

Normas DRIS para cupuaçuzeiro cultivado em monocultivo e em sistemas agroflorestais

Jairo Rafael Machado Dias⁽¹⁾, Daniel Vidal Perez⁽²⁾, Lucielio Manoel da Silva⁽³⁾,
Cleigiane de Oliveira Lemos⁽³⁾ e Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽³⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Acre, Coord. Produção Vegetal, Caixa Postal 500, CEP 69915-900 Rio Branco, AC. E-mail: jairorafaelmdias@hotmail.com

⁽²⁾Embrapa Solos, Caixa Postal 1.024, CEP 22426-000 Rio de Janeiro, RJ. E-mail: daniel@cpafac.embrapa.br ⁽³⁾Embrapa Acre, Caixa Postal 321, CEP 69908-970 Rio Branco, AC. E-mail: lucielio@cpafac.embrapa.br, cleigiane@cpafac.embrapa.br, paulo@cpafac.embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a performance de normas DRIS específicas ou gerais no diagnóstico do estado nutricional do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), na Amazônia Sul-Occidental. Amostras foliares de cupuaçu foram coletadas de 153 pomares comerciais, com idade entre 5 e 18 anos, cultivados em monocultivo ou em sistemas agroflorestais. Foram geradas normas DRIS específicas para cada sistema de produção e normas gerais, obtidas para o conjunto da população monitorada. Na obtenção das normas, foi considerada a relação nutricional entre N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn. A maioria das médias das relações bivariadas entre nutrientes e dos diagnósticos produzidos pelas normas DRIS específicas não diferiu em relação aos produzidos com o uso da norma DRIS genérica. Portanto, a avaliação do estado nutricional de cupuaçuzeiros pode ser realizada com o uso de normas DRIS genéricas, que independem do sistema de cultivo.

Termos para indexação: *Theobroma grandiflorum*, Amazônia, diagnose foliar, estado nutricional, fruteiras.

DRIS norms for cupuaçu trees cultivated in monocultures and in agroforestry systems

Abstract – The objective of this work was to evaluate the performance of specific or generic DRIS norms regarding diagnosis of the nutritional state of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) orchards, in Southwestern Amazonia. Cupuaçu leaf samples were collected from 153 commercial orchards with ages ranging from 5 to 18 years, cultivated either in monoculture or in agroforestry systems. Specific DRIS norms, obtained for each production system, and generic norms, for the entire population, were generated. DRIS norms were obtained considering the nutritional relationship between N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn. The majority of bivariate relation means between nutrients and diagnostics obtained from the specific DRIS norms did not differ in comparison to the ones obtained when the generic DRIS norm was used. The evaluation of the nutritional state of cupuaçu orchards can be done using generic DRIS norms, which do not take into account the production system.

Index terms: *Theobroma grandiflorum*, Amazonia, foliar diagnosis, nutritional state, fruit trees.

Introdução

A avaliação do estado nutricional de pomares pode ser realizada por meio da diagnose foliar (Velooso et al., 2002), em razão da correspondência que normalmente existe entre a concentração de nutrientes nas folhas e o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

Teoricamente, o prognóstico de adubações em fruteiras pode ser estimado pela quantificação da capacidade do solo em suprir os nutrientes necessários por meio da interpretação de análise de solo e pela

avaliação do estado nutricional das plantas realizada por interpretação da análise foliar. Contudo, essas interpretações dependem de ensaios de calibração realizados em vários anos e locais (Canterella, 2007), o que torna o processo complexo e oneroso.

A interpretação da análise foliar é realizada pela comparação da concentração dos nutrientes nas folhas e de seus valores (níveis críticos, NC) ou faixas de valores (faixas de suficiência, FS) críticos, acima dos quais não se espera acréscimo na produtividade das plantas pelo aumento na disponibilidade dos nutrientes.

Os métodos NC ou FS têm sido aplicados com sucesso em várias culturas, anuais ou perenes (Prado et al., 2008). No entanto, a eficiência desses métodos na diagnose nutricional das plantas é influenciada por diversos fatores que não estão diretamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes, como cultivar, luminosidade, temperatura, regime hídrico, doenças entre outros, mas que afetam o acúmulo de matéria seca pelas plantas (Jarrel & Beverly, 1981). Assim, tanto NC como FS somente representariam adequadamente o estado nutricional das culturas com relação a um determinado nutriente em condições ambientais e de manejo semelhantes àquelas nas quais esses parâmetros foram determinados.

O sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) utiliza, no processo de análise, relações bivariadas entre os nutrientes, o que minimiza o efeito proporcionado pela taxa de acumulação de biomassa (Wadt & Novais, 1999) e possibilita que suas normas sejam aplicáveis a situações diversas das que foram utilizadas em sua elaboração (Walworth & Sumner, 1987).

Muitos trabalhos têm discutido as condições ideais para a obtenção das normas DRIS, com resultados controversos. Existem trabalhos que apontam para a possibilidade de obtenção de normas a partir de dados calibrados localmente, como também conclusões que sugerem a utilização de normas DRIS genéricas ou universais. Silva et al. (2005), ao avaliar a universalidade de aplicação das normas DRIS, recomendaram a utilização de normas específicas. Da mesma forma, Rocha et al. (2007) destacaram a importância de obtenção de normas regionais específicas para avaliação do estado nutricional do milho em diferentes condições de cultivo. Galíndez et al. (2009) constataram que é possível a obtenção de normas DRIS mesmo com uma amostragem restrita, com uso de pequeno número de amostras foliares, desde que isso seja feito em condições ambientais homogêneas. Entretanto, Reis Junior (2002) destacou a possibilidade de utilização de normas universais, o que estaria de acordo com a proposição original do método (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987), quando as condições de cultivo das subpopulações de referência e de amostra são semelhantes.

Para o cupuaçuzeiro, além de não haver normas DRIS disponíveis, não se tem indicação de qual conjunto de normas, universais ou específicas, seria

mais adequado, 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 aos sistemas de manejo (Alfaia & Ayres, 2004; Ayres & Alfaia, 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a performance de normas DRIS específicas ou gerais no diagnóstico do estado nutricional do cupuaçuzeiro, na Amazônia.

Material e Métodos

Para a geração das normas DRIS, foram monitorados 153 pomares comerciais de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) – 42 cultivados em monocultivo e 111 cultivados em sistemas agroflorestais (SAFs) – localizados na área de influência do distrito de Nova Califórnia, extremo-oeste do Município de Porto Velho, Rondônia, em um quadrículo contido entre 9°24'45"–9°54'54"S e 65°27'28"–65°51'52"W. A idade dos pomares variou de 5 a 18 anos.

A amostragem das folhas foi realizada no período de julho a setembro de 2008. Coletaram-se, aleatoriamente, duas folhas por planta, nas faces de exposição norte e sul. As amostras foliares consistiram do limbo e pecíolo de folhas completamente expandidas, na posição do terceiro lançamento, a partir do ápice do ramo, localizado na altura média da árvore, no total de 30 folhas por pomar (Costa, 2006).

As análises químicas das amostras foliares foram realizadas por meio de digestão nitroperclórica e sulfúrica. Após a digestão nitroperclórica, as folhas foram analisadas quanto à concentração de Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu (espectrometria de plasma ICP-OES), K (fotometria de chama) e de P (espectrofotometria molecular). O nitrogênio total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl (Carmo et al., 2000).

No momento da amostragem, cada pomar foi previamente classificado quanto à sua sanidade e qualidade fitotécnica, levando em consideração aspectos fitossanitários, culturais e de solo. Com relação aos aspectos fitossanitários, avaliou-se a infestação da vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*) e da broca-do-fruto (*Conotrachelus humeropictus*), que são os problemas que mais afetam a produtividade na região (Lopes & Silva, 1998). Quanto ao manejo cultural, avaliaram-se a utilização de podas, permanência de frutos estragados na área de cultivo

e limpeza da área. Na avaliação do manejo do solo, levaram-se em consideração a presença de adubação orgânica, a cobertura do solo e o cultivo em nível. Para as características estado fitossanitário, manejo cultural e do solo foram atribuídos conceitos: 1, ruim; 2, regular; e 3, bom. Para o estabelecimento das normas, o banco de dados foi dividido em pomares não sadios, com potencial de baixa produtividade (PBP), e pomares sadios, com potencial de alta produtividade (PAP). O critério utilizado para definição das classes foi a soma dos referidos conceitos, em que: $3 \leq \text{PBP} \leq 7$ e $8 \leq \text{PAP} \leq 9$.

