

# NORMAS DRIS BIVARIADAS PARA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO CUPUAÇUEIRO COM E SEM TRANSFORMAÇÃO LOGARÍTMICA

Jairo Rafael Machado Dias<sup>1</sup>; Paulo Guilherme Salvador Wadt<sup>2</sup>; Daniel Vidal Pérez<sup>3</sup>; Cleigiane de Oliveira Lemos<sup>4</sup>; Leonardo Barreto Tavella<sup>1</sup>; Jussie da Silva Solino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em Produção Vegetal. Coordenação do PPGPV. CCBN. E-mails: [jaiorafaelmdias@hotmail.com](mailto:jaiorafaelmdias@hotmail.com), [lbtavella@gmail.com](mailto:lbtavella@gmail.com), [jussisolino@hotmail.com](mailto:jussisolino@hotmail.com)

<sup>2,4</sup>Pesquisadores da Embrapa Acre. E-mails: [paulo@cpafac.embrapa.br](mailto:paulo@cpafac.embrapa.br), [enaisomel@yahoo.com.br](mailto:enaisomel@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Solos. E-mail: [danperezenator@gmail.com](mailto:danperezenator@gmail.com)

## Resumo

A transformação logarítmica das relações bivariadas no cálculo das normas e dos índices do sistema de 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 a influência da transformação logarítmica nos índices DRIS 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 sob forma de monocultivo e sistemas agroflorestais obtendo-se para cada relação nutricional as normas DRIS bivariadas. Os diferentes grupos de normas obtidos apresentaram-se estatisticamente iguais entre si, indicando o potencial de se obter normas DRIS que possam representar um grande número de condições de produção e a transformação logarítmica dos índices nutricionais contribui para uma maior consistência dos resultados entre as formas direta e inversa entre diferentes normas DRIS.

**Palavras-chave:** diagnóstico nutricional, sistema integrado de diagnóstico e recomendação, índice de balanço nutricional, *Theobroma grandiflorum*.

## Abstract

The logarithmic transformation of bivariate relationships in the calculation of the norms and indexes of the integrated system of diagnosis and recommendation of nutrients (DRIS) it has been suggested as a way to improve accuracy of the system, mainly to reduce inconsistency in the frequency distribution among the forms of direct and inverse expression of the same relationship. In this sense, the objective of this work was to evaluate the influence of logarithmic transformation on DRIS indexes of different reference populations. Leaf samples of cupuaçu were collected from 153 commercial orchards, whose age of plants varied from 5 to 18 years, cultivated in monocultures and agroforestry systems, for which bivariate DRIS norms were obtained for each nutritional relationship. The different groups of norms obtained were statistically equal, indicating the potential of obtaining DRIS norms that can represent a great number of production conditions. The logarithmic transformation of the nutritional indexes contributes to a larger consistency of results among the direct and inverse forms of different DRIS norms.

**Keywords:** nutritional diagnosis, integrated system of diagnosis and recommendation, nutritional balance index, *Theobroma grandiflorum*

## Introdução

A avaliação do estado nutricional de fruteiras é uma ferramenta de interpretação que busca identificar aqueles nutrientes que se encontram em níveis inadequados e que estejam limitando a produtividade dos pomares (VELOSO et al., 2002), já que se espera haver correspondência entre a quantidade de nutrientes presente nos tecidos das plantas com seu estado nutricional. Esta técnica pode ser aplicada a diversas espécies de fruteiras, inclusive o cupuaçueiro.

O Sistema integrado de diagnose 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 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 (WADT; NOVAIS, 1999).

Como o diagnóstico do método DRIS depende da definição das 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, determinaram que é preferível a utilização de normas específicas em vez de normas universais; da mesma forma, Rocha et al. (2007) destacaram a importância de obtenção de normas regionais e específicas para diferentes condições de cultivo. Por outro lado, 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 parecidas.

Apesar da vantagem frente aos métodos convencionais quanto à interpretação do estado nutricional de plantas, o desempenho superior do DRIS tem sido questionado para alguns nutrientes, o que tem levado aos autores a uma grande variação de procedimentos de cálculos e de fórmulas DRIS visando corrigir esta baixa acurácia, dando origem a diversas fórmulas como a de Elwali and Gascho (1984), Ratfhon and Burger (1991), Parent and Dafir (1992) ou Wadt et al. (2007), entre outros.

Uma alternativa que pode ser associada a qualquer uma destas fórmulas de cálculo, é a transformação logarítmica das relações bivariadas, proposta por Beverly (1987). Todavia, este autor, baseado na constatação de que o desvio padrão da relação bivariada decresce com o aumento da produtividade das plantas, fez a suposição de que seria mais adequado para o diagnóstico nutricional a utilização de valores de desvio padrão menores, o que levou à indicação do uso generalizado do desvio padrão do teor nutricional do elemento em análise em cada fórmula DRIS, já 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).

