes em prever suficiências ou deficiências nutricionais para o elemento P, em função dos tratamentos com diferentes fontes e combinações, uma vez que tomando por referência o método tradicional de interpretação através do nível crítico foliar, houve concordância nas indicações nutricionais para o P.

Palavras chave: diagnose nutricional; métodos de avaliação nutricional; adubação fosfatada coqueiro

NUTRITIONAL DIAGNOSIS OF HYBRID COCONUT CULTURE THROUGH THE CRITICAL LEVEL AND THE INTEGRATED DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION (DRIS) AS A FUNCTION OF PHOSPHORUS SOURCES

ABSTRACT

The DRIS method has been used infrequently as a tool for evaluating the results of fertilization experiments in different crops. Watts work has shown that the method has been able to identify nutritional limitations with different culture, thus confirming its robustness and efficiency in nutritional diagnostics. The aim of this study carry the nutritional diagnosis of the culture of hybrid coconut, from the use of the critical level method and the integrated system of diagnosis and recommendation (DRIS) on the results of experiment evaluating different sources of phosphorus. Nutritional diagnostics for macro and micronutrients were drawn from critical levels (CL) and integrated system of diagnosis and recommendation (DRIS), with results obtained from the experiment of phosphorus fertilization on crops in 2004, 2005, 2006 and 2007 data and productivity levels leaf were used from this experiment in the area of commercial coconut production company Socôco - Agribusiness Amazon. There was no significant response to the productivity variables assessed in any of the four years evaluated. Despite the absence of significant effects, it was found that the treatments resulted in different values of productivity. It was found that the nutritional diagnostic prepared from the DRIS method of predicting were consistent fills or nutritional deficiencies for P element, depending on the treatments to different sources and combinations, since with reference to the traditional method of interpreting through the level critical leaf, there was agreement in the nutritional information for P.

Key words: nutritional diagnosis, methods of nutritional assessment, coconut phosphate fertilizer

4.1 INTRODUÇÃO

Na elaboração de diagnósticos nutricionais, usualmente, comparam-se os resultados de análise foliar com valores padrões (concentrações críticas ou faixas de suficiência), admitindo-se que nutrientes, cuja concentração seja inferior a esses limites, provavelmente estejam limitando o crescimento, rendimento ou qualidade dos frutos (MARTIN-PRÉVEL, 1990; LAHAV, 1995). Deste modo, a avaliação do estado nutricional de plantas frutíferas tem se tornado uma importante ferramenta para adequada estimativa quanto às doses de nutrientes aplicados via adubação (SILVA *et al.*, 2003). Entretanto, diagnosticar deficiência nutricional exige, além de método adequado para amostragem e análise de tecido vegetal, o estabelecimento de critérios para a interpretação dos resultados (MUNSON; NELSON, 1973).

O estado nutricional dos coqueiros tem efeito sobre seu desenvolvimento vegetativo, além de determinar, em grande parte, a produtividade e a qualidade da produção. Todavia, o acompanhamento do estado nutricional da cultura por meio de análises de tecido foliar foi apontado por Sobral e Santos (1987) como ferramenta auxiliar para a recomendação de adubação, tendo em vista que o crescimento contínuo do coqueiro implica na remoção de grandes quantidades de nutrientes (SOBRAL, 2003). Estes nutrientes devem ser repostos por meio da aplicação de fertilizantes. Portanto, a prática da fertilização do solo exerce grande impacto sobre a produtividade do coqueiro, sobretudo, em solos de baixa fertilidade (SOBRAL, 2003).

Os primeiros valores dos níveis críticos foliares para o coqueiro foram obtidos pelo Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), na Costa do Marfim, África, comparando os resultados de vários experimentos de campo, baseando-se na relação entre as doses de nutrientes fornecidas aos solos, resposta das plantas pelas colheitas e composição mineral da cultura (MANCIOT *et al.*, 1980). Esses padrões têm se mostrados consistentes e úteis para diagnosticar deficiências, apesar de antigos. No Brasil verifica-se ausência de padrões nutricionais para interpretação de teores foliares, com base nos níveis críticos.

Uma abordagem alternativa, mais eficiente para revelar desequilíbrios nutricionais, mais robustos em relação a variações na amostragem (idade da planta, época, etc.), é o sistema integrado de diagnose e recomendação – DRIS, no qual, são utilizadas relações entre as concentrações foliares dos nutrientes para interpretar os resultados de análise de tecido (BEAUFILS, 1973; WALWORTH & SUMNER, 1987).

O método DRIS tem sido utilizado com certa frequência como ferramenta para avaliação de resultados de experimentos de adubação em diferentes culturas agrícolas

(PRADO *et al.*, 2008). Investigando doses de nitrogênio e potássio na cultura da bananeira, Teixeira *et al.* (2002) em sistema de sequeiro e irrigado, verificaram que houve eficiência do método em confirmar os diagnósticos, em função dos tratamentos empregados. Outrossim, avaliando resposta a adubação de nitrogênio, fósforo e potássio, Queiroz *et al.* (2014), com a cultura da batata, verificaram que os índices DRIS variaram com os tratamentos indicando a influência das doses de nutrientes na dinâmica nutricional e consequentemente na produtividade agrícola.

Pesquisas realizadas em outros países, também, têm utilizado o DRIS para avaliação de experimentos com curvas de resposta a fertilização. Trabalhos como os de Nziguheba *et al.* (2009) realizados em áreas de Savana no Oeste Africano, utilizaram o método DRIS para identificar deficiências nutricionais na cultura do milho, em experimentos montados em 38 áreas diferentes, avaliando tratamentos com omissão de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, zinco e boro, nos anos de 2004 e 2006. Estes autores mostraram que o método provou ser capaz de identificar limitações nutricionais com esta cultura, confirmando assim a sua robustez. Na Flórida, Estados Unidos, avaliando a resposta da cultura da cana-de-açúcar à doses de fósforo, McCray *et al.* (2010), fizeram uso do método DRIS para avaliar os resultados obtidos, indicando que o método foi eficiente no diagnóstico nutricional para essa cultura.

As exigências do coqueiro em fósforo são pequenas (SOBRAL, 2003), no entanto, o elemento é importante por que entra na regeneração do ácido trifosfórico, geralmente abundante nos órgãos jovens, além de participar das reações ligadas ao transporte de energia (MANCIOT *et al.*, 1980). O fósforo na cultura do coqueiro aumenta a produção de folhas, circunferência do coleto e densidade de raízes, acelera o florescimento e reduz a incidência de doenças fúngicas foliares em plantas jovens (LOGANATHAN *et al.*, 1984).

Sintomas visuais de deficiência de fósforo não são comuns, no entanto, a sua deficiência causa a diminuição do crescimento e a redução do tamanho das folhas e alterações na coloração, que se tornam mais escuras (SOBRAL, 1998). Os efeitos do fósforo sobre a produção foram estudados por vários pesquisadores. Em experimento contínuos realizados na região Amazônica, Estado do Pará, Lins (2000), verificou ao longo de dez anos de avaliação, que a adubação fosfatada incrementou a produtividade da cultura, resultando em aumentos no número de cocos por planta por ano.

Outros estudos, a exemplo de Teixeira *et al.* (2005), avaliando durante três anos, curva de resposta à fósforo em plantas de coqueiro, variedade anão, verificaram que as respostas a adubação fosfatada foram pequenas, e independente da dose, o teor de P foliar, sempre esteve

na faixa considerada adequada, ratificando as observações de Teixeira e Silva (2003) e Khan *et al.* (1985) que classificam a cultura como pouco exigente em fósforo.

Objetivou-se com este estudo realizar o diagnóstico nutricional da cultura do coqueiro híbrido, a partir da utilização do método do nível crítico foliar e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em resultados de experimento avaliando diferentes fontes de fósforo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Diagnósticos nutricionais para macro e micronutrientes foram elaborados a partir de níveis críticos (NC) e sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), a partir de resultados obtidos em experimento de adubação fosfatada nas safras 2004, 2005, 2006 e 2007. Dados de produtividade e teores foliares foram utilizados a partir deste experimento, implantado em 2004, em área de produção comercial de coco, da empresa Agroindústrias da Amazônia.

A área experimental tem altitude média de 30 metros e coordenadas geográficas de 02° 07'00" de latitude Sul e 48° 00'00" de longitude Oeste, o tipo de clima predominante na área é Am, caracterizado como clima tropical chuvoso, sem variação térmica estacional. Os dados de precipitação pluviométrica foram coletados em estação meteorológica instalada na fazenda SOCOCO, os índices pluviométrico anuais para as safras avaliadas no experimento foram: 2004 (3022 mm), 2005 (2286 mm), 2006 (2847 mm) e 2007 (2743 mm).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, a análise dos atributos químicos, realizada em amostra de solo da camada de 0 – 20 cm, revelou: pH (CaCl₂) = 4,5; MO = 1,83 dg kg⁻¹; P (Melich-1) = 8 mg/dm³; K = 0,10 cmol/dm³; Ca = 0,90 cmol/dm³; Mg = 0,60 cmol/dm³; H+Al = 2,80 cmol/dm³; Al = 0,35 cmol/dm³; B = 0,80 mg/dm³; Cu = 0,15 mg/dm³; Fe = 65 mg/dm³; Mn = 2,5 mg/dm³; Zn = 28 mg/dm³, revelando um solo ácido e de baixa fertilidade com teores reduzidos de nutrientes para a cultura do coqueiro.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. A parcela experimental foi constituída por 90 plantas, dispostas em 3 linhas de 30 plantas, com espaçamento de 8,5 x 8,5 m em sistema hexagonal. Os tratamentos consistiram no emprego das fontes superfosfato triplo - TSP (45% P₂O₅), fosfato natural reativo Arad – FNR (33% P₂O₅) e termofosfato de Yoorim – TY (18% P₂O₅), aplicadas isoladamente ou combinadas em

diferentes proporções, utilizou-se a dose única de 360 g/planta de P_2O_5 , compreendendo os tratamentos: T1: 360 g/planta de P_2O_5 (100% TSP); T2: 0 g/planta de P_2O_5 ; T3: 360 g/planta de P_2O_5 (100% FNR); T4: 360 g/planta de P_2O_5 (75% TSP + 25% FNR); T5: 360 g/planta de P_2O_5 (50% TSP + 50% FNR); T6: 360 g/planta de P_2O_5 (25% TSP + 75% FNR); e, T7: 360 g/planta de P_2O_5 (100% TY). As aplicações dos fertilizantes foram realizadas uniformemente na projeção da coroa foliar, em raio de 2m a partir da base da estipe e realizadas anualmente, sempre no mês de julho, correspondendo ao final do período chuvoso para a região, durante as safras em que foi conduzido o experimento.

A área experimental encontrava-se em fase produtiva, os plantios tinham idade de 23 anos no início do experimento e o material genético foi o híbrido PB – 121; resultado do cruzamento entre as variedades anão amarelo da Malásia e gigante do oeste africano. Todas as parcelas receberam anualmente a adubação, com as seguintes doses de nutrientes: 230 g/planta de N (ureia); 900 g/planta de K_2O (cloreto de potássio); 150 g/planta de Mg (óxido de magnésio) e 12 g/planta de B (bórax).

Os tratos culturais e o manejo fitossanitário das parcelas seguiram os procedimentos adotados nos pomares comerciais, incluindo poda de limpeza, coroamento das plantas via controle químico, aplicações de inseticida e manejo da pecuária, uma vez que na área se utiliza cobertura viva com a leguminosa *Pueraria phaseoloide*.