Foram determinadas normas DRIS específicas para cupuaçuzeiros cultivados em monocultivo (CCM) ou em sistemas agroflorestais (CCS). Além dessas, determinou-se a norma geral, para cupuaçuzeiros cultivados em qualquer um dos sistemas de produção (CCMS).

Para o cálculo dos índices nutricionais (Inut) e normas DRIS, utilizou-se o software DRIS para cupuaçu (DRIS, 2010), com uso da fórmula de Jones (1981), tendo sido incluídas todas as relações bivariadas diretas e inversas entre os nutrientes avaliados, 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.

Para o cálculo das normas, foram determinados média, variância e número de observações para cada relação entre dois nutrientes, em sua forma direta ou inversa. Para estabelecimento das normas específicas, foram utilizados os pomares sadios, com potencial de alta produtividade de acordo com os critérios fitotécnicos e fitossanitários adotados, sob cultivo solteiro (14 pomares) ou cultivados em SAFs (34 pomares). Para o estabelecimento da norma geral, foram utilizados esses 48 pomares sadios, independentemente do sistema de cultivo. O tamanho das populações, embora pequeno, pode ser considerado suficiente para a geração de normas DRIS, se elas forem constituídas por pomares sadios (Mourão Filho et al., 2002).

A interpretação dos índices DRIS foi realizada pelo método do potencial de resposta à adubação (PRA), a partir de cinco classes (Wadt, 2005): PRA nulo (Z) = $|\text{Inut}| < \text{IBNm}$; PRA positivo ou nulo (PZ) = $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$, desde que $\text{Inut} < 0$; PRA positivo (P) = $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$, desde que o Inut avaliado seja o

menor índice DRIS entre os demais nutrientes; PRA negativo ou nulo (NZ) = $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$, desde que $\text{Inut} > 0$; e PRA negativo (N) = $|\text{Inut}| > \text{IBNm}$, desde que o Inut avaliado seja o maior índice DRIS entre os demais nutrientes. Tanto o IBNm quanto o Inut são adimensionais.

O PRA nulo é obtido quando o nutriente está em uma faixa de relativo equilíbrio nutricional, o que é refletido por seu valor em módulo inferior ao do IBNm. O PRA positivo ou nulo (PZ) ocorre quando o nutriente encontra-se em deficiência (índice negativo e superior, em módulo, ao do IBNm), mas sem que o nutriente apresente o menor índice DRIS, que é a condição para ocorrência do PRA positivo (P). Essa distinção entre PZ e P ocorre em razão da probabilidade de resposta, que aumenta quando índice é negativo e maior que o do IBNm, ser maior ainda quando o nutriente é o mais negativo. O PRA negativo é interpretado como excesso do nutriente, com índice DRIS positivo (superior ao do IBNm) e com maior valor entre os demais nutrientes. Nesse caso, é mais provável a ocorrência de uma resposta produtiva negativa do que positiva, pela adição do nutriente (Wadt, 2005).

A variância dos teores e das relações bivariadas entre nutrientes foram comparadas nas populações de referência CCM, CCS e CCMS pelo teste F, a 5% de probabilidade. Mesmo quando o teste F indicou ausência de diferença significativa entre as variâncias, utilizou-se o teste t de Student, também a 5% de probabilidade, para a comparação das médias. Isso porque a ausência de significância no teste F indica apenas que os teores ou relações foram obtidos em ambientes relativamente homogêneos, e não que é impossível a ocorrência de médias distintas nesses ambientes, já que suas variâncias, no método DRIS, advêm de um grande número de fatores (condições não controladas), e não apenas da disponibilidade dos nutrientes.

A correlação entre os IBNm obtidos nos diferentes pomares, com o uso das diferentes normas DRIS, foi determinada pelo teste de correlação de Pearson, a 1% de probabilidade.

