

# Relações nutricionais log-transformadas para avaliação nutricional de cupuaçueiros comerciais

Jairo Rafael Machado DIAS<sup>1</sup>, Paulo Guilherme Salvador WADT<sup>2</sup>, Cleigiane de Oliveira LEMOS<sup>3</sup>, Elaine Almeida DELARMELINDA<sup>4</sup>, Jussie da Silva SOLINO<sup>5</sup>, Leonardo Barreto TAVELLA<sup>6</sup>

## RESUMO

A transformação logarítmica das relações bivariadas no cálculo das normas e dos índices do sistema integrado de diagnose e recomendação de nutrientes (DRIS) tem sido sugerida como uma forma de melhorar a acurácia do sistema, principalmente por diminuir a inconsistência na distribuição de frequência entre as formas de expressão direta e inversa de uma mesma relação. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de relações log-transformadas entre diferentes populações de referência. 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 log-transformadas e não transformadas, obtidas para o conjunto da população e para condições específicas. Os resultados mostraram que as relações log-transformadas contribuem para uma maior consistência dos resultados entre as formas direta e inversa entre diferentes normas DRIS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diagnóstico nutricional, padrões de referência, *Theobroma grandiflorum*.

## Log-transformed nutrient ratio for evaluation nutritional of cultivated cupuaçu trees

### ABSTRACT

The logarithmic transformation of the bivariate relationships in the calculation of integrated system of diagnosis and recommendation indices (DRIS) has been suggested as a way to improve the accuracy of the system, mainly by reducing the inconsistency between the frequency distribution of the forms expression of direct and inverse of the same relationship. Accordingly, the objective of this study was to evaluate the use of log-transformed relationship between different populations of reference. Cupuaçu leaf samples were collected at 153 commercial orchards; trees were part of either monoculture or agroforestry systems and ranged from 5 to 18 years old. For each individual, the nutritional relationship was calculated for the nutrients: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn and Mn. Log-transformed and no-transformed nutrient ratio were obtained for the entire population and specific conditions. The results showed that the log-transformed relationship contributes to greater consistency of results between the direct and inverse forms between DRIS norms.

**KEYWORDS:** Nutritional diagnosis, benchmarks, *Theobroma grandiflorum*.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Acre. E-mail: jairorafaelmdias@hotmail.com

<sup>2</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa - Acre. E-mail: paulo.wadt@dris.com.br

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa - Acre. E-mail: cleigiane@gmail.com

<sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Acre - CNPq. E-mail: elaineadell@hotmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal do Acre. E-mail: jussiesolino@hotmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal do Acre. E-mail: leo\_tavella@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) tem sido considerado como vantajoso na interpretação do estado nutricional das plantas, em relação ao método convencional (nível crítico ou faixas de suficiência), pelo fato de relações bivariadas minimizarem os efeitos de concentração e, ou, diluição de matéria seca, ou seja, as taxas relativas de acúmulo de nutrientes são avaliadas unicamente em função dos demais nutrientes (Wadt & Novais, 1999; Wadt, 2009).

Ainda assim, o desempenho do DRIS em comparação com os métodos convencionais (MC) tem sido questionado para alguns nutrientes, o que tem levado aos autores a uma grande variação de procedimentos de cálculos e de fórmulas DRIS, dando origem a diversas fórmulas, como a de Elwali & Gascho (1984), Ratfhon & Burger (1991), Parent & Dafir (1992), Wadt *et al.* (2007), entre outros.

O uso de relações bivariadas log-transformadas foi proposto para corrigir os desvios observados na distribuição normal entre as formas diretas e inversas de expressão de uma mesma relação (Beverly, 1987): para quaisquer dois nutrientes, R e S, sendo  $R > S$ , cujas concentrações médias são expressas em [r] e [s], observa-se constantemente que:  $([r]/[s]) > (1/([r]/[s]))$ . Este comportamento consiste em uma fraqueza na distribuição dos valores das relações bivariadas, uma vez que formas alternativas de expressão deveriam resultar em medidas equivalentes para o balanço entre os nutrientes. A falha introduz erros sistemáticos na abordagem tradicional. Por outro lado, com a transformação logarítmica, por definição,  $\log([r]/[s]) = -\log(1/([r]/[s]))$ , ou seja, ambas as formas de expressão resultam em desvios de mesma magnitude.