Foram avaliados durante quatro anos dados de produtividade (frutos/planta/ano), peso de albúmen fresco por fruto (PAF/coco), peso de albúmen fresco por hectare (PAF/ha), além dos teores foliares de macro e micronutrientes. A coleta de tecido vegetal para a diagnose foliar foi realizada no início do período chuvoso, ao final do mês de dezembro, em que foi coletada a folha de posição nº 14, coletando-se amostras de 20 plantas de coqueiro para formar uma amostra composta. Na folha amostrada, coletaram-se seis folíolos intactos da parte central do ráquis, sendo três de cada lado. Retirou-se os 10 cm centrais eliminando-se as bordas (2 cm) e a nervura central, as amostras foram analisadas na Esalq de acordo com Malavolta *et al.* (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o *software* ASSISTAT. Os resumos das análises estatísticas estão apresentados no APÊNDICE desta tese.

Para a elaboração dos diagnósticos nutricionais baseados na comparação dos teores foliares de macro e micronutrientes com os padrões para níveis críticos em coqueiro híbrido, empregaram-se os valores apresentados por SOCOCO (2013). Definiram-se como diagnóstico

de deficiência, valores de concentração foliar de macro e micronutrientes inferiores aos padrões de referência.

A avaliação do estado nutricional pelo método DRIS foi realizado com a utilização dos resultados de análise química foliar (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) do coqueiro híbrido, referente aos tratamentos do experimento, avaliados nas safras 2004, 2005, 2006 e 2007. Os cálculos para o estabelecimento das normas DRIS (padrões de referência DRIS) foram baseados em banco de dados com 134 observações contendo registros de produtividade e teores foliares de macro e micro nutrientes, estando às normas descritas no primeiro capítulo desta Tese (Tabela 12).

Os índices DRIS para cada nutriente foram calculados utilizando a fórmula descrita por Costa (1995):

$$\text{Índice DRIS } X = \frac{f\left(\frac{X}{A}\right) + f\left(\frac{X}{B}\right) + \dots + f\left(\frac{X}{N}\right) - f\left(\frac{A}{X}\right) - f\left(\frac{B}{X}\right) - \dots - f\left(\frac{N}{X}\right)}{z}$$

Em que X é o nutriente em estudo, A, B, C... Z nutrientes que aparecem no numerador ou denominador das relações com o elemento e z o número de funções envolvidas no cálculo do índice. Para o cálculo das funções intermediárias (relações entre os nutrientes), empregou-se a fórmula descrita por Jones (1981):

$$f\left(\frac{X}{A}\right) = \frac{[M\left(\frac{X}{A}\right) - m\left(\frac{x}{a}\right)] \cdot k}{s\left(\frac{x}{a}\right)}$$

Em que M (X/A) é valor da relação nutricional X/A na população em estudo, m (x/a) valor da relação nutricional X/A na população de referência, s (X/A) = desvio padrão da relação nutricional na população de referência, k = constante de sensibilidade, adotada como um fator de escala para facilitar a leitura dos índices DRIS em valores inteiros (foi adotado arbitrariamente o valor 10). Definiu-se o índice de balanço nutricional – IBN, para os macronutrientes (IBN macro) e o IBN para os micronutrientes (IBN micro) através do somatório, em módulo, de todos os índices envolvidos usando a expressão:

$$\text{IBN macro} = [I \text{ DRIS } N] + [I \text{ DRIS } P] + [I \text{ DRIS } K] + [I \text{ DRIS } Ca] + [I \text{ DRIS } Mg] \\ + [I \text{ DRIS } S]$$

$$\text{IBN micro} = [I \text{ DRIS } B] + [I \text{ DRIS } Cu] + [I \text{ DRIS } Fe] + [I \text{ DRIS } Mn] + [I \text{ DRIS } Zn]$$

Para elaboração dos diagnósticos nutricionais realizou-se a interpretação dos índices DRIS, obtidos para cada nutriente. Empregou-se o procedimento padrão proposto por Beufls

(1973), onde se determinou a ordem pela qual os nutrientes estão limitando a produção, com base na observação dos índices DRIS mais negativo e mais positivo.

Com base nos diagnósticos nutricionais elaborados para macro e micronutrientes a partir da interpretação pelo nível crítico foliar e do índice DRIS, elaborou-se um quadro comparativo dos percentuais de diagnósticos caracterizados com deficiência e suficiência nutricional, considerou-se que os nutrientes enquadravam-se como deficientes quando apresentaram teores foliares abaixo no nível crítico estabelecido para a cultura do coqueiro híbrido, de acordo com SOCOCO e índices DRIS negativos. Como suficientes quando os teores foliares de nutrientes apresentaram-se acima do nível crítico e índices DRIS positivos ou iguais à zero.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados investigados não apresentaram resposta significativa para as variáveis de produtividade avaliadas (número de frutos/planta/ano), PAF/Coco e PAF/ha) durante os quatro anos avaliados. Apesar da ausência de efeito significativo, verificou-se que os tratamentos resultaram em diferentes valores de produtividade. Na safra 2004 a menor produtividade verificada (132 frutos/planta/ano) foi no tratamento 3 [360 g/planta de P_2O_5 (75% TSP + 25% FNR)], já a maior produtividade (141,7 frutos/planta/ano) foi verificada no tratamento 7 [360 g/planta de P_2O_5 100% termofosfato – Yorim)]. No entanto, estes tratamentos não repetiram a tendência observada nos anos 2005, 2006 e 2006, havendo assim, grande variabilidade quanto as resposta para as variáveis de produtividade avaliadas (Tabela 45 e 46).

Os tratamentos empregados não resultaram diferenças significativas nos teores foliares de P, para todos os anos avaliados, mostrando que as diferentes fontes de P e suas combinações não alteraram a concentração foliar de P. Pesquisas mostram que a exigência do coqueiro é relativamente baixa em fósforo, sendo pouco comum a observação em campo de sintomas de deficiência deste elemento, assim, os resultados apresentados estão de acordo com vários autores (TEIXEIRA, *et al.*, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2002 e KHAN *et al.*, 1985). Estudos apresentados por Lins (2000), nas mesmas condições edafoclimáticas deste trabalho, indicaram que durante dez anos de avaliação de doses de fósforo, houve incrementos de fósforo entre as doses, porém não significativos, durante quatro anos de avaliação.

Para os teores foliares dos macronutrientes N, K, Mg e S e micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn os tratamentos não resultaram em diferenças significativas. Nas tabelas 47 e 48 são

apresentados os diagnósticos nutricionais para macro e micronutrientes respectivamente, elaborados com as médias dos teores foliares obtidos em cada um dos sete tratamentos, para os anos 2004, 2005, 2006 e 2007, com base nos critérios no nível crítico foliar e DRIS. A aplicação dos fertilizantes fosfatados em diferentes fontes e combinações, não interferiu nos teores foliares de fósforo, no primeiro ano de avaliação (safra 2004).

Tabela 45: Produtividade, PAF/coco¹, PAF/ha² e teores foliares de macronutrientes do coqueiro híbrido em resposta a fontes de fósforo.

Ano	Tratamento ¹	Produtividade ...coco/plat/ano...	PAF / coco g	PAF/ha kg	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹										
2004	1	138,50	313,27	6944,14	20,00	1,62	12,45 a	3,10	1,77	1,15
	2	135,75	305,26	6637,14	20,10	1,60	11,55 ab	2,90	1,95	1,15
	3	132,00	311,80	6579,39	20,70	1,60	11,02 ab	3,00	1,80	1,12
	4	139,25	310,69	6915,30	20,73	1,60	10,90 ab	3,60	1,77	1,17
	5	142,25	315,32	7066,81	21,30	1,60	9,12 b	3,30	1,77	1,15
	6	138,50	307,34	6806,96	19,85	1,60	12,70 a	3,02	1,90	0,97
	7	141,75	309,31	7032,96	20,65	1,62	12,10 ab	3,57	1,80	1,20
	CV (%)	7,32	3,17	7,74	6,35	5,19	11,30	26,01	16,32	17,28
	p ³	0,055	0,055	0,055	0,055	0,01	0,016	0,055	0,055	0,055
	dms ⁴	23,6	22,9	1238	3,03	0,19	3,00	1,95	0,69	0,65
2005	1	132,55	309,83	6575,99	15,25	1,35	9,05	3,37	1,77	1,5
	2	135,21	305,67	6613,64	15,75	1,37	9,17	3,22	1,75	1,42
	3	131,94	313,5	6611,86	16,1	1,4	9,57	3,85	2,25	1,55
	4	134,51	317,35	6831,09	16,62	1,42	9,5	3,57	2,22	1,5
	5	132,92	319,74	6799,52	15,17	1,4	7,97	3,82	2,17	1,52
	6	131,35	311,42	6541,14	15,15	1,35	7,85	3,8	1,82	1,4
	7	131,84	315,60	6640,5	17,05	1,37	9,15	3,92	1,85	1,47
	CV (%)	5,56	2,97	5,67	9,71	5,52	15,03	17,16	17,86	9,62
	P	0,027	0,42	0,055	0,055	0,055	0,40	0,005	0,19	0,055
	Dms	17,2	21,7	881,6	3,59	0,17	3,12	1,46	0,82	0,33
2006	1	103,19	313,23	5174,8	21,31	1,21	9,05	2,7	1,72	0,85
	2	103,36	306,36	5066,6	19,74	1,24	7,33	3,02	2,07	0,92
	3	102,43	318,41	5221,78	19,77	1,25	9,18	2,9	2	0,91
	4	103,57	313,23	5192,95	19,39	1,13	9,24	2,45	2	0,83
	5	104,17	322,98	5389,72	20,51	1,23	9,12	3,03	2,22	0,89
	6	106,12	306,79	5207,98	20,61	1,24	10,07	2,83	1,87	0,91
	7	103,03	314,21	5182,93	19,46	1,27	8,99	3,21	1,82	0,89
	CV (%)	4,79	3,68	6,47	6,35	4,88	14,7	11,31	17,49	8,72
	P	0,055	0,42	0,055	0,32	0,087	0,22	0,073	0,055	0,055
	Dms	11,5	26,9	786	2,98	0,15	3,08	0,76	0,80	0,18
2007	1	125,54	337,05	6770,05	22,82	1,75	13,64	4,44	2,72	1,74
	2	125,85	332,79	6700,55	20,96	1,56	14,79	3,87	1,97	1,52
	3	122,61	327,66	6417,56	21,42	1,7	13,51	4,18	2,45	1,58
	4	128,44	336,65	6919,83	22,75	1,73	12,62	4,45	2,35	1,57
	5	122,98	343,45	6757,51	21,56	1,71	12,3	4,15	2,45	1,67
	6	124,75	339,62	6779,31	22,78	1,67	15,49	3,76	2,2	1,59
	7	122,61	342,11	6714,15	21,17	1,83	14,02	4,37	2,12	1,58
	CV (%)	5,05	2,69	4,94	6,5	7,61	12,15	18,89	17,71	11,51
	P	0,055	0,25	0,055	0,28	0,19	0,15	0,055	0,24	0,055
	Dms	14,6	21,2	775	3,32	0,30	3,90	1,84	0,96	0,43

¹Peso de albúmen fresco por coco; ²Peso de albúmen fresco por hectare; ³significância a 5% de probabilidade, pelo teste F; ⁴ diferença mínima significativa, pelo teste de Tukey

Tabela 46: Produtividade, PAF/coco¹, PAF/ha² e teores foliares de micronutrientes do coqueiro híbrido em resposta a fontes de fósforo.