Foram identificados, em cada um dos pomares, os nutrientes que estavam insuficientes (PRA positivo e PRA positivo ou nulo), em equilíbrio (PRA nulo) e em excesso (PRA negativo e PRA negativo ou nulo), segundo o diagnóstico produzido por cada uma das normas DRIS. Em seguida, avaliou-se o grau de concordância entre os diagnósticos obtidos pelo uso

das diferentes normas. Se, para um dado nutriente, o diagnóstico (insuficiência, equilíbrio ou excesso) foi o mesmo entre duas normas distintas, ele foi considerado concordante. Se o diagnóstico foi distinto, ele foi considerado não concordante. Computou-se, então, a porcentagem de diagnósticos concordantes, para o total de pomares avaliados.

Finalmente, a frequência 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 (χ^2), e utilizou-se a correlação de Pearson, a 5% de probabilidade, para avaliar as distribuições de frequência entre as populações CCM, CCS e CCMS.

O teste qui-quadrado e a análise de correlação foram realizadas no software SPSS 15.0 (SPSS, 2006), e as demais foram realizadas em planilha eletrônica.

Resultados e Discussão

As médias dos teores foliares e relações bivariadas entre nutrientes, obtidas para cada uma das populações de referência (Tabela 1), foram, em sua maioria, estatisticamente semelhantes (Tabela 2). Somente os teores de Mg e Ca nas folhas apresentaram diferenças significativas quando as normas DRIS foram comparadas entre si.

O desequilíbrio na nutrição de cálcio pode ser resultante de um antagonismo entre K e Ca, em que o excesso do primeiro resultaria na diminuição do segundo (Marengo & Lopes, 2007). Ayres & Alfaia (2007) observaram maiores teores de K em pomares cultivados em monocultivo em relação aos cultivados em sistemas agroflorestais. Esses resultados podem estar relacionados às diferenças significativas observadas entre os teores nas normas (Tabela 2).

Entre os micronutrientes, Zn e Fe apresentaram teores médios acima de suas faixas de suficiência, e Mn e Cu, abaixo (Tabela 1). A faixa de suficiência desses nutrientes para o cupuaçu é de 14–26, 118–242, 38–278 e 3,0 mg kg⁻¹ para Zn, Fe, Mn e Cu, respectivamente (Salvador et al., 1994; Costa, 2006).

Apesar de as concentrações médias de alguns nutrientes nas folhas de cupuaçueiros, expressas nas normas, não terem coincidido com os teores considerados adequados por Salvador et al. (1994),

não houve eliminação de nenhuma amostra nessa condição, em razão do fato de que teores críticos e faixas de suficiência devem ser utilizados com segurança somente em condições similares às condições em que foram determinados. Nas condições não controladas deste estudo, a concentração do nutriente no tecido vegetal 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).

As médias das relações bivariadas entre nutrientes apresentaram elevada concordância nas populações de referência, com 87% das relações coincidentes entre as normas específicas e a norma geral (Tabela 2). Comparando-se as normas específicas entre si, o grau de concordância estatística reduz-se para 64% das relações. Esse resultado está de acordo com o que se esperava para normas DRIS específicas: que não fossem apropriadas para a avaliação nutricional de lavouras cujas condições de crescimento sejam distintas daquelas às quais a população de referência foi submetida (Santos et al., 2004; Silva et al., 2005; Rocha et al., 2007; Santana et al., 2008). Está de acordo também com o que se espera para normas gerais: que apresentem elevada aplicabilidade (Beaufils, 1973; Walworth & Sumner, 1987).

A divergência entre as relações bivariadas das normas específicas ocorreu com a maioria dos nutrientes (Tabela 2), o que reforça a indicação de que não devem ser usadas como normas universais (Silva et al., 2005; Partelli et al., 2006; Rocha et al., 2007). Entretanto, quando a norma DRIS geral foi comparada com as normas específicas (CCM e CCS), as maiores divergências ocorreram em relações bivariadas que envolveram os nutrientes N, P e Zn.

A correlação entre o IBNm obtido da norma geral (CCMS) e o de normas específicas apresentou coeficiente elevado e significativo ($p < 0,01$) de 86% para CCMS vs. CCM e de 99% para CCMS vs. CCM. Em contrapartida, a correlação entre os IBNm obtidos das normas específicas entre si (CCM vs. CCS) jamais foi superior a 80%, embora significativa. Esse resultado corrobora o observado com as relações bivariadas no que se refere à menor aplicabilidade de normas específicas.

