

JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS



RIO BRANCO

2010

JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS

**SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS)  
PARA CUPUAÇUEIRO CULTIVADO NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre em parceria com a Embrapa Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Paulo Guilherme S. Wadt

Co- orientador: Dr. Renato de M. Prado

RIO BRANCO

2010

© DIAS, J. R. M. 2010.

DIAS, J. R. M. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para cupuaçueiro cultivado na Amazônia sul ocidental.** 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2010.

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC.**

D541s

Dias, Jairo Rafael Machado, 1984 -

Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para cupuaçueiro cultivado na Amazônia sul ocidental, Rio Branco: UFAC, 2010.

83f : il. ; 30cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza – Universidade Federal do Acre.

Orientador: Profº. Drº. Paulo Guilherme Salvador Wadt.

Inclui bibliografia

1 Diagnose foliar. 2 Estado nutricional. 3 Funções DRIS.

4 *Theobroma grandiflorum* . I Título.

CDD.: 634.92

CDU.: 631.82

Aos meus familiares  
Pelas horas de dedicação e apoio  
Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Fim de mais uma etapa vencida. Dedicção, determinaçção, dias e noites a fio. Hoje, sensaçção de um dever cumprido, realizaçção de objetivo. Trabalho realizado, produto final: um título de mestre.

Fatigado, cansado pela intensa dedicaçção, com risco de esquecer alguém, peço minhas desculpas, mas mesmo correndo esse risco, gostaria de agradecer:

A DEUS, pela vida e por tudo;

À Universidade Federal do Acre pela oportunidade e realizaçção do Curso de Pós-graduaçção em Agronomia;

Ao Pesquisador Dr. Paulo Guilherme Salvador Wadt meus sinceros agradecimentos pela excelente e valiosa orientaçção, estímulo, fidalguia e dedicaçção;

Ao Professor Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto pelo estímulo, colaboraçção e intensa humildade como profissional;

Ao CNPq pela ajuda financeira (bolsa de estudos);

A Embrapa Acre pelo apoio logístico e contribuiçção nas análises labotaroriais;

Ao projeto RECA (Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado) pelo apoio nas atividades em campo;

A Funtac pela ajuda financeira;

Aos meus professores da Pós-graduaçção pelos inestimáveis, ensinamentos, incentivo e dedicaçção ao ensino e à pesquisa;

Aos meus amigos de república nesse período de estudos no Acre, dentre eles: Leonardo, Jussie, Valdemar e Elaine.

“O senhor é meu pastor e

nada me faltará”

Salmo 22:1

## RESUMO

O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) é uma ferramenta utilizada para avaliação do estado nutricional de plantas, entretanto depende da definição de valores de referência ou normas DRIS que sejam adequados para refletir as condições de crescimento das plantas quanto à disponibilidade de nutrientes. Por outro lado para definição dos índices DRIS diversas fórmulas tem sido propostas, sempre procurando aperfeiçoar a eficiência do diagnóstico. Neste sentido, objetivou-se determinar qual o melhor método para se obter normas DRIS para o cupuaçu e quais fórmulas DRIS poderiam ser utilizadas para esta cultura. Amostras foliares de cupuaçu foram coletadas em 153 pomares comerciais, cuja idade das plantas variou de 5 a 18 anos, cultivados em monocultivo ou sistemas agroflorestais, obtendo-se para cada relação nutricional entre os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, e Mn as normas DRIS bivariadas, as quais foram obtidas para o conjunto da população monitorada e para condições específicas. Para avaliação das funções DRIS, utilizou-se normas DRIS a partir do conjunto da população monitorada, utilizando software DRIS Cupuaçu, tanto na determinação das normas DRIS quanto para a avaliação do estado nutricional a partir das diferentes fórmulas DRIS. Normas DRIS genéricas apresentam desempenho similar ao proporcionado por normas DRIS específicas, entretanto a aplicação de normas DRIS específicas é restrita as condições ambientais e de manejo em que sua população de referência é cultivada. As fórmulas de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984) resultam em alto grau de concordância, entretanto quanto se utiliza o potencial de resposta à adubação como critério de interpretação dos índices DRIS, a fórmula de Beaufils (1973) deve ser preferida quando se deseja diminuir os casos de diagnósticos falsos limitantes por insuficiência; a fórmula de Elwali e Gascho (1984) quando se pretende diminuir o número de diagnósticos falsos para suficiência e a fórmula de Jones (1981) é recomendada quando se pretende diminuir o caso de diagnósticos falsos para suficiência.

Palavras-chave: Diagnose foliar. Estado nutricional. Funções DRIS. *Theobroma grandiflorum*.

## ABSTRACT

The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) is a tool used to assess the nutritional status of plants, however depends on the definition of reference values or DRIS that are appropriate to reflect the conditions of plant growth in the availability of nutrients. In addition to defining the DRIS various functions have been proposed, always looking to improve the efficiency of diagnosis. In this sense, it was aimed to determine the best method of obtaining DRIS norms for DRIS cupuaçu and functions which could be used to culture it. Cupuaçu leaf samples were collected in 153 commercial orchards, plants whose age ranged from 5 to 18 years, grown in monoculture or agroforestry systems, obtaining for each nutritional relationship between N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, and Mn DRIS bivariate norms, which were obtained for the whole population and monitored for specific conditions. For evaluation of the DRIS functions was used as DRIS norms of the whole population monitored using DRIS Cupuaçu software, both in determining how much of DRIS norms for the assessment of nutritional status from the different DRIS functions. DRIS norms have generic performance similar to that provided by DRIS specific standards, however the implementation of DRIS norms is restricted to specific environmental and management conditions in which their reference population is cultivated. Beaufils (1973), Jones (1981); Elwali and Gascho (1984) the functions DRIS result in high agreement, however as it uses the potential response to fertilization as the criterion of interpretation of nutrition index, Beaufils (1973) the functions should be preferred when one wants to reduce cases of false diagnoses due to insufficient bounds; Elwali & Gascho (1984) the functions when attempting to reduce the number of false diagnoses for sufficiency and Jones (1981) the functions is recommended when trying to reduce the case of false diagnoses to fill.

Key-words: Foliar diagnosis. Nutritional state. DRIS functions. *Theobroma grandiflorum*

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Manejo nutricional de plantas como fator determinante na qualidade e produtividade de frutas.....	29
FIGURA 2	Localização da área de estudo, no distrito de Nova Califórnia – RO.	36
FIGURA 3	- Distribuição espacial dos índices DRIS proporcionado pela avaliação do estado nutricional de 153 pomares de cupuaçu por diferentes funções DRIS (Beaufils, 1973; Jones, 1981; Elwali; Gascho, 1984).....	65
FIGURA 4	- Representação esquemática do intervalo de suficiência definido pelo IBNm em função de diferentes fórmulas DRIS.....	67

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Média dos índices nutricionais de relações univariadas e bivariadas para as normas DRIS constituídos por todos os pomares (CCMS) e para as normas DRIS específicas, para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) para a cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	43
TABELA 2	- Influência das Normas DRIS constituídos por todos os pomares (CCMS) sob as normas DRIS específicas para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) e específicas entre si para a cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	45
TABELA 3	- Coeficiente de correção para o IBNm obtido para normas DRIS constituídas por todos os pomares (CCMS) e normas DRIS específicas para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) para a cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	46
TABELA 4	- Probabilidade de concordância entre as normas DRIS constituídos por todos os pomares (CCMS) e as normas DRIS específicas para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) para o diagnóstico nutricional (excesso, equilíbrio e deficiência) em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	47
TABELA 5	- Frequência de diagnósticos para o potencial de resposta à adubação (PRA) e a interação entre as normas DRIS aos nutrientes quanto à resposta positiva (P), positiva ou nula (PZ), nula (Z), negativa ou nula (NZ) e negativa (N) em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental diagnosticados pelas normas DRIS de todos os pomares (CCMS) e específicas para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM).....	48

TABELA 6	-	Freqüência de pomares de cupuaçueiros com potencial de resposta positiva (insuficiência) e negativa (excesso) à adubação, diagnosticados pelas fórmulas DRIS de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984).....	63
TABELA 7	-	Freqüência de pomares submetidos à avaliação nutricional pelos métodos DRIS de Beaufils (B); Jones (J) e Elwali e Gascho (E) a partir de três classes nutricionais (insuficiente, suficiente e excesso) para macronutrientes na cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	66
TABELA 8	-	Número de casos em que o diagnóstico nutricional proporcionado pelo método de Beaufils (1974) indica equilíbrio nutricional e ao mesmo tempo pelos métodos de Elwali e Gascho indica sendo limitante por deficiência e pelo método de Jones (1981) indicando ser limitante por excesso em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	67
TABELA 9	-	Coeficiente de correlação para os índices DRIS dos macronutrientes obtido pelos métodos DRIS de Beaufils (1971), de Jones (1981) e de Elwali e Gascho (1984); provenientes da avaliação do estado nutricional em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	69
TABELA 10	-	Percentual de concordância entre as metodologias DRIS de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984) para o diagnóstico nutricional (insuficiente, suficiente e excesso) em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.....	69

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 ADUBAÇÃO DO CUPUAÇUEIRO.....	15
2.2 AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO.....	17
2.3 DIAGNOSE FOLIAR .....	17
2.4 INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR.....	19
2.5 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNÓSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS).....	19
2.5.1 Normas DRIS.....	21
2.5.2 Fórmulas DRIS .....	23
2.5.3 Índices DRIS (IDris).....	25
2.5.4 Índice de Balanço Nutricional (IBN).....	26
2.5.5 Potencial de resposta à adubação (PRA).....	27
2.6 EFICIÊNCIA DAS METODOLOGIAS DRIS NA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE PLANTAS.....	27
2.7 UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DRIS EM FRUTICULTURA.....	28
<b>3 CAPÍTULO I - NORMAS DRIS PARA CUPUAÇUEIROS CULTIVADOS EM MONOCULTIVO E SISTEMAS AGROFLORESTAIS</b>	
3.1 INTRODUÇÃO.....	34
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
3.4 CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS.....	51
<b>4 CAPÍTULO II - FÓRMULAS DRIS PARA CUPUAÇUEIROS CULTIVADOS EM POMARES COMERCIAIS NA AMAZÔNICA SUL OCIDENTAL</b>	
4.1 INTRODUÇÃO.....	57
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4.4 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	75
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	76

## 1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico do estado nutricional de plantas cultivadas é uma ferramenta fundamental para acompanhar o desempenho das adubações, podendo, inclusive, melhorar a eficiência do manejo da fertilidade do solo. Entretanto, o diagnóstico foliar é dependente da interpretação da análise foliar, que reflete a concentração dos nutrientes em um dado momento do desenvolvimento das culturas, sendo esta interpretação afetada por inúmeros fatores não controláveis, tornando-se complexa e exigindo diversos métodos de interpretação, dentre os quais se destaca o sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS).

O sistema DRIS utilizado na avaliação do estado nutricional de culturas, apesar de menos utilizado no Brasil, quando comparado a outros países (NACHTIGALL, 2004), é uma ferramenta relativamente nova em comparação a métodos tradicionais, como o método do nível crítico – NC ou o método das faixas de suficiência – FS (PRADO et al., 2008). A difusão do sistema DRIS no diagnóstico nutricional de culturas anuais ou perenes, baseia-se na presunção de ser este um método eficaz na diagnose nutricional, por meio de softwares especialistas, alguns, disponíveis pela internet (CUNHA, 2001; LANTMANN, 2001). As culturas de espécies frutíferas, que demandam muito tempo e alto custo para realização de ensaios de calibração, também são promissoras para a utilização do sistema DRIS em programas de adubação.

As principais vantagens enumeradas para o método DRIS comparativamente aos métodos tradicionais (NC e FS), é dada pela sua capacidade de ordenar o grau de limitação, identificando os nutrientes deste o mais limitante até o mais excessivo, e pela possibilidade de produzir diagnósticos coerentes independentes do estágio de desenvolvimento da cultura, além de apresentar os resultados em escala normatizada, contínua, e de interpretação direta (MALAVOLTA, 2006; WADT; NOVAIS, 1999).

Nestas culturas, o desenvolvimento dos padrões nutricionais (normas DRIS) podem ser mais fácil de se desenvolver por não depender da instalação de experimentos de longa duração, podendo ser obtidas diretamente de pomares

comerciais; além disto, o uso de relações bivariadas neutraliza os efeitos de diluição e concentração (BEAUFILS, 1973; JARREL; BEVERLY, 1981).

Como mencionado, sua utilização em plantas frutíferas tem relevada importância no cultivo de algumas espécies (COSTA; COSTA, 2008; NACHTIGALL, 2004; SANTANA et al., 2008; SANTOS et al., 2004; WADT et al., 2007). Entretanto para a cultura do cupuaçu, em plena domesticação na Amazônia, há poucas informações sobre seu estado nutricional e a demanda de nutrientes, restringindo apenas a alguns ensaios de adubação (ALFAIA; AYRES, 2004; AYRES, 2006; AYRES; ALFAIA, 2007).

Além de não haver normas DRIS disponíveis para a cultura do cupuaçu, não há também indicação de qual fórmula DRIS poderia ser mais indicada. Esta ausência de informações é mais grave se for considerada que, mesmo sendo uma espécie ainda em domesticação, a mesma é cultivada na Amazônia em uma grande diversidade de condições, seja quanto à densidade de plantio, presença ou não em consórcios florestais e condições de manejo (ALFAIA; AYRES, 2004; AYRES, 2004; AYRES; ALFAIA, 2007).

Neste sentido, objetivou-se determinar qual o melhor método para obter as normas DRIS para esta espécie e quais fórmulas DRIS poderiam ser utilizadas para esta cultura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A região amazônica é considerada o maior repositório de recursos genéticos vegetais do mundo, entre os quais estão algumas espécies frutíferas que apresentam grande potencialidade econômica. Dentre essas, destaca-se o cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.], que vem despertando interesse no mercado de frutas tropicais em função da aceitação dos seus frutos por suas características organolépticas, despontando-se atualmente como uma das fruteiras mais promissoras para a região. A origem do cupuaçuzeiro está distribuída por toda a bacia amazônica, parte do Estado do Maranhão, Tocantins e da Bahia e, ocasionalmente, em outros países, como: Colômbia, Venezuela, Equador e Costa Rica (GONDIM et al., 2001).

Por ser uma espécie bem adaptada ao sombreamento, apresenta-se vocação para cultivos consorciados, sendo um dos principais componentes dos sistemas agroflorestais (SAF's) na região amazônica, com bom desenvolvimento em comparação aos monocultivos (GASPAROTTO et al., 1997). Embora existam limitações de produção em razão da influência de outros fatores, tais como: características genéticas, variação sazonal, ataques de pragas e doenças. Também é esperado que nutrição adequada do cupuaçuzeiro seja fundamental para promover um crescimento vigoroso e maiores produtividades, uma vez que colheitas sucessivas, sem a reposição dos nutrientes, tende a esgotar as reservas nutricionais presentes no solo e prejudicar a sustentabilidade dos sistemas de produção desta cultura (AYRES, 2006).

Apesar do grande potencial agrônomo, a produtividade necessita ser elevada em relação aos níveis atuais. Em plantações bem manejadas, a produtividade média situa-se em torno de 15 frutos planta<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (CARVALHO et al., 1999), sendo extremamente variável. Além desta, na maioria dos solos, onde se têm estabelecido os plantios de cupuaçu, são ácidos e de baixa fertilidade natural, onde a correção do solo em conjunto com a adubação, quando realizada, tem sido feita de forma empírica (ALFAIA; AYRES, 2004).

## 2.1 ADUBAÇÃO DO CUPUAÇUEIRO

Mesmo que alguns autores considerem que os pomares de cupuaçueiro são implantados em solos amazônicos com propriedades físicas favoráveis ao cultivo, porém de baixa fertilidade natural (AYRES; ALFAIA, 2007), esta não é a realidade da região noroeste de Rondônia, onde os pomares são implantados tanto em Latossolos de baixa fertilidade, como em Cambissolos ou Plintossolos eutróficos cujas propriedades físicas são restritivas, embora de melhor fertilidade. Assim, nesta região há uma grande variabilidade de condições edáficas nas quais o cupuaçueiro é cultivado. Entretanto, em qualquer uma destas situações, são escassos os estudos sobre as exigências nutricionais do cupuaçueiro nestes solos.

De acordo com Alfaia e Ayres (2004) demonstraram que uma combinação específica entre as concentrações dos nutrientes (60 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de N, 100 Kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, na forma de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 160 Kg de potássio, na forma de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>), pode promover o aumento da produtividade do cupuaçueiro de forma significativa. Entretanto uma vez que a concentração em excesso de um dado nutriente (120 Kg ha<sup>-1</sup> de N e 200 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) resultou em desequilíbrio nutricional, afetando a produtividade nos pomares de cupuaçueiro.

Segundo Ayres e Alfaia (1998) as doses de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O resultaram em aumento significativo na produtividade de cupuaçu, dobrando a produção (12 frutos por planta, com média de 15 kg frutos por planta ano<sup>-1</sup>, em condições bem manejadas) quando comparado com plantas que não recebem nenhum tipo de adubação. Por outro lado Alfaia e Ayres (2004) constataram que a produção de cupuaçu em SAF's não respondeu à adubação nitrogenada, possivelmente pelo aporte de nitrogênio decorrente da mineralização de materiais orgânicos e da adoção da prática de adubação verde nos pomares (SCHROTH et al., 2001).

A ausência de resposta ao nitrogênio aplicado na forma de fertilizantes minerais também é abordada por Franke et al. (2002), que consideram que as leguminosas: puerária (*Pueraria phaseoloides*), desmódio (*Desmodium ovalifolium*) e flemingea (*Flemingia congesta*), nas entrelinhas, seria suficiente para garantir

aumentos na produtividade de frutos de cupuaçu em SAF's.