Ano	Tratamento ¹	Produtividade coco/plat/ano	PAF/ coco g	PAF/ha kg	B	Cu	Fe g kg ⁻¹	Mn	Zn
2004	1	138,50	313,27	6944,14	9,52	3,02	80,77	69,82	18,50
	2	135,75	305,26	6637,14	10,25	3,15	95,70	77,35	19,90
	3	132,00	311,80	6579,39	8,87	2,80	130,55	75,70	20,12
	4	139,25	310,69	6915,30	11,72	3,17	157,77	71,90	22,12
	5	142,25	315,32	7066,81	8,85	2,77	191,25	75,70	22,12
	6	138,50	307,34	6806,96	9,82	2,85	120,07	76,67	21,12
	7	141,75	309,31	7032,96	9,57	3,42	127,70	77,75	19,95
	CV (%)	7,32	3,17	7,74	31,16	18,12	40,17	17,19	9,72
	p ³	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,11	0,055	0,16
2005	dms ⁴	23,6	22,9	1238	7,13	1,28	121	30,1	4,66
	1	132,55	309,83	6575,99	32,07 a	4,72 b	95,95	68,75	17,67
	2	135,21	305,67	6613,64	29,60 ab	4,92 b	67,85	55,87	19,3
	3	131,94	313,5	6611,86	26,95 b	8,82 a	81,7	74,42	23,72
	4	134,51	317,35	6831,09	30,22 ab	4,07 b	96,25	67,85	23,1
	5	132,92	319,74	6799,52	28,75 ab	4,60 b	81,57	83,67	22,77
	6	131,35	311,42	6541,14	28,60 ab	4,42 b	97,5	80,12	20,17
	7	131,84	315,60	6640,5	27,92 ab	4,37 b	95,92	71,4	22,77
	CV (%)	5,56	2,97	5,67	6,56	26,76	24,81	23,71	21,11
2006	p	0,027	0,42	0,055	0,03	0,0017	0,41	0,37	0,43
	Dms	17,2	21,7	881,6	4,46	3,20	51	39,7	10,5
	1	103,19	313,23	5174,8	24,79	1,75	88,52	100,55	21,07
	2	103,36	306,36	5066,6	25,25	1,5	120,7	91,65	25,72
	3	102,43	318,41	5221,78	25,11	1,17	101,9	96	22,65
	4	103,57	313,23	5192,95	24,87	1,47	96,57	76,15	23,72
	5	104,17	322,98	5389,72	22,14	2,2	123,5	88,17	23,2
	6	106,12	306,79	5207,98	24,94	1,47	109,9	91	22,02
	7	103,03	314,21	5182,93	24,94	1,05	105,7	89,9	23,85
2007	CV (%)	4,79	3,68	6,47	37,25	51,49	21,66	15,91	13,6
	p	0,055	0,42	0,055	0,055	0,055	0,36	0,39	0,055
	Dms	11,5	26,9	786	21,9	1,82	53,9	33,6	7,4
	1	125,54	337,05	6770,05	16,41	3,32	154,8	91,05	28,55
	2	125,85	332,79	6700,55	15,48	3,92	116,9	94,67	27,97
	3	122,61	327,66	6417,56	17,18	3,95	135,8	80,1	31,55
	4	128,44	336,65	6919,83	17,49	3,1	166,5	74,17	26,67
	5	122,98	343,45	6757,51	21,36	3,57	187,8	89,27	32,05
	6	124,75	339,62	6779,31	19,97	2,87	154,2	81	23,97
2007	7	122,61	342,11	6714,15	16,02	2,52	146,1	98,37	30,5
	CV (%)	5,05	2,69	4,94	26,14	41,75	26,99	19,03	23,54
	p	0,055	0,25	0,055	0,05	0,055	0,34	0,39	0,055
	Dms	14,6	21,2	775	10,80	3,24	96,6	38,6	18,8

¹ Peso de albúmen fresco por coco; ² Peso de albúmen fresco por hectare; ³ significância a 5% de probabilidade, pelo teste F; ⁴ diferença mínima significativa, pelo teste de Tukey

Os teores foliares de fósforo apresentaram incrementos além do nível crítico foliar para todos os tratamentos, indicando não haver deficiência para esse nutriente. Essa tendência

também foi confirmada por meio do índice DRIS, que apresentaram valores positivos para fósforo, indicando estar o elemento acima do teor ótimo para a cultura.

No segundo ano da avaliação (SAFRA, 2005), verificou-se decréscimos nos valores dos teores foliares de P para todos os tratamentos, que ficaram abaixo no nível crítico foliar para P, caracterizando possível deficiência nutricional. Os índices DRIS negativos também indicaram deficiência nutricional para P neste ano, para todos os tratamentos, com exceção dos tratamentos T2 e T6, que apresentaram valores de índices DRIS 2 e 0, respectivamente, portanto, próximos do equilíbrio nutricional (BEAUFILS, 1973).

No tocante ao terceiro ano da avaliação (safra 2006) os teores foliares de P também decresceram com relação ao ano anterior. Isso pode ser verificado em todos os tratamentos empregados, caracterizando deficiência nutricional de P, tendo em vista que em todos os tratamentos os teores foliares estiveram abaixo do nível crítico foliar de P e com relação ao índice DRIS, observou-se que este quando avaliado apresentaram valores negativos para todos os tratamentos, o que caracteriza condição de deficiência para este nutriente.

No quarto ano de avaliação (2007) verificou-se que houve elevação dos teores foliares de P em todos os tratamentos, que estiveram acima no nível crítico foliar de P. Os índices DRIS para P também indicaram valores muito próximos no ponto de equilíbrio ($I_{DRIS} = 0$) para esse elemento, apresentando inclusive nos tratamentos T3 e T6 valores iguais a 0.

Verificou-se que os diagnósticos nutricionais elaborados a partir da metodologia DRIS foram coerentes em prever suficiências ou deficiências nutricionais para o elemento P, em função dos tratamentos com diferentes fontes e combinações, uma vez que tomando por referência o método tradicional de interpretação através do nível crítico foliar, houve tendências de concordância nas indicações nutricionais para o P.

Tabela 47: Diagnóstico nutricional para macronutrientes na cultura do coqueiro híbrido em experimento avaliando fontes e doses de fósforo por meio do critério do nível crítico e do DRIS

Trat. ⁽¹⁾	Teor foliar (g kg ⁻¹)								Índices DRIS							Ordem de limitação	
	N	P	K	Ca	S	Mg	k/Mg	Deficiência ⁽²⁾	N	P	K	Ca	S	Mg	IBN	nutricional	
															⁽³⁾		
safra 2004																	
1	20,00	1,62	12,45	3,10	1,15	1,77	7,03	N K Mg S	4	14	-16	-4	2	34	72	K>Ca>S>N>P>Mg	
2	20,10	1,60	11,55	2,90	1,15	1,95	5,90	N K Ca Mg S	2	11	-26	-11	1	45	96	K>Ca>S>N>P>Mg	
3	20,70	1,60	11,02	3,00	1,12	1,80	6,12	N K Mg S	5	11	-27	-8	-1	38	90	K>Ca>S>N>P>Mg	
4	20,73	1,60	10,90	3,60	1,17	1,77	6,15	N K Mg S	2	8	-31	-1	-2	32	76	K>S>Ca>N>P>Mg	
5	21,30	1,60	9,12	3,30	1,15	1,77	5,15	N K Mg S	4	9	-46	-5	-2	41	107	K>Ca>S>N>P>Mg	
6	19,85	1,60	12,70	3,02	0,97	1,90	6,68	N K Mg S	1	11	-19	-8	-9	39	87	K>S>Ca>N>P>Mg	
7	20,65	1,62	12,10	3,57	1,20	1,80	6,72	N K Mg S	2	9	-22	-1	1	32	67	K>Ca>S>N>P>Mg	
média	20,47	1,60	11,40	3,21	1,13	1,82	6,26										
safra 2005																	
1	15,25	1,35	9,05	3,37	1,5	1,77	5,11	N P K MG	-20	-1	-47	-7	13	44	132	K>N>Ca>P>S>Mg	
2	15,75	1,37	9,17	3,22	1,42	1,75	5,18	N P K Mg S	-15	2	-43	-9	11	43	123	K>N>Ca>P>S>Mg	
3	16,1	1,4	9,57	3,85	1,55	2,25	4,25	N P K	-25	-7	-55	-13	10	61	171	K>N>Ca>P>S>Mg	
4	16,62	1,42	9,5	3,57	1,5	2,22	4,28	N P K	-18	-3	-55	-6	9	62	160	K>N>Ca>P>S>Mg	
5	15,17	1,4	7,97	3,82	1,52	2,17	3,67	N P K MG	-26	-1	-72	-2	12	69	182	K>N>Ca>P>S>Mg	
6	15,15	1,35	7,85	3,8	1,4	1,82	4,31	N P K Mg S	-21	0	-62	0	9	52	144	K>N>P=Ca>S>Mg	
7	17,05	1,37	9,15	3,92	1,47	1,85	4,94	N P K Mg S	-13	-3	-49	0	9	43	117	K>N>P>Ca>S>Mg	
média	15,87	1,38	8,89	3,65	1,48	1,97	5,51										
safra 2006																	
1	21,31	1,21	9,05	2,7	0,85	1,72	5,26	N P K Ca Mg S	10	-6	-40	-11	-15	46	128	K>S>Ca>P>N>Mg	
2	19,74	1,24	7,33	3,02	0,92	2,07	3,54	N P K Mg S	2	-8	-74	-7	-14	77	182	K>S>P>Ca>N>Mg	
3	19,77	1,25	9,18	2,9	0,91	2	4,59	N P K Ca Mg S	3	-7	-45	-7	-12	65	139	K>S>P=Ca>N>Mg	
4	19,39	1,13	9,24	2,45	0,83	2	4,62	N P K Ca Mg S	5	-11	-43	-17	-17	67	160	K>Ca=S>P>N>Mg	
5	20,51	1,23	9,12	3,03	0,89	2,22	4,10	N P K S	4	-11	-54	-9	-17	72	167	K>S>P>Ca>N>Mg	
6	20,61	1,24	10,07	2,83	0,91	1,87	5,38	N P K Ca Mg S	6	-7	-35	-9	-13	51	123	K>S>Ca>P>N>Mg	
7	19,46	1,27	8,99	3,21	0,89	1,82	4,93	N P K S Mg	3	-4	-43	0	-12	55	117	K>S>P>Ca>N>Mg	
média	20,11	1,22	8,99	2,87	0,88	1,95	4,61										
safra 2007																	
1	22,82	1,75	13,64	4,44	1,74	2,72	5,01	K	-7	-2	-37	-1	8	56	111	K>N>P>Ca>S>Mg	
2	20,96	1,56	14,79	3,87	1,52	1,97	7,50	N Mg	-4	-2	-17	-4	6	27	60	K>N=Ca>P>S>Mg	
3	21,42	1,7	13,51	4,18	1,58	2,45	5,51	N K	-8	0	-33	-4	4	46	95	K>N>Ca>P>S>Mg	
4	22,75	1,73	12,62	4,45	1,57	2,35	5,37	K	-3	1	-36	3	5	46	94	K>N>P>Ca>S>Mg	
5	21,56	1,71	12,3	4,15	1,67	2,45	5,02	N K	-11	-3	-44	-6	5	48	117	K>N>Ca>P>S>Mg	
6	22,78	1,67	15,49	3,76	1,59	2,2	7,04		-1	0	-17	-6	7	34	65	K>Ca>N>P>S>Mg	
7	21,17	1,83	14,02	4,37	1,58	2,12	6,63	N Mg	-9	6	-24	2	6	32	79	K>N>Ca>P=S>Mg	
Média	21,92	1,70	13,76	4,17	1,60	2,32	5,93										

1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 = 360 (100% TSP); 0; 360 (100% FNR); 360 (75% TSP + 25% FNR); 360 (50% TSP + 50% FNR); 360 (25% TSP + 75% FNR); 360 (100% termofosfato – yorim) g planta⁻¹ de P₂O₅ ⁽²⁾ deficiência = teor foliar < NC adotado pela empresa Sococo ⁽³⁾ IBN = Índice de Balança Nutricional definido pelo somatório dos índices (em módulo) de cada nutriente (ótimo = 0).

Tabela 48: Diagnóstico nutricional para micronutrientes na cultura do coqueiro híbrido em experimento avaliando fontes e doses de fósforo por meio do critério do nível crítico e do DRIS.