Partelli et al. (2006), ao comparar normas DRIS específicas, observaram que o diagnóstico produzido

Tabela 1. Média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV, %) dos teores foliares e relações bivariadas entre nutrientes, para as normas DRIS obtidas a partir de todos os pomares de cupuaçuzeiro avaliados (CCMS) e para as obtidas a partir de pomares cultivados em sistemas agroflorestais (CCS) e em monocultivo (CCM), na Amazônia Sul-Occidental.

Relação	CCMS			CCS			CCM		
	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV
N (g kg ⁻¹)	14,617	1,093	7,47	14,772	1,114	7,54	14,317	0,987	6,89
N/P	20,590	2,730	13,26	20,975	2,728	13,00	20,115	3,069	15,26
N/K	4,177	5,764	38,00	4,583	6,820	48,82	3,229	0,739	22,90
N/Ca	3,996	3,292	82,37	4,178	3,884	92,96	3,535	0,745	21,08
N/Mg	8,559	7,549	88,20	9,105	8,935	98,13	7,343	0,909	12,38
N/Zn	1,292	0,259	20,05	1,309	0,245	18,73	1,299	0,342	26,36
N/Fe	0,294	0,141	47,89	0,286	0,146	51,20	0,295	0,141	47,79
N/Mn	0,055	0,017	31,61	0,056	0,016	28,69	0,054	0,021	38,05
N/Cu	3,576	0,848	23,70	3,589	0,839	23,39	3,561	0,869	24,39
P (g kg ⁻¹)	0,720	0,094	13,08	0,714	0,095	13,26	0,724	0,100	13,78
P/N	0,049	0,007	13,51	0,048	0,006	13,37	0,051	0,008	14,79
P/K	0,204	0,275	35,00	0,220	0,325	47,62	0,163	0,042	25,84
P/Ca	0,197	0,158	80,55	0,203	0,187	92,31	0,179	0,043	24,21
P/Mg	0,417	0,359	85,96	0,436	0,426	97,57	0,370	0,050	13,53
P/Zn	0,063	0,010	16,02	0,063	0,010	15,45	0,064	0,011	17,61
P/Fe	0,015	0,007	49,34	0,014	0,007	52,26	0,015	0,008	50,46
P/Mn	0,003	0,001	34,81	0,003	0,001	31,40	0,003	0,001	42,85
P/Cu	0,178	0,056	31,37	0,175	0,052	29,59	0,183	0,065	35,46
K (g kg ⁻¹)	4,420	1,104	24,98	4,293	0,978	22,78	4,685	1,316	28,09
K/N	0,305	0,081	0,293	0,293	0,072	24,44	0,329	0,096	29,27
K/P	6,245	1,790	28,67	6,113	1,592	26,04	6,596	2,159	32,73
K/Ca	1,164	0,623	53,47	1,051	0,337	32,02	1,400	0,974	69,58
K/Mg	2,306	0,739	32,05	2,247	0,590	26,24	2,446	0,993	40,61
K/Zn	0,392	0,116	29,69	0,382	0,100	26,25	0,423	0,148	34,88
K/Fe	0,088	0,047	53,57	0,082	0,044	53,41	0,099	0,057	57,55
K/Mn	0,017	0,008	46,52	0,017	0,007	39,92	0,018	0,010	57,46
K/Cu	1,084	0,374	34,53	1,039	0,307	29,57	1,181	0,483	40,88
Ca (g kg ⁻¹)	4,198	0,906	21,57	4,230	1,010	23,89	4,160	0,602	14,47
Ca/N	0,289	0,066	22,89	0,288	0,072	25,00	0,292	0,050	16,99
Ca/P	5,954	1,589	26,69	6,063	1,769	29,18	5,852	1,184	20,22
Ca/K	1,074	0,574	53,41	1,033	0,283	27,45	1,174	0,949	80,89
Ca/Mg	2,174	0,420	19,34	2,212	0,460	20,79	2,127	0,334	15,68
Ca/Zn	0,375	0,112	29,82	0,381	0,121	31,76	0,375	0,106	28,15
Ca/Fe	0,084	0,045	53,27	0,081	0,045	55,94	0,086	0,047	54,19
Ca/Mn	0,016	0,006	36,01	0,016	0,006	38,32	0,015	0,004	28,19
Ca/Cu	1,036	0,335	32,32	1,031	0,317	30,78	1,055	0,374	35,40
Mg (g kg ⁻¹)	1,960	0,383	19,57	1,946	0,440	22,62	1,970	0,197	10,02