O uso de relações bivariadas log-transformadas foi proposto devido aos desvios observados na distribuição normal de relações bivariadas, quando se compara suas formas direta e inversa (BEVERLY, 1987). Isto implica que, usando-se as relações log-transformadas. Este desvio faz com que algumas relações bivariadas difiram entre duas populações distintas adotadas como referência em uma das formas de expressão da fórmula DRIS (direta, por exemplo), sem contudo apresentar diferenças entre quando expressa em outra forma (inversa, por exemplo).

Para o cupuaçueiro, além de não haver normas DRIS disponíveis, não se tem nenhuma indicação de qual conjunto de normas 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, pode não fazer sentido a busca por normas DRIS para cada situação, o que por si só poderia inviabilizar o sistema.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da transformação logarítmica nas relações nutricionais entre normas DRIS geral e específicas e indicar qual conjunto de normas é mais promissor para a cultura do cupuaçu na Amazônia Sul- Ocidental.

## **Material e Métodos**

Para a geração das normas DRIS foram monitorados 153 pomares comerciais de cupuaçueiro, 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, 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° 24'45''S e 9°54'54''S e os meridianos 65°27'28''W e 65°51'52''W.

Nos pomares foram retiradas amostras foliares, cujas plantas foram previamente identificadas como tendo potencial de baixa (PBP) 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, seguindo-se a mesma recomendação utilizada por 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 Kjedahl. Todos os métodos seguiram os protocolos apresentados por Carmo et al. (2000).

De acordo com a análise visual, os resultados das análises foliares dos referidos pomares foram sub-agrupados em função do seu potencial produtivo (PBP e PAP), definidos através de suas condições atuais. Cada pomar foi previamente diagnosticado, levando em consideração os aspectos: fitossanitários, status do manejo cultural e do solo. Com relação aos aspectos fitossanitários levou-se em consideração o nível de infestação dos pomares para a 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 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.

O banco de dados foi dividido em uma população com potencial de baixa (PBP) e alta (PAP) produtividade para o estabelecimento das normas. O critério utilizado para definição das classes se deu pela soma dos referidos conceitos, onde:  $3 \leq \text{PBP} \leq 7$  e  $8 \leq \text{PAP} \leq 9$ .

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 também a transformação logarítmica dos índices nutricionais, na qual foram obtidos através da média dos índices log-transformados por meio do software DRIS ([www.dris.com.br](http://www.dris.com.br)) para cinco diferentes subpopulações: Geral, constituído por todos os pomares de alta produtividade (PAP); CCS, específica para PAP cultivados em sistemas agroflorestais (SAF's); CCM, específica para PAP cultivados em sistema de monocultura;  $\text{CUP} > 11$ , específica para PAP com idade maior que 11 anos e  $\text{CUP} \leq 11$ , específicas para PAP com idade igual ou inferior a 11 anos.

Os resultados das análises químicas do tecido vegetal para N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe e Mn juntamente com os respectivos resultados do diagnóstico visual (PBP e PAP) foram avaliados por meio de software específico para o cupuaçu, o qual resultou na determinação das normas DRIS (geral e específicas) com e sem transformação logarítmica (Tabela 1).

Para avaliar o efeito da norma DRIS geral sobre as normas específicas (CCM, CCS,  $\text{CUP} > 11$  anos e  $\text{CUP} \leq 11$  anos), submeteu-se os dados ao teste F de variâncias e ao teste T (Student), a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

Os critérios definidos para separação das classes em alto e baixo potencial produtivo foram definidos de forma arbitrária, concordando com Walworth & Sumner (1987) que definiu, não existir uma metodologia definida para separar as sub-populações, onde os critérios para definição das normas precisam ser estudados, e de certa forma, ajustados especificamente, para cada situação, onde o mais importante é a definição da população de referência (norma) para a validade do diagnóstico produzido, que propriamente a abrangência territorial das normas (MOURÃO FILHO, 2002)

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, portando 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 DRIS gerais ou universais (REIS JUNIOR, 2002) e específicas ou locais (ROCHA et al., 2007; SILVA et al., 2005) utilizou-se os dois critérios para definição das normas DRIS (Tabela 1)

Apesar de alguns teores de nutrientes da PAP nas folhas de cupuaçu estarem fora da faixa encontrada por outros autores (COSTA, 2006; FIGUEIREDO, 1999) os mesmo foram utilizados para o estabelecimento das normas DRIS, isso se justifica pelo fato de que o tecido vegetal amostrado em diferentes épocas do ano estão sujeitos a sofrer influências pelos fatores de diluição e concentração, onde os processos fisiológicos que levam a afetar 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; NOVAIS, 1999)

Atualmente, uma das maiores discussões com finalidade de atestar eficiência do método DRIS se consiste em utilizar padrões nutricionais gerais ou padrões nutricionais específicos (locais, regionais e etc.), havendo entre os autores uma certa tendência em utilizar padrões nutricionais específicos (SANTANA et al., 2008; ROCHA et al., 2007; nACHTIGALL, 2004; LEANDRO, 19998). Entretanto, ao se avaliar o comportamento dos índices nutricionais na comparação de normas DRIS geral e específicas com e sem transformação logarítima (Tabelas 1), percebe-se que ambas são muito parecidas, onde aproximadamente 12,04% das relações nutricionais apresentaram-se pertencer a populações distintas, independente da transformação logarítmica, concordando com Walworth e Sumner (1987).