Tratamento ⁽¹⁾	Teor foliar (mg kg ⁻¹)						Deficiência ⁽²⁾	Índices DRIS						IBN ⁽³⁾	Ordem de limitação
	B	Cu	Fe	Mn	Zn			B	Cu	Fe	Mn	Zn	Nutricional		
safra 2004															
1	9,52	3,02	80,77	69,82	18,50	B Cu Mn	-10	-3	-6	-11	-4	34	Mn>B>Fe>Zn>Cu		
2	10,25	3,15	95,70	77,35	19,90	B Cu	-9	-2	-2	-8	-1	22	B>Mn>Cu=Fe>Zn		
3	8,87	2,80	130,55	75,70	20,12	B Cu	-14	-6	10	-8	1	39	B>Mn>Cu>Zn>Fe		
4	11,72	3,17	157,77	71,90	22,12	B Cu	-7	-5	14	-12	2	40	Mn>B>Cu>Zn>Fe		
5	8,85	2,77	191,25	75,70	22,12	B Cu	-17	-7	26	-9	6	65	B>Mn>Cu>Zn>Fe		
6	9,82	2,85	120,07	76,67	21,12	B Cu	-11	-6	6	-8	3	34	B>Mn>Cu>Zn>Fe		
7	9,57	3,42	127,70	77,75	19,95	B Cu	-13	-1	7	-9	-3	33	B>Mn>Zn>Cu>Fe		
Média	9,8	3,02	129,1	74,9	20,5										
safra 2005															
1	32,07	4,72	95,95	68,75	17,7	Cu Mn	33	9	-3	-12	-9	66	Mn>Zn>Fe>Cu>B		
2	29,6	4,92	67,85	55,87	19,3	Cu Mn	30	13	-12	-17	-3	75	Mn>Fe>Zn>Cu>B		
3	26,95	8,82	81,7	74,42	23,7	Cu	20	35	-13	-13	2	83	Mn=Fe>Zn>B>Cu		
4	30,22	4,07	96,25	67,85	23,1	Cu Mn	28	1	-5	-15	2	51	Mn>Fe>Cu>Zn>B		
5	28,75	4,6	81,57	83,67	22,8	Cu	27	6	-9	-7	3	55	Fe>Mn>Zn>Cu>B		
6	28,6	4,42	97,5	80,12	20,2	Cu	28	5	-2	-8	-2	45	Mn>Fe=Zn>Cu>B		
7	27,92	4,37	95,92	71,4	22,8	Cu	25	4	-4	-13	2	48	Mn>Fe>Zn>Cu>B		
Média	29,1	5,13	88,1	71,7	21,3										
safra 2006															
1	24,79	1,75	88,52	100,55	21,1	Cu	32	-30	-2	6	9	79	Cu>Fe>Mn>Zn>B		
2	25,25	1,5	120,7	91,65	25,7	Cu	35	-41	8	2	22	108	Cu>Fe>Mn>Zn>B		
3	25,11	1,17	101,92	96	22,7	Cu	38	-56	2	5	15	116	Cu>Fe>Mn>Zn>B		
4	24,87	1,47	96,57	76,15	23,7	Cu	36	-39	2	-4	21	102	Cu>Mn>Fe>Zn>B		
5	22,14	2,2	123,52	88,17	23,2	Cu	22	-21	8	-3	10	64	Cu>Mn>Fe>Zn>B		
6	24,94	1,47	109,87	91	22	Cu	33	-41	4	1	10	89	Cu>Mn>Fe>Zn>B		
7	24,94	1,05	105,67	89,9	23,9	Cu	39	-63	3	3	20	128	Cu>Fe=Mn>Zn>B		
Média	24,5	1,51	106,6	90,4	23,1										
safra 2007															
1	16,41	3,32	154,8	91,05	28,6	B Cu	-3	-12	5	-12	4	36	Cu=Mn>B>Zn>Fe		
2	15,48	3,92	116,87	94,67	28	B Cu	-2	-2	-2	-8	8	22	Mn>B=Cu=Fe>Zn		
3	17,18	3,95	135,82	80,1	31,6	B Cu	0	-4	1	-15	13	33	Mn>Cu>B>Fe>Zn		
4	17,49	3,1	166,5	74,17	26,7	B Cu	2	-13	9	-16	3	43	Mn>Cu>B>Zn>Fe		
5	21,36	3,57	187,77	89,27	32,1	Cu	7	-10	12	-12	12	53	Mn>Cu>B>Fe=Zn		
6	19,97	2,87	154,2	81	24	B Cu	7	-15	6	-13	-2	43	Cu>Mn>Zn>Fe>B		
7	16,02	2,52	146,07	98,37	30,5	B Cu	-1	-22	4	-7	12	46	Cu>Mn>B>Fe>Zn		
Média	17,7	3,32	151,7	86,9	28,8										

1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 = 360 (100% TSP); 0; 360 (100% FNR); 360 (75% TSP + 25% FNR); 360 (50% TSP + 50% FNR); 360 (25% TSP + 75% FNR); 360 (100% termofosfato – yorim) g planta⁻¹ de P₂O₅ ⁽²⁾ deficiência = teor foliar < NC adotado pela empresa Sococo ⁽³⁾ IBN = Índice de Balança Nutricional definido pelo somatório dos índices (em módulo) de cada nutriente (ótimo = 0)

Verificam-se na literatura resultados semelhantes ao quando são comparados da Tabela 47 e 48: Silva *et al.* (2003), avaliando níveis de suficiência de zinco para bananeira por meio do DRIS, onde empregando quatro doses crescentes de zinco, constataram que houve elevação dos índices DRIS de Zn em razão das doses aplicadas, indicando que caso exista correlação entre teor do nutriente na planta e índices DRIS, esses índices podem ser usados para realizar diagnose nutricional. Estes autores concluem que o método DRIS foi consistente em avaliar a resposta da bananeira a aplicação de Zn. Avaliando a produtividade e estabelecimento de índices DRIS para tubérculos de batata, Queiroz *et al.* (2014), em três experimentos com doses crescentes de N, P_2O_5 e K_2O , verificaram que os índices DRIS variaram entre os tratamentos testados, indicando assim, a influência das doses de nutrientes na dinâmica nutricional e consequentemente na produtividade da cultura.

Verificou-se na safra 2004 que o teor foliar médio de N (20,47 g/kg) esteve abaixo do nível crítico utilizado para interpretação por esse critério, indicando assim, deficiência nutricional para esse elemento em todos os tratamentos. Já ao comparar com o critério de interpretação por meio dos índices DRIS, verificou-se nesse ano que não houve deficiência para N, apresentando todos os tratamentos valores positivos de índices DRIS e relativamente próximos do equilíbrio nutricional, com índices próximos de zero.

Houve consistência nos índices DRIS em prever e acompanhar os diagnósticos, pois na safra subsequente (2005), constatou-se sensível queda nos teores foliares de N em todos os tratamentos, com teor foliar médio de (15,87 g/kg). Essa queda no teor foliar de N foi acompanhada por índices DRIS negativos, que incidam estar havendo deficiência nutricional para esse elemento. Já na safra 2007, houve aumento nos teores foliares de N que resultaram também em elevação dos índices DRIS, indicando ausência de deficiência neste ano.

Este efeito verificado para N, também foi observado com o nutriente S, onde se verificou que nas safras 2004 e 2005 os teores médios foliares foram de 1,12 e 1,48 g/kg, respectivamente, havendo ligeira deficiência nutricional indicada pelos índices DRIS no ano 2004, com valores negativos, porém próximos do valor de equilíbrio. No entanto, houve aumento dos índices DRIS, com a elevação do teor médio deste nutriente na safra 2005, que passaram a indicar valores positivos, e, portanto excessos deste nutriente.

Na safra seguinte (2006), os teores foliares médios de S foram reduzidos, apresentando valor médio de 0,88 g/kg, acompanhados de grande diminuição dos índices DRIS, que apresentaram valores bastante negativos, indicando deficiência nutricional para esse nutriente.

Para o K constatou-se que em todas as safras ocorreu deficiência, tanto pelo critério do nível crítico quanto pelo DRIS, que apresentou índices negativos em todos os anos avaliados

e em todos os tratamentos. Com o Mg constatou-se deficiência em todos os tratamentos na safra 2004 através do critério do nível crítico, sendo verificado nas safras 2005 e 2006 que isto também ocorreu, em quase todos os tratamentos. No entanto, por meio dos índices DRIS, constatou-se que esse elemento não se apresentou deficiente, uma vez que os índices DRIS, mostraram sempre valores positivos. Em comparação com os demais macronutrientes, constatou-se sempre os maiores valores (mais positivos) nos índices DRIS, o que pode indicar excesso deste elemento.

A avaliação da ordem de limitação nutricional para os macronutrientes, interpretada através da classificação dos índices DRIS é indicada na tabela 47. Em que se pode verificar que o K, para todas as safras e tratamentos, mostrou-se o nutriente mais limitante por deficiência, apresentando em todos os índices DRIS calculados valores negativos; em contrapartida, o elemento Mg apresentou sempre os valores mais positivos de índices DRIS, estando também para todas as safras e tratamentos na posição de nutriente mais limitante por excesso.

No tocante aos micronutrientes, verificou-se na safra 2004, que os nutrientes B e Cu apresentaram teores considerados deficientes pelos métodos do nível crítico foliar e DRIS, verificando-se índices negativos em todos os tratamentos (Tabela 48). Neste mesmo ano, o DRIS apontou também, deficiência generalizada de Mn. Nas safras 2005 e 2006, houve elevação dos teores foliares de B, que passou de um teor médio em 2004 de (9,8 mg/kg) para alto em 2005 e 2006 (29,1 e 24,5 mg/kg, respectivamente).

Deste modo durante os quatro anos o B não foi considerado deficiente pelos métodos do nível crítico e DRIS, apresentando inclusive, índices bastante elevados, estando possivelmente em teores foliares considerados excessivos, o que pode ser verificado através da ordem de limitação nutricional para esses anos, em que o B aparece em último lugar na ordem de limitação nutricional.

Para o Cu constatou-se deficiência deste elemento pelo método no nível crítico foliar, em todas as safras avaliadas como também em todos os tratamentos, e com exceção da safra 2005 o DRIS também apontou índices negativos, portanto deficiência, para esse nutriente nos demais anos.

E com relação a deficiência de Fe e Zn, não houve diagnóstico pelo método do nível crítico para todos os anos e tratamentos, no entanto, verificou-se que os índices DRIS em alguns anos, a exemplo da safra 2005, apresentaram-se negativos para Fe, sugerindo uma leve deficiência como esse nutriente, estando, no entanto, os valores relativamente próximos do valor zero o que pode indicar equilíbrio nutricional. O desempenho dos diagnósticos

nutricionais para macro e micronutrientes avaliados, empregando-se o DRIS e o critério do nível crítico foliar em coqueiro híbrido, é apresentado na Tabela 49. Para N, o método do NC indicou 89% dos diagnósticos com deficiência e 11% como suficiência, já o método DRIS indicou 50% de diagnósticos como deficiência e 50% com suficiência.

Verificou-se que o para o P houve grande aproximação dos diagnósticos por deficiência e suficiência por ambos os métodos, indicando que ocorreu afinidade nos diagnósticos realizados para este nutriente. Isto foi verificado também para o K, em que o método DRIS indicou 100% de diagnósticos por deficiência enquanto que o NC indicou 89%, ou seja, houve aproximação e concordância dos métodos, na indicação de diagnósticos nutricionais por deficiência.

Nesta linha, destacam-se ainda, os nutrientes B e Mn, onde houve razoável concordância na aproximação dos diagnósticos de deficiência e suficiência nutricional. Para os nutrientes Ca e Mg, verificou-se grande discordância nos diagnósticos realizados. Para o Mg o método do NC indicou 72% dos diagnósticos por deficiência, enquanto que o DRIS apontou 100% dos diagnósticos como suficientes. Houve discordância nos diagnósticos para os micronutrientes Fe, Mn e Zn.