Mg/N	0,135	0,029	21,56	0,133	0,033	24,93	0,138	0,016	11,88
Mg/P	2,750	0,562	20,42	2,756	0,627	22,74	2,753	0,370	13,45
Mg/K	0,464	0,109	23,55	0,471	0,109	23,07	0,447	0,110	24,53
Mg/Ca	0,477	0,094	19,62	0,471	0,096	20,45	0,483	0,091	18,83
Mg/Zn	0,173	0,042	24,17	0,173	0,043	24,63	0,177	0,042	23,74
Mg/Fe	0,040	0,021	52,80	0,038	0,022	57,22	0,041	0,021	50,40
Mg/Mn	0,007	0,003	34,29	0,007	0,002	33,57	0,007	0,003	36,95
Mg/Cu	0,481	0,148	30,65	0,475	0,148	31,22	0,492	0,146	29,62
Zn (mg kg ⁻¹)	11,723	2,302	19,63	11,635	2,154	18,51	11,658	2,820	24,19
Zn/N	0,804	0,153	19,10	0,789	0,140	17,70	0,817	0,197	24,12
Zn/P	16,304	2,583	15,84	16,345	2,587	15,83	16,013	2,673	16,69
Zn/K	3,573	6,470	18,10	3,945	7,673	19,52	2,618	0,809	30,91
Zn/Ca	3,336	3,747	12,29	3,504	4,441	12,76	2,844	0,709	24,93
Zn/Mg	7,112	8,578	12,61	7,555	10,169	13,61	5,935	1,349	22,73
Zn/Fe	0,243	0,130	53,65	0,230	0,120	52,24	0,259	0,161	62,00
Zn/Mn	0,043	0,012	27,82	0,043	0,012	28,23	0,042	0,013	29,67
Zn/Cu	2,871	0,887	30,89	2,806	0,728	25,96	2,953	1,200	40,62
Fe (mg kg ⁻¹)	78,871	76,410	96,88	85,356	81,748	95,77	78,447	83,793	96,82
Fe/N	5,459	5,375	98,46	5,898	5,835	98,93	5,369	5,422	98,00
Fe/P	118,803	31,318	10,53	130,478	41,989	10,82	118,097	43,882	12,83
Fe/K	21,485	31,100	14,75	24,488	35,620	14,46	18,022	20,036	11,17
Fe/Ca	20,732	22,914	11,52	22,966	25,654	11,70	18,425	17,766	96,43
Fe/Mg	46,667	55,353	18,61	52,969	62,497	17,99	40,563	44,927	11,76
Fe/Zn	7,656	8,889	11,11	8,260	9,308	11,69	8,297	11,165	13,57
Fe/Mn	0,330	0,398	12,65	0,353	0,410	16,10	0,321	0,405	16,37
Fe/Cu	19,191	19,444	11,32	20,890	21,530	13,06	18,861	19,200	11,80
Mn (mg kg ⁻¹)	286,125	79,368	27,74	284,735	81,202	28,52	290,400	74,841	25,77
Mn/N	19,573	5,199	26,56	19,214	4,998	26,01	20,395	5,551	27,22
Mn/P	400,425	10,195	26,52	400,343	10,552	25,62	408,745	11,569	29,01
Mn/K	84,117	12,643	15,12	91,663	15,307	17,25	66,345	23,557	35,51
Mn/Ca	79,872	77,212	96,67	83,579	90,946	18,82	70,426	20,161	28,63
Mn/Mg	168,878	17,461	12,12	178,187	20,667	14,30	148,195	37,549	25,34
Mn/Zn	24,769	6,645	26,83	24,819	6,806	27,42	25,609	7,277	28,42
Mn/Fe	5,891	3,259	55,32	5,565	3,083	55,41	6,308	3,806	60,33
Mn/Cu	69,051	22,105	32,01	67,645	19,808	29,28	72,599	26,445	36,43
Cu (mg kg ⁻¹)	4,286	0,926	21,60	4,311	0,933	21,64	4,217	0,908	21,53
Cu/N	0,293	0,057	19,49	0,291	0,057	19,62	0,293	0,057	19,48
Cu/P	6,035	1,404	23,26	6,116	1,406	22,99	5,917	1,411	23,84
Cu/K	1,218	1,714	14,69	1,328	2,024	15,48	0,955	0,317	33,23
Cu/Ca	1,177	1,011	85,89	1,224	1,183	96,62	1,050	0,344	32,78
Cu/Mg	2,500	2,271	90,84	2,651	2,681	10,14	2,149	0,435	20,26
Cu/Zn	0,377	0,101	26,78	0,378	0,091	23,95	0,384	0,128	33,32
Cu/Fe	0,084	0,040	47,71	0,082	0,041	50,35	0,086	0,042	49,32
Cu/Mn	0,016	0,005	33,80	0,016	0,004	27,09	0,016	0,007	46,39