A maior distinção entre as normas DRIS sem a transformação logarítma para o comportamento dos índices nutricionais foi encontrada quando a norma DRIS geral foi comparada as específicas (CCM e CUP $\leq$ 11) em relações bivariadas que envolvem os nutrientes N, P e Zn (Tabela 1). As diferenças entre as normas DRIS para estes nutrientes indicam claramente que plantas mais jovens ou 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. Estas lavouras estariam demandando maiores quantidades dos nutrientes alcalinos (Ca, Mg e K) ou, menor quantidade de N, P e Zn. Esse mesmo comportamento foi observado para normas DRIS log-transformadas, entretanto em relações que envolvem os nutrientes N e P (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade de relações nutricionais que apresentaram diferenças significativas pelo Teste F e 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-Occidental, RO, 2008.

Norma DRIS geral	Normas DRIS específicas			
	Sem transformação logarítmica			
	CCS	CCM	CUP $\leq$ 11	CUP $>$ 11
CCMS	2	19	15	3
	Com transformação logarítmica			
	CCS	CCM	CUP $\leq$ 11	CUP $>$ 11
CCMS	0	16	23	0

CCMS – Todos os pomares de alta produtividade; CCS – Pomares cultivados em sistemas agroflorestais; CCM – Pomares cultivados em monocultivo; CUP $\leq$ 11 – Pomares com idade até 11 anos e CUP $>$ 11 – Pomares com idade superior a 11 anos

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 e CCS foram para N/K; Zn/Cu; Mn/Ca e suas respectivas formas inversas (Tabela 1) Este resultado abre a possibilidade de se utilizar relações log-transformadas em combinação com outras fórmulas de cálculo dos índices DRIS visando melhor o desempenho preditivo do método.

Neste sentido, as diferenças entre as normas DRIS poderia estar indicando desvios nutricionais que poderiam vir a ser corrigidos nestas subpopulações, e não, propriamente falando, diferentes exigências nutricionais.

## Conclusões

As normas DRIS específicas foram estatisticamente iguais às normas DRIS geral para a maioria das relações bivariadas avaliadas, sendo que as diferenças encontradas em algumas relações nutricionais podem estar indicando desvios nutricionais (deficiências ou excessos) em determinadas subpopulações, e não necessariamente, diferente exigência nutricional.

A utilização de transformação logarítmica para os índices nutricionais contribuiu para a obtenção de resultados semelhantes entre as duas formas de expressão de uma relação bivariada, na comparação entre normas de populações de referência distintas.

## Referências Bibliográficas

- BEVERLY, R. B. Comparison of DRIS and alternative nutrient diagnostic methods for soybean. **Journal of Plant Nutrition**, v. 10, n. 4, p. 901-920, 1987.
- 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. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.
- ELWALI, A. M. O.; GASCHO, G. J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. **Agronomy Journal**, v. 76, n. 6, p. 466-70, 1984.
- FIGUEIREDO, N. N. **Avaliação nutricional do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.) em um sistema agroflorestal com diferentes níveis de adubação**. 1999. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 1999.
- JARREL, W. M.; BEVERLY, R. B. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. **Advances in Agronomy**, v. 34, n. 5, p. 197-224, 1981.
- LEANDRO, W. M. 1. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*Glycine max*) na região de Rio Verde – GO**. 1998. 153 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- 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, n. 2, p. 45-49, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 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. 5, p. 185-192, 2002.
- NACHTIGALL, G.R. 2004. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no sul do Brasil**. 138 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- PARENT, L. E., DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal American Society Horticulture Science**, v. 117, n. 7, p. 239-242, 1992.
- RATHFON, R. A., BURGER, J. A. Diagnosis and Recommendation Integrated System Modifications for Fraser Fir Christmas Trees. **Soil Science Society American Journal**, v. 55, n. 5, p. 1026-1031, 1991.
- REIS JUNIOR, R.A. Dris norms universality in the corn crop. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v. 33, n. 4, p. 711-735, 2002.

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, n. 3, p.50-60, 2007.

SANTANA, J.das G.; LEANDRO, W. M.; NAVES, R. V.; CUNHA, P. P da. Normas DRIS para interpretação de análises de folha e solo, em laranjeira pêra, na região central de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n, 4, p. 109-117, 2008.

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**, v. 29, n. 1, p. 755-761, 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**, v. 3, n. 2, p. 47-55, 2002.

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. 125 p.

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. Modelagem de funções no cálculo dos índices DRIS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 42, n. 4, p. 57-64, 2007.

WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation integradet system (DRIS). **Advances in Soil Sciences**, v. 12, n.7 p. 149-188, 1987.