O uso da transformação logarítmica das relações bivariadas pode ser associado a qualquer uma das fórmulas de cálculo dos índices DRIS (Beverly, 1987). Segundo este autor, uma vez que o desvio padrão da relação bivariada decresce com o aumento da produtividade das plantas, pode ser adequado para o diagnóstico nutricional à utilização de valores de desvio padrão menores, como por exemplo, a adoção do desvio padrão do teor nutricional de cada elemento em análise nas respectivas funções DRIS. Esta alternativa estaria fundamentada no fato de que a variação média do logaritmo do desvio padrão de todas as relações bivariadas seriam, virtualmente, maior que o logaritmo do desvio padrão do teor de um dado elemento (Beverly, 1987).

Baseado nesta hipótese foi proposta uma simplificação da fórmula DRIS usando relações bivariadas log-transformadas (Beverly, 1987). Entretanto, a utilização da variabilidade apurada de cada relação bivariada permite uma medição mais precisa da contribuição da respectiva relação no índice nutricional do nutriente, ou seja, dada duas relações quaisquer ( $X/Y_1$  e  $X/Y_2$ ), se uma delas possuir uma variabilidade maior em pomares de alta produtividade, significa que pouco

contribui para a determinação do equilíbrio nutricional (Maia, 1999; Wadt & Novais, 1999), o que é ignorado pela proposição de Beverly (1987) ao usar o desvio padrão do teor do nutriente na fórmula.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar se o uso de relações bivariadas log-transformadas permite maior coerência na expressão das normas DRIS entre suas formas diretas e inversas, quando são comparados diferentes grupos de normas DRIS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção das normas DRIS de cupuaqueiros, foram monitorados 153 pomares comerciais, sendo 42 cultivados em monocultivo e 111 em sistemas agroflorestais (SAF's), com idade variando de 5 a 18 anos, no período de julho a setembro de 2008, todos localizados na área de influência do distrito de Nova Califórnia, extremo-oeste do município de Porto Velho, Rondônia, em um quadrículo contido entre os paralelos  $9^{\circ} 24'45''S$  e  $9^{\circ}54'54''S$  e os meridianos  $65^{\circ}27'28''W$  e  $65^{\circ}51'52''W$ , onde predomina clima Tropical Úmido Chuvoso - Am (Köppen), com temperatura média anual de  $26^{\circ}C$  e precipitação média de  $2200 \text{ mm ano}^{-1}$ . 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).

Nos pomares foram retiradas amostras foliares, cujas plantas foram previamente identificadas como tendo potencial de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade. Para a amostragem, estabeleceu-se como padrão de referência a 3ª folha de lançamento recém amadurecido, tomadas a partir do ápice do ramo da altura média na posição norte e sul (Costa, 2006). Coletou-se um total de trinta folhas por pomar.

As análises químicas das amostras foliares foram determinadas através de digestão nitro-perclórica e sulfúrica. Após digestão nitro-perclórica as folhas de cupuaçu foram analisadas quanto à concentração total de Ca, Mg, Mn, Fe, Zn e Cu por espectrometria de plasma (ICP-OES), Na e K por fotometria de chama e P por espectrofotometria molecular. O nitrogênio total foi obtido após digestão sulfúrica e destilação por Kjeldahl. Todos os métodos seguiram os protocolos apresentados por Carmo *et al.* (2000).