Tabela 49: Desempenho dos diagnósticos nutricionais¹⁹.

Nutriente	Método	Diagnósticos	
		Deficiência ⁽³⁾	Suficiência ⁽⁴⁾
N	DRIS ⁽¹⁾	50	50
	NC ⁽²⁾	89	11
P	DRIS	53	47
	NC	50	50
K	DRIS	100	0
	NC	89	11
Ca	DRIS	78	22
	NC	17	83
Mg	DRIS	0	100
	NC	72	28
S	DRIS	39	61
	NC	61	39
B	DRIS	35	65
	NC	46	54
Cu	DRIS	75	25
	NC	100	0
Fe	DRIS	39	61
	NC	0	100
Mn	DRIS	68	32
	NC	3	97
Zn	DRIS	10	90
	NC	0	100

Com base no índices DRIS gerados nas tabelas 3 e 4⁽²⁾ Com base nos níveis críticos foliares estabelecidos por SOCOCO ⁽³⁾ Índice DRS negativo e valores abaixo no nível crítico foliar ⁽⁴⁾ Índice DRS positivo e valores acima no nível crítico foliar

¹⁹ Para macro e micronutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn em coqueiro híbrido Através dos métodos do DRIS e nível crítico (NC), com os resultados do diagnóstico nutricional em experimento avaliando fontes de fósforo, com base em deficiência e suficiência nutricional.

4.4 CONCLUSÃO

1. A avaliação do P não sofreu resposta significativa para as variáveis de produtividade e teores foliares, com os tratamentos empregados.
2. O método DRIS foi eficiente na avaliação do estado nutricional da cultura do coqueiro híbrido. Os índices DRIS P foram sensíveis em diagnosticar as variações nos teores foliares deste nutriente, acompanhando as variações de aumento e diminuição dos teores.
3. Os métodos DRIS e nível crítico, indicaram concordância quanto ao diagnóstico nutricional, sobretudo para os nutrientes P, K, B e Cu.
4. Verificou-se discordância entre os métodos DRIS e nível crítico quanto ao diagnóstico nutricional, sobretudo para os nutrientes Ca, Mg e Mn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEAUFILS, E. R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS): a general scheme for experimentation and calibration based on principles develop from research in plant nutrition. **Soil Science Bulletin**, Pietermaritzburg, n. 1, 132 p., 1973.
- KHAN, H. H; BIDDAPPA, C. C; JOSHI, O. P. A review of Indian work on phosphorus nutrition of coconut. **Journal of Plantation Crops**, Kasarogod, v.13, n.1, p.11-21, 1985.
- LAHAV, E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. (Ed.) **Bananas and plantains**. London: Chapman&Hall,1995.p.258-316.
- LINS, P. M. P. Resposta do coqueiro a adubação com N, P, K, Mg nas condições edafoclimáticas de Moju-Pa. 2000. 81 f. **Dissertação (Mestrado)** – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA. 2000.
- LOGANATHAN, P., P. M. N. DAYARATNE R. T; SHANMUGANATHAN. 1984. Evaluation of the Phosphorus status of some coconut growing soils of Sri Lanka *Cocos* 2: 29-43.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MANCIOT, R; OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Nutricion mineral y fertilizacion de cocotero en lo mundo. **Oléagineux**, French, v. 35, n. 1, p. 13-27. 1980.
- MARTIN-PRÉVEL, P. Past, present and future of tropical fruit nutrition with special reference to banana nutrition. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.275, p. 523-34, 1990
- MCCRAY, J. M; Ji. S; Montes, G. e Perdomo, R. Sugarcane Response to DRIS – Based Fertilizer Supplements in Florida. **Journal Agronomy & Crop Science**. v.196. p. 66-75. 2010.
- MUNSON, R. D; NELSON, W. L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L. M; BEATON, J. D. (Ed.) **Soil testing and plant analysis**. Madison: SSSA, 1973. p.223-48.
- NZIGUHEBA, G. *et al.* Assessment of nutrient deficiencies in maize in nutrient omission trials and long-term field experiments in the West African Savanna. **Plant and Soil**, v. 314, p.143-157,2009.

PRADO, R. de M; ROZANE, D. E; VALE, D. W. do; CORREIA, M. A. R; SOUZA, H. A. de. **Nutrição de plantas:** diagnose foliar em grandes culturas. Jaboticabal: FCAV, Capes/Fundunesp, 2008. 301 p.

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 Ciências Agrárias**. v.45, n.2, p. 351-360, 2014.

SILVA, E. B; NOGUEIRA, F. D; GUIMARÃES, P. T. G. Uso de DRIS na avaliação do estado nutricional do cafeeiro em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.2, p.247-255, mar./abr. 2003.

SOBRAL, F. L. Nutrição e adubação do coqueiro. In: FERREIRA, J. M. S; WARWICK, D. R. N; SIQUEIRA, L. A. **A cultura do coqueiro no Brasil**. Aracaju: Embrapa-SPI, 1998. p.129-157.

SOBRAL, F. L. Nutrição e adubação. In: FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E; FERNANDES, M. F. (Ed.). **Coco: produção**. Brasília: EMBRAPA, 2003. p.44-52.

SOBRAL, L. F; SANTOS, Z. G. Sistema de recomendações de fertilizantes para o coqueiro (*Cocos nucifera* L.) com base na análise foliar. Brasília, DF: EMBRAPA-DDT, 1987. 23 p. (EMBRAPA-CNPCo. Documentos, 7).

TEIXEIRA, L. A. J; SILVA, J. A. A. Nutrição mineral de populações e híbridos de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) cultivados em Bebedouro (SP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.371- 374, 2003.

TEIXEIRA, L. A. J; SANTOS, R.S.; BATAGLIA, O. C. Diagnose nutricional para nitrogênio e potássio em bananeira por meio do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) e de níveis críticos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. SP, v.24, n.2, p. 530 – 535 , 2002.

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

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Concentração de macro e micronutrientes em 134 amostras de folhas de coqueiro e produtividade de frutos (frutos planta⁻¹ ano⁻¹) na fazenda Sococo no município de Moju PA

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Produção
g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				Fruto pla ⁻¹ ano ⁻¹	
1	17,5	1,1	13,3	2,5	1,7	1,7	20	3	82	67	16	106,9
2	18,4	1,2	14,7	2,7	1,6	1,9	19	4	106	68	18	94,7
3	18,2	1,3	13,8	2,6	1,7	1,7	17	2	196	63	16	110,3
4	18,2	1,3	14,2	2,3	1,6	1,8	16	2	65	68	18	111,0
5	17,6	1,2	14,4	2,1	1,7	1,9	16	3	99	55	17	78,3
6	18,2	1,2	15	2,3	1,6	1,7	15	2	61	75	16	101,8
7	18,8	1,2	14,8	2,3	1,7	1,9	15	3	47	70	15	96,5
8	18,6	1,2	14,8	2,9	1,6	1,9	20	2	53	69	19	74,4
9	16,6	1,2	14,3	2,8	2,1	1,7	18	2	67	198	23	32,1
10	20,4	1,3	16,8	3,3	1,5	1,2	18,5	6,3	114,6	104,7	20,4	122,8
11	21	1,4	18,4	2,7	1,7	1,2	12,7	4,2	116,9	99,4	23,1	124,4
12	19,6	1,4	16,1	2,6	1,8	1,1	14,9	3,2	102,5	109,5	22,3	114,6
13	20,7	1,3	13,8	3,8	1,9	1,2	10,8	3,8	112,9	122,6	23,5	122,3
14	22,1	1,5	16,8	3,2	1,8	1	22,6	3,2	139,4	83,4	24,8	126,5
15	21,1	1,3	19,9	2,5	1,7	1,2	9,3	4,6	99,8	120,6	26,5	124,1
16	21	1,4	16,8	3,1	1,7	1,2	14,9	3,6	64,2	98,8	23	137,1
17	19,6	1,3	17,6	2,8	1,5	1,2	17,2	3,4	84,2	88,5	28	129,5
18	19,7	1,4	16,1	3	1,6	1,1	19,5	3,9	48,7	178,6	32,1	68,8
19	19,9	1,3	17,6	2,7	1,6	1	13,7	2,6	46,9	107,8	31,3	9,8
20	18,5	1,4	13,5	4,5	1,8	1,6	13,5	4,4	154,1	93,4	20,7	116,9
21	17,6	1,5	13,3	5,2	1,6	1,5	16,3	4,4	152,2	101,7	21,5	114,1
22	17,6	1,4	12,5	5,3	1,6	1,1	5	2,7	108,4	103,5	20,2	115,1
23	17,8	1,5	13,5	5	1,8	1,7	7,2	4	118,1	106,5	25,3	114,0
24	17,1	1,5	12,5	4	1,8	1,6	9,1	3,2	168,7	76,4	18,6	111,2
25	20,3	1,5	14,3	3,9	1,6	1,5	9,7	4,3	97,3	98,6	22	102,6
26	19	1,5	12,8	4,3	1,5	1,4	14,5	3,7	287,1	107,2	20,4	106,2
27	19,7	1,5	15,3	4	1,4	1,4	8,5	5,1	91,9	105,8	26,8	100,3
28	18,6	1,4	16,3	4,1	1,2	1,5	8,3	2,5	132,9	179,8	20,5	106,8
29	20	1,7	13,5	5,4	1,3	1,6	10,9	4,5	172,6	160,7	17,9	43,0
30	24,9	1,7	13	4,2	1,7	1	11,7	3,2	109	100,4	19,9	134,1
31	24,6	1,4	14	4,2	1,5	1	12,7	3,5	99,6	84,4	20	137,2
32	25,1	1,4	13,3	3,9	1,5	0,8	16,6	2,5	127,6	91,5	19,6	125,4
33	23,5	1,5	14,3	3,2	1,6	0,9	10,1	2,4	81,2	117,8	22,9	129,6
34	21,1	1,5	13,8	3,1	1,5	0,9	6,5	3	168	76,7	19,5	124,1
35	21,6	1,5	14	3,5	1,8	1,1	9,7	3,5	65,6	105,3	22,7	121,7
36	21,4	1,6	13,3	3,5	1,5	1	14,4	3,7	51,4	106,4	20,3	121,7
37	20,7	1,5	14	4,7	1,7	0,9	13,3	4	60,7	106,4	29,2	129,6
38	21,1	1,6	11,7	4,3	1,6	0,9	14,2	2,5	74,1	226,4	43,7	86,0
39	26,6	1,7	15	3,9	1,8	0,8	8,3	3,4	138,6	98,2	17,6	69,4
40	21	1,4	14	4,3	1,5	1	13,5	2,4	67,4	193,4	19,7	25,1
41	21,1	1,4	17,6	4	2	0,9	8,9	3	75,8	133,3	18,2	26,4
42	18,2	1,4	12	3,5	1,9	1,4	15,1	4,9	131,3	108,9	20,8	138,3

