

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Potencial de resposta à adubação para micronutrientes submetidos a diferentes normas DRIS na cultura do cupuaçu⁽¹⁾”

**JAIRO RAFAEL MACHADO DIAS⁽²⁾, JUSSIE DA SILVA SOLINO⁽²⁾ DANIEL VIDAL PEREZ⁽³⁾,
CLEIGIANE DE OLIVEIRA LEMOS⁽⁴⁾, PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽³⁾,
LEONARDO BARRETO TAVELLA⁽²⁾**

RESUMO – A adubação balanceada com micronutrientes tem merecido maior atenção devido ao fato de que freqüentemente muitas lavouras estão deficientes em micronutrientes, além de que ser-pá pela adubação balanceada que se garantirá melhor resposta aos macronutrientes. Neste sentido, objetivou-se avaliar o comportamento do diagnóstico nutricional, submetidos a cinco grupos de normas DRIS. Para isto, amostras foliares de cupuaçueiros foram coletadas de pomares comerciais, cuja idade das plantas variou de 5 a 18 anos, com sistemas de cultivo solteiro ou sistemas agroflorestais (SAF's) e manejo orgânico ou convencional, obtendo-se para cada relação nutricional, entre os nutrientes Zn, Fe e Mn, as normas DRIS bivariadas, as quais foram obtidas para o conjunto das populações monitoradas e para subpopulações específicas. Os resultados indicam que, pra os micronutrientes Zn, Fe e Mn, não houve diferenças entre os diagnósticos nutricionais para os diferentes grupos de normas DRIS usados.

Palavras-Chave: (estado nutricional; análise foliar; *Theobroma grandiflorum*).

Introdução

O potencial de resposta à adubação (PRA) é uma ferramenta capaz de melhorar a interpretação dos índices DRIS. Proposto por Wadt [1] com o intuito de aumentar a precisão do diagnóstico nutricional produzido pelo método DRIS [2]. Esse método compara o módulo do índice DRIS de cada nutriente (INut) com o valor do índice de balanço nutricional médio (IBNm), como forma de verificar se o desequilíbrio atribuído a um dado nutriente é maior ou menor que o desequilíbrio atribuído à média de todos os nutrientes. Por esse método são definidos cinco classes de resposta à adubação, onde se o INut em módulo for inferior ou igual ao IBNm, tem-se uma planta com bom equilíbrio nutricional, ou seja, a probabilidade de resposta à adubação será nula (Z); INut menor que o IBNm sendo o de menor valor, simultaneamente, maior em módulo que o IBNm, tem-se uma planta com déficit nutricional, ou seja, a probabilidade de resposta à adubação será positiva (P) e, se o INut for menor que o IBNm não sendo o de menor valor, a planta apresenta-se com deficiência para o nutriente, portando a probabilidade de resposta à adubação poderá ser positiva ou nula (PZ). Em

contrapartida se o INut for maior em módulo que o IBNm, não sendo o de maior valor, a planta apresenta-se com excesso do nutriente em questão, portando a probabilidade de resposta à adubação será negativa ou nula (NZ) e quando o INut for maior que todos os demais índices, observa-se também excesso para o nutriente, sendo a probabilidade de resposta à adubação negativa (N).

Para cupuaçueiros cultivados na Amazônia, além de não existir nenhum método eficaz para fertilização, os solos sob cultivo são de baixa fertilidade natural e muito ácidos, atualmente tem-se constatado esgotamento nutricional para a cultura, onde colheitas sucessivas, sem qualquer reposição de nutrientes, exaurirão o solo a níveis de empobrecimento prejudicial [3].

Além dos macronutrientes, principalmente P e K, o primeiro por ser muito deficiente na maioria dos solos brasileiros, e o segundo por ser altamente exigido pela cultura, demanda de reposições periodicamente pelo intenso processo de exportação existente no meio. Nessa tendência de cada vez mais aumentar a produtividade, os micronutrientes assumem papéis importantes. Uma vez que, são importantes nos processos fisiológicos do cupuaçueiro, principalmente na fotossíntese [4].

Entretanto, para o diagnóstico nutricional de micronutrientes em cupuaçueiros, faz-se necessário verificar se haveria interpretações distintas usando-se normas DRIS genéricas ou específicas. Se normas genéricas produzirem o mesmo diagnóstico que normas específicas, seu uso poderá ser mais indicado, pela maior facilidade de acumulação de informações necessárias e também, pela sua aplicação em uma maior variabilidade de situações.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o diagnóstico produzido por diferentes grupos de normas DRIS na interpretação do estado nutricional do cupuaçueiro.