A classificação dos pomares como de baixa (PBP), média (PMP) e alta (PAP) produtividade, levou em consideração os aspectos: fitossanitários, status do manejo cultural e do solo. Com relação aos aspectos fitossanitários considerou-se o nível de infestação dos pomares para vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*) e a broca-do-fruto (*Conotrachelus humeropictus*), problemas que mais afetam a produtividade na região (Lopes & Silva, 1998). Com relação ao status do manejo cultural e

do solo foram levados em consideração o nível de práticas de manejo adotado nas áreas. Adotou-se para a avaliação das práticas culturais: presença ou ausência de poda, frutos estragados da área de cultivo e limpeza da área. Para as práticas de manejo do solo, levou-se em consideração, presença ou ausência de adubação orgânica, cobertura do solo e cultivo em nível. Para as características avaliadas (status fitossanitário, manejo cultural e do solo) foram atribuídos conceitos: 1 (ruim), 2 (regular) e 3 (bom).

A partir da análise visual, agrupou-se a população nas três classes (PAP, PMP, PBP), cuja distribuição se deu pela soma dos referidos conceitos, onde:  $3 \leq PBP < 6$ ,  $6 \leq PMP \leq 7$  e  $8 \leq PAP \leq 9$ .

Uma vez definidas as classes de produtividade, foi utilizada a população de alta produtividade (PAP) para a obtenção das normas DRIS. A partir da definição desses padrões (normas), realizou-se a transformação logarítmica das relações bivariadas, na qual foram obtidos através da média dos índices log-transformados por meio do software DRIS Cupuaçu ([www.dris.com.br](http://www.dris.com.br)) para cinco diferentes sub-populações: Geral, constituído por todos os pomares de alta produtividade (PAP); CCS, norma específica para PAP cultivados em sistemas agroflorestais (SAF's); CCM, norma específica para PAP cultivados em sistema de monocultura; CUP>11, PAP com idade maior que 11 anos e CUP≤11, específicas para PAP com idade igual ou inferior a 11 anos.

Para avaliar o efeito dos padrões nutricionais das normas gerais (Geral) sobre os padrões nutricionais das normas específicas (CCM, CCS, CUP>11anos e CUP≤11anos), os dados foram submetidos ao teste T (Student), a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS

Os pomares foram classificados em PAP (48 pomares), PMP (71 pomares) e PBP (34 pomares). Esta classificação foi considerada mais adequada para refletir a qualidade nutricional dos pomares que a produtividade das plantas, cujas informações disponíveis não foram consideradas confiáveis.

Os teores nutricionais médios "log-transformados" da PAP presentes nas folhas de cupuaçu (Tabela 1) são considerados deficientes para P, Ca, Mg, Zn, Mn e Cu, suficientes para K e Fe e excessivo para N, com base nos critérios de interpretação sugeridos por Ayres (2006) para a cultura do cupuaçu em SAF's com idade de 18 anos, na Amazônia sul ocidental.

Figueiredo (1999), avaliando a eficiência de recomendação de adubação de produção proposta pela EMBRAPA Amazônia Ocidental para macronutrientes em cupuaçu cultivado em SAF's, com idade de 6 anos,

**Tabela 1** – Concentração média "log-transformada" dos nutrientes nas folhas da sub-população de alto potencial produtivo em função das normas DRIS estabelecidas para o cupuaçuzeiro cultivado na Amazônia Sul Ocidental, RO, 2008.

Nutrientes	Geral	CCS	CCM	CUP>11 anos	
				CUP>11 anos	CUP≤11 anos
g kg <sup>-1</sup>					
N	2,68	2,69	2,66	2,70	2,65
P	-0,34	-0,34	-0,33	-0,31	-0,36
K	1,44	1,40	1,51	1,38	1,50
Ca	1,40	1,39	1,41	1,36	1,44
Mg	0,64	0,62	0,67	0,60	0,68
mg kg <sup>-1</sup>					
Zn	2,44	2,44	2,43	2,47	2,40
Fe	4,08	4,14	4,05	4,05	4,12
Mn	5,61	5,61	5,63	5,66	5,57
Cu	1,43	1,44	1,41	1,48	1,37
Nº amostra	48	34	14	26	22

Geral – Todos os pomares monitorados; CCS – Pomares cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – pomares cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Pomares com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Pomares com idade superior a 11 anos

observou após a adubação, teores nutricionais superiores aos encontrados nesse trabalho, com exceção do K que esteve dentro do limite da faixa encontrada.