A resposta do cupuaçueiro a aplicação de fósforo também pode ser pequena. Segundo Ayres (2006), embora o fósforo seja o nutriente mais deficiente em solos da região amazônica, espera-se que a simbiose com fungos micorrízicos possa contribuir para aumentar a absorção de P, atendendo assim as demandas nutricionais (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2005).

De maneira geral os teores de potássio são baixos na região amazônica, e dada às altas taxas de exportação deste nutriente pela colheita, seu fornecimento pode ser fundamental para o sucesso nos cultivos (AYRES; ALFAIA, 2007). Entretanto, deve ser ressaltado que alguns solos do noroeste de Rondônia pertencentes à formação geológica Solimões, podem apresentar elevadas reservas minerais de K (SALIMON et al., 2009).

Segundo Wandelli et al. (2002) o potássio é o nutriente mais absorvido pelas plantas de cupuaçu, em razão da sua maior concentração nos tecidos reprodutivos e também o que se exporta em maior quantidade, podendo corresponder à exportação via frutos até 60% do que são exportados pela cultura. Estima-se que cada tonelada de frutos colhida são exportados cerca de 5,6 kg de potássio.

De acordo com Carvalho et al. (1999) os principais aspectos agrônômicos associados a sustentabilidade do cultivo do cupuaçueiro na Amazônia abrangem o controle fitossanitário e a reposição de nutrientes extraídos do solo. A elevada exportação de nutrientes durante a colheita dos frutos, associados à baixa fertilidade dos solos e a insuficiente utilização de insumos, comprometem o crescimento e a sustentabilidade dos cultivos ao longo do tempo (COSTA, 2006). Portanto, o prognóstico da adubação pode ser conseguido pela quantificação da capacidade do solo em suprir os nutrientes necessários (interpretação da análise de solo) e pela avaliação do estado nutricional das plantas (interpretação da análise foliar). Contudo, ambas interpretações dependem de extensos trabalhos de correlação entre os teores encontrados no solo e nas plantas e de calibração entre os teores foliares e a produtividade, tornando o processo complexo e oneroso (MALAVOLTA, 2006).

## 2.2 AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

A análise de solo é uma técnica disponível para avaliar a capacidade do solo em fornecer os nutrientes necessários as culturas e para identificar fatores limitantes, como a acidez, salinidade entre outros. Contudo, esta técnica é insuficiente para garantir um acompanhamento adequado do diagnóstico em programas de monitoramento nutricional. A presença de nutrientes no solo, mesmo em quantidade disponíveis de acordo com a análise de solo, não garantem a absorção pelas plantas, devido a diversos fatores ambientais que podem influenciar no processo de absorção radicular (SOUZA et al., 2007), sendo a utilização da diagnose foliar um importante complemento para o diagnóstico nutricional de um pomar.

## 2.3 DIAGNOSE FOLIAR

A diagnose foliar consiste em um conjunto de técnicas para a avaliação do estado nutricional de plantas cultivadas, baseada na interpretação de valores relacionados à concentração de um ou mais nutrientes nas folhas. A utilização da folha para análise dos nutrientes deve-se ao fato desta refletir melhor o estado nutricional, isto é responde mais a variações no suprimento de um determinado nutriente do solo provindo ou não de adubações. Isso ocorre pelo fato da folha ser o órgão onde ocorrem os processos fisiológicos mais importantes das plantas (FONTES, 2001).

Segundo Veloso et al. (2002) a idade da folha, posição da folha na planta, variação sazonal na produção, posição da folha no ramo, exposição solar, presença ou ausência de frutos nos ramo e, a época de amostragem são aspectos fundamentais que devem ser considerados na análise do tecido vegetal, que interfere no teor foliar e reflete na interpretação do estado nutricional da planta. Assim, dado que as concentrações de nutrientes são afetadas pelo estágio de

desenvolvimento da planta e pelas condições ambientais, a amostragem dos tecidos deve ser realizada em épocas e períodos previamente definidos.

Neste sentido, avaliando o estado nutricional do cupuaçueiro em SAF's, Costa (2006) constataram que a maior estabilidade nos teores de nutrientes, em função da época de amostragem, esteve nas folhas intermediárias, sendo, portanto, as folhas mais indicadas para o processo de diagnose nutricional do cupuaçueiro. De maneira geral, a amostragem foliar tem sido efetuada coletando-se amostras da folha recém-madura (terceira folha, tomada a partir do ápice do ramo da altura média), nos quatro pontos cardeais, evitando coletar as folhas após chuvas fortes, atacadas por insetos ou doenças, influenciadas por adubação foliar e/ ou defensivos agrícolas e não podem estar com o contato com o solo, geralmente a coleta é realizada no final da safra, no início da estação seca (MALAVOLTA, 2006).

Sendo que para o apropriado prognóstico (recomendação de adubação, por si), além da interpretação dos resultados da análise foliar, é necessário, análise visual e fitotécnica, com a finalidade de detectar plantas problemas e normais, análise dos fatores edáficos, climáticos, biológicos, genotípicos e gerenciais prevalentes no sistema de produção, visando excluir a interferência de fatores bióticos e abióticos (MALAVOLTA, 2006).

Quanto ao crescimento e a produção das culturas, existe uma relação bem definida com o teor de nutriente em seus tecidos. Essa relação caracteriza-se por uma curva em que se distinguem três regiões. Na primeira, chamada de região de deficiência, o aumento do suprimento de determinado nutriente, acompanhado pelo aumento de seu teor nos tecidos da planta, resulta em aumento no crescimento e produção. Na segunda região, chamado de região de adequação, o aumento do suprimento de dado nutriente e de seu teor nos tecidos da planta não é acompanhado por aumentos expressivos no crescimento ou produção. E na terceira região, chamada de região de absorção de luxo ou toxidez, o aumento do suprimento do nutriente e de sua concentração nos tecidos, caracteriza-se por decréscimo no crescimento ou produção. O conhecimento dos teores de nutrientes nos tecidos vegetais relacionados com a cada uma dessas regiões permite que por meio do conhecimento do teor do nutriente na planta, que se defina o estado nutricional da cultura (RIBEIRO et al., 1999).

## 2.4 INTERPRETAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR

Especificamente para o diagnóstico foliar, a interpretação pode ser realizada 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. Ambos os métodos tem sido aplicados com sucesso para várias culturas, como café, cana-de-açúcar, milho, soja, entre inúmeras outras (PRADO et al., 2008). Porém, sua eficiência depende de ensaios de calibração, que devem ser executados em diversos anos e que devem representar com precisão as condições tecnológicas das culturas.

A concentração de um nutriente na folha está sujeito a diversos outros fatores que não aqueles estritamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes, como por exemplo, luminosidade, temperatura, regime hídrico e doenças. Assim, enquanto o nível crítico ou faixa de suficiência de um dado nutriente represente adequadamente a concentração mais provável em uma planta sadia, pouco se pode inferir quanto à concentração do mesmo nutriente em uma planta ou pomar que esteja sendo analisado, pela incerteza de quais processos poderiam estar determinando as taxas de acumulação de biomassa e do nutriente naquele órgão da planta (JARREL; BEVERLY, 1981).

Por outro lado, a utilização de relações bivariadas entre os nutrientes, como feito pelo método do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), minimiza o confundimento proporcionado pela taxa de acumulação de biomassa, tornando possível estabelecer uma indicação de intensidade de exigência de cada um dos nutrientes minerais, além do sistema ser menos oneroso e mais rápido quando comparado ao nível crítico ou faixas de suficiência (WADT; NOVAIS, 1999).

## 2.5 SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNÓSE E RECOMENDAÇÃO (DRIS)

O DRIS tem sido considerado como vantajoso na interpretação do estado nutricional das plantas, em relação aos métodos convencionais (nível crítico ou faixa

de suficiência), pelo fato de que relações bivariadas minimizam os efeitos da concentração e ou diluição da matéria seca, ou seja, as taxas relativas de acúmulo de nutrientes são avaliadas unicamente em função dos demais nutrientes (JARREL; BEVERLY, 1981).

Baseado no cálculo de índices para cada nutriente, considerando sua relação com os demais, o método DRIS, preconizado por Beaufilet (1973), envolve a comparação das razões de cada par de nutrientes encontrados em determinado tecido de interesse, com as razões médias correspondentes às normas, preestabelecidas a partir de uma população de referência. Essas relações experimentam menores variações com a idade da planta do que os níveis críticos ou as faixas de suficiência. Inicialmente, estabelecem as normas, ou seja, a média e o desvio padrão das relações entre nutrientes, dois a dois, para a população de referência (normalmente, a de alta produtividade). Em seguida, fazem-se comparações entre as razões dos nutrientes na amostra a ser diagnosticada com as razões (normas) da população de referência.

Segundo Reis Júnior (2002) o método DRIS foi criado para gerar um diagnóstico independente da idade da planta, local, cultivar, solo, clima e período de amostragem. Por usar relações entre nutrientes, sugere-se que o DRIS seja menos sensível que as faixas de suficiência nas diferenças entre posição da folha na planta, idade da folha, clima, solo e cultivar. Uma vez estabelecida à norma de referência, a partir de uma população aleatoriamente distribuída, esta poderá ser utilizada universalmente, pois para uma determinada cultura, algumas relações específicas transcendem as condições locais de solo, clima e cultivar para a máxima performance da cultura.

O DRIS permite conhecer a ordem de limitação dos nutrientes em determinado pomar, avaliando a adequação das relações entre nutrientes; contudo, não permite o cálculo da quantidade de nutrientes que deve ser aplicada, informando apenas a ordem de limitação e se essa limitação ocorre por carência ou excesso. Uma vez realizado o suprimento do nutriente mais limitante, não significa que o segundo elemento passará a maior limitação, pois as relações podem ser alteradas (SILVA et al., 2005).

### 2.5.1 Normas DRIS

A primeira etapa para utilizar o método DRIS e o estabelecimento de relações bivariadas que serão tomadas como padrões de referência, dando origem as normas DRIS. Uma vez definida a população de referência, são obtidas as normas que são constituídas das relações entre todos os pares de nutrientes e seu respectivo desvio padrão. A relação entre um par de nutriente pode ser tanto direta como inversa, por exemplo, N/P e P/N, respectivamente (BEAUFILS, 1973). De acordo com Ribeiro et al. (1999) normas DRIS são valores médios dos teores e das razões entre os nutrientes com seu respectivo desvio padrão, representando uma população de referência.

Na literatura, diversos critérios têm sido utilizados para determinação das normas. Beaufils (1973) define que as normas, determinada a partir de parte da população precisam ser sadias. Malavolta (2006) considera que as normas DRIS são dependentes de plantas com boa sanidade fitotécnica, considerando este um critério primordial para sua definição.

De maneira geral a população de referência deverá ser baseada na premissa de que existe uma relação significativa entre o suprimento de nutrientes e seus teores na planta, de modo que aumentos ou decréscimos nas suas concentrações proporcionem variação na produtividade (HOOGERHEIDE, 2005).

O tamanho da base de dados para definição da norma é bastante variável entre os trabalhos publicados. Walworth et al. (1988) demonstram que normas desenvolvidas a partir de dez observações foram representativas e eficientes que comparativamente com normas provenientes de banco de dados maiores. Entretanto Letzsch e Sumner (1984) observaram que as melhores normas tiveram origem em grandes bases de dados em grupos de alta produtividade.

Como as normas DRIS precisam ser representativas da população a ser diagnosticada (BEAUFILS, 1973), sua definição é determinada a partir de uma população, a qual se divide em duas sub-populações: de baixa e de alta produtividade. Onde a sub-população de alta produtividade dão origem as normas DRIS e as de baixa produtividade ficam sujeitas ao diagnóstico, proposto basicamente pela diferença entre a norma e a sub-população a ser diagnosticada de acordo com as diferentes fórmulas DRIS (BEAUFILS, 1973; ELWALI; GASCHO, 1984; JONES, 1981; RATFHON; BURGER, 1991)

A separação das classes para determinação da norma e para a sub-

população a ser diagnosticada geralmente são determinadas por faixas de produtividade de acordo com cada cultura (MAEDA; RONZELLI JUNIOR, 2004; ROCHA et al., 2007), onde o ponto de corte é determinado de forma arbitrária (BEAUFILS, 1973). Letzsch e Sumner (1984) recomendam pelo menos 10% das observações para utilização como padrões de referência. Por outro lado Malavolta (2006) sugerem o rendimento de 80% do máximo para separar as duas sub-populações.

Outro critério muito utilizado para determinação do ponto de corte na definição das normas DRIS é a correlação entre o índice de balanço nutricional (IBN) e a produtividade, onde valores de IBN próximos a zero indicam equilíbrio nutricional e conseqüentemente, quanto mais distante de zero, seja positivo ou negativo apontam o desequilíbrio, ou seja, plantas com IBN próximo a zero (equilibradas nutricionalmente) e com baixa produtividade jamais serão utilizadas como normas DRIS, pois nesse caso existe outros fatores que estão afetando a produtividade que não seja nutricional (GUINDANI et al., 2009; HOOGERHEIDE, 2005).

Silva et al. (2009); Silva et al. (2005) estabelecendo normas DRIS e avaliando sua universalidade para a cultura do algodão, respectivamente, definiram que os padrões de referência (normas DRIS) eram aquelas populações, cujo sua produtividade ultrapassava a soma da média com o desvio padrão (SILVA et al., 2009) ou a soma da média com a metade do desvio padrão (SILVA et al., 2005) de todas observações avaliadas, de acordo com a fórmula proposta.

$$f(Norma)kg / ha > \left( \frac{\sum kg / ha}{n} \right) + (X)S$$

Onde:

$f(Norma)kg / ha$  = Produtividade da população que será utilizada como padrão de referência.

$\left( \frac{\sum kg / ha}{n} \right)$  = Média da produtividade de todas as amostras observadas

$X = 0,5$  ou  $1$ .

$S$  = Desvio Padrão

Muitos trabalhos têm discutido as condições ideais para a obtenção destas normas, havendo conclusões distintas, desde aquelas obtidas a partir de dados calibrados localmente, como também conclusões que sugerem normas DRIS gerais ou universais.

Silva et al. (2005) avaliando as universalidades das normas DRIS, recomendam a utilização de normas específicas; da mesma forma, Rocha et al. (2007) destacaram a importância de obtenção de normas regionais e específicas para diferentes condições de cultivo. Entretanto, Reis Junior (2002) destacou a possibilidade de utilização de normas universais, desde que as condições de cultivo de ambas sub-populações (referência e amostra) sejam semelhantes.

Na literatura, observa-se que o critério da abrangência territorial tem sido muito utilizado para definição das normas DRIS, apontando-se uma tendência de obtenção da norma para cada situação específica ao invés de uma norma geral (SANTANA et al., 2008; SANTOS et al., 2004; SILVA et al., 2005; ROCHA et al., 2007), entretanto esse critério utilizado para definição da melhor norma a ser utilizada, se contradiz com as premissas originais do método DRIS, que exige para definição da norma, representatividade da população a ser diagnosticada (BEAUFILS, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987).

Maeda e Ronzelli Júnior (2004); Partelli et al. (2006b) apesar de não terem utilizado os critérios da abrangência territorial, compararam normas DRIS obtidas a partir de diferentes condições ecofisiológicas, para sugerir normas DRIS específicas ou regionalizadas, ou seja, mais uma vez houve contradição com as premissas originais do método DRIS, na qual exige representatividade da população a ser diagnosticada para determinação dos padrões de referência (BEAUFILS, 1973).

### 2.5.2 Fórmulas DRIS

Para calcular as funções das razões dos nutrientes diversas metodologias são utilizadas, dentre elas, destaca-se: a) método original de Beaufils (1973), método de Jones (1981) e o método de Elwali e Gascho (1984).

O método proposto originalmente por Beaufils (1973), baseado na diagnose fisiológica, estabelece as funções a partir das relações entre os pares dos nutrientes e impõe restrições quando a relação na amostra é maior ou menor que a relação

média da população de referência. As diversas funções são ponderadas através da recíproca dos coeficientes de variação das respectivas relações da população de referência. O valor de cada função é zero quando a relação na amostra é o mesmo da população, independente da sua variabilidade.

Segundo Maia (1999) a fórmula original de Beaufils (1973) para todos os nutrientes em situação de deficiência há a superestimação do desequilíbrio. Embora seja uma das fórmulas mais largamente utilizadas e mais adequada para a avaliação de poucos nutrientes, dos quais as culturas são normalmente mais responsivas.

O método de Jones (1981) é uma simplificação do método original de Beaufils (1973), na qual não considera se a relação na amostra é maior ou menor que a da população de referência e pondera a variabilidade das relações através da recíproca do desvio padrão.

O equilíbrio nutricional na fórmula de Jones (1981) é determinado com base exclusivamente na medida padronizada do desvio de uma relação bivariadas em função do valor ótimo. Consiste em uma fórmula bastante utilizada na literatura e, é adequada para o diagnóstico nutricional em situações que serão aplicados teste de estatística multivariada, por ser o único método que o valor do índice DRIS é exatamente o valor médio padronizado de todas as relações bivariadas computadas, podendo mascarar a deficiência de alguns nutrientes que sejam responsivos.

A modificação proposta por Elwali e Gascho (1984), de maneira geral, reduz o valor absoluto do índice DRIS, por não incluir nos cálculos pequenos desvios da razão das médias das concentrações dos nutrientes na população de referência, levando a uma menor sensibilidade à 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 de cálculos são os mesmos propostos por Beaufils (1973).