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Produção
	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				Fr pla ⁻¹ ano ⁻¹	
43	19,3	1,3	13,8	4,3	1,4	1,5	17,3	5,1	122,8	85,8	22,6	138,1
44	16,2	1,4	11,7	4,4	1,7	1,5	19	4,4	133,4	121,3	23,1	123,2
45	17,5	1,3	11,2	3,8	1,5	1,3	19	4,4	95,6	96,4	22,4	127,4
46	19,5	1,3	10,7	4,3	1,3	1,3	14,7	4,4	137,1	77,1	22,1	134,7
47	16,8	1,3	10,7	4,2	1,4	1,5	17,9	4,2	100,4	119	25,4	139,6
48	19,5	1,3	11,5	3,4	1,4	1,4	16,4	4	57,1	92,1	20,6	145,7
49	17,9	1,4	10,5	4,1	1,2	1,6	20,5	5,6	93,7	89,1	24,6	138,0
50	16,2	1,3	11,7	3,4	1,1	1,2	10,4	3,7	62,5	164,2	31,5	124,9
51	30,1	1,4	12,2	3,7	1,3	1,2	19,6	3,1	196,9	126,5	21	124,1
52	22,9	1,3	11,7	4,1	1,4	1,5	11,9	3,2	91,4	204,5	20,4	82,4
53	3,4	1,3	15,6	3,9	1,4	1,6	12,6	3,4	73,6	163,1	20,9	50,1
54	7,8	1,3	13,3	3,9	1,3	1,6	14,1	3,8	81,5	169,4	22,8	97,0
55	23,1	1,4	11,99	3,15	1,6	0,76	14,56	3	133,8	115,6	24,5	128,8
56	19,88	1,36	12,24	2,55	1,5	0,91	29,72	3,6	155	91,2	24,5	119,0
57	20,02	1,35	10,46	3,25	1,7	0,9	33,36	4	109,8	129,8	22,2	119,6
58	19,46	1,3	11,48	2,75	1,8	0,79	36,4	2,3	141,3	109,7	23,6	113,4
59	18,06	1,4	11,48	2,65	1,4	0,91	10,92	4,9	172,6	88,3	24,1	109,9
60	19,88	1,24	9,44	3,65	1,5	0,77	17,9	2,8	84,2	147,3	24,1	109,9
61	19,46	1,36	11,99	3,2	1,9	0,96	16,38	4,4	80,2	132,9	26,4	120,7
62	18,34	1,28	14,28	2,2	1,4	0,76	11,22	5,4	73,4	94,4	24,3	104,3
63	17,5	1,18	11,99	2,5	1,1	0,63	16,38	3,7	107,4	193,4	30,2	90,4
64	18,48	1,34	10,46	2,95	1,3	0,79	13,04	3,3	245,9	175,6	30	88,0
65	21,98	1,33	11,73	3	1,4	1,1	12,74	8,1	94,6	182,9	22,2	79,7
66	19,32	1,22	12,5	2,85	1	1,16	22,45	4,8	90,5	153,9	23,6	66,8
67	20,02	1,25	12,24	3	1,3	1,01	30,63	4,4	97,4	185,2	25	73,3
68	18,34	1,11	11,48	2,1	1,3	0,8	15,47	6,1	83,5	147,1	18,3	27,3
69	18,76	1,25	14,79	2,55	1,4	0,81	23,96	5	78,1	105	17,7	20,3
70	24,5	1,86	14,79	4,95	1,5	1,78	19,51	2,9	189,8	112	27,1	132,9
71	24,08	1,86	16,58	4,85	1,9	1,57	11,15	3	167	101,7	25,1	136,2
72	25,9	1,88	15,56	4,7	1,9	1,49	18,58	2,9	178,6	132,9	22,6	126,6
73	22,26	1,68	15,81	4,9	1,5	1,36	14,24	3	146,3	133,9	27,8	127,4
74	23,24	1,71	16,07	3,75	1,6	1,53	15,17	3,3	142,1	83,3	21,9	130,7
75	22,12	1,75	17,09	4,25	1,8	1,51	16,72	3	183,4	121,5	24,1	131,0
76	22,4	1,79	16,07	4,05	1,7	1,42	12,38	3,3	84,1	108,3	22,6	129,0
77	23,52	1,79	16,32	3,65	1,2	1,52	20,43	3,3	114,1	136,2	25,8	142,5
78	25,2	1,67	20,15	4,15	1,7	1,16	12,69	3,2	101,3	157,2	22,1	147,1
79	22,68	1,76	15,81	4,7	1,5	1,14	15,48	3	238,7	144	25,6	141,6
80	23,66	1,65	16,58	4,2	1,8	1,31	15,79	3,5	120,5	189,7	27,4	108,2
81	22,26	1,5	16,07	4,05	1,3	1,15	13,93	3,5	85,9	123,6	24,2	91,4
82	24,36	1,84	15,56	5,85	1,5	1,59	16,1	3,1	89	164,3	30,4	106,8
83	21,7	1,8	17,85	5,45	1,4	1,85	17,03	4	110,9	169,9	27,4	61,9
84	21,28	1,78	17,6	4,75	2	1,82	13,62	3,9	84,3	155,7	25,2	55,1
85	21,98	2	24,99	6,55	1,4	2,5	20,42	5	207,6	228,4	40,9	110,5
86	20,2	1,43	15,56	4,95	1,5	1,44	19,55	5,3	141,4	122	22,5	137,7
87	21,41	1,35	13,52	4,5	1,3	1,12	17,21	5	153,6	86,3	22,3	140,9

Amostra	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Produção
			g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				Fr pla ⁻¹ ano ⁻¹
88	17,73	1,27	15,05	4,15	1,3	1,1	14,67	4,3	124	116	21,7	137,5
89	18,58	1,28	17,34	4,1	1,4	1,03	9,19	4,7	97,9	99,5	21,6	140,1
90	19,92	1,41	16,32	4,2	1,2	1,18	22,49	5	126,2	70,3	25,7	137,3
91	20,33	1,3	17,34	4,35	1,2	1,06	16,03	4	62,5	103,5	22,3	138,1
92	17,95	1,25	14,28	4	1,4	1,07	16,23	4,3	54,8	90	21,1	133,7
93	21,08	1,39	16,07	3,75	1,12	0,96	9,39	3,9	79,9	112,8	21,6	143,6
94	18,48	1,38	17,85	3,25	1,3	1,11	13,3	5,6	119,8	119,7	21,4	138,2
95	18,49	1,45	16,32	3,65	1,2	1,25	11,73	5,1	161,4	110,4	23,1	112,2
96	20,27	1,39	15,81	5,2	1,4	1,36	17,01	5,1	69,2	136,4	24,8	94,4
97	18,82	1,34	13,52	4,85	1,2	1,1	11,15	6,9	66,7	152,2	24,7	96,2
98	22,61	1,43	14,54	5,1	1,1	1,31	13,88	8,3	68,2	154,2	24,1	110,2
99	21,07	1,38	16,58	4,35	1,3	1,37	10,76	6,7	64,1	118,9	21,3	81,5
100	20,65	1,4	13,52	5,35	1,3	1,46	13,88	7	124,4	140,1	28,8	70,4
101	20,4	1,37	17,09	4,5	1,9	1,12	12,52	7,3	69,3	102,2	21,8	104,9
102	18,91	0,97	14,28	3,2	1,7	1,44	16,78	4,3	111,8	83,9	19,6	110,9
103	20,94	1,13	13,26	3,35	1,5	1,54	24,03	4,1	126,4	77,3	21,3	114,4
104	25,21	1,22	12,5	3,75	1,4	1,54	8,91	4,1	136,1	109,2	21,8	103,9
105	18,59	1,16	12,75	3,05	1,2	1,65	16,78	4,5	57,8	89,5	19,7	106,8
106	22,69	1,18	12,24	2,75	1,2	1,16	19,89	5,1	144,2	77,1	18,6	110,3
107	18,8	1,08	13,52	2,95	1,3	1,29	15,12	4,3	76,2	106,4	20,1	100,1
108	24,26	1,11	11,73	3,2	1,3	1,44	21,54	3,8	85,1	104,6	21,3	108,0
109	22,9	1,08	16,07	3,25	1,4	1,53	17,81	3,8	75,4	94,7	22	138,9
110	18,49	1,38	16,83	2,7	1,3	1,39	6,21	4,5	86,1	118,3	20,2	112,2
111	24,42	1,38	14,28	3,1	1,3	1,07	13,05	3,3	271,6	119,2	21,2	137,2
112	21,43	1,41	14,03	3,9	1,3	1,27	10,56	4,5	71,5	175,4	20,7	106,1
113	24,79	1,42	15,3	3,7	1,2	1,35	12,01	4,6	74,2	151,1	22,6	109,8
114	23,49	1,47	13,52	4,25	1,4	1,65	9,94	4,3	131,5	130	25,6	119,7
115	21,35	1,41	14,79	2,95	1,4	1,45	10,98	4,7	102,1	121,1	22,2	103,0
116	23,53	1,37	17,6	2,8	1,3	1,35	15,33	5,3	68,9	88,9	18,1	99,4
118	22,69	1,3	14,79	3,35	1,5	1,3	11,6	5,5	118,9	105,4	22,3	147,9
119	17,35	1,37	10,97	2,75	1,1	1,23	20,31	5,1	123,2	116,4	19,7	107,7
120	20,15	1,51	12,5	2,75	1,3	0,96	20,31	5,9	123,9	100,1	21,3	112,3
121	17,65	1,39	11,73	2,9	1,2	0,97	20,14	5	152,4	114,3	19,7	102,1
122	17,36	1,33	9,95	2,75	1	1,09	12,91	5	89,6	103	19,9	111,9
123	18,34	1,42	12,24	2,65	1,2	1,15	20,48	5,3	133,5	100	19,8	102,4
124	19,87	1,48	12,5	2,8	1,2	1,33	22,03	5,9	86	122,4	21,8	124,5
125	19,33	1,38	10,2	2,85	1,1	1,04	21,17	5,6	81,9	107,3	19,9	133,1
126	18,24	1,3	12,5	2,85	1	1,13	21	5,7	70	108	21,4	136,6
127	18,63	1,44	9,95	3	1,2	1,03	21,17	4,6	127,8	177,3	24	129,7
128	17,25	1,39	12,75	2,65	1,1	1,05	17,56	4,8	110,8	134,6	20,2	144,7
129	16,8	1,27	12,5	2,75	1	1,09	21,86	5	95,6	143	20,4	141,3
130	19,66	1,25	13,01	2,3	1,1	0,89	20,14	4,9	84,8	122,6	19,1	125,8
131	18,13	1,38	13,77	2,7	1,1	1,11	19,97	5	114,2	139,5	22,3	133,2
132	17,25	1,28	13,77	2,25	0,9	1,18	13,43	5,4	60	127,7	20,3	111,9
133	18,21	1,3	12,5	2,4	1,3	1,21	23,41	5,8	97,7	101,1	23,5	102,0
134	18,89	1,34	13,01	3,1	1,4	1,03	16,7	5,9	62,4	105,4	22,5	104,9
135	20,31	1,32	12,24	3,45	1,4	1,23	13,6	5,8	58,6	129,3	20,1	38,9

APÊNDICE 2: Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2002

Observação	Ano	UDF	Nutrientes (g/planta)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
10	2002	1	460	368	1200	112	150	0	5
11	2002	2	0	368	1200	112	150	0	5
12	2002	3	0	368	900	112	150	0	5
13	2002	4	0	368	900	112	150	0	5
14	2002	5	0	368	900	112	150	0	5
15	2002	6	0	368	900	112	150	0	5
16	2002	7	0	460	900	140	150	0	5
17	2002	8	230	368	900	140	150	0	5
18	2002	9	460	460	1200	112	150	0	5
19	2002	15	0	460	900	140	150	0	5

Fontes: ureia; superfosfato triplo; cloreto de potássio; óxido de magnésio e bórax

APÊNDICE 3: Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2004

Observação	Ano	UDF	Nutrientes (g/planta)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
30	2004	1	460	396	900	444	150	0	12
31	2004	2	0	248	900	278	150	0	12
32	2004	3	460	396	900	444	150	0	12
33	2004	4	0	248	900	278	150	0	12
34	2004	5	0	396	1200	444	150	0	12
35	2004	6	0	248	900	278	150	0	12
36	2004	7	0	248	900	278	150	0	12
37	2004	8	0	248	900	278	150	0	12
38	2004	9	0	396	1200	444	150	0	12
39	2004	15	0	248	900	278	150	0	12
40	2004	16	0	248	900	278	150	0	12
41	2004	17	230	495	600	555	75	0	3