Observa-se, ainda, que para os macronutrientes, a maior amplitude quanto à concentração, para os diferentes grupos de padrões nutricionais ocorreram para o K (Tabela 1), com variação de 0,13 (g kg<sup>-1</sup>). Para os micronutrientes, a maior variação ocorreu para o Cu, variando 0,11 (mg kg<sup>-1</sup>), o que demonstra, conforme já observado por Beverly (1987), que a transformação logarítmica concorre para eliminar diferenças significativas entre as médias dos teores dos nutrientes de diferentes populações de plantas.

Na Tabela 2 encontra-se a razão das médias nutricionais "log-transformadas" dos teores foliares, sub-divididos em padrões nutricionais geral e padrões nutricionais específicos. Comparando os índices nutricionais obtidos pelo padrão nutricional geral com os padrões nutricionais específicos (Tabela 3), observa-se que todas as relações bivariadas "log-transformadas" pertencem à mesma população, sendo estaticamente iguais quando o padrão nutricional geral foi comparado com os padrões nutricionais CCS e CUP>11 anos. Por outro lado, 28,4 % das razões nutricionais "log-transformadas" entre os padrões nutricionais gerais e CUP≤11anos foram diferentes entre si, sendo que o padrão nutricional CCM, apresentou resultado intermediário, com 19,7 % dos índices nutricionais diferentes daqueles determinados pelo padrão nutricional geral.

**Tabela 2** – Médias das relações bivariadas log-transformadas para a cultura do cupuaçu entre diferentes populações de referência na Amazônia Sul Ocidental, RO, 2008.