Na modificação proposta por Elwali e Gascho (1984) os desequilíbrios nutricionais medidos por cada relação bivariadas somente são computados quando o desvio absoluto em relação ao valor ótimo for maior que o desvio padrão amostral. É uma fórmula pouco utilizada, indicada apenas para situações onde está havendo excessivo número de diagnósticos falso negativo ou falso positivo (indicação de deficiência nutricional quando a planta não responde à aplicação do nutriente que estiver com a suposta deficiência). Na interpretação dos valores dos índices DRIS

por esta fórmula, valores negativos ou positivos devem ser interpretados como provável desequilíbrio nutricional, não se recomendando o uso dos métodos de interpretação dos índices DRIS.

### 2.5.3 Índices DRIS (IDris)

Como o método DRIS avalia o quanto cada nutriente afeta o desempenho nutricional da planta. Para essa avaliação se faz necessário à determinação dos índices DRIS. Os índices DRIS é a média aritmética das funções reduzidas dos quocientes da concentração desse nutriente em relação às concentrações dos demais nutrientes determinados nas folhas (BEAUFILS, 1973).

Os índices DRIS medem o desvio de qualquer parâmetro que uma amostra sob análise possa apresentar em relação aos de uma população de referência, do ponto de vista nutricional e assim estabelecer uma ordem de limitação nutricional diretamente relacionada à produtividade (WALWORTH; SUMNER, 1987). O índice DRIS é determinado pela seguinte fórmula:

$$IDris(y) = \frac{\Sigma f\left(\frac{Y}{Xm}\right) - f\left(\frac{X}{Yn}\right)}{m + n}$$

Onde:

$IDris(y)$  = Índice DRIS do nutriente Y;

$\Sigma f\left(\frac{Y}{Xm}\right) - f\left(\frac{X}{Yn}\right)$  = Somatório da diferença das funções entre todas as relações diretas e inversas que envolvem o nutriente Y;

$m + n$  = Soma da quantidade de relação diretas (m) e inversas (n) que envolvem o nutriente Y.

#### 2.5.4 Índice de Balanço Nutricional (IBN)

A partir da definição dos IDris para cada nutriente é possível conhecer a magnitude do desequilíbrio nutricional global (IBN), determinado pelo somatório do módulo dos valores dos IDris gerados para a amostra, obtidos para cada nutriente, (GUINDANI et al., 2009).

O IBN como fator determinante para o bom desenvolvimento da planta, já foi mencionado por Gomes et al. (2005), onde seu índice, quanto mais próximo de zero, maior o equilíbrio nutricional da planta e, conseqüentemente quanto mais discrepante, seja com valores positivos ou negativos, maior o desequilíbrio nutricional. Entretanto, outros autores descrevem a media aritmética do desequilíbrio nutricional global, obtido pela razão entre IBN da amostra e o número de IDris utilizados para a obtenção do IBN, com objetivo de estabelecer uma faixa para o equilíbrio nutricional, também conhecido como Índice de Balanço Nutricional Médio – IBNm (TERRA et al., 2003).

Wadt (1996) propôs sua criação, concluindo que lavouras ou pomares, cujo seus IDris em módulo estivessem fora dessa faixa seja para valores positivos ou negativos tenderiam a apontar desequilíbrio nutricional, propondo a seguinte fórmula:

$$IBNm = \frac{|índiceN| + |índiceP| + |índiceK| \dots + |índice(n)|}{n}$$

Onde:

*IBNm* = Índice de balanço nutricional Médio

$|índiceN| + |índiceP| + |índiceK| \dots + |índice(n)|$  = Somatório dos valores absolutos dos índices DRIS de todos os nutrientes em envolvidos

*n* = número de nutrientes que estão envolvidos no cálculo.

### 2.5.5 Potencial de resposta à adubação (PRA)

O método do Potencial de Resposta à Adubação é um critério de interpretação dos valores dos índices IDris (WADT, 2005), os quais são classificados em cinco categorias quanto à probabilidade de resposta à adubação definidas da seguinte maneira: i) PRA nulo (Z) =  $|IDris| < IBNm$ ; ii) PRA positivo ou nulo (PZ) =  $|IDris| > IBNm$ , sendo o  $I_{nut} < 0$ ; iii) PRA positivo (P) =  $|IDris| > IBNm$ , sendo o  $I_{nut}$  o menor índice DRIS entre os demais nutrientes; iv) PRA negativo ou nulo (NZ) =  $|I_{nut}| > IBNm$ , sendo o  $I_{nut} > 0$  e v) PRA negativo (N) =  $|I_{nut}| > IBNm$ , sendo o  $I_{nut}$  o maior índice DRIS entre os demais nutrientes. Onde:  $IBNm$  e  $I_{nut}$  são adimensionais.

O PRA nulo é interpretado como o nutriente estando em uma faixa de relativo equilíbrio nutricional. O PRA positivo é interpretado como estando o nutriente em deficiência, apresentando maior probabilidade de responder de forma positiva à adição do nutriente limitante e sendo a resposta mais provável para o nutriente que for também aquele mais limitante por deficiência. O PRA negativo é interpretado como estando o nutriente em excesso, sendo o nutriente mais desequilibrado aquele que for o mais limitante por excesso.

## 2.6 EFICIÊNCIA DAS FÓRMULAS DRIS NA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL DE PLANTAS

Alguns autores têm comparado as metodologias de cálculo dos índices DRIS, encontrando diferentes resultados. Hoogerheide (2005) avaliando o estado nutricional da soja por diferentes metodologias DRIS, concluiu que os métodos de Beaufils (1973), Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984) apresentam resultados semelhantes no diagnóstico nutricional em duas regiões do cerrado brasileiro. De forma semelhante, Caldeira (2007) utilizando o sistema DRIS para avaliar o estado nutricional da soja em diferentes estádios de desenvolvimento, propôs que as diferentes funções DRIS não influenciam para a maioria dos nutrientes avaliados, quando se utiliza três classes nutricionais (deficiência, equilíbrio e excesso), entretanto quando se avalia a ordem de limitação dos nutrientes comparando as três metodologias DRIS com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta o nível

de concordância jamais foi inferior a 77%.

Por outro lado, Nachtigall (2004) avaliando o estado nutricional de macieira no sul do Brasil, concluiu que o método de Elwali e Gascho (1984) quando comparada com os métodos de Beaufils (1973) e Jones (1981), e a mais indicada por apresentar valores de IBN que melhor indicam o estado nutricional da plantas e pela eficiência no diagnóstico nutricional da cultura.

Aguiar (2004) indicou as fórmulas de Beaufils (1973) e Elwali e Gascho (1984) para o cálculo dos índices DRIS para capim Tanzânia ao invés do método de Jones (1981) que não apresentou relação do IBN com a produção de matéria seca.

Wadt et al. (1998) observaram que o desempenho das funções de Beaufils (1973), Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984) foi semelhante, tanto quando aos diagnósticos de deficiência, como o potencial de resposta à adubação na cultura de eucalipto.

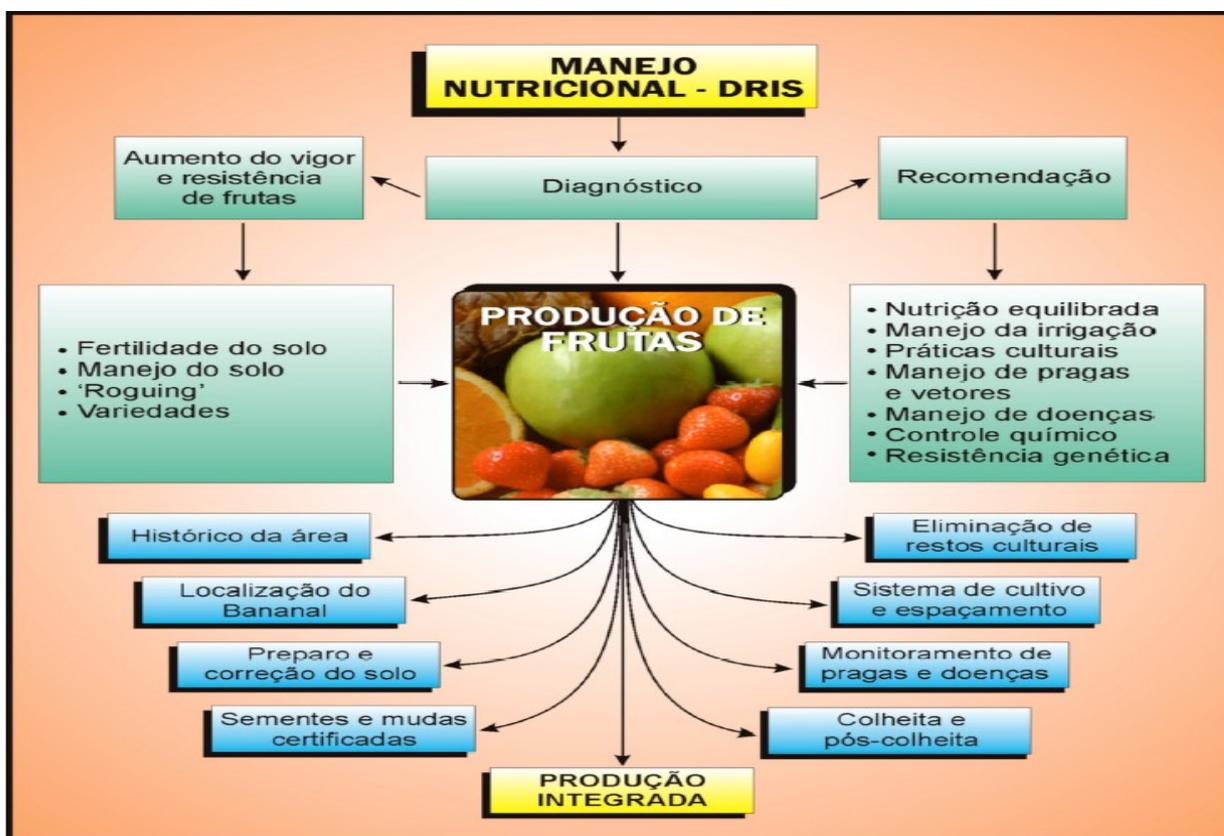
Silva et al. (2009) definiram que os métodos de cálculos das funções propostas por Beaufils (1973) e por Elwali e Gascho (1984) tendem a proporcionar diagnósticos semelhantes na cultura do algodão em populações oriundas de condições não-controladas. Portando quando se correlacionou o IBN com a produtividade para os dois métodos propostos, observa-se que a fórmula de Elwali e Gascho (1984) apresentou melhor comportamento, apresentando inclusive melhor coeficiente de correlação, onde populações com menores IBNs tendem a ser mais produtivas.

Partelli et al. (2006a) comparando a interpretação dos índices nutricionais pelo DRIS e DRIS modificado (M-DRIS) a partir da metodologia de Jones (1981) concluíram que ambos proporcionaram diagnósticos próximos, onde o M-DRIS apresenta correlação um pouco mais elevada do que o DRIS entre a produtividade e o IBN, assim como nutriente e seu respectivo índice.

## 2.7 UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DRIS EM FRUTICULTURA

Atualmente o método DRIS tem sido utilizado como ferramenta para avaliação do estado nutricional em fruteiras (FIGURA 1). No Brasil, os estudos e o desenvolvimento desse método de diagnóstico nutricional ainda envolvem poucas culturas frutíferas, como maçã (NACHTIGALL, 2004), coqueiro (SANTOS et al., 2004), laranja (SANTANA et al., 2008), mamoeiro (COSTA; COSTA, 2008;

GOMES et al., 2005), mangueira (WADT et al., 2007), videira (TERRA et al., 2003), entre outras.



Fonte: Costa e Costa (2008)

FIGURA 1 – Manejo nutricional de plantas como fator determinante na qualidade e produtividade de frutas.

Para a cultura do cupuaçu, em plena domesticação na Amazônia, ainda são poucos os ensaios que envolvem nutrição mineral. Alfaia e Ayres (2004); Ayres (2006); Ayres e Alfaia (1998, 2007) são obras pioneiras que envolvem de maneira geral técnicas para melhoria do estado nutricional do cupuaçu.

Para o cupuaçu, além de não haver normas DRIS disponíveis, não se tem nenhuma indicação de quais fórmulas DRIS, seriam mais adequadas, considerando-se, especialmente, que a cultura é cultivada na Amazônia em uma grande diversidade de condições, seja quanto à densidade de plantio, presença ou não em consórcios florestais e condições de manejo (ALFAIA; AYRES, 2004; AYRES; ALFAIA, 2007).

Face ao cenário atual de escassez crescente de fertilizantes e de aumento de seu custo, o atual sistema de produção poderá ser comprometido em médio ou longo prazo, se na implantação e manutenção destes sistemas não forem adotadas

práticas de monitoramento nutricional que possibilitem a manutenção ou a melhoria da fertilidade dos solos e a manutenção de pomares nutricionalmente saudáveis.

Neste sentido, se faz necessário desenvolver sistemas de monitoramento da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas que possam integrar para a correção ou melhoria da fertilidade do solo com o acompanhamento do estado nutricional das plantas cultivadas, para que seja possível a recomendação de adubações em doses equilibradas, evitando-se desperdícios e minimizando os impactos ambientais pelo uso excessivo de fertilizantes (PARTELLI et al., 2006b; SANTOS et al., 2004).

**3 CAPÍTULO I**  
**NORMAS DRIS PARA CUPUAÇUEIROS CULTIVADOS EM**  
**MONOCULTIVO E SISTEMAS AGROFLORESTAIS**

## RESUMO

A avaliação do estado nutricional de um pomar depende da definição de valores de referência que sejam adequados para refletir as condições de crescimento das plantas quanto à disponibilidade de nutrientes. Neste sentido, objetivou-se avaliar como as normas DRIS geradas a partir de diferentes grupos de plantas podem afetar a avaliação do estado nutricional de pomares de cupuaçueiro na Amazônia Sul Ocidental. Amostras foliares de cupuaçu foram coletadas de 153 pomares comerciais, cuja idade das plantas variou de 5 a 18 anos, cultivados em monocultivo ou sistemas agroflorestais, obtendo-se para cada relação nutricional entre os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, e Mn as normas DRIS bivariadas, as quais foram obtidas para o conjunto da população monitorada e para condições específicas. Normas DRIS genéricas apresentam desempenho similar ao proporcionado por normas DRIS específicas, entretanto a aplicação de normas DRIS específicas é restrita as condições ambientais e de manejo em que sua população de referência é cultivada.

Palavras-chave: Diagnose foliar. Estado nutricional. *Theobroma grandiflorum*.

## ABSTRACT

The nutritional status of an orchard depends on the definition of reference values that are adjusted to reflect the conditions of plant growth in the availability of nutrients. In this sense, it was evaluated as DRIS norms generated from different groups of plants can affect the nutritional status of orchards in the Amazon cupuaçu South West. Cupuaçu leaf samples were collected from 153 commercial orchards, plants whose age ranged from 5 to 18 years, grown in monoculture or agroforestry systems, obtaining for each nutritional relationship between N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, and Mn DRIS norms bivariate, which were obtained for the whole population and monitored for specific conditions. DRIS norms have generic performance similar to that provided by DRIS specific standards, however the implementation of DRIS norms is restricted to specific environmental and management conditions in which their reference population is cultivated.

Key-words: Foliar diagnosis. Nutritional state. *Theobroma grandiflorum*.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A avaliação do estado nutricional de fruteiras pela diagnose foliar é uma alternativa na identificação de nutrientes que se encontram em níveis inadequados e limitem a produtividade de pomares (VELOSO et al., 2002). A avaliação fundamenta-se na correspondência entre a concentração de nutrientes nas folhas das plantas e seu estado nutricional, podendo ser aplicada a diversas espécies de fruteiras, inclusive o cupuaçueiro.

Teoricamente, o prognóstico das adubações em fruteiras, dentre as quais o cupuaçueiro pode ser conseguido pela quantificação da capacidade do solo em suprir os nutrientes necessários (interpretação da análise de solos) e pela avaliação do estado nutricional das plantas (interpretação da análise foliar). Contudo, ambas interpretações dependem de ensaios de calibração, a serem realizados em vários anos e locais (CANTARELLA, 2007), tornando o processo complexo e oneroso.

A interpretação do diagnóstico foliar pode ser realizada pela comparação da concentração de um nutriente nas folhas com o valor ou faixa de valores críticos, o que se denomina respectivamente de método do Nível Crítico (NC) ou da Faixa de Suficiência (FS). Ambos os métodos tem sido aplicados com sucesso para várias culturas, como café, cana-de-açúcar, milho, soja, entre inúmeras outras (PRADO et al., 2008). A eficiência deste procedimento é influenciada por diversos fatores, dentre eles: luminosidade, temperatura, regime hídrico, doenças e outros. E não aqueles estritamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes (JARREL; BEVERLY, 1981). Assim, enquanto o NC ou a FS de um dado nutriente represente adequadamente a concentração mais provável em uma planta sadia, pouco se pode inferir quanto à concentração do mesmo nutriente em uma planta ou pomar que esteja sendo analisado, pela incerteza de quais processos poderiam estar determinando as taxas de acumulação de biomassa e do nutriente naquele órgão da planta.

O método do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) utiliza no processo de análise, as relações bivariadas entre os nutrientes, o que minimiza o efeito proporcionado pela taxa de acumulação de biomassa, tornando possível estabelecer uma indicação de intensidade de exigência de cada um dos nutrientes minerais (WADT; NOVAIS, 1999), que se traduz na prática pela indicação da ordem

de limitação nutricional (BATAGLIA; SANTOS, 1990).