Fontes: ureia; fosfato natural reativo (Arad); cloreto de potássio; óxido de magnésio e bórax

APÊNDICE 4: Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2005

Observação	Ano	UDF	Nutrientes (g/planta)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
42	2005	1	0	264	900	296	150	0	10
43	2005	2	0	396	900	444	240	0	10
44	2005	3	0	396	900	444	240	0	10
45	2005	4	0	264	900	296	150	0	10
46	2005	5	230	264	900	296	240	0	10
47	2005	6	230	264	900	296	150	0	10
48	2005	7	230	264	900	296	240	0	10
49	2005	8	230	264	900	296	150	0	10
50	2005	9	230	264	1200	296	240	0	10
51	2005	15	0	264	900	296	240	0	10
52	2005	16	230	396	900	444	240	0	10
53	2005	17	460	264	900	296	150	0	10
54	2005	18	230	264	1200	296	240	0	10

Fontes: ureia; fosfato natural reativo (Arad); cloreto de potássio; óxido de magnésio e bórax

APÊNDICE 5: Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2006

Observação	Ano	UDF	Nutrientes (g/planta)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
55	2006	1	460	264	1500	296	175	210	10
56	2006	2	460	264	1200	296	175	210	10
57	2006	3	460	264	1500	296	175	210	10
58	2006	4	0	264	1500	296	175	210	10
59	2006	5	0	264	1800	296	175	210	10
60	2006	6	460	264	1800	296	175	210	10
61	2006	7	460	264	1500	296	175	210	10
62	2006	8	460	264	1800	296	175	210	10
63	2006	9	460	264	1500	296	175	210	10
64	2006	15	0	264	1500	296	175	210	10
65	2006	16	0	264	1500	296	175	210	10
66	2006	17	0	264	1200	296	175	210	10
67	2006	18	0	264	1200	296	175	210	10
68	2006	19	460	264	1500	296	175	210	10
69	2006	20	138	264	600	225	87,5	105	5

Fontes: ureia; fosfato natural reativo (Arad); cloreto de potássio; sulfato de magnésio e bórax

APÊNDICE 6: Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2007

Observação	Ano	UDF	Nutrientes (g/planta)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
70	2007	1	0	330	1200	370	149	179	10
71	2007	2	460	330	1200	370	149	179	10
72	2007	3	460	330	1800	370	149	179	10
73	2007	4	460	330	1800	370	149	179	10
74	2007	5	690	330	1500	370	149	294	10
75	2007	6	460	330	1800	370	149	179	10
76	2007	7	460	330	1200	370	149	179	10
77	2007	8	690	330	1200	370	149	179	10
78	2007	9	690	330	1500	370	245	294	10
79	2007	15	460	330	1500	370	245	294	10
80	2007	16	0	330	1200	370	149	179	10
81	2007	17	460	330	1200	370	149	179	10
82	2007	18	460	330	1500	370	245	294	10
83	2007	19	460	330	1200	370	149	179	5
84	2007	20	690	330	1200	370	149	179	5
85	2007	22	115	240	900	240	175	354	2

Fontes: ureia; fosfato natural reativo (Arad); cloreto de potássio; sulfato de magnésio e bórax

APÊNDICE 7: Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2009

Observação	Ano	UDF	Nutrientes (g/planta)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
102	2009	1	336	0	900	0	243	384	10
103	2009	2	336	330	1200	370	243	384	10
104	2009	3	336	330	1200	370	243	384	10
105	2009	4	336	330	1200	370	243	384	10
106	2009	5	336	0	900	0	243	384	10
107	2009	6	336	330	1200	370	243	384	10
108	2009	7	336	330	1200	370	243	384	10
109	2009	8	336	330	1200	370	243	384	10
110	2009	9	336	330	1200	370	243	384	10
111	2009	15	336	0	1200	0	243	384	10
112	2009	16	336	330	1200	370	243	384	10
113	2009	17	336	330	1200	370	243	384	10
114	2009	18	336	0	1200	0	243	384	10
115	2009	19	336	330	1200	370	243	384	10
116	2009	20	336	330	1200	370	243	384	10
117	2009	22	168	225	600	225	119	192	5

Fontes: sulfato de amônio; fosfato natural reativo (Arad); cloreto de potássio; sulfato de magnésio e bórax

APÊNDICE 8: Doses de nutrientes fornecidos via adubação nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2011

Observação	Ano	UDF	Nutrientes (g/planta)						
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B
118	2011	1	210	330	1800	370	324	240	20
119	2011	2	210	330	1800	370	324	240	20
120	2011	3	0	330	1800	370	324	240	20
121	2011	4	0	330	1800	370	324	240	20
122	2011	5	210	330	1800	370	324	240	20
123	2011	6	0	330	1800	370	324	240	20
124	2011	7	210	330	1800	370	324	240	20
125	2011	8	210	330	1500	370	324	240	20
126	2011	9	210	330	1500	370	324	240	20
127	2011	15	210	330	1500	370	324	240	20
128	2011	16	0	330	1800	370	324	240	20
129	2011	17	420	330	1800	370	324	480	20
130	2011	18	210	330	1800	370	324	240	20
131	2011	19	420	330	1800	370	324	480	20
132	2011	20	210	330	1500	370	324	240	20
133	2011	22	420	330	1800	370	324	480	20
134	2011	23	630	594	1500	216	216	720	10

Fontes: sulfato de amônio; fosfato natural reativo (Arad); cloreto de potássio; óxido de magnésio e bórax

APÊNDICE 9: Análise química do solo nas profundidade 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2001. Dados referentes às médias das UDFs¹

UDF	Prof. cm	pH CaCl ₂	M.O dag/kg	P mg/dm ³	S mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca mg/dm ³	Mg cmolc/dm ³	Al mg/dm ³	H+Al mg/dm ³	B mg/dm ³	Cu mg/dm ³	Fe mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Zn mg/dm ³
1	0-20	3,78	1,97	10,87	11,62	0,16	0,45	0,16	0,98	3,41	0,30	0,48	181	2,28	0,72
	20-40	3,90	1,61	9,25	15,37	0,11	0,47	0,13	0,93	2,91	0,26	0,35	110	1,42	0,58
2	0-20	3,85	1,98	9,66	10,50	0,13	0,68	0,18	0,83	3,51	0,29	0,41	164	3,11	0,75
	20-40	3,98	1,55	5,50	13,80	0,08	0,51	0,15	0,98	3,00	0,24	0,43	80,33	1,45	0,48
3	0-20	4,03	2,01	10,50	9,66	0,14	0,46	0,15	0,80	3,38	0,33	0,55	178	3,80	0,76
	20-40	3,95	1,63	5,33	12,00	0,10	0,43	0,11	0,93	2,90	0,27	0,45	104	1,40	0,50
4	0-20	3,82	1,85	11,00	13,75	0,15	0,50	0,17	0,85	3,25	0,37	0,45	190	3,00	0,75
	20-40	3,00	1,77	6,75	14,75	0,08	0,35	0,10	0,87	2,95	0,32	0,40	107	1,50	0,52
5	0-20	3,90	1,80	8,00	18,00	0,14	0,60	0,30	1,20	3,40	0,28	0,40	92	1,6	0,30
	20-40	3,00	1,50	4,00	21,00	0,08	0,30	0,10	1,20	3,40	0,31	0,30	126	0,8	0,50
6	0-20	3,98	2,31	12,16	13,83	0,16	0,78	0,21	0,73	3,60	0,32	0,61	178	3,65	1,05
	20-40	3,98	2,05	7,42	15,57	0,11	0,72	0,20	0,80	3,31	0,27	0,48	117	1,87	0,64
7	0-20	3,93	1,82	7,50	13,33	0,11	0,63	0,18	0,81	3,21	0,26	0,45	127	1,91	0,48
	20-40	3,92	1,83	7,50	13,33	0,11	0,63	0,16	0,81	3,21	0,26	0,45	127	1,91	0,48
8	0-20	4,10	2,37	6,50	14,25	0,12	1,07	0,27	0,72	3,07	0,33	0,45	141	2,75	0,77
	20-40	4,05	1,87	5,50	16,25	0,09	0,95	0,17	0,72	2,87	0,24	0,45	120	1,67	0,57

¹ UDF 1(8 talhões); UDF 2 (6 talhões); UDF 3 (6 talhões); UDF 4 (4 talhões); UDF 5 (1 talhão); UDF 6 (7 talhões); UDF 7 (6 talhões)

APÊNDICE 10: Determinações químicas do solo e relações entre nutrientes nas profundidade 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2001. Dados referentes às médias das UDFs¹

UDF	Prof. cm	SB cmolc/dm ³		V	m	Ca/CTC %	Mg/CTC	K/CTC	Relações			
		CTC(T)							Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
1	0-20	0,77	4,18	18,50	55,00	10,77	3,83	3,83	2,81	2,81	1,00	3,81
	20-40	0,72	3,64	19,32	58,09	12,91	3,57	3,02	3,62	4,27	1,18	5,45
2	0-20	0,99	4,51	22,18	46,73	15,08	3,99	2,88	3,78	5,23	1,38	6,52
	20-40	0,75	3,75	20,1	57,30	13,60	4,00	2,13	3,40	6,38	1,88	8,25
3	0-20	0,75	4,14	18,36	51,66	11,11	3,62	3,38	3,07	3,29	1,07	4,36
	20-40	0,65	3,55	18,62	58,80	12,11	3,10	2,82	3,91	4,30	1,10	5,40
4	0-20	0,82	4,07	20,20	51,45	12,29	4,18	3,69	2,94	3,33	1,13	4,47
	20-40	0,53	3,48	15,20	62,50	10,06	2,87	2,30	3,50	4,38	1,25	5,62
5	0-20	1,04	4,44	23,42	53,57	13,51	6,76	3,15	2,00	4,29	2,14	6,43
	20-40	0,48	3,88	12,37	71,42	7,73	2,58	2,06	3,00	3,75	1,25	5,00
6	0-20	1,16	4,76	24,37	40,50	16,39	4,41	3,36	3,71	4,88	1,31	6,19
	20-40	1,04	4,35	23,90	44,20	16,55	4,60	2,53	3,60	6,55	1,82	8,36
7	0-20	0,92	4,14	22,22	49,22	15,22	4,35	2,66	3,50	5,73	1,64	7,36
	20-40	0,92	4,14	22,22	49,20	15,22	3,86	2,66	3,94	5,73	1,45	7,18
8	0-20	1,47	4,54	32,37	35,33	19,31	4,87	2,17	3,96	8,92	2,25	11,17
	20-40	1,22	4,09	29,82	37,00	23,23	4,16	2,20	5,59	10,56	1,89	12,44

¹ UDF 1(8 talhões); UDF 2 (6 talhões); UDF 3 (6 talhões); UDF 4 (4 talhões); UDF 5 (1 talhão); UDF 6 (7 talhões); UDF 7 (6 talhões)

APÊNDICE 11: Análise química do solo nas profundidade 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2005. Dados referentes às médias das UDFs¹