Tabela 2. Comparação entre normas DRIS de pomares de cupuaçueiro cultivados em sistemas agroflorestais (CCS), em monocultivo (CCM) e com o uso de todos esses pomares indiscriminadamente (CCMS), na Amazônia Sul-Occidental.⁽¹⁾

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

⁽¹⁾ns Não significativo. *Significativo pelo teste t de Student e pelo teste F, a 5% probabilidade.

por cada uma das normas DRIS foi diferente para cada situação avaliada.

Ao se comparar os diagnósticos obtidos com o potencial de resposta à adubação, observou-se concordância superior a 90% entre os diagnósticos produzidos pela norma geral e os obtidos pelas demais (Tabela 3). Entretanto, quando os diagnósticos obtidos a partir de normas específicas foram comparados entre si, a concordância foi inferior a 70%. A comparação entre os diagnósticos obtidos a partir de diferentes normas ratifica o que foi obtido com a comparação das relações bivariadas e dos IBNm. Esse último resultado, no entanto, deve ser considerado como mais veemente que os primeiros.

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 mostrou semelhante quando os diagnósticos foram produzidos pela norma CCMS ou pelas normas específicas (Tabela 4). Embora esse tipo de abordagem não indique, necessariamente, se cada pomar apresenta ou não o mesmo diagnóstico (Silva et al., 2005), fica evidente que, também nesse caso, a semelhança entre a frequência de distribuição de classes de potencial de resposta para cada nutriente é consideravelmente menor quando se comparam os diagnósticos resultantes das normas específicas entre si, o que está de acordo com Partelli et al. (2006), que observaram baixa concordância entre os diagnósticos produzidos por normas específicas em cafeeiros cultivados nos sistemas convencional e orgânico. A maior proporção de diagnósticos coincidentes quando se usam normas DRIS mais genéricas também foi observada em plantios de eucalipto (Wadt et al., 1998). A menor capacidade

Tabela 3. Percentagem de concordância nos diagnósticos nutricionais (excesso, equilíbrio e deficiência), obtidos a partir de normas DRIS geradas com todos os pomares de cupuaçueiro avaliados (CCMS) e com pomares cultivados em sistemas agroflorestais (CCS) e em monocultivo (CCM), na Amazônia Sul-Occidental.

Nutriente	CCMS vs. CCS	CCMS vs. CCM	CCS vs. CCM	Média
N	97,4	84,3	83,7	88,45
P	99,3	92,8	71,9	88,02
K	91,5	81,0	48,4	73,64
Ca	98,0	89,5	64,1	83,88
Mg	97,4	81,7	62,1	80,39
Zn	96,7	90,8	73,2	86,93
Fe	98,0	83,7	71,9	84,53
Mn	99,3	91,5	62,1	84,31
Média	97,2	86,9	67,2	83,77

preditiva de normas DRIS para lavouras que não estejam adequadamente representadas na população de referência também foi constatada em cana-de-açúcar (Reis Júnior & Monnerat, 2003).

A capacidade de normas DRIS genéricas gerarem diagnósticos coerentes com os produzidos por normas DRIS específicas é particularmente importante, pois indica que o desenvolvimento de um único banco de dados que apresente uma população de referência representativa das diversas condições de cultivo dos pomares de cupuaçuzeiros, na Amazônia, pode ser utilizado para avaliação do estado nutricional de pomares cultivados em diferentes condições de manejo.