Como o diagnóstico realizado pelo método DRIS depende da definição das relações bivariadas que serão tomadas como padrões de referência (normas DRIS), muitos trabalhos têm discutido as condições ideais para a obtenção destas normas, havendo conclusões distintas, desde aquelas obtidas a partir de dados calibrados localmente, como também conclusões que sugerem normas DRIS regionais ou universais. Silva et al. (2005) avaliando as universalidades das normas DRIS, recomendam a utilização de normas específicas, da mesma forma, Rocha et al. (2007) destacaram a importância de obtenção de normas regionais e específicas para diferentes condições de cultivo. Entretanto, Reis Junior (2002) destacou a possibilidade de utilização de normas universais, desde que as condições de cultivo de ambas sub-populações (referência e amostra) sejam semelhantes.

Para o cupuaçuzeiro, além de não haver normas DRIS disponíveis, não se tem nenhuma indicação de qual conjunto de normas (universais ou específicas), seriam mais adequados, considerando-se, especialmente, que a cultura é cultivada na Amazônia em uma grande diversidade de condições, seja quanto à densidade de plantio, presença ou não em consórcios florestais e condições de manejo (ALFAIA; AYRES, 2004; AYRES; ALFAIA, 2007).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a performance de distintas normas DRIS sobre o diagnóstico nutricional, visando identificar aquela apropriada para uso em um sistema de monitoramento e de avaliação do estado nutricional do cupuaçuzeiro na Amazônia.



### 3.2.2 Caracterização da região

O clima da área é classificado como Tropical Úmido Chuvoso - Am (Köppen), com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média de 2200 mm ano<sup>-1</sup>. O período chuvoso está compreendido entre os meses de outubro-novembro até abril-maio. O primeiro trimestre do ano apresenta o maior acúmulo de chuvas. O período mais quente fica compreendido entre os meses de agosto e outubro (SILVA, 2000).

### 3.2.3 Caracterização e histórico das áreas de estudo

Os pomares monitorados pertencem ao projeto Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA). Criado em 1987, é uma associação de pequenos arossilvicultores, onde cada produtor possui uma área de exploração que varia de um a dois hectares que adotam SAF's como principal modelo de uso e manejo do solo, baseando-se no consórcio de três espécies nativas: o cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* ( Willd. ex. Spreng.) Schum.], plantados no espaçamento 4 x 7 m com uma densidade de 255 plantas por hectare; a pupunha (*Bactris gasipaes*) e a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), plantadas no espaçamento de 8 x 7 m, com uma densidade de 102 plantas por hectare, totalizando 357 plantas por hectare no SAF's, combinadas de modo empírico. Além das fruteiras, nos SAF's há também essências florestais como o mogno (*Swietenia macrophylla*), a seringueira (*Hevea brasiliensis*), copaíba (*Copaifera* spp.), andiroba (*Carapa guianensis*), cerejeira (*Torresia acreana*), cumaru-ferro (*Dipteryx* spp.), cedro (*Cedrela odorata*), freijó (*Cordia* spp.), bandarra (*Schizolobium amazonicum*) entre outras, com diversos espaçamentos.

Os pomares cultivados em monocultivo se encontram no espaçamento de 4 a 5 m x 6 a 7 m. Trata-se de uma experiência pioneira encontrada como alternativa para cerca de 300 famílias de agricultores, que migraram para esta região, obtendo bons resultados sociais e econômicos (ALFAIA et al., 2000).

Os solos do projeto RECA são muito diversos, distribuídos em pequenas manchas, sendo predominantemente da região Latossolos Vermelhos e

Cambissolos Vermelho-amarelo. Em geral os solos apresentam baixa fertilidade natural devido, principalmente a baixos teores de bases trocáveis e alta toxidez de alumínio (ALFAIA et al., 2000).

#### 3.2.4 Coleta, preparo e análises químicas do material foliar.

Nos pomares foram retiradas amostras foliares tomadas da terceira folha de lançamento recém amadurecidos, a partir do ápice do ramo de altura média, localizados sempre na posição norte e sul, seguindo-se a mesma recomendação utilizada por (COSTA, 2006). Coletou-se um total de trinta folhas por pomar.

Após a coleta, o material foliar foi submetido a uma rápida lavagem com água destilada e seco em estufa de ventilação forçada a 65 °C por aproximadamente 72 horas e depois moído para posterior análises químicas.

As análises químicas das amostras foliares foram determinadas através de digestão nitro-perclórica e sulfúrica. Após a digestão nitro-perclórica as folhas de cupuaçu foram analisadas quanto à concentração total de cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu) por espectrometria de plasma (ICP-OES), potássio (K) por fotometria de chama e fósforo (P) por espectrofotometria molecular. O nitrogênio (N) total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl (CARMO et al., 2000).

Todas as amostras foram analisadas no Laboratório de Solos e Plantas (LSP) da Embrapa Solos no Rio de Janeiro, RJ.

#### 3.2.5 Classificação dos pomares quanto ao seu potencial produtivo

No momento da amostragem, cada pomar foi previamente classificado quanto a sua sanidade fitotécnica, levando em consideração os aspectos: fitossanitário, manejo cultural e do solo.

Com relação aos aspectos fitossanitário foi avaliado o nível de infestação para vassoura de bruxa (*Crinipellis perniciososa*) e broca-do-fruto (*Conotrachellus*

*humeropectus*), problemas que mais afetam a produtividade na região (LOPES; SILVA, 1998). Quanto ao manejo cultural e do solo foi avaliada a intensidade de adoção de práticas de manejo consideradas adequadas para a cultura. Adotou-se na avaliação das práticas culturais: presença de poda, permanência de frutos estragados da área de cultivo e limpeza da área. Para as práticas de manejo do solo, levou-se em consideração, presença de adubação orgânica, cobertura do solo e cultivo em nível. Para as características avaliadas (estado fitossanitário, manejo cultural e do solo) foram atribuídos conceitos: 1 (ruim), 2 (regular) e (3) bom.

O banco de dados foi dividido em pomares não sadios, com potencial de média (PMP) e baixa produtividade (PBP) e pomares sadios, com potencial de alta produtividade (PAP) para o estabelecimento das normas. O critério utilizado para definição das classes se deu pela soma dos referidos conceitos, onde:  $3 \leq PBP \leq 5$ ;  $6 \leq PMP \leq 7$  e  $8 \leq PAP \leq 9$ .

### 3.2.6 Estabelecimento das normas DRIS

Definidos os critérios para separação em classes quanto à sanidade fitotécnica nos pomares, baseados nos pomares com alto potencial produtivo, foram definidas as seguintes normas DRIS, para pomares sadios de: i) cupuaçueiro cultivado em monocultivo (CCM); ii) cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e iii) uma norma geral definida a partir de todos os pomares de cupuaçueiro independente do sistema de produção (CCMS).

### 3.2.7 Cálculo das normas e índices DRIS

Para o cálculo das normas DRIS e dos respectivos índices DRIS nutricionais (Inut), foi utilizado o software DRIS Cupuaçu ([www.dris.com.br](http://www.dris.com.br)), adotando-se a fórmula de Jones (1981) para o cálculo dos índices DRIS, sendo inclusas todas as relações bivariadas (diretas e inversas) sem a utilização da transformação logarítmica. O índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi calculado pela média

aritmética do somatório dos valores absolutos dos Inut gerados para cada amostra (referência).

No cálculo das normas, foram obtidos a média, desvio padrão e o número de observações para cada uma das relações entre dois nutrientes, em sua forma direta e inversa, como também para as concentrações de cada nutriente avaliado, a partir dos pomares fitotecnicamente sadios para cada um dos grupos avaliados (CCM, CCS e CCMS). Para o estabelecimento da norma CCMS, foram selecionados 48 pomares independente do sistema de cultivo. Para as normas específicas foram utilizados 14 pomares sob cultivo solteiro (CCM) e 34 cultivados em SAF's (CCS). O tamanho das população, embora pequeno, pode ser considerado suficientes para geração de uma norma DRIS se representar pomares sadios (MOURÃO FILHO et al., 2002), o que se espera representar uma amostragem da qualidade nutricional dos pomares.

### 3.2.8 Interpretação dos índices DRIS

A interpretação dos índices DRIS foi realizada pelo método do potencial de resposta à adubação (PRA), a partir de cinco classes (WADT, 2005), sendo: i) PRA nulo (Z) =  $|\text{Inut}| < \text{IBNm}$ ; ii) PRA positivo ou nulo (PZ) =  $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$ , sendo o  $\text{Inut} < 0$ ; iii) PRA positivo (P) =  $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$ , sendo o Inut o menor índice DRIS entre os demais nutrientes; iv) PRA negativo ou nulo (NZ) =  $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$ , sendo o  $\text{Inut} > 0$  e v) PRA negativo (N) =  $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$ , sendo o Inut o maior índice DRIS entre os demais nutrientes. Onde: IBNm e Inut são adimensionais.

O PRA nulo é interpretado como o nutriente estando em uma faixa de relativo equilíbrio nutricional. O PRA positivo é interpretado como estando o nutriente em deficiência, apresentando maior probabilidade de responder de forma positiva à adição do nutriente limitante e sendo a resposta mais provável para o nutriente que for também aquele mais limitante por deficiência. O PRA negativo é interpretado como estando o nutriente em excesso, sendo o nutriente mais desequilibrado aquele que for o mais limitante por excesso.

### 3.2.9 Análises estatísticas

Cada relação univariada ou bivariadas das normas DRIS foram comparadas entre si para cada uma das populações de referência (CCM, CCS, CCMS) pelo teste F de variâncias, e quando permaneceram iguais entre si por este teste, seguiu-se com o teste T (Student), ambos a 5% de probabilidade.

A correlação entre o IBNm de todos os pomares avaliados pelas diferentes normas DRIS foi determinada, pelo teste de correlação de Pearson, a 1% de probabilidade.

Para cada nutriente avaliado, em cada um dos pomares, foi identificado, aquele em estado de insuficiência (PRA positivo e PRA positivo ou nulo), equilíbrio (PRA nulo) e excesso (PRA negativo e PRA negativo ou nulo), segundo o diagnóstico produzido por cada uma das normas DRIS e se avaliou o grau de concordância entre os diferentes diagnósticos. Se para um dado nutriente, em cada um dos pomares, a identificação do diagnóstico (insuficiência, equilíbrio e excesso) foi o mesmo entre os diagnósticos produzidos por duas normas distintas, este foi considerado concordante e, se distinto, foi considerado não concordante, computando-se, para o total de pomares avaliados, a porcentagem de diagnósticos concordantes.

Finalmente, a freqüência com que cada nutriente foi identificado como tendo respostas do tipo: PRA nulo, PRA positivo, PRA positivo ou nulo, PRA negativo e PRA negativo ou nulo, dentro de cada uma das populações de referência, foi comparada pelo teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ), utilizando a correlação de Pearson a 5% de probabilidade para avaliar as distribuições de freqüência entre as diferentes populações (CCM, CCS, CCMS).

As análises estatísticas de qui-quadrado e de correlação de Pearson foram realizadas no software SPSS 15.0, sendo que as demais foram feitas em planilha eletrônica.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das relações univariada e bivariadas obtidas para cada uma das populações de referência (Tabela 1) foram, em sua maioria, semelhantes entre si (Tabela 2). Dentre todos os nutrientes avaliados somente os teores de Mg e Ca nas folhas (relação univariada) apresentaram ser diferentes quando normas DRIS específicas foram comparadas entre si e, quando a norma CCMS foi comparada com a CCM somente o Mg apresentou ser diferente (Tabela 2).

Neste sentido, de acordo com Marengo e Lopes (2007) o desequilíbrio na nutrição de cálcio poderia ser resultante de um antagonismo de K com o Ca, em que o desequilíbrio (excesso) do primeiro pode ocasionar diminuição do segundo. Ayres e Alfaia (2007) encontraram maior teores de K quando os pomares foram cultivados em monocultivo, em relação aqueles cultivados em sistemas agroflorestais.

Para o Mg, o menor teor do nutriente associado a pomares cultivados em sistemas agroflorestais poderia estar indicando que plantas com menor competição por luz, por explorar distintos compartimentos do dossel multiestratificado demandam menores quantidades de Mg. A relação entre Mg e a competição pela luz estaria desta forma relacionada aos processos fotossintéticos, já que este elemento é importante na composição da clorofila (MARENCO; LOPES, 2007).

Dentre os micronutrientes, Zn e Fe apresentaram a média acima da faixa ótima e Mn e Cu, apresentaram a media abaixo da faixa ótima, considerada ser entre 14-26 mg kg<sup>-1</sup>, 118-242 mg kg<sup>-1</sup>, 38-278 mg kg<sup>-1</sup> e 3,0 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente para Zn, Fe, Mn e Cu (COSTA, 2006; SALVADOR et al., 1994).

Apesar da concentração média de alguns nutrientes nas folhas de cupuaçuzeiro não coincidirem com os teores considerados adequados por outros autores (SALVADOR et al., 1994), não houve eliminação de nenhuma amostra nesta condição, já que a concentração do nutriente no tecido vegetal amostrado depende de inúmeros outros fatores, como épocas da realização da amostragem e outros processos que podem afetar a taxa de acúmulo de matéria seca no tecido vegetal (JARREL; BEVERLY, 1981), e que pode ser mitigado pelo uso de relações bivariadas (WADT; NOVAIS, 1999).

TABELA 1 – Média dos índices nutricionais de relações univariada e bivariadas para as normas DRIS constituídos por todos os pomares (CCMS) e para as normas DRIS específicas, para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) para a cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

<b>Razão</b>	<b>CCMS</b>	<b>CCS</b>	<b>CCM</b>	<b>Razão</b>	<b>CCMS</b>	<b>CCS</b>	<b>CCM</b>
N	14,617	14,772	14,317	Mg/Zn	0,173	0,173	0,177
N/P	20,590	20,975	20,115	Mg/Fe	0,040	0,038	0,041
N/K	4,177	4,583	3,229	Mg/Mn	0,007	0,007	0,007
N/Ca	3,996	4,178	3,535	Mg/Cu	0,481	0,475	0,492
N/Mg	8,559	9,105	7,343	Zn/N	0,804	0,789	0,817
N/Zn	1,292	1,309	1,299	Zn/P	16,304	16,345	16,013
N/Fe	0,294	0,286	0,295	Zn/K	3,573	3,945	2,618
N/Mn	0,055	0,056	0,054	Zn/Ca	3,336	3,504	2,844
N/Cu	3,576	3,589	3,561	Zn/Mg	7,112	7,555	5,935
P/N	0,049	0,048	0,051	Zn	11,723	11,635	11,658
P	0,720	0,714	0,724	Zn/Fe	0,243	0,230	0,259
P/K	0,204	0,220	0,163	Zn/Mn	0,043	0,043	0,042
P/Ca	0,197	0,203	0,179	Zn/Cu	2,871	2,806	2,953
P/Mg	0,417	0,436	0,370	Fe/N	5,459	5,898	5,369
P/Zn	0,063	0,063	0,064	Fe/P	118,803	130,478	118,097
P/Fe	0,015	0,014	0,015	Fe/K	21,485	24,488	18,022
P/Mn	0,003	0,003	0,003	Fe/Ca	20,732	22,966	18,425
P/Cu	0,178	0,175	0,183	Fe/Mg	46,667	52,969	40,563
K/N	0,305	0,293	0,329	Fe/Zn	7,656	8,260	8,297
K/P	6,245	6,113	6,596	Fe	78,871	85,356	78,447
K	4,420	4,293	4,685	Fe/Mn	0,330	0,353	0,321
K/Ca	1,164	1,051	1,400	Fe/Cu	19,191	20,890	18,861
K/Mg	2,306	2,247	2,446	Mn/N	19,573	19,214	20,395
K/Zn	0,392	0,382	0,423	Mn/P	400,425	400,343	408,745
K/Fe	0,088	0,082	0,099	Mn/K	84,117	91,663	66,345
K/Mn	0,017	0,017	0,018	Mn/Ca	79,872	83,579	70,426
K/Cu	1,084	1,039	1,181	Mn/Mg	168,878	178,187	148,195
Ca/N	0,289	0,288	0,292	Mn/Zn	24,769	24,819	25,609
Ca/P	5,954	6,063	5,852	Mn/Fe	5,891	5,565	6,308
Ca/K	1,074	1,033	1,174	Mn	286,125	284,735	290,400
Ca	4,198	4,230	4,160	Mn/Cu	69,051	67,645	72,599
Ca/Mg	2,174	2,212	2,127	Cu/N	0,293	0,291	0,293
Ca/Zn	0,375	0,381	0,375	Cu/P	6,035	6,116	5,917
Ca/Fe	0,084	0,081	0,086	Cu/K	1,218	1,328	0,955
Ca/Mn	0,016	0,016	0,015	Cu/Ca	1,177	1,224	1,050
Ca/Cu	1,036	1,031	1,055	Cu/Mg	2,500	2,651	2,149
Mg/N	0,135	0,133	0,138	Cu/Zn	0,377	0,378	0,384
Mg/P	2,750	2,756	2,753	Cu/Fe	0,084	0,082	0,086
Mg/K	0,464	0,471	0,447	Cu/Mn	0,016	0,016	0,016
Mg/Ca	0,477	0,471	0,483	Cu	4,286	4,311	4,217
Mg	1,960	1,946	1,970	Pomares	48	34	14

Diversos autores têm atribuído a dependência de diagnósticos acurados pelo DRIS à abrangência das normas DRIS, alguns indicando o uso de normas universais ou gerais (WALWORTH; SUMNER, 1987) e outros as normas específicas (ROCHA et al., 2007; SANTANA et al., 2008; SILVA et al., 2005).