Relação	Geral	CCS	CCM	CUP>11	CUP≤11	Relação	Geral	CCS	CCM	CUP>11	CUP≤11
N/P	3,016	3,035	2,991	3,019	3,013	Mg/Zn	-1,805	-1,817	-1,756	-1,874	-1,722
N/K	1,244	1,290	1,144	1,326	1,146	Mg/Fe	-3,443	-3,521	-3,378	-3,450	-3,434
N/Ca	1,283	1,297	1,245	1,343	1,212	Mg/Mn	-4,978	-4,992	-4,960	-5,056	-4,887
N/Mg	2,042	2,070	1,987	2,105	1,967	Mg/Cu	-0,791	-0,816	-0,740	-0,876	-0,690
N/Zn	0,237	0,253	0,231	0,230	0,245	Zn/N	-0,237	-0,253	-0,231	-0,230	-0,245
N/Fe	-1,401	-1,451	-1,391	-1,346	-1,467	Zn/P	2,779	2,782	2,760	2,788	2,768
N/Mn	-2,937	-2,922	-2,973	-2,951	-2,920	Zn/K	1,007	1,037	0,913	1,096	0,901
N/Cu	1,250	1,254	1,247	1,228	1,276	Zn/Ca	1,046	1,044	1,014	1,113	0,967
P/N	-3,016	-3,035	-2,991	-3,019	-3,013	Zn/Mg	1,805	1,817	1,756	1,874	1,722
P/K	-1,772	-1,745	-1,846	-1,692	-1,867	Zn/Fe	-1,638	-1,704	-1,622	-1,576	-1,712
P/Ca	-1,733	-1,738	-1,746	-1,675	-1,801	Zn/Mn	-3,174	-3,175	-3,204	-3,182	-3,165
P/Mg	-0,975	-0,965	-1,004	-0,914	-1,046	Zn/Cu	1,013	1,001	1,016	0,998	1,032
P/Zn	-2,779	-2,782	-2,760	-2,788	-2,768	Fe/N	1,401	1,451	1,391	1,346	1,467
P/Fe	-4,417	-4,486	-4,382	-4,364	-4,480	Fe/P	4,417	4,486	4,382	4,364	4,480
P/Mn	-5,953	-5,957	-5,964	-5,970	-5,933	Fe/K	2,645	2,741	2,535	2,672	2,613
P/Cu	-1,766	-1,781	-1,744	-1,790	-1,737	Fe/Ca	2,684	2,748	2,636	2,689	2,679
K/N	-1,244	-1,290	-1,144	-1,326	-1,146	Fe/Mg	3,443	3,521	3,378	3,450	3,434
K/P	1,772	1,745	1,846	1,692	1,867	Fe/Zn	1,638	1,704	1,622	1,576	1,712
K/Ca	0,071	0,007	0,201	0,017	0,134	Fe/Mn	-1,536	-1,471	-1,582	-1,606	-1,453
K/Mg	0,798	0,780	0,842	0,778	0,821	Fe/Cu	2,652	2,706	2,637	2,574	2,744
K/Zn	-1,007	-1,037	-0,913	-1,096	-0,901	Mn/N	2,937	2,922	2,973	2,951	2,920
K/Fe	-2,645	-2,741	-2,535	-2,672	-2,613	Mn/P	5,953	5,957	5,964	5,970	5,933
K/Mn	-4,181	-4,212	-4,118	-4,278	-4,066	Mn/K	4,181	4,212	4,118	4,278	4,066
K/Cu	0,007	-0,036	0,102	-0,098	0,131	Mn/Ca	4,220	4,219	4,218	4,294	4,132
Ca/N	-1,283	-1,297	-1,245	-1,343	-1,212	Mn/Mg	4,978	4,992	4,960	5,056	4,887
Ca/P	1,733	1,738	1,746	1,675	1,801	Mn/Zn	3,174	3,175	3,204	3,182	3,165
Ca/K	-0,008	-0,007	0,000	-0,017	0,002	Mn/Fe	1,536	1,471	1,582	1,606	1,453
Ca/Mg	0,758	0,773	0,742	0,761	0,755	Mn/Cu	4,187	4,176	4,220	4,179	4,196
Ca/Zn	-1,046	-1,044	-1,014	-1,113	-0,967	Cu/N	-1,250	-1,254	-1,247	-1,228	-1,276
Ca/Fe	-2,684	-2,748	-2,636	-2,689	-2,679	Cu/P	1,766	1,781	1,744	1,790	1,737
Ca/Mn	-4,220	-4,219	-4,218	-4,294	-4,132	Cu/K	-0,007	0,036	-0,102	0,098	-0,131
Ca/Cu	-0,033	-0,042	0,001	-0,115	0,065	Cu/Ca	0,033	0,042	-0,001	0,115	-0,065
Mg/N	-2,042	-2,070	-1,987	-2,105	-1,967	Cu/Mg	0,791	0,816	0,740	0,876	0,690
Mg/P	0,975	0,965	1,004	0,914	1,046	Cu/Zn	-1,013	-1,001	-1,016	-0,998	-1,032
Mg/K	-0,798	-0,780	-0,842	-0,778	-0,821	Cu/Fe	-2,652	-2,706	-2,637	-2,574	-2,744
Mg/Ca	-0,758	-0,773	-0,742	-0,761	-0,755	Cu/Mn	-4,187	-4,176	-4,220	-4,179	-4,196

Geral – Todos os pomares monitorados; CCS – Pomares cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – pomares cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Pomares com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Pomares com idade superior a 11 anos.

**Tabela 3** – Quantidade de relações nutricionais que apresentaram diferenças significativas pelo teste T a 5% de probabilidade, comparando normas DRIS geral e específicas com e sem transformação logarítmica para a cultura do cupuaçu, considerando todas as relações nutricionais estabelecidas (81 relações) obtidas a partir de amostras coletadas na Amazônia Sul Ocidental, RO, 2008.