Tabela 4. Frequência em que os pomares avaliados apresentaram potencial de resposta à adubação positivo (P), positivo ou nulo (PZ), nulo (Z), negativo ou nulo (NZ) e negativo (N), de acordo com a avaliação do estado nutricional de plantas de cupuaçuzeiro, pelo uso de normas DRIS geradas a partir de pomares cultivados em sistemas agroflorestais (CCS), em monocultivo (CCM) e com o uso de todos esses pomares indiscriminadamente (CCMS).

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

^{(1)ns}Não significativo. ^{*}e ^{**}Significativo pelo teste de Qui-quadrado (χ^2), a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. ⁽²⁾CCMS vs. CCS. ⁽³⁾CCM vs. CCMS. ⁽⁴⁾CCS vs. CCM.

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 cupuaçuzeiros cultivados em diferentes condições de manejo.

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

Referências

- ALFAIA, S.S.; AYRES, M.I. da 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*, v.26, p.320-325, 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*, v.42, p.957-963, 2007.
- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)**: a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132p. (Soil science bulletin, 1).
- CANTERELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.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 na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41p.
- COSTA, E.L. da. **Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) em três solos da Amazônia Central**. 2006. 39p. Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- GALÍNDEZ, A.A.S.; CRUZ, J.G.; ZÉREGA, L.; RODRÍGUEZ, O.A.R.; OLIVEIRA, S.A. de; PÉREZ, V. de J.R. Normas preliminares DRIS desarrolladas para caña de azúcar a partir de un bajo número de muestras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, p.1700-1706, 2009.
- JARREL, W.M.; BEVERLY, R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, v.34, p.197-224, 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*, v.12, p.785-794, 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**, v.27, p.45-49, 1998.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa: UFV, 2007. 469p.
- MOURÃO FILHO, F. de A.A.; AZEVEDO, J.C.; NICK, J.A. Funções e ordem da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja "Valência". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.185-192, 2002.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; MONNERAT, P.H.; VIANA, A.P. Estabelecimento de normas DRIS em café conilon orgânico e convencional no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.443-451, 2006.
- 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: Unesp, 2008. 301p.
- REIS JUNIOR, R. dos A. Dris norms universality in the corn crop. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, p.711-735, 2002.
- REIS JÚNIOR, R. dos A.; MONNERAT, P.H. Norms establishment of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for nutritional diagnosis of sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.277-282, 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**, v.23, p.50-60, 2007.
- SALVADOR, J.O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G. de A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçueiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agricola**, v.51, p.407-414, 1994.
- SANTANA, J. das G.; LEANDRO, W.M.; NAVES, R.V.; CUNHA, P.P. da. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, p.109-117, 2008.
- SANTOS, A.L. 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**, v.26, p. 330-334, 2004.
- SILVA, G.G.C. da; NEVES, J.C.L.; ALVAREZ V., V.H.; LEITE, F.P. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.755-761, 2005.
- SPSS. **SPSS Graduate Pack**. Version 15.0. Chicago: SPSS, 2006.
- DRIS. **Sistema integrado de diagnose e recomendação**. Disponível em: <<http://www.dris.com.br/>>. Acesso em: 05 mar. 2010.
- VELOSO, C.A. da C.; PEREIRA, W.L.M.; CARVALHO, E.J.M. Diagnose nutricional pela análise foliar de pomares de laranjeiras no nordeste paraense. **Revista de Ciências Agrárias**, n.38, p.47-55, 2002.
- WADT, P.G.S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee plantations. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.227-234, 2005.
- WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F. de. O monitoramento nutricional frente aos métodos diagnósticos no planejamento das adubações. In: SIMPÓSIO SOBRE MONITORAMENTO NUTRICIONAL PARA A RECOMENDAÇÃO DA ADUBAÇÃO DE CULTURAS, 1999, Piracicaba. **Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas**: anais. Piracicaba: Potafos, 1999. p.70-80.
- WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F. de; 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**, v.22, p.685-692, 1998.
- WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). **Advances in Soil Sciences**, v.6, p.149-188, 1987.

Recebido em 29 de junho de 2009 e aprovado em 28 de dezembro de 2009