Para as três normas DRIS geradas para o cupuaçueiro, as médias das relações bivariadas foram, em 87% das relações, semelhantes entre cada norma específica com a norma considerada geral (CCMS) (Tabela 2). Comparando-se as normas específicas entre si, o grau de concordância estatístico reduz-se para 64% das relações. Este resultado concorda com outros autores que afirmam que normas DRIS específicas não são apropriadas para a avaliação nutricional de lavouras cujas condições de crescimento sejam distintas da população de referência (ROCHA et al., 2007; SANTANA et al., 2008; SANTOS et al., 2004; SILVA et al., 2005). Contudo, não significa, que normas gerais ou universais não possam resultar em diagnósticos semelhantes ou mesmo mais acurados que aqueles produzidos por normas específicas (BEAUFILS, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987).

A maior distinção entre as normas DRIS para o comportamento dos índices nutricionais foi encontrada quando as normas DRIS específicas foram comparadas entre si, em relações bivariadas que envolveram a maioria dos nutrientes avaliados (Tabela 2), confirmando a diferença entre as duas normas, sugerindo que estas, não sejam utilizadas como normas DRIS gerais ou universais (PARTELLI et al., 2006b; ROCHA et al., 2007; SILVA et al., 2005).

Entretanto quando a norma DRIS geral (CCMS) foi comparada com as normas específicas (CCM e CCS), as maiores distinções ocorreram em relações bivariadas que envolvem os nutrientes N, P e Zn. As diferenças entre as normas DRIS para estes nutrientes indicam claramente que plantas em monocultivo apresentam maiores teores de N, P e Zn, em relação aos elementos Ca, Mg e K, que a média geral de toda a população. Estes pomares estariam demandando maiores quantidades dos nutrientes alcalinos (Ca, Mg e K) ou, menor quantidade de N, P e Zn (Tabela 2).

TABELA 2 – Influência das Normas DRIS constituídos por todos os pomares (CCMS) sob as normas DRIS específicas, para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) e específicas entre si para a cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

Razão	CCMS	CCMS	CCS	Razão	CCMS	CCMS	CCS
	X CCS	X CCM	X CCM		X CCS	X CCM	X CCM
N	- 0,63 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	Mg/Zn	0,04 <sup>ns</sup>	- 0,35 <sup>ns</sup>	- 0,36 <sup>ns</sup>
N/P	- 0,63 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	Mg/Fe	0,30 <sup>ns</sup>	- 0,16 <sup>ns</sup>	- 0,36 <sup>ns</sup>
N/K	- 0,29 <sup>ns</sup>	60,78 <sup>*</sup>	85,09 <sup>*</sup>	Mg/Mn	0,06 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
N/Ca	- 0,23 <sup>ns</sup>	19,51 <sup>*</sup>	27,16 <sup>*</sup>	Mg/Cu	0,20 <sup>ns</sup>	- 0,25 <sup>ns</sup>	- 0,38 <sup>ns</sup>
N/Mg	- 0,30 <sup>ns</sup>	68,92 <sup>*</sup>	96,56 <sup>*</sup>	Zn/N	0,45 <sup>ns</sup>	- 0,28 <sup>ns</sup>	- 0,57 <sup>ns</sup>
N/Zn	-0,30 <sup>ns</sup>	- 0,09 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	Zn/P	- 0,07 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
N/Fe	0,23 <sup>ns</sup>	- 0,02 <sup>ns</sup>	- 0,19 <sup>ns</sup>	Zn/K	- 0,24 <sup>ns</sup>	63,95 <sup>*</sup>	89,93 <sup>*</sup>
N/Mn	- 0,13 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	Zn/Ca	- 0,18 <sup>ns</sup>	27,92 <sup>*</sup>	39,24 <sup>*</sup>
N/Cu	- 0,07 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	Zn/Mg	- 0,21 <sup>ns</sup>	40,45 <sup>*</sup>	56,85 <sup>*</sup>
P/N	0,63 <sup>ns</sup>	- 0,66 <sup>ns</sup>	- 1,08 <sup>ns</sup>	Zn	0,18 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	- 0,03 <sup>ns</sup>
P	0,27 <sup>ns</sup>	- 0,13 <sup>ns</sup>	- 0,32 <sup>ns</sup>	Zn/Fe	0,47 <sup>ns</sup>	- 0,39 <sup>ns</sup>	- 0,71 <sup>ns</sup>
P/K	- 0,24 <sup>ns</sup>	42,41 <sup>*</sup>	59,47 <sup>*</sup>	Zn/Mn	0,00 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
P/Ca	- 0,15 <sup>ns</sup>	13,42 <sup>*</sup>	18,68 <sup>*</sup>	Zn/Cu	0,35 <sup>ns</sup>	- 0,29 <sup>ns</sup>	2,71 <sup>*</sup>
P/Mg	-0,22 <sup>ns</sup>	51,51 <sup>*</sup>	72,45 <sup>*</sup>	Fe/N	- 0,35 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
P/Zn	0,10 <sup>ns</sup>	- 0,43 <sup>ns</sup>	- 0,49 <sup>ns</sup>	Fe/P	- 0,38 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>
P/Fe	0,38 <sup>ns</sup>	- 0,26 <sup>ns</sup>	- 0,51 <sup>ns</sup>	Fe/K	- 0,40 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	3,16 <sup>*</sup>
P/Mn	0,15 <sup>ns</sup>	- 0,05 <sup>ns</sup>	- 0,15 <sup>ns</sup>	Fe/Ca	- 0,41 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>
P/Cu	0,26 <sup>ns</sup>	- 0,28 <sup>ns</sup>	- 0,46 <sup>ns</sup>	Fe/Mg	- 0,48 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>
K/N	0,68 <sup>ns</sup>	- 0,96 <sup>ns</sup>	- 1,46 <sup>ns</sup>	Fe/Zn	- 0,30 <sup>ns</sup>	- 0,23 <sup>ns</sup>	- 0,01 <sup>ns</sup>
K/P	0,34 <sup>ns</sup>	- 0,63 <sup>ns</sup>	- 0,88 <sup>ns</sup>	Fe	- 0,37 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
K	0,54 <sup>ns</sup>	- 0,77 <sup>ns</sup>	- 1,16 <sup>ns</sup>	Fe/Mn	- 0,25 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>
K/Ca	3,42 <sup>*</sup>	2,45 <sup>*</sup>	8,38 <sup>*</sup>	Fe/Cu	- 0,37 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>
K/Mg	0,39 <sup>ns</sup>	- 0,58 <sup>ns</sup>	2,84 <sup>*</sup>	Mn/N	0,31 <sup>ns</sup>	- 0,53 <sup>ns</sup>	- 0,74 <sup>ns</sup>
K/Zn	0,39 <sup>ns</sup>	- 0,85 <sup>ns</sup>	2,16 <sup>*</sup>	Mn/P	0,01 <sup>ns</sup>	- 0,26 <sup>ns</sup>	- 0,25 <sup>ns</sup>
K/Fe	0,65 <sup>ns</sup>	- 0,69 <sup>ns</sup>	- 1,13 <sup>ns</sup>	Mn/K	- 0,24 <sup>ns</sup>	30,29 <sup>*</sup>	42,35 <sup>*</sup>
K/Mn	0,34 <sup>*</sup>	- 0,41 <sup>ns</sup>	2,49 <sup>*</sup>	Mn/Ca	- 0,20 <sup>ns</sup>	14,67 <sup>*</sup>	20,35 <sup>*</sup>
K/Cu	0,58 <sup>ns</sup>	- 0,82 <sup>ns</sup>	2,47 <sup>*</sup>	Mn/Mg	- 0,22 <sup>ns</sup>	21,10 <sup>*</sup>	29,42 <sup>*</sup>
Ca/N	0,06 <sup>ns</sup>	- 0,17 <sup>ns</sup>	- 0,19 <sup>ns</sup>	Mn/Zn	- 0,03 <sup>ns</sup>	- 0,42 <sup>ns</sup>	- 0,37 <sup>ns</sup>
Ca/P	- 0,29 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	2,23 <sup>*</sup>	Mn/Fe	0,46 <sup>ns</sup>	- 0,41 <sup>ns</sup>	- 0,72 <sup>ns</sup>
Ca/K	4,10 <sup>*</sup>	2,74 <sup>*</sup>	11,22 <sup>*</sup>	Mn	0,08 <sup>ns</sup>	- 0,18 <sup>ns</sup>	- 0,23 <sup>ns</sup>
Ca	- 0,15 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	2,82 <sup>*</sup>	Mn/Cu	0,30 <sup>ns</sup>	- 0,52 <sup>ns</sup>	- 0,73 <sup>ns</sup>
Ca/Mg	- 0,38 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	Cu/N	0,10 <sup>ns</sup>	- 0,05 <sup>ns</sup>	- 0,12 <sup>ns</sup>
Ca/Zn	- 0,25 <sup>ns</sup>	- 0,02 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	Cu/P	- 0,26 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>
Ca/Fe	0,28 <sup>ns</sup>	- 0,15 <sup>ns</sup>	- 0,34 <sup>ns</sup>	Cu/K	- 0,26 <sup>ns</sup>	29,16 <sup>*</sup>	40,68 <sup>*</sup>
Ca/Mn	- 0,23 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	Cu/Ca	- 0,19 <sup>ns</sup>	8,63 <sup>*</sup>	11,82 <sup>*</sup>
Ca/Cu	0,07 <sup>ns</sup>	- 0,19 <sup>ns</sup>	- 0,23 <sup>ns</sup>	Cu/Mg	- 0,27 <sup>ns</sup>	27,23 <sup>*</sup>	37,94 <sup>*</sup>
Mg/N	0,29 <sup>ns</sup>	3,15 <sup>*</sup>	4,09 <sup>*</sup>	Cu/Zn	- 0,05 <sup>ns</sup>	- 0,23 <sup>ns</sup>	- 0,19 <sup>ns</sup>
Mg/P	- 0,04 <sup>ns</sup>	- 0,01 <sup>ns</sup>	2,87 <sup>*</sup>	Cu/Fe	0,29 <sup>ns</sup>	- 0,10 <sup>ns</sup>	- 0,30 <sup>ns</sup>
Mg/K	- 0,27 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	Cu/Mn	0,04 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	2,92 <sup>*</sup>
Mg/Ca	0,28 <sup>ns</sup>	- 0,22 <sup>ns</sup>	- 0,41 <sup>ns</sup>	Cu	- 0,12 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
Mg	0,13 <sup>ns</sup>	3,77 <sup>*</sup>	4,98 <sup>*</sup>				

<sup>ns</sup> e <sup>\*</sup> = Não significativo pelo Teste T (Student) e significativo pelo Teste F, respectivamente a 5% probabilidade.

A análise de correlação entre os IBNm(s) que é um indicador global do estado nutricional das lavouras, mostrou que quando se comparou o IBNm de normas gerais com o de específicas, o coeficiente de correlação foi superior a 85%, chegando a atingir 99%. Em contrapartida quando se comparou normas específicas entre si, essa concordância jamais foi superior a 80% (Tabela 3).

TABELA 3 – Coeficiente de correção para o IBNm obtido para normas DRIS constituídas por todos os pomares (CCMS) e normas DRIS específicas para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) para a cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

<b>Coeficiente de Correlação</b>	<b>CCMS</b>	<b>CCS</b>
<b>CCS</b>	0,99**	-
<b>CCM</b>	0,86**	0,80**

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste de  $\chi^2$  (Pearson)

Partelli et al. (2006b) comparando normas DRIS específicas entre si, encontraram resultados distintos, em que o diagnóstico produzido por cada uma das normas DRIS foi diferente para cada situação. Diferente da metodologia destes autores, a comparação neste trabalho foi feita entre uma norma geral com as específicas e as específicas entre si. Se observado os valores dos coeficientes de correlação para o IBNm, pode-se verificar que os menores valores foram obtidos justamente quando se compara normas DRIS específicas entre si (Tabela 3). Este resultado está indicando a menor capacidade de normas específicas em realizar o diagnóstico nutricional de pomares comerciais sob condições de manejo bastante variadas, como o que ocorre com o cupuaçueiro na Amazônia.

Mais importante ainda que avaliar o IBNm, deve-se também avaliar o diagnóstico do estado nutricional de cada nutriente separado e sua dependência com a origem das normas DRIS. Ao se comparar cada um dos diagnósticos obtidos pelo método do potencial de resposta (considerando-se três possibilidades para o estado nutricional: insuficiente, equilibrado e excessivo), observa-se uma concordância superior a 90% entre os diagnósticos produzidos pela norma CCMS com as demais; entretanto quando normas específicas foram comparadas entre si, à concordância entre os diagnósticos foi inferior a 70% (Tabela 4).

TABELA 4 – Percentual de concordância entre as normas DRIS constituídos por todos os pomares (CCMS) e as normas DRIS específicas para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM) para o diagnóstico nutricional (excesso, equilíbrio e deficiência) em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

Nutrientes	CCMS X CCS	CCMS X CCM	CCS X CCM	Média
	-----%			
Nitrogênio	97,4	84,3	83,7	88,45
Fósforo	99,3	92,8	71,9	88,02
Potássio	91,5	81,0	48,4	73,64
Cálcio	98,0	89,5	64,1	83,88
Magnésio	97,4	81,7	62,1	80,39
Zinco	96,7	90,8	73,2	86,93
Ferro	98,0	83,7	71,9	84,53
Manganês	99,3	91,5	62,1	84,31
Media	97,2	86,9	67,2	83,77

A frequência de distribuição de classes de potencial de resposta para cada nutriente, em função dos diagnósticos gerados por cada uma das normas DRIS também se mostram semelhantes entre os diagnósticos produzido pela norma CCMS e as específicas (Tabela 5).

Embora, este tipo de abordagem dos resultados não indique necessariamente se cada pomar apresenta ou não o mesmo diagnóstico (SILVA et al., 2005), fica evidente que também neste caso a semelhança entre a frequência de distribuição de classes de potencial de resposta para cada nutriente e consideravelmente menor quando se comparam os diagnósticos resultantes das normas específicas entre si, concordando neste caso com Partelli et al. (2006b) que encontraram baixa concordância entre os diagnósticos produzidos por normas específicas (normas para cafeeiros cultivados em sistemas convencional e orgânico).

Esta capacidade de normas DRIS mais genéricas resultarem em maior proporção de diagnósticos coincidentes, quando se compara com normas DRIS específicas entre si já foi demonstrada para plantios florestais de eucaliptos (WADT et al., 1998). Também, a menor capacidade preditiva de normas DRIS cujas lavouras a serem monitoradas não sejam adequadamente representadas na população de referência já foi constatado para cana-de-açúcar (REIS JÚNIOR; MONNERAT, 2003).

TABELA 5 – Frequência de diagnósticos para o potencial de resposta à adubação (PRA) e a interação entre as normas DRIS aos nutrientes quanto à resposta positiva (P), positiva ou nula (PZ), nula (Z), negativa ou nula (NZ) e negativa (N) em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental diagnosticados pelas normas DRIS de todos os pomares (CCMS) e específicas para pomares cultivado em sistemas agroflorestais (CCS) e monocultivo (CCM)

Normas DRIS	P	PZ	Z	NZ	N	Interação entre as normas DRIS		
						CCS	CCMS	CCM
Nitrogênio								
CCMS	5	7	123	7	11	2,5 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	6	4	107	20	16	-	9,2 <sup>ns</sup>	-
CCS	5	10	122	10	6	-	-	11,5*
Fósforo								
CCMS	9	11	113	8	12	0,5 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	10	10	114	11	8	-	1,4 <sup>ns</sup>	-
CCS	8	11	114	10	10	-	-	0,5 <sup>ns</sup>
Potássio								
CCMS	3	9	94	20	27	2,9 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	9	22	85	18	19	-	10,4*	-
CCS	2	8	85	19	39	-	-	17,9**
Cálcio								
CCMS	11	14	106	14	8	0,3 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	17	16	92	17	11	-	3,2 <sup>ns</sup>	-
CCS	11	14	109	12	7	-	-	4,6 <sup>ns</sup>
Magnésio								
CCMS	8	8	120	9	8	0,7 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	19	19	94	9	12	-	12,9*	-
CCS	8	5	122	10	8	-	-	17,1**
Zinco								
CCMS	18	20	97	9	9	0,3 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	10	14	111	10	8	-	4,4 <sup>ns</sup>	-
CCS	17	18	100	8	10	-	-	3,3 <sup>ns</sup>
Ferro								
CCMS	39	33	51	5	25	0,1 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	21	30	74	3	25	-	10,3*	-
CCS	41	32	52	5	23	-	-	10,9*
Manganês								
CCMS	35	23	43	14	38	0,1 <sup>ns</sup>	-	-
CCM	39	15	54	8	37	-	4,8 <sup>ns</sup>	-
CCS	36	22	44	15	36	-	-	4,6 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup>, \* e \*\* = Não significativo, significativo a 5% pelo Teste de  $\chi^2$  (Pearson) entre as frequências do potencial de resposta à adubação.

Os resultados obtidos indicam a superioridade da norma DRIS mais genérica pela sua capacidade de gerar diagnósticos que são coerentes com aqueles

produzidos por normas DRIS específicas. Este resultado é particularmente importante, uma vez que permitirá o desenvolvimento de um único banco de dados que possa ser utilizado para avaliar pomares de cupuaçueiro cultivados em diferentes condições de manejo sendo que o esforço deve ser direcionado para obtenção de uma população de referência que seja representativa das diversas condições de cultivo dos pomares de cupuaçueiro na Amazônia.

### **3.4 CONCLUSÕES**

1. A utilização de normas DRIS genéricas apresenta desempenho similar ao proporcionado por normas DRIS específicas, na avaliação do estado nutricional de pomares de cupuaçueiro cultivados em diferentes condições de manejo.

2. Normas DRIS específicas apresentam aplicabilidade restrita às condições ambientais e de manejo em que sua população de referência é cultivada.

## REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 320-325, Nov. 2004.

AYRES, M. I. da C.; ALFAIA, S. S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 957-963, Jul. 2007.

BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.14, n. 2, p. 339-344, Mar. 1990.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Bloemfontein: University of Natal, 1973. 132 p.

CANTERELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 375-470.

CARMO, C. A. F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p.

COSTA, E. L. da. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em três solos da Amazônia Central**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, n. 3, p. 197-224, Oct. 1981.

JONES, W. W. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, n. 2, p. 785-794, Mar. 1981.

LOPES, C. M. D. A.; SILVA, N. M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **Sociedade Entomológica do Brasil**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 45-49, Ago. 1998.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 469 p.

MOURÃO FILHO, A. A.; AZEVEDO, J. C.; NICK, J. A. Função e ordens da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja "Valência". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 185-192, Jul. 2002.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H., VIANA, A. P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 20-25, Dez. 2006b.

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. Dris norms universality in the corn crop. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, n. 4, p. 711-735, Sept. 2002.

REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Norms establishment of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38. n. 4, p. 277-282, Jul. 2003.

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**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 50-60, Jul. 2007.

SALVADOR, J. O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G. A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 5, n. 3, p.407-414, Fev. 1994.

SANTANA, J. das G.; LEANDRO, W. M.; NAVES, R. V.; CUNHA, P. P da. Normas DRIS para interpretação de análise de folhas e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 6, p. 109-117, Abr. 2008.

SANTOS, A. L. dos; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. de. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro-anão verde na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 7, p. 30-35, Jun. 2004.

SILVA, M. J. G. da. **Boletim climatológico de Rondônia, ano 1999**. 2. ed. Porto Velho: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2000. 20 p.

SILVA, G. G. C. da; NEVES, J. C. L.; ALVAREZ, V. H.; LEITE, F.P. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 755-761, Fev. 2005.

VELOSO, C. A. C.; PEREIRA, W. L. M.; CARVALHO, E. J. M. Diagnose nutricional pela análise foliar de pomares de laranjeiras no nordeste paraense. **Revista Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 47-55, out. 2002.

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 227-234, Mar. 2005.

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. F. de. O monitoramento nutricional frente aos métodos diagnósticos no planejamento das adubações. In: WADT, P. G. S.; MALAVOLTA, E. (Org.). **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**. Piracicaba: Potafos, 1999, p. 70-80.

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**. Viçosa, MG, v. 22, n. 4. 1998, p.685-692, Ago. 1998.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Sciences**, London, v.12, n. 6 p.149-188, Sept. 1987.

**4 CAPÍTULO II**  
**FÓRMULAS DRIS PARA CUPUAÇUEIROS CULTIVADOS EM**  
**POMARES COMERCIAIS NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL**

## RESUMO

O Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) é uma ferramenta utilizada para avaliação do estado nutricional das plantas. Diferentes fórmulas DRIS têm sido propostas para melhorar a eficiência do diagnóstico nutricional das culturas. Objetivou-se comparar o diagnóstico nutricional entre as fórmulas de Beaufils; Jones; Elwali e Gascho, por meio do grau de concordância para pomares comerciais de árvores de *Theobroma grandiflorum*. Amostras foliares de árvores de cupuaçu foram coletadas em 153 pomares comerciais com idade variando entre 5 e 18 anos, cultivados em sistemas agroflorestais ou monocultivos, no Estado de Rondônia, Brasil. Relações bivariadas entre as concentrações dos nutrientes de árvores sadias foram usadas para calcular as normas DRIS. Os índices DRIS foram calculados pelas as fórmulas de Beaufils; Jones; Elwali e Gascho e interpretados pelo método do potencial de resposta a adubação em cinco categorias. As normas DRIS, o cálculo dos índices DRIS e sua interpretação foram feitas pelo aplicativo computacional DRIS Cupuaçu. As fórmulas de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984) resultam em alto grau de concordância, entretanto quanto se utiliza o potencial de resposta à adubação como critério para interpretação dos índices DRIS, a fórmula de Beaufils (1973) deve ser preferida quando se pretende diminuir os casos de diagnósticos falsos limitantes por insuficiência; a fórmula de Elwali e Gascho (1984) quando se deseja diminuir o número de diagnósticos falsos para suficiência e a fórmula de Jones (1981) é recomendada quando se pretende diminuir o caso de diagnósticos falsos para suficiência.

Palavras-chave: Estado nutricional. Funções DRIS. *Theobroma grandiflorum*.

## ABSTRACT

The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) is a tool used to assess the nutritional status of plants. DRIS different functions have been proposed to improve the efficiency of nutritional diagnosis of cultures. Objective was to compare the nutritional diagnosis of formulas Beaufils, Jones; Elwali and Gascho, using the degree of agreement for commercial groves of trees of *Theobroma grandiflorum*. Leaf samples cupuaçu trees were collected in 153 commercial orchards ranging in age from 5 to 18 years, grown in monoculture or agroforestry systems, Rondonia of state, Brazil. Bivariate relationships between the nutrient concentrations of healthy trees were used to calculate DRIS norms. DRIS indices were calculated by the formulas Beaufils, Jones; Elwali and Gascho and interpreted by the method of the potential response to fertilization in five categories. DRIS norms, the calculation of DRIS indices and their interpretation were made by the computer application Cupuaçu DRIS. Beaufils (1973), Jones (1981); Elwali and Gascho (1984) the functions result in high agreement, however as it uses the potential response to fertilization as a criterion interpretation of nutrition index, Beaufils (1973) the functions should be preferred when one wants to reduce cases of false diagnoses due to insufficient bounds; Elwali and Gascho (1984) the functions when attempting to reduce the number of false diagnoses for sufficiency and the Jones (1981) the functions is recommended when trying to reduce the case of false diagnoses to fill.

Key-words: Nutritional state. DRIS functions. *Theobroma grandiflorum*

## 4.1 INTRODUÇÃO

O monitoramento nutricional mediante análise química das folhas vem se transformando em prática essencial para adubações mais equilibradas e economicamente mais ajustadas (MOURÃO FILHO, 2004). Neste contexto, o método DRIS na avaliação do estado nutricional tem sido adotado de forma eficaz para o diagnóstico nutricional, apesar de ser ainda pouco utilizado no Brasil, quando comparado a outros países (NACHTIGALL; DECHEN, 2007). A baixa utilização justifica-se por ser uma ferramenta complexa em comparação aos métodos tradicionais, como nível crítico – NC e faixas de suficiência – FS (PRADO et al., 2008), mesmo sendo um processo de diagnose nutricional promissor para culturas perenes, que de forma geral demandam muito tempo e alto custo para realização de ensaios de calibração.

O método DRIS comparativamente com os métodos tradicionais (NC e FS), apresenta-se vantajoso por utilizar relações nutricionais ao invés de médias dos teores de cada nutriente, neutralizando assim os efeitos de diluição e concentração, não tratados adequadamente pelos métodos tradicionais (WADT, 2009), além de trabalhar com a variabilidade das relações, o que possibilita a obtenção de índices normatizados que são menos onerosos por não depender de inúmeros ensaios de calibração local.

A utilização deste método em plantas frutíferas tem sido considerada promissora em diversas espécies (COSTA; COSTA, 2008; NACHTIGALL; DECHEN, 2007; SANTANA et al., 2008; WADT et al., 2007). Entretanto para a cultura do cupuaçu, em plena domesticação na Amazônia, ainda há poucas informações sobre sua nutrição mineral e os poucos estudos existentes realizados, abordam a avaliação de poucos nutrientes em ensaios de adubação (ALFAIA et al., 2004; AYRES; ALFAIA, 2007), sendo portanto desconhecido o potencial da adubação na produtividade dos pomares comerciais.

No sistema DRIS, diversos métodos para o cálculo das funções tem sido propostas, sempre objetivando melhorar sua eficiência, sintetizadas pelas diversas fórmulas DRIS.

A fórmula de Beaufils (1973) apresenta duas expressões distintas, dependendo do valor da relação na amostra em comparação com a respectiva

norma DRIS.

Por sua vez, a fórmula de Jones (1981) consiste na normatização de todas as funções DRIS. A fórmula de Elwali e Gascho (1984) tem como finalidade anular os desvios nutricionais quando seus valores distam menos que um desvio padrão da respectiva norma.

Diversos estudos têm avaliado a eficiência das fórmulas DRIS. Nachtigall e Decher (2007) concluíram que a fórmula de Elwali e Gascho (1984) é mais eficiente quando comparada com a fórmula de Beaufls (1973) e Jones (1981) para a cultura da macieira. Já Silveira et al. (2005) avaliando a performance das fórmulas DRIS para o capim (braquiária) definiram que a fórmula de Jones (1981) pode ser mais eficiente quanto ao diagnóstico nutricional quando comparado a de Beaufls (1973) e Elwali e Gascho (1984).

Estas diferentes conclusões são muitas vezes dependentes do tipo de análise realizada para avaliar a eficiência das diferentes fórmulas, baseadas em procedimentos que não determinam a semelhança entre os diagnósticos produzidos pelas diferentes fórmulas.

Neste sentido, objetivou-se determinar o grau de semelhança entre as metodologias DRIS utilizadas na avaliação do estado nutricional do cupuaçueiro cultivado na Amazônia Sul Ocidental, visando identificar a metodologia mais adequada para o estudo da nutrição mineral desta espécie.

## 4.2 MATERIAL E METODOS

A amostragem foliar foi efetuada em pomares comerciais de cupuaçu, com idade entre 5 e 18 anos, cultivadas em monocultivo ou em sistemas agroflorestais, localizados no distrito de Nova Califórnia, Porto Velho no extremo Oeste do Estado de Rondônia, onde predomina clima Tropical Úmido Chuvoso - Am (Köppen), com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média de 2200 mm ano<sup>-1</sup> (SILVA, 2000). Os solos predominantes são da ordem dos Latossolos, Argissolos, Plintossolos e Cambissolos. A coleta foi realizada no período de julho a setembro de 2008.

Foram selecionados 153 pomares, sendo 111 cultivados em sistemas agroflorestais e 42 em monocultivo, das quais foram coletadas 30 folhas por pomar, distribuídas aleatoriamente. As folhas coletadas estavam situadas na terceira folha de lançamento recém amadurecido, a partir do ápice do ramo de altura média, localizados sempre na posição norte e sul, seguindo-se a mesma recomendação proposta por Costa (2006).

As análises químicas das amostras foliares foram determinadas através de digestão nitro-perclórica e sulfúrica. Após a digestão nitro-perclórica as folhas de cupuaçu foram analisadas quanto à concentração total de cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn) e cobre (Cu) por espectrometria de plasma (ICP-OES), potássio (K) por fotometria de chama e fósforo (P) por espectrofotometria molecular. O nitrogênio (N) total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl, conforme procedimento analítico descrito por Carmo et al. (2000).

Foi estabelecido um banco de dados, para separar os pomares em sadios e não sadios. No momento da amostragem, cada pomar foi previamente classificado quanto a sua sanidade fitotécnica, levando em consideração os aspectos: fitossanitário, manejo cultural e do solo.

Com relação aos aspectos fitossanitário foi avaliado o nível de infestação para vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso*) e broca-do-fruto (*Conotrachelus humeripictus*), problemas que mais afetam a produtividade na região (LOPES; SILVA, 1998). Quanto ao manejo cultural e do solo foram avaliadas a intensidade de adoção de práticas de manejo consideradas adequadas para a cultura. Adotou-se na

avaliação das práticas culturais: presença de poda, permanência de frutos estragados da área de cultivo e limpeza da área. Para as práticas de manejo do solo, levou-se em consideração, presença de adubação orgânica, cobertura do solo e cultivo em nível. Para as características avaliadas (estado fitossanitário, manejo cultural e do solo) foram atribuídos conceitos: 1 (ruim), 2 (regular) e (3) bom.

O banco de dados foi dividido em pomares não sadios, com potencial de média (PMP) e baixa produtividade (PBP) e sadios, com potencial de alta produtividade (PAP) para o estabelecimento das normas. O critério utilizado para definição das classes deu-se pela soma dos referidos conceitos, onde:  $3 \leq PBP \leq 5$ ;  $6 \leq PMP \leq 7$  e  $8 \leq PAP \leq 9$ .

As normas DRIS foram obtidas de pomares considerados sadios, consistindo de 14 pomares sob cultivo solteiro e 34 pomares sob sistemas agroflorestais (DIAS et al., 2009). Embora pequeno, o tamanho da população de referência pode ser considerado suficiente para geração de uma norma DRIS se representar pomares sadios (MOURÃO FILHO et al., 2002.), o que se espera representar uma amostragem da qualidade nutricional dos pomares. Mesmo para cereais, população de referência de aproximadamente 30 lavouras têm-se mostrado adequadas para a geração de normas DRIS (GUINDANI et al., 2009).

Para geração da norma DRIS, foi calculada a média, o desvio padrão e o número de observações para cada uma das relações entre dois nutrientes, em sua forma direta e inversa, como também para as concentrações de cada nutriente avaliado, a partir dos pomares fitotecnicaamente sadios (PAP), independente do sistema de cultivo.

Para o cálculo dos índices DRIS (IDris), índice de balanço nutricional (IBN), índice de Balanço nutricional médio (IBNm) e a interpretação dos IDris, através do potencial de resposta à adubação (PRA) foi utilizado o software DRIS Cupuaçu ([www.dris.com.br](http://www.dris.com.br)), adotando-se os procedimentos propostos por Beaufils (1973), Jones (1981) e Elwali e Gascho (1984) sendo inclusas todas as relações bivariadas (diretas e inversas), sem a utilização da transformação logarítmica, na seguinte forma:

Beaufils (1973):

$$se = \frac{Y}{X_a} < \frac{Y}{X_n}$$

$$\text{então : } f(Y/X) = \left( \frac{\frac{Y}{X_a} - \frac{Y}{X_n}}{S\left(\frac{Y}{X_n}\right)} \right) * \left( \frac{Y}{X_n} \right)$$

$$se = Y/X_a = Y/X_n$$

então :  $f(Y / X) = 0$

$$se = Y/X_a \geq Y/X_n$$

então :  $f(Y / X) = \left( \frac{Y/X_a - Y/X_n}{S(Y/X_n)} \right)$

Jones (1981):

$$f(Y / X) = \frac{(Y/X_a - Y/X_n)}{S(Y/X_n)}$$

Elwali e Gascho (1984):

$$se = Y/X_a < Y/X_n - S$$

então :  $f(Y / X) = \left( \frac{Y/X_a - Y/X_n}{S(Y/X_n)} \right) * \left( \frac{Y/X_n}{Y/X_a} \right)$

$$se = Y/X_n - S \leq Y/X_a \leq Y/X_n + S$$

então :  $f(Y / X) = 0$

$$se = Y/X_a > Y/X_n + S$$

então :  $f(Y / X) = \left( \frac{Y/X_a - Y/X_n}{S(Y/X_n)} \right)$

O IDris para cada nutriente (Inut) foi calculado através da média aritmética do somatório das diferenças entre todas as funções diretas e inversas que envolvem o nutriente a ser calculado. O IBN foi determinado pelo somatório do módulo dos valores dos IDris gerados para a amostra, obtidos para cada nutriente. O IBNm foi calculado pela média aritmética do somatório dos valores absolutos dos IDris gerados para cada amostra e o PRA foi determinado a partir de cinco classes (WADT, 2005), sendo: i) PRA nulo (Z) =  $|Inut| < IBNm$ ; ii) PRA positivo ou nulo (PZ) =  $|Inut| > IBNm$ , sendo o  $Inut < 0$ ; iii) PRA positivo (P) =  $|Inut| > IBNm$ , sendo o  $Inut$  o menor índice DRIS entre os demais nutrientes; iv) PRA negativo ou nulo (NZ) =  $|Inut| > IBNm$ , sendo o  $Inut > 0$  e v) PRA negativo (N) =  $|Inut| > IBNm$ , sendo o  $Inut$  o maior índice DRIS entre os demais nutrientes. Onde: IBNm e Inut são adimensionais.

Para avaliar as três diferentes formas dos cálculos dos índices DRIS, foram quantificados o número de vezes em que os nutrientes se apresentaram mais limitante por deficiência, conseqüentemente com PRA positivo e mais limitantes por excesso com PRA negativo.

Utilizaram-se os parâmetros da estatística multivariada (análise dos componentes principais), através da representação por biplot, para avaliar a distribuição espacial dos índices DRIS submetidos as diferentes metodologias DRIS (LIPCOVICH; SMITH, 2002).

Para cada nutriente avaliado, em cada um dos pomares, foi identificado aquele em estado de insuficiência (PRA positivo e PRA positivo ou nulo), equilíbrio (PRA nulo) e excesso (PRA negativo e PRA negativo ou nulo), segundo o diagnóstico produzido por cada um dos métodos DRIS e se avaliou o grau de concordância entre os diferentes diagnósticos. Se para um dado nutriente, em cada um dos pomares, a identificação do diagnóstico (insuficiência, equilíbrio e excesso) foi o mesmo entre os diagnósticos produzidos por dois métodos distintos, este foi considerado concordante e, se distinto, foi considerado não concordante, computando-se, para o total de pomares avaliados, a porcentagem de diagnósticos concordantes.

Também se quantificou o número de casos em que o diagnóstico nutricional proporcionado pela fórmula método de Beaufile (1973) indicou equilíbrio nutricional para os pomares e ao mesmo tempo indicou limitação por deficiência e por excesso pela fórmula de Elwali e Gascho (1984) e de Jones (1981), respectivamente.

E por fim, correlacionou-se os métodos DRIS entre si utilizando os índices DRIS de cada nutriente e o índice de balanço nutricional (IBN) a 1 % de probabilidade pelo teste T para determinar o grau de semelhança entre os métodos resultantes do uso de diferentes fórmulas DRIS.