Norma DRIS geral	Normas DRIS específicas			
	Sem transformação logarítmica			
	CCS	CCM	CUP≤11	CUP>11
Geral	2	19	15	3
Com transformação logarítmica				
	CCS	CCM	CUP≤11	CUP>11
Geral	0	16	23	0

Geral – Todos os pomares monitorados; CCS – Pomares cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – pomares cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Pomares com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Pomares com idade superior a 11 anos

## DISCUSSÃO

Segundo Malavolta *et al.* (1997), uma população nutricionalmente equilibrada é aquela, entre as quais, suas condições de manejo cultural, do solo e o estado fitossanitário encontram-se em condições ideais. Portanto, esse critério foi utilizado para definição da norma ou população de referência, ou seja, população com alto potencial produtivo (PAP).

A partir da definição de alguns autores, sobre a importância em ter normas gerais ou universais (Reis Junior, 2002) e específicas ou locais (Silva *et al.*, 2005; Rocha *et al.*, 2007), utilizou-se os dois critérios para definição das normas. Apesar de alguns nutrientes da PAP nas folhas de cupuaçu (Tabela 1) estarem fora da faixa adequada mencionada por outros autores (Figueiredo, 1999; Ayres, 2006), os mesmos foram utilizados para o estabelecimento das normas DRIS. Isso se justifica pelo fato de que o tecido vegetal amostrado em diferentes épocas do ano está sujeito à influência dos fatores de diluição e concentração, onde os processos fisiológicos que afetam a taxa de acúmulo de matéria seca responde por fração importante da variação desses teores (Jarrel & Beverly, 1981), o que pode ser mitigado pelo uso de relações bivariadas no Sistema DRIS (Wadt, 2009).

Atualmente, uma das maiores discussões com finalidade de atestar a eficiência do método DRIS consiste em utilizar padrões nutricionais gerais ou padrões nutricionais específicos (locais, regionais e etc.). Na literatura, observa-se entre a maioria dos autores certa tendência em utilizar padrões nutricionais específicos (Leandro, 1998; Nachtigall, 2004; Rocha *et al.*, 2007; Santana *et al.*, 2008). Entretanto, ao avaliar o comportamento dos índices nutricionais na comparação de padrões nutricionais universais e específicos, foi observado semelhança entre ambos, uma vez que apenas 12,04% (Tabela 3) das relações nutricionais bivariadas, seja com ou sem transformação logarítmica, foram consideradas pertencerem a populações distintas, concordando com Walworth & Sumner (1987).

A maior distinção entre os padrões de referência para o comportamento das relações bivariadas foi encontrada quando o padrão nutricional geral foi comparado com os padrões nutricionais específicos (CCM e  $CUP \leq 11$ ), em relações bivariadas que envolvem os nutrientes N e P (Tabela 3). Entretanto, é importante destacar que o uso de relações bivariadas log-transformadas contribuiu para o mesmo comportamento entre as formas direta e inversa. Por exemplo, as únicas exceções na comparação das relações na forma inversa e direta para as populações Geral x CCS foi para N/K; Zn/Cu; Mn/Ca e, suas respectivas formas inversas.

De forma geral, a transformação logarítmica das relações nutricionais sempre contribuiu para maior coerência na expressão das normas DRIS, com exceção da norma  $CUP \leq 11$  que elevou em 10% a quantidade de relações nutricionais

diferentes da norma DRIS geral (Tabela 3). Este resultado possibilita utilizar relações log-transformadas em combinação com outras fórmulas de cálculo dos índices DRIS visando melhorar o desempenho preditivo do método.