UDF	Prof.	pH	M.O	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	cm	CaCl ₂	dag/kg	mg/dm ³				cmole/dm ³					mg/dm ³		
1	0-20	4,44	2,20	2,51	9,00	0,15	1,57	0,80	0,32	2,80	1,01	0,31	154	5,70	32,54
	20-40	4,18	1,11	7,83	15,66	0,10	0,83	0,46	0,38	2,65	0,85	0,15	87,5	1,38	48,18
2	0-20	4,11	2,11	15,00	8,50	0,14	0,75	0,45	0,53	3,05	0,83	0,20	162	2,63	18,80
	20-40	4,06	1,21	4,66	16,00	0,07	0,56	0,25	0,45	3,05	0,75	0,11	78,33	0,83	21,50
3	0-20	4,31	2,03	21,50	8,33	0,16	0,93	0,55	0,36	2,85	0,92	0,18	155	3,21	47,80
	20-40	4,08	1,02	5,20	14,60	0,09	0,48	0,26	0,44	2,74	0,98	0,10	81,80	0,90	19,54
4	0-20	4,13	1,83	20,33	6,33	0,08	0,66	0,40	0,46	2,90	0,60	0,26	160	4,66	26,40
	20-40	4,03	1,10	3,00	20,66	0,05	0,50	0,16	0,46	2,60	0,79	0,16	79,60	0,50	38,33
5	0-20	4,20	2,00	23,00	7,00	0,14	0,60	0,40	0,50	3,80	0,62	0,20	92,00	1,40	22,00
	20-40	4,20	1,20	9,00	14,00	0,12	0,40	0,20	0,40	3,10	0,54	0,00	60,00	0,60	25,20
6	0-20	4,40	2,07	17,25	8,50	0,15	0,87	0,60	0,37	3,02	0,97	0,13	75,33	2,13	130,00
	20-40	4,06	1,23	3,66	22,66	0,14	0,60	0,30	0,43	3,30	0,77	0,10	61,66	0,96	141,00
7	0-20	4,30	2,16	11,83	8,50	0,06	0,66	0,63	0,41	3,20	0,83	0,13	118	2,68	22,68
	20-40	4,11	1,36	5,00	19,50	0,14	0,58	0,33	0,48	3,28	1,11	0,15	79,80	0,93	25,31
8	0-20	4,27	2,12	18,50	9,25	0,10	0,92	0,50	0,40	2,95	0,96	0,17	99,80	3,20	97,55
	20-40	4,10	1,47	6,00	16,25	0,08	0,85	0,35	0,40	3,02	0,88	0,17	56,70	1,15	45,05
9	0-20	4,10	1,60	5,00	9,00	0,13	0,40	0,30	0,60	2,50	0,93	0,20	61,00	1,30	22,80
	20-40	4,10	0,90	3,00	14,00	0,14	0,50	0,30	0,40	2,50	0,69	0,20	49,00	0,70	23,40
15	0-20	4,60	2,30	30,00	11,00	0,18	1,70	0,60	0,20	2,50	0,80	0,20	78,00	4,70	1,90
	20-40	4,30	1,20	9,00	13,00	0,09	0,80	0,20	0,30	2,20	0,74	0,10	83,00	1,50	1,40
16	0-20	4,16	2,53	6,66	7,66	0,04	0,93	0,36	0,50	3,76	0,82	0,20	113,00	3,43	39,20
	20-40	4,03	1,26	2,33	16,33	0,09	0,73	0,20	0,56	3,23	0,64	0,16	87,33	0,93	41,86
17	0-20	4,34	2,68	7,60	9,00	0,07	1,36	0,36	0,36	3,58	0,93	0,18	139,80	3,42	54,08
	20-40	4,10	1,32	3,40	20,80	0,16	1,01	0,22	0,44	2,98	0,68	0,16	95,80	1,04	32,86
18	0-20	4,30	2,30	59,00	8,00	0,13	1,10	0,40	0,40	3,10	0,93	0,20	61,00	1,30	22,80
	20-40	4,30	1,20	56,00	38,00	0,06	1,60	0,30	0,30	2,80	0,69	0,20	49,00	0,70	23,40
19	0-20	4,66	2,42	9,50	10,60	0,09	1,82	0,36	0,34	3,00	0,80	0,12	119,00	3,90	51,00
	20-40	4,08	1,34	4,40	24,40	0,12	0,82	0,22	0,48	3,36	0,71	0,16	65,70	0,85	40,97

¹ UDF 1(7 talhões); UDF 2 (6 talhões); UDF 3 (6 talhões); UDF 4 (4 talhões); UDF 5 (1 talhão); UDF 6 (4 talhões); UDF 7 (6 talhões); UDF 8 (4 talhões); UDF 9 (1 talhão); UDF 15 (1 talhão); UDF 16 (3 talhões); UDF 17 (5 talhões); UDF 18 (1 talhão); UDF 19 (5 talhões);

APÊNDICE 12: Determinações químicas do solo e relações entre nutrientes nas profundidade 0-20 e 20-40 cm nas unidades de diagnose foliar (UDFs) em produção na cultura do coqueiro híbrido na safra 2005. Dados referentes às médias das UDFs¹

UDF	Prof. cm	SB	CTC(T)	V	m	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K
		cmole/dm ³				%						
										Relações		
1	0-20	2,52	5,32	44,85	14,80	29,51	15,04	2,82	1,96	10,47	5,33	15,80
	20-40	1,30	3,95	32,65	23,33	21,01	11,65	2,53	1,80	8,30	4,60	12,90
2	0-20	1,34	4,39	30,60	28,50	17,08	10,25	3,19	1,67	5,36	3,21	8,57
	20-40	0,89	3,94	22,33	35,00	14,21	6,35	1,78	2,24	8,00	3,57	11,57
3	0-20	1,64	4,49	36,60	21,00	18,49	12,25	3,56	1,51	5,19	3,44	8,63
	20-40	0,83	3,61	23,20	35,00	13,30	7,20	2,49	1,85	5,33	2,89	8,22
4	0-20	1,14	4,06	28,30	29,00	16,26	9,85	1,97	1,65	8,25	5,00	13,25
	20-40	0,72	3,32	22,00	43,33	15,11	4,83	1,51	3,13	10,00	3,20	13,20
5	0-20	1,14	4,94	23,00	30,00	12,15	8,10	2,83	1,50	4,29	2,86	7,14
	20-40	0,72	3,82	19,00	36,00	10,47	5,24	3,14	2,00	3,33	1,67	5,00
6	0-20	1,85	5,13	37,20	18,25	16,96	11,70	2,92	1,45	5,80	4,00	9,80
	20-40	1,04	4,34	24,00	29,66	13,82	6,91	3,23	2,00	4,29	2,14	6,43
7	0-20	1,68	4,88	34,20	27,16	13,52	12,91	1,23	1,05	11,00	10,50	21,50
	20-40	1,20	4,49	27,16	28,50	12,92	7,35	3,12	1,76	4,14	2,36	6,50
8	0-20	1,53	4,48	32,75	23,66	20,54	11,16	2,23	1,84	9,20	5,00	14,20
	20-40	1,28	4,30	28,00	30,00	19,77	8,14	1,86	2,43	10,63	4,38	15,00
9	0-20	0,83	3,33	25,00	42,00	12,01	9,01	3,90	1,33	3,08	2,31	5,38
	20-40	0,94	3,44	27,00	30,00	14,53	8,72	4,07	1,67	3,57	2,14	5,71
15	0-20	2,48	4,98	50,00	7,00	34,14	12,05	3,61	2,83	9,44	3,33	12,78
	20-40	0,89	3,09	29,00	25,00	25,89	6,47	2,91	4,00	8,89	2,22	11,11
16	0-20	1,34	5,11	26,00	29,00	18,20	7,05	0,78	2,58	23,25	9,00	32,25
	20-40	1,02	4,26	24,33	36,33	17,14	4,69	2,11	3,65	8,11	2,22	10,33
17	0-20	1,97	5,55	35,20	16,40	24,50	6,49	1,26	3,78	19,43	5,14	24,57
	20-40	1,40	4,38	31,80	24,00	23,06	5,02	3,65	4,59	6,31	1,38	7,69
18	0-20	1,63	4,73	34,00	20,00	23,26	8,46	2,75	2,75	8,46	3,08	11,54
	20-40	1,96	4,76	41,00	130,00	33,61	6,30	1,26	5,33	26,67	5,00	31,67
19	0-20	2,27	5,27	39,80	20,60	34,54	6,83	1,71	5,06	20,22	4,00	24,22
	20-40	1,16	4,52	25,70	29,80	18,14	4,87	2,65	3,73	6,83	1,83	8,67

¹ UDF 1(7 talhões); UDF 2 (6 talhões); UDF 3 (6 talhões); UDF 4 (4 talhões); UDF 5 (1 talhão); UDF 6 (4 talhões); UDF 7 (6 talhões); UDF 8 (4 talhões); UDF 9 (1 talhão); UDF 15 (1 talhão); UDF 16 (3 talhões); UDF 17 (5 talhões); UDF 18 (1 talhão); UDF 19 (5 talhões);

Apêndice 13: Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para número de frutos (NF), peso de albúmen fresco por coco (PAF/co) e teores foliares de macronutrientes, no ano de 2004

FV	GL	Quadrados médios							
		NF	PAF/co	PAF/ha	N	P	K	Ca	Mg
Tratamento	6	49,78 ^{ns}	47,66 ^{ns}	921845 [*]	1,05 ^{ns}	0,0006 ^{**}	5,91	0,32 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Blocos	3	281,6 ^{ns}	278,48 ^{ns}	142557 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,01 ^{ns}	15,72	0,49 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Resíduo	18	102,5	96,79	281405	1,68	0,006	1,66	0,69	0,08
C.V. (%)		7,32	3,17	7,64	6,35	5,19	11,30	26,01	16,32
Média geral		138,2	310,42	6854	20,47	1,60	11,40	3,21	1,82

*: significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F; **: significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F; n.s.: não significativo

Apêndice 14: Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para teores foliares de micronutrientes, no ano de 2004.

FV	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento		3,86 ^{ns}	0,22 ^{ns}	5480 ^{ns}	35,50 ^{ns}	6,07
Bloco		7,94 ^{ns}	1,72 ^{**}	29941 ^{**}	286 ^{ns}	3,92
Resíduo		9,32	0,30	2689	166	3,98
CV (%)		31,16	18,12	40,17	17,19	9,72
Média geral		9,80	3,02	129	74,98	20,55

*: significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F; **: significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F; n.s.: não significativo.

Apêndice 18: Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para teores foliares de micronutrientes, no ano de 2006

FV	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento		18,33 ^{ns}	0,57 ^{ns}	630 ^{ns}	229 ^{ns}	8,84 ^{ns}
Bloco		28,48 ^{ns}	1,54 ^{ns}	8144 ^{**}	342 ^{ns}	3,19 ^{ns}
Resíduo		88,28	0,61	533	207	10,04
CV (%)		37,25	51,49	21,66	15,91	13,60
Média geral		25,22	1,51	106,68	90,48	23,17

*: significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F; **: significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{n.s.}: não significativo.

Apêndice 19: Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para número de frutos (NF), peso de albúmen fresco por coco (PAF/co) e teores foliares de macronutrientes, no ano de 2007

FV	GL	Quadrados médios								
		NF	PAF/co	PAF/ha	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	6	18,47 ^{ns}	119,7 ^{ns}	92798 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,027 ^{ns}	5,07 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Blocos	3	45,56 ^{ns}	224,56 ^{ns}	268519 ^{ns}	6,76*	0,044 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	18	39,62	82,47	110359	2,02	0,016	2,79	0,62	0,16	0,03
C.V. (%)		5,05	2,69	4,94	6,5	7,61	12,15	18,89	17,71	11,51
Média geral		124,68	337,04	6722	21,92	1,71	13,77	4,17	2,32	1,61

*: significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F; **: significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{n.s.}: não significativo

Apêndice 20: Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental e média geral para experimento avaliando fontes de fósforo na cultura do coqueiro híbrido para teores foliares de micronutrientes, no ano de 2007.

FV	GL	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento		18,85 ^{ns}	1,13 ^{ns}	2021 ^{ns}	305,29 ^{ns}	33,02 ^{ns}
Bloco		1,75 ^{ns}	3,09 ^{ns}	14262 ^{**}	367,62 ^{ns}	21,66 ^{ns}
Resíduo		21,4	1,92	1677	273,69	45,79
CV (%)		26,14	41,75	26,99	19,03	23,54
Média geral		17,70	3,32	151,7	86,95	28,75

*: significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F; **: significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F; ^{n.s.}: não significativo