As análises estatísticas da correlação pelo teste T e multivariada foram realizadas no software Assistat 7.5 beta e Graphic Biplot 1.0, respectivamente, sendo que as demais foram realizadas em planilha eletrônica.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos pomares, independente da metodologia DRIS utilizada para o diagnóstico nutricional, indicam o cálcio como o nutriente com maior frequência para o estado de insuficiência, ou seja, com PRA positivo; o potássio foi apontado como o nutriente com maior frequência para o estado de excesso, com PRA negativa (TABELA 6).

TABELA 6 – Frequência de pomares de cupuaçueiro com potencial de resposta positiva (insuficiência) e negativa (excesso) à adubação<sup>1</sup>, diagnosticados pelas fórmulas DRIS de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984).

Nutriente	Frequência					
	Positivo			Negativo		
	Beaufils	Jones	Elwali	Beaufils	Jones	Elwali
N	22	23	23	25	26	28
P	34	37	33	23	22	19
K	20	20	21	52	52	53
Ca	44	44	42	30	30	30
Mg	33	29	34	23	23	23
Pomares	153					

Wadt et al. (1996)<sup>1</sup>

Esse resultado discorda daqueles obtidos por Alfaia et al. (2004) que em ensaio de adubação, concluíram com base na disponibilidade dos nutrientes pela análise de fertilidade do solo, que haveria suficiência no fornecimento de cálcio e insuficiência no fornecimento de potássio para pomares de cupuaçueiro cultivados em sistema agroflorestal sobre Latossolos Vermelho e Cambissolos .

Embora os resultados sejam representativos de solos e condições de cultivo distintos do utilizado por Alfaia et al. (2004), não está claro as razões pelas quais o cálcio teria sido apontado como o nutriente com maior frequência de insuficiência e o potássio, com a maior frequência de excesso. Para o potássio, a alta taxa de ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais (CORRÊA et al., 2006), aliado a baixas taxas de exportação e a relativamente elevada salinidade dos solos da formação Solimões (SALIMON et al, 2009), poderia explicar parcialmente os resultados obtidos no presente estudo. Para o cálcio, poder-se-ia explicar pela baixa taxa de redistribuição interna do nutriente, aliado a deficiência na absorção do nutriente em condições de menor taxa transpiratória em relação à taxa de crescimento das árvores, como sugerido para o eucalipto (WADT, 2004). Porém,

mais estudos são necessários para que se possa ter qualquer explicação consistente sobre este fenômeno, inclusive, para eliminar possibilidade de diagnósticos inconsistentes.

Entretanto, observa-se que o estado nutricional dos pomares foram semelhantes entre si quanto à frequência com que cada nutriente foi apontado como estando em insuficiência ou excesso, independente da fórmula DRIS adotada (TABELA 6). Resultado este diferente daquele obtido por Mourão Filho et al. (2002), os quais concluíram que a fórmula de Jones (1981) seria mais eficiente quando comparada com as fórmulas de Beaufile (1973) e de Elwali e Gascho (1984) para o diagnóstico nutricional na cultura da laranjeira.

Para todos os nutrientes, com exceção do fósforo, a fórmula de Beaufile (1973); Elwali e Gascho (1984) tenderam a proporcionar diagnósticos semelhantes, levando em consideração a distribuição espacial dos índices DRIS (FIGURA 3). Para o fósforo as fórmulas de Jones (1981); Elwali e Gascho (1984) proporcionaram diagnósticos semelhantes, apesar de ser menos expressivas com relação à distribuição espacial dos índices DRIS. Para a maioria dos índices Dris a fórmula de Jones (1981) têm comportamento contrário da fórmula de Elwali e Gascho (1984), reforçando a possibilidade destas fórmulas apresentarem diagnósticos distintos, e, portanto por consequência, diferente capacidade preditiva do estado nutricional.

Recentemente alguns trabalhos têm discutido a eficiência das funções DRIS, utilizando a correlação entre o IBN e a produtividade para definir sua performance, onde a correlação inversa seria sempre desejável para comprovar a eficiência dos métodos (PARTELLI et al., 2006a; SILVA et al., 2009). Nachtigall e Dechen (2007) ao avaliarem a eficiência dos métodos DRIS na cultura da macieira concluíram que a fórmula de Elwali e Gascho (1984) foi superior as de Beaufile (1973) e Jones (1981), pelo fato da primeira representar melhor o estado nutricional da macieira, através da produtividade.

Resultado diferente foi obtido por Silveira et al. (2005) definindo que a fórmula de Jones (1981), para pastagem, proporciona melhor correlação com a produtividade quando comparada com as fórmulas de Beaufile (1971); Elwali e Gascho (1984). De certa forma, a eficiência das fórmulas DRIS seria dependente da cultura a ser diagnosticada.

Segundo Maia (1999) e Wadt et al. (2007) com base exclusivamente na avaliação das expressões matemáticas de cada fórmula, tem sido sugerido que as fórmulas de Beaufile (1973) e de Elwali e Gascho (1984) tenderiam a superestimar a deficiência nutricional, em relação a formula de Jones (1981).

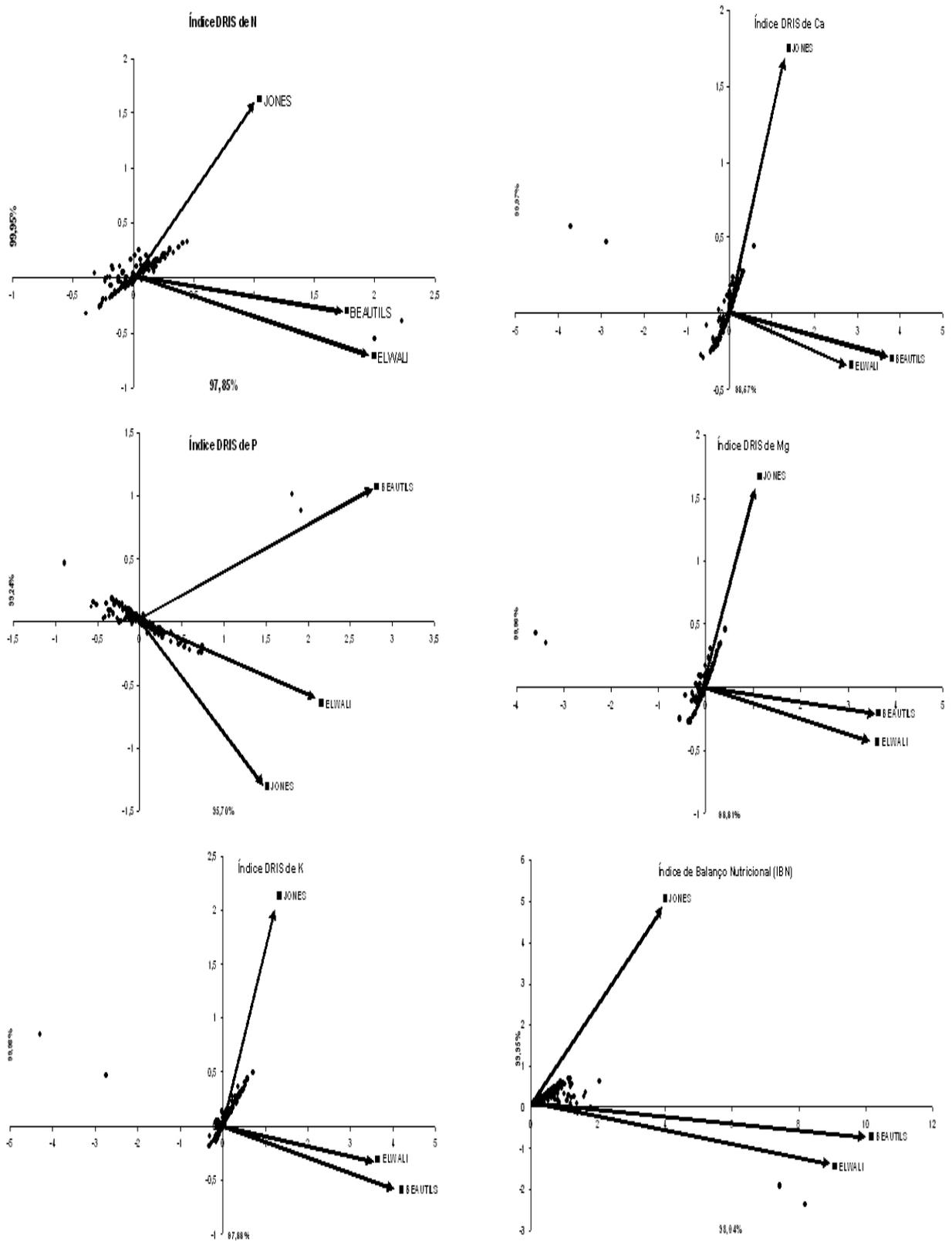


Figura 3 – Distribuição espacial dos índices DRIS proporcionado pela avaliação do estado nutricional de 153 pomares de cupuaçu por diferentes funções DRIS (Beaufils, 1973; Jones, 1981; Elwali; Gascho, 1984).

Entretanto, ao se realizar a interpretação do estado nutricional pelo método do Potencial de Resposta a Adubação (WADT, 2005), para todos os nutrientes avaliados, a fórmula de Elwali e Gascho (1984) foi aquela que apontou maior frequência para o número de nutrientes considerados em estado de insuficiência. Em contrapartida, a fórmula de Jones (1981) apresentou a maior frequência para o número de nutrientes considerados em excesso (TABELA 7).

TABELA 7 – Frequência de pomares submetidos à avaliação nutricional pelos métodos DRIS de Beaufils (B); Jones (J) e Elwali e Gascho (E) a partir de três classes nutricionais (insuficiente, suficiente e excesso) para macronutrientes na cultura do cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

Nutrientes	Frequência								
	Insuficiente			Suficiente			Excesso		
	B	J	E	B	J	E	B	J	E
N	13	14	17	115	114	111	25	25	25
P	24	28	28	100	93	102	29	32	23
K	17	16	19	86	82	83	50	55	51
Ca	35	31	35	93	94	95	25	28	23
Mg	22	25	30	107	103	101	24	25	22

Houve uma tendência para que alguns pomares diagnosticados como suficientes para diversos macronutrientes pela fórmula de Beaufils (1973), tenham sido também diagnosticados como insuficientes pela fórmula de Elwali e Gascho (1984) (TABELA 8), não havendo nenhum caso no sentido contrário (ou seja, que sendo suficientes pela fórmula de Elwali e Gascho (1984), fossem consideradas insuficiente pela fórmula de Beaufils (1973).

Do mesmo modo, alguns pomares diagnosticados como suficientes pela fórmula de Beaufils (1973), foram considerados em excesso pela fórmula de Jones (1981), não havendo nenhum caso no sentido contrário (TABELA 8).

O que ocorre, é que com a fórmula de Elwali e Gascho (1984), o valor do IBNm foi sistematicamente menor em comparação com o uso da fórmula de Beaufils (1973), pelo fato de que diferenças inferiores a um desvio padrão em relação ao valor da norma de cada relação tenham sido zerados, diminuindo, conseqüentemente, o valor do IBNm (FIGURA 4). Com o menor valor de IBNm, alguns pomares considerados nutricionalmente equilibrados com o uso da fórmula de Beaufils (1973), passaram a ser considerados com insuficiência para o mesmo nutriente (TABELA 8).

TABELA 8 – Número de casos em que o diagnóstico nutricional proporcionado pelo método de Beaufils (1974) indica equilíbrio nutricional e ao mesmo tempo pelos métodos de Elwali e Gascho indica sendo limitante por deficiência e pelo método de Jones (1981) indicando ser limitante por excesso em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

Nutrientes	Número de casos	
	Suficientes pela fórmula de Beaufils (1974) e insuficiente pela fórmula de Elwali e Gascho (1984)	Suficientes pela fórmula de Beaufils (1974) e em excesso pela fórmula de Jones (1984)
Nitrogênio	5	2
Fósforo	6	2
Potássio	3	5
Cálcio	6	3
Magnésio	6	1

A utilização da fórmula de Jones (1981) resultou, por sua vez, em menor valor para o IBNm que as demais fórmulas (Figura 4), resultando, pela mesma lógica descrita acima, em maior probabilidade de apontar desequilíbrios nutricionais (por insuficiência ou excesso). Entretanto, como as demais fórmulas já superestimam a deficiência, o resultado foi que a fórmula de Jones (1981) passou a apontar mais casos de excesso que os demais métodos, comportando-se para os casos de insuficiência conforme a fórmula de Elwali e Gascho (1984).

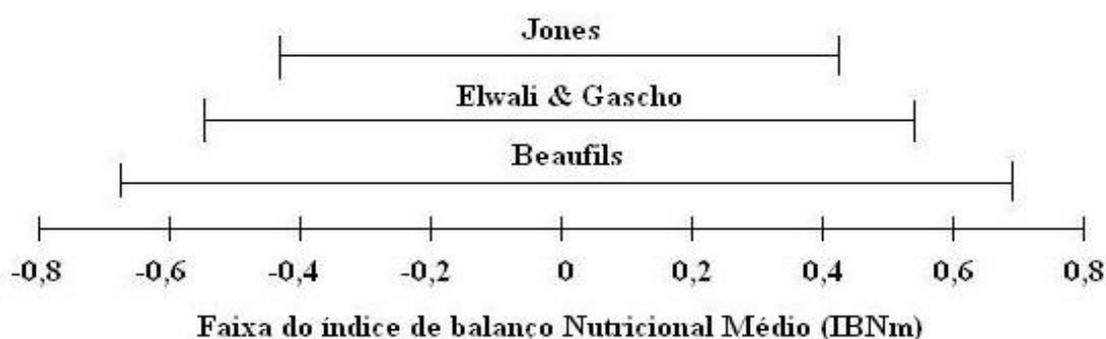


Figura 4 – Representação esquemática do intervalo de suficiência definido pelo IBNm em função de diferentes fórmulas DRIS.

Este comportamento resultante de diferentes fórmulas DRIS combinados com o critério da interpretação baseado no Potencial de Resposta a Adubação, possibilita a seguinte tomada de decisão: a fórmula de Beaufils (1973) deve ser preferida

quando se deseja diminuir os casos de diagnósticos falsos limitantes por insuficiência; a fórmula de Elwali e Gascho (1984) quando se pretende diminuir o número de diagnósticos falsos para suficiência (aumentando, o caso de diagnósticos verdadeiros de desequilíbrio por insuficiência) e, finalmente, a fórmula de Jones (1981) é recomendada quando se pretende diminuir o caso de diagnósticos falsos para suficiência (aumentando-se os diagnósticos verdadeiros limitantes por insuficiência ou excesso).

Neste cenário, torna-se necessário determinar a concordância dos diagnósticos produzidos ao real estado nutricional dos pomares, conforme proposto por Beverly (1993) e então, adotar-se uma ou outra fórmula em função do desempenho a ser alcançado .

Assim, embora a fórmula de Beaufils (1973) proporcione uma superestimativa de deficiências (MAIA, 1999), este efeito pode ser anulado pelo critério de interpretação dos índices DRIS quando baseado no IBNm, como o que ocorre com o método do Potencial de Resposta a Adubação (WADT, 2005).

A correlação dos índices Dris obtidos pelas diferentes fórmulas DRIS resultaram, em geral, coeficiente de correlação superiores a 83 %. O método de Beaufils (1973), comparativamente com o método de Elwali e Gascho (1984), para todos os nutrientes, apresentam-se coeficientes de correlação superiores a 95% (TABELA 9).

TABELA 9 – Coeficiente de correlação para os índices DRIS dos macronutrientes obtido pelos métodos DRIS de Beaufils (1971), de Jones (1981) e de Elwali e Gascho (1984); provenientes da avaliação do estado nutricional em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

Correlação	Coef. de correlação	Correlação	Coef. de Correlação
	Nitrogênio		Cálcio
Beaufils x Jones	0.84**	Beaufils x Jones	0.90**
Beaufils x Elwali	0.99**	Beaufils x Elwali	0.99**
Jones x Elwali	0.83**	Jones x Elwali	0.90**
	Fósforo		Magnésio
Beaufils x Jones	0.87**	Beaufils x Jones	0.90**
Beaufils x Elwali	0.96**	Beaufils x Elwali	0.99**
Jones x Elwali	0.95**	Jones x Elwali	0.88**
	Potássio		Índice de Balanço Nutricional
Beaufils x Jones	0.86**	Beaufils x Jones	0.91**
Beaufils x Elwali	0.99**	Beaufils x Elwali	0.99**
Jones x Elwali	0.86**	Jones x Elwali	0.90**

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo Teste T (Student)

Esta alta correlação entre os índices produzidos por diferentes fórmulas DRIS resultou também em elevado grau de diagnósticos concordantes. Para todos os nutrientes, houve no mínimo 90% de concordância entre os diagnósticos gerados (TABELA 10).

TABELA 10 – Percentual de concordância entre as metodologias DRIS de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984) para o diagnóstico nutricional (insuficiente, suficiente e excesso) em 153 pomares de cupuaçu na Amazônia Sul Ocidental.

Nutrientes	Beaufils x Jones	Beaufils x Elwali	Jones x Elwali	Média
	-----%-----			
Nitrogênio	94,1	92,8	93,5	93,5
Fósforo	92,8	90,8	92,8	92,1
Potássio	93,5	96,1	96,1	95,2
Cálcio	96,1	93,5	94,1	94,6
Magnésio	94,8	90,2	90,8	91,9
Média	94,3	92,7	93,5	93,5

Dado este elevado grau de concordância entre os diagnósticos gerados, torna-se importante determinar qual o grau de acerto entre o diagnóstico e a resposta da planta em relação à adição ou manutenção de doses de nutrientes, avaliando-se a acurácia dos diagnósticos a partir de ensaios de adubação .