Material e Métodos

Para interpretação dos índices DRIS através do PRA foram monitorados 153 pomares comerciais de cupuaçueiro para geração das normas DRIS, 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

¹ Pesquisa financiada com recursos financeiros do CNPq e FUNTAC

² Eng. Agrônomo, mestrando do Curso de Produção Vegetal da Universidade Federal do Acre. E-mail: jairorafaelmdias@hotmail.com, jussiesolino@hotmail.com e Leo_barreto@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo, D.Sci. Pesquisadores, Embrapa Acre e Embrapa Solos. E-mail: daniel@cnps.embrapa.br e paulo@cpafac.embrapa.br

⁴ Sistemas de Informação. Bolsista CNPq. Embrapa Acre. E-mail: cleigiane@cpafac.embrapa.br

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), 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, seguindo-se a mesma recomendação utilizada para o cacau [5]. 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 [6].

De acordo com a análise visual, os resultados das análises foliares dos referidos pomares foram subagrupados em função do seu potencial produtivo (PBP, PMP 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 [7], 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), média (PMP) e alta (PAP) produtividade para o estabelecimento das normas. O critério utilizado para definição das classes se deu pela soma dos referidos conceitos, onde: $3 \leq PBP < 6$, $6 \leq PMP \leq 7$ e $8 \leq PAP \leq 9$.

Uma vez definida as classes de produtividade, a população de alta produtividade (PAP) foi utilizada para a obtenção das normas DRIS por meio do software DRIS (www.dris.com.br) para cinco diferentes subpopulações: GERAL, constituído por todos os pomares de alta produtividade (PAP) e ESPECÍFICAS, subdivididas em: CCS para PAP cultivados em SAF's; CCM para PAP cultivados em sistema de monocultivo; CUP>11anos para PAP com idade superior a 11 anos e CUP≤11anos 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, PMP e PAP) foram avaliados por meio de software específico para o cupuaqueiro, o qual resultou na determinação das normas DRIS. As normas foram estabelecidas utilizando-se as concentrações dos nutrientes da população com potencial de alta produtividade.

Para cada grupo de pomares de alta produtividade dentro de cada uma das populações de referência foram determinadas as respectivas normas DRIS bivariadas, que consistiram na média de cada relação e sua respectiva variância. A seguir, todos os pomares foram avaliados pelos diferentes grupos de normas DRIS estabelecidos, usando-se para o cálculo dos índices DRIS, todas as relações bivariadas entre os nutrientes, por meio da fórmula de Jones [8]. Após a determinação do índice DRIS de cada nutriente, foi calculado IBNm e o PRA [1] para Zn, Fe e Mn.

Para avaliar o diagnóstico nutricional determinado por cada grupo de norma DRIS, utilizou-se o teste qui-quadrado (χ^2) de Pearson a 5% de probabilidade, para verificar se as frequências quanto a distribuição entre as classes do PRA não diferiram entre si.

Resultados

Os teores nutricionais médios da PAP presentes nas folhas de cupuaçu (Tabela 1), com base nos critérios de interpretação sugeridos por Salvador et al. [9] para todos os micronutrientes avaliados são considerados deficientes, com exceção do Mn que se encontra em condições de excesso ou tóxico para a cultura do cupuaçu.

Para todos os micronutrientes monitorados não foram observadas diferenças estatísticas no diagnóstico obtido a partir das diferentes normas DRIS (Tabela 2, 3 e 4).

Para o Zn, aproximadamente 66 % dos pomares avaliados encontram-se equilibrados nutricionalmente, 11,5% apresentam-se na faixa de excesso e 22,5% na faixa de deficiência (Tabela 2). Pequenas variações nas frequências de pomares nutricionalmente equilibrados foram observados entre as normas CUP>11 e CCM. Para os pomares que indicaram deficiência, as maiores diferenças observadas nas frequências foram entre as normas CUP>11 e CUP≤11, enquanto que para os pomares com excesso de Zn, as diferenças observadas foram inferiores a 4% nos casos monitorados (Tabela 2).

O Fe dentre todos os micros avaliados foi o nutriente que apresentou estar em maior deficiência nos pomares monitorados (41%). Para a faixa do excesso as diferenças entre as normas foram inferiores a 3% (Tabela 3).

Destes micronutrientes, o Mn foi considerado o que encontra-se em maior desequilíbrio nutricional, correspondendo a 69% dos pomares monitorados, seja por excesso ou deficiência (Tabela 4). A faixa de deficiência predominou (36,1%) quando comparada com as faixas, equilíbrio ou excesso. Portando, observa-se ainda que tanto para a faixa do excesso quando para a faixa da deficiência as pequenas variações de frequências ocorreram entre CUP>11 e CUP≤11, sendo inferiores a 4% para ambas as normas (Tabela 4).

Discussão

Apesar dos teores dos micronutrientes para a PAP nas folhas de cupuaçu (Tabela 1) estarem fora da faixa determinada por Salvador et al. [9] 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 estão sujeitos a sofrer influências pelos fatores de diluição e concentração, onde a matéria seca é a principal fonte de variação desses teores, fator explicado pela utilização de índices nutricionais ao invés de teores de nutrientes no sistema DRIS [10].

Segundo Ayres [11] os teores no solo de Fe e Mn são considerados muito alto e o nível de Zn baixo nos solos da área de estudo. Para o Mn e Zn os teores encontrados nas folhas de cupuaçu refletem exatamente a capacidade do solo em supri-los. Por outro lado, apesar da quantidade de Fe presente nos solos ser considerado muito alto, o mesmo não apresentou sintoma de toxidez nas plantas, fato comprovado pela deficiência encontrado no tecido foliar de acordo com os critérios definidos por Salvador et al. [9]. Esse fato é explicado pela alta presença de óxidos de Fe e Al nesses solos, onde o Fe detectado nos solos estão na forma complexa (insolúvel), formando os referidos óxidos, portando indisponível para as plantas [4].

O Zn foi o nutriente que apresentou maior situação de equilíbrio entre todos micronutrientes avaliados (66% dos pomares), a partir dos diferentes grupos de normas DRIS, as pequenas variações entre as normas $CUP > 11$ e $CUP \leq 11$ para a faixa deficiente indica que plantas mais velhas, ou seja em plena fase produtiva demandam mais Zn quando comparado com plantas jovens, pois o Zn esta presente em diversas enzimas, dentre elas: desidrogenase, proteinase e peptidase que promove o crescimento de hormônios e a formação de amido que por si fomenta a produção e a maturação do fruto [12].

Segundo Brady [12] pode existir antagonismo entre micronutrientes, onde o excesso de Mn é fomentado pela deficiência de Fe, fato constatado no diagnóstico nutricional avaliado pelos diferentes grupos de normas DRIS.

Em contrapartida, considerando o diagnóstico nutricional a partir de todas as normas DRIS avaliadas, o Mn foi o nutriente que apresentou menor situação de equilíbrio (31% dos pomares). As pequenas variações observadas entre as normas DRIS $CUP > 11$ e $CUP \leq 11$, são explicadas pelo fato de 72,5% dos pomares pertencentes as referidas normas serem cultivados em SAF's, onde a uma tendência em plantas cultivadas consorciadas ter maior capacidade fotossintética, por explorar diferentes partes do dossel, portando demandam mais Mn, micronutriente importante na fotossíntese [12].

Entretanto, qualquer grupo de normas DRIS utilizada resultou em diagnósticos semelhantes quanto

a interpretação baseou-se no método do potencial de resposta a adubação, indicando, claramente, que a interpretação do estado nutricional não foi dependente de normas específicas.

Conclusões

Normas DRIS genéricas para os micronutrientes Fe, Zn e Mn são indicadas para a avaliação do estado nutricional de cupuaçueiros pelo método do potencial de resposta à adubação.

Agradecimentos

CNPq, pelo apoio financeiro e bolsa de mestrado, e aos produtores e técnicos do Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado Adensado (RECA), de Vila Califórnia, Porto Velho, RO pelo apoio logístico e colaboração nos trabalhos de campo.

Referências

- [1] WADT, P. G. S. 1996. *Os métodos da Chance Matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto*. Tese de doutorado, UFV, Viçosa.
- [2] BEAUFILS, E.R. 1973. *Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS)*. Pietermaritzburg, University of Natal. 132p.
- [3] ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. C. 2004. 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*..26:320-325.
- [4] ALFAIA, S.S.; RIBEIRO, G.A.; NOBRE, A.D.; LUIZÃO, F.J.; LUIZÃO, R.C. 2004. Evaluation of soil fertility in smaholder agroforestry systems and pastures in Western Amazonia. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 102:409-414.
- [5] MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, POTAFOS. 319p.
- [6] 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*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 41p
- [7] 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.
- [8] JONES, C.A. 1981. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. *Commun. Soil Sci*. 12:785-794.
- [9] SALVADOR, J. O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G.A. 1984. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçueiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. *Sci. agric*. 51:407-414.
- [10] RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.; ALVAREZ V, V. H. 1999. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 359p.
- [11] AYRES, M.I. da C. 2006. *Efeitos da calagem e da adubação potássica na produção de cupuaçu