## CONCLUSÃO

O uso de relações log-transformadas contribuiu para uma maior consistência dos resultados entre as formas direta e inversa entre diferentes normas DRIS, aumentando a segurança dos diagnósticos nutricionais independentemente da forma de expressão adotada.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a FUNTAC, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa, e aos produtores e técnicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA) pelo apoio logístico e colaboração nos trabalhos de campo.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Ayres, M.I.C. 2006. *Efeitos da calagem e da adubação potássica na produção de cupuaçu (Theobroma grandiflorum) em sistemas agroflorestais do projeto Reça em Nova Califórnia – Rondônia*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 79 pp.
- Beverly, R.B. 1987. Comparison of DRIS and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. *Journal of Plant Nutrition*, 10: 901-920.
- Carmo, C.A.F. de S. do; Araújo, W.S. de; Bernardi, A.C. de C.; Saldanha, M.F.C. 2000. *Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados pela Embrapa Solos*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 41 pp.
- Costa, E.L. da. 2006. *Exportação de nutrientes em frutos de cupuaçu (Theobroma grandiflorum) em três solos da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 82 pp.
- Elwali, A.M.O.; Gascho, G.J. 1984. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. *Agronomy Journal*, 76: 466-479.
- Figueiredo, N.N. 1999. *Avaliação nutricional do cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) Schum.) em um sistema agroflorestal com diferentes níveis de adubação*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 92 pp.
- Jarrel, W.M.; Beverly, R.B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*, 34: 197-224.
- Leandro, W.M. 1998. *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura da soja (Glycine maxl) na região de Rio Verde – GO*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 122 pp.

- Lopes, C.M.D.A.; Silva, N.M. 1998. *Impacto econômico da broca do cupuaçu, Conotrachelus humeropictus Field (Coleoptera: Curculionidae) nos estados do Amazonas e Rondônia*. Sociedade Entomológica do Brasil, 27: 45-49.
- Maia, C. 1999. Análise crítica da fórmula original de Beaufls no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade, p. 90-105. In: Wadt, P.G.S.; Malavolta, E. (Org.). *Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas*. Potafos, Piracicaba, São Paulo. (CD-Rom).
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Potafos, Piracicaba, São Paulo. 319 pp.
- Mourão Filho, A.A.; Azevedo, J.C.; Nick, J.A. 2002. Função e ordens da razão dos nutrientes no estabelecimento de normas DRIS em laranja "Valência". *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 185-192.
- Nachtigall, G.R. 2004. *Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no sul do Brasil*. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 172 pp.
- Parent, L.E.; Dafir, M. 1992. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal American Society Horticulture Science*, 117: 239-242.
- Rathfon, R.A., Burger, J.A. 1991. Diagnosis and Recommendation Integrated System Modifications for Fraser Fir Christmas Trees. *Soil Science Society American Journal*, 55: 1026-1031.
- Reis Junior, R.A. 2002. Dris norms universality in the corn crop. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 33: 711-735.
- Rocha, A.C da; Leandro, W.M.; Rocha, A.O.; Santana, J. das G.; Andrade, J.W. de S. 2007. Normas DRIS para cultura do milho semeado em espaçamento reduzido na região de Hidrolândia, GO, Brasil. *Bioscience Journal*, 23: 50-60.
- Santana, J.das G.; Leandro, W.M.; Naves, R.V.; Cunha, P.P da. 2008. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranja pêra, na região central de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 38: 109-117.
- Silva, M.J.G. da. *Boletim climatológico de Rondônia*, ano 1999. 2000. Vol. 2. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, Porto Velho, Rondônia. 20 pp.
- Silva, G.G.C. da; Neves, J.C.L.; Alvarez, V.H.; Leite, F.P. 2005. Avaliação da universalidade das normas DRIS, M-DRIS e CND. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 755-761.
- Wadt, P.G.S. 2009. Análise foliar como ferramenta para recomendação de adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza. Anais...Fortaleza, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. 50pp. (CD-Rom).
- Wadt, P.G.S.; Novais, R.F. de. 1999. O monitoramento nutricional frente aos métodos diagnósticos no planejamento das adubações, p. 55-79. In: Wadt, P.G.S.; Malavolta, E. (Org.). *Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas*. Potafos, Piracicaba, São Paulo. (CD-Rom).
- Wadt, P.G.S.; Silva, D.J.; Maia, C.E.; Tomé Júnior, J.B.; Pinto, P.A. da C.; Machado, P.L.O. de A. 2007. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 57-64.
- Walworth, J.L.; Sumner, M.E. 1987. The diagnosis and recommendation integrate system (DRIS). *Advances in Soil Sciences*, 25: 149-188.

Recebido em 26/05/2009

Aceito em 30/10/2009