Por exemplo, cálcio, fósforo e magnésio, respectivamente foram os nutrientes que apareceram com maior frequência nos pomares como sendo limitantes por insuficiência, enquanto que potássio foi o nutriente com o maior número de casos limitante por excesso (Quadro 1). A questão necessária a se resolver, é se os diagnósticos estão de fato coerentes com a resposta da planta às adubações corretivas, e caso necessário, determinar qual fórmula DRIS poderia melhorar o grau de acerto de cada diagnóstico, diminuindo-se, por exemplo, o caso de diagnósticos falsos para equilíbrio ou desequilíbrio, sendo o último por insuficiência ou excesso.

#### **4.4 CONCLUSÃO**

As fórmulas de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984) resultam em alto grau de concordância, entretanto quanto se utiliza o potencial de resposta à adubação como critério de interpretação dos índices DRIS, a fórmula de Beaufils (1973) deve ser preferida quando se pretende diminuir os casos de diagnósticos falsos limitantes por insuficiência; a fórmula de Elwali e Gascho (1984) quando se deseja diminuir o número de diagnósticos falsos para suficiência e a fórmula de Jones (1981) é recomendada quando se pretende diminuir o caso de diagnósticos falsos para suficiência.

## REFERÊNCIAS

ALFAIA, S. S.; RIBEIRO, G. A.; NOBRE, A. D.; LUIZÃO, R. C.; LUIZÃO, J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. London, v. 102, n. 5, p. 409-414, Oct. 2004.

AYRES, M. I. da C.; ALFAIA, S. S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 957-963, Jul. 2007.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Bloemfontein: University of Natal, 1973. 132 p.

BEVERLY, R. B. DRIS Diagnoses of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. **Journal Plant Nutrition**. New York, v. 16, n. 3, p. 1431-1447, Sept. 1993.

CARMO, C. A. F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p.

CORRÊA, F. L. de O.; RAMOS, J. D.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; MULLER, M. W.; MACEDO, R. G. de; SPAGGIARI, C. A.; ALVARENGA, M. I. R. Ciclagem de nutrientes em sistema agroflorestal com espécies frutíferas e florestais em Rondônia, Brasil. **Agrotrópica**, Tocantins, v. 18, n. 4, p. 71-82, Mar. 2006.

COSTA, E. L. da. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em três solos da Amazônia Central**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

COSTA, A. N. da; COSTA, A. de F. S. da. Diagnóstico e recomendação de adubação (DRIS) na fruticultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Resumos...** Vitória: Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008. 125 p.

DIAS, J. R. M.; PEREZ, D. V.; LEMOS, C. de O.; WADT, P. G. S.; SOLINO, J. da S.; TAVELLA, L. B. Normas DRIS bivariadas para a avaliação nutricional de cupuaçuzeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 393 p.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis and DRIS as guides for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, New York, v. 76, n. 08, p.466-473, Feb. 1984.

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**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 109-118, Maio 2009.

JONES, W. W. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, n. 2, p. 785-794, Mar. 1981.

LIPCOVICH, I.; SMITH, E. P. Biplot and singular value decomposition macros for excel. **Department Statistics**, Virginia, v. 7, n. 4, p. 1123-1135, Sept. 2002.

LOPES, C. M. D. A.; SILVA, N. M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **Sociedade Entomológica do Brasil**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 45-49, Ago. 1998.

MAIA, C. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P.G.S.; MALAVOLTA, E. (Org.). **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**. Piracicaba: Potafos, 1999. p. 125-145.

MOURAO FILHO, A. A. DRIS: concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 61, n. 4, p. 550-560, Dez. 2004.

MOURÃO FILHO, A. A.; AZEVEDO, J. C.; NICK, J. A. Função e ordens da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja "Valência". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 185-192, Jul. 2002.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. Testing and validation of DRIS for apple tree. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 288-294, Mar. 2007.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H.; VIANA, A. P. Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrients deficiencies in coffee trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 301-306, Jul. 2006a.

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.

SALIMON, C. I.; WADT, P. G. S.; ALVES, S. Decrease in carbon stocks in an oxisol due to land use and cover change in southwestern Amazon. **Revista Ambiente e Água**, Brasília, v. 4, n. 3, p. 57-65, Jun. 2009.

SANTANA, J. das G.; LEANDRO, W. M.; NAVES, R. V.; CUNHA, P. P da. Normas DRIS para interpretação de análise de folhas e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 6, p. 109-117, Abr. 2008.

SILVA, M. J. G. da. **Boletim climatológico de Rondônia, ano 1999**. 2. ed. Porto Velho: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2000. 20 p.

SILVA, M. A. C. da; NATALE, W.; MALHEIROS, E. B.; PAVINATO, A. Estabelecimento e validação de normas DRIS para a cultura do algodão no centro centro-oeste do Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n.2, p. 93-99, Mar. 2009.

SILVEIRA, C. P.; NACHTIGALL, G. R.; MONTEIRO, F. A. Testing and validation of methods for the diagnosis and recommendation integrated system for signal grass. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 62, n. 6, p. 520-527, 2005.

WADT, P. G. S. Nutritional status of *Eucalyptus grandis* clones evaluated by critical level and dris methods. **Revista Árvore**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 15-20, Nov. 2004.

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 227-234, Mar. 2005.

WADT, P. G. S. 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. 50 p.

WADT, P. G. S.; SILVA, D. J.; MAIA, C. E.; TOME JUNIOR, J. B.; COSTA PINTO, P. A. da; MACHADO, P. L. O. de A. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 57-64, Jan. 2007.

## 5 CONCLUSÕES

A utilização de normas DRIS genéricas apresenta desempenho similar ao proporcionado por normas DRIS específicas, na avaliação do estado nutricional de pomares de cupuaçueiros cultivados em diferentes condições de manejo. Conseqüentemente, normas DRIS específicas apresentam aplicabilidade restrita às condições ambientais e de manejo em que sua população de referência é cultivada.

As fórmulas de Beaufils (1973); Jones (1981); Elwali e Gascho (1984) resultam em alto grau de concordância, entretanto quanto se utiliza o potencial de resposta à adubação como critério de interpretação dos índices DRIS, a fórmula de Beaufils (1973) deve ser preferida quando se pretende diminuir os casos de diagnósticos falsos limitantes por insuficiência; a fórmula de Elwali e Gascho (1984) quando se deseja diminuir o número de diagnósticos falsos para suficiência e a fórmula de Jones (1981) é recomendada quando se pretende diminuir o caso de diagnósticos falsos para suficiência.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. N. S. **Avaliação de parâmetros minerais e determinação das normas DRIS do capim Tanzânia**. 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. Efeito de doses de nitrogênio, fósforo e potássio em duas cultivares de cupuaçu, com e sem semente, na região da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 320-325, Nov. 2004.

ALFAIA, S. S.; RIBEIRO, G. A.; NOBRE, A. D.; LUIZÃO, R. C.; LUIZÃO, J. Evaluation of soil fertility in smallholder agroforestry systems and pastures in western Amazonia. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. London, v. 102, n. 5, p. 409-414, Oct. 2004.

AYRES, M. I. da C. **Efeitos da calagem e da adubação potássica na produção de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum) em sistemas agroflorestais do projeto reca em Nova Califórnia – Rondônia**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Sustentabilidade na Amazônia – PPG/ASA, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

AYRES, M. I. da C.; ALFAIA, S. S. Efeito do NPK, calagem e micronutrientes na produção de frutos do cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 200-207, Jun. 1998.

AYRES, M. I. da C.; ALFAIA, S. S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais da Amazônia ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 957-963, Jul. 2007.

BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Efeito do procedimento de cálculo e da população de referência nos índices do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v.14, n. 2, p. 339-344, Mar. 1990.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**. Bloemfontein: University of Natal, 1973. 132 p.

BEVERLY, R. B. DRIS Diagnoses of soybean nitrogen, phosphorus, and potassium status are unsatisfactory. **Journal Plant Nutrition**. New York, v. 16, n. 3, p. 1431-1447, Sept. 1993.

CALDEIRA, M. H. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) em diferentes estádios de desenvolvimento da soja**. 2007. 130 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2007.

CANTERELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 375-470.

CARMO, C. A. F. de S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p.

CARVALHO, J. E. U.; MULLER, C. H.; BENCHIMOL, R. L.; KATE, A. K.; ALVES, R. M. **Copoasu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Shum.]**: cultivo y utilizacion. Caracas: Oficial Regional de Producción Vegetal, 1999. 142 p.

CORRÊA, F. L. de O.; RAMOS, J. D.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da; MULLER, M. W.; MACEDO, R. G. de; SPAGGIARI, C. A.; ALVARENGA, M. I. R. Ciclagem de nutrientes em sistema agroflorestal com espécies frutíferas e florestais em Rondônia, Brasil. **Agrotrópica**, Tocantins, v. 18, n. 4, p. 71-82, Mar. 2006.

COSTA, E. L. da. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em três solos da Amazônia Central**. 2006. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

COSTA, A. N. da; COSTA, A. de F. S. da. Diagnóstico e recomendação de adubação (DRIS) na fruticultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Resumos...** Vitória: Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008. 125 p.

CUNHA, J. F. O DRIS da Potafos. In: SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 2., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Potafós, 2001. p.23.

ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis and DRIS as guides for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, New York, v. 76, n. 08, p.466-473, Feb. 1984.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 122 p.

FRANKE, I. L.; FURTADO, S. C.; OLIVEIRA, T. K. de. Efeito de leguminosas sobre a produtividade do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em um sistema agroflorestal multiestratificado na Amazônia Ocidental. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 80-88, Jul. 2002.

GASPAROTTO, L.; ARAUJO, R. C.; SILVA, S. E. L. Cupuaçuzeiro em sistemas agroflorestais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 2., 1996, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 362 p.

GOMES, F. B.; GALON, C. Z.; COSTA, A. N. da; SILVA, D. M. Diagnóstico nutricional e eficiência fotossintética como indicadores do estabelecimento de mudas do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Papaya Brasil**, João Pessoa, v. 3, n. 2, p. 55-62, jul. 2005.

GONDIM, T. M. de S.; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. de J. B.; SOUZA, J. M. L. de. **Aspectos da produção de cupuaçu**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 43 p. (Documentos, 67).

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**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 109-118, Maio 2009.

HOOGERHEIDE, H. C. **DRIS para avaliação do estado nutricional da soja em duas regiões do cerrado brasileiro**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, New York, v. 34, n. 3, p. 197-224, Oct. 1981.

JONES, W. W. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 12, n. 2, p. 785-794, Mar. 1981.

LANTMANN, A. F. **Software DRIS para soja**. Londrina: Revista Cultivar Grandes Culturas, 2001. 2 p. (Boletim técnico, 34).

LETZSCH, W. S.; SUMNER, M. E. Effect of population size and yield level in selection of diagnosis and recommendation integrad system (DRIS) norms. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 15, n. 12, p. 997-1006, Sept. 1984.

LIPCOVICH, I.; SMITH, E. P. Biplot and singular value decomposition macros for excel. **Departament Statistics**, Virginia, v. 7, n. 4, p. 1123-1135, Sept. 2002.

LOPES, C. M. D. A.; SILVA, N. M. Impacto econômico da broca do cupuaçu, *Conotrachelus humeropictus* Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia. **Sociedade Entomológica do Brasil**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 45-49, Ago. 1998.

MAEDA, S. RONZELLI JUNIOR, P. Valores de referência do DRIS para a soja, cultivares EMBRAPA 59 e BR 37, em Carambeí – Paraná. **Scientia Agrária**, Colombo, v. 5, n. 1-2, p. 21-28, Maio 2004.

MAIA, C. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P.G.S.; MALAVOLTA, E. (Org.). **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**. Piracicaba: Potafos, 1999. p. 125-145.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 469 p.

MOURAO FILHO, A. A. DRIS: concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 61, n. 4, p. 550-560, Dez. 2004.

MOURÃO FILHO, A. A.; AZEVEDO, J. C.; NICK, J. A. Função e ordens da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja “Valência”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 185-192, Jul. 2002.

NACHTIGALL, G. R. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no sul do Brasil**. 2004. 144 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. Testing and validation of DRIS for apple tree. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 288-294, Mar. 2007.

OLIVEIRA, A. N. de.; OLIVEIRA, L. A de. Colonização por fungos micorrízicos arbusculares e teores de nutrientes em cinco cultivares de bananeiras em um latossolo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 481-485, Mar. 2005.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H.; VIANA, A. P. Comparison of two DRIS methods for diagnosing nutrients deficiencies in coffee trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 301-306, Jul. 2006a.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; MONNERAT, P. H., VIANA, A. P. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 20-25, Dez. 2006b.

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.

RATHFON, R. A.; BURGER, J. A. Diagnosis and recommendation integrated sistem (DRIS) nutrient norms for Fraser Christmas trees. **Forest Science**, Paris, v. 37, n. 05, p. 998-1010, Oct. 1991.

REIS JUNIOR, R. A. Dris norms universality in the corn crop. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 33, n. 4, p. 711-735, Sept. 2002.

REIS JÚNIOR, R.A.; MONNERAT, P.H. Norms establishment of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38. n. 4, p. 277-282, Jul. 2003.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 359 p.

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**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 50-60, Jul. 2007.

SALIMON, C. I.; WADT, P. G. S.; ALVES, S. Decrease in carbon stocks in an oxisol due to land use and cover change in southwestern Amazon Decrease in carbon stocks in an oxisol due to land use and cover change in southwestern Amazon. **Revista Ambiente e Água**, Brasília, v. 4, n. 3, p. 57-65, Jun. 2009.

SALVADOR, J. O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G. A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agrícola**, São Paulo, v. 5, n. 3, p.407-414, Fev. 1994.

SANTANA, J. das G.; LEANDRO, W. M.; NAVES, R. V.; CUNHA, P. P da. Normas DRIS para interpretação de análise de folhas e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 6, p. 109-117, Abr. 2008.

SANTOS, A. L. dos; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. de. Estabelecimento de normas DRIS para o diagnóstico nutricional do coqueiro-anão verde na região norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 7, p. 30-35, Jun. 2004.

SCHROTH, G.; ELIAS, M. E. A.; MACÊDO, J. L. V.; D'ANGELO, S. A.; LIBEREI, R. Growth, yields and mineral nutrition of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) in two multi-strata agroforestry systems on a ferralitic Amazonian upland soil at four fertilization levels. **Journal of Applied Botany**, Goettingen, v. 75, n. 4, p. 67-74, Sept. 2001.

SILVA, M. J. G. da. **Boletim climatológico de Rondônia, ano 1999**. 2. ed. Porto Velho: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, 2000. 20 p.

SILVA, M. A. C. da; NATALE, W.; MALHEIROS, E. B.; PAVINATO, A. Estabelecimento e validação de normas DRIS para a cultura do algodão no centro centro-oeste do Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n.2, p. 93-99, Mar. 2009.

SILVA, G. G. C. da; NEVES, J. C. L.; ALVAREZ, V. H.; LEITE, F.P. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 755-761, Fev. 2005.

SILVEIRA, C. P.; NACHTIGALL, G. R.; MONTEIRO, F. A. Testing and validation of methods for the diagnosis and recommendation integrated system for signal grass. **Scientia Agricola**, São Paulo, v. 62, n. 6, p. 520-527, 2005.

SOUZA, A. das G. C. de; BERNI, R. F.; SOUZA, M. D. de; SOUSA, N. R. V. S.; SILVA, S. E. L. da; TAVARES, A. M.; ANDRADE, J. de S.; BRITO, M. A. M. de; SOARES, M. S. da C. **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 56 p.

TERRA, M. M.; GUILHERME, M. A. S.; SANTOS, W. R. dos; PAIOLI-PIRES, E. J.; POMMER, C. V.; BOTELHO, R. V. Avaliação do estado nutricional da videira 'itália' na região de Jales, SP, usando o sistema integrado de diagnose e recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 309-314, Ago. 2003.

VELOSO, C. A. C.; PEREIRA, W. L. M.; CARVALHO, E. J. M. Diagnose nutricional pela análise foliar de pomares de laranjeiras no nordeste paraense. **Revista Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 47-55, out. 2002.

WADT, P. G. S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto**. 1996. 123 f. Tese (Doutorado em Fertilidade do Solo) – Departamento de solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

WADT, P. G. S. Nutritional status of *Eucalyptus grandis* clones evaluated by critical level and dris methods. **Revista Árvore**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 15-20, Nov. 2004.

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 227-234, Mar. 2005.

WADT, P. G. S. 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. 50 p.

WADT, P. G. S.; NOVAIS, R. F. de. O monitoramento nutricional frente aos métodos diagnósticos no planejamento das adubações. In: WADT, P. G. S.; MALAVOLTA, E. (Org.). **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**. Piracicaba: Potafos, 1999, p. 70-80.

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**. Viçosa, MG, v. 22, n. 4. 1998, p. 685-692, Ago. 1998.

WADT, P. G. S.; SILVA, D. J.; MAIA, C. E.; TOME JUNIOR, J. B.; COSTA PINTO, P. A. da; MACHADO, P. L. O. de A. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 57-64, Jan. 2007.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Sciences**, London, v.12, n. 6, p.149-188, Sept. 1987.

WALWORTH, J. L.; WOODDARD, H. J.; SUMNET, M. E. Geration of com tissue norms from a small, high-yield da base. **Communications in Soil Science and Plant analysis**. Philadelphia, v. 19, n. 03, p. 563-577, 1988.

WANDELLI, E. V.; FERREIRA, F.; SOUSA, G. F.; SOUSA, S. G. A.; FERNANDES, E. K. M. Exportação de nutrientes de sistemas agroflorestais através das colheitas: o valor dos resíduos dos frutos amazônicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTIAS, 6., 2002, Ilhéus. **Resumos...** Ilhéus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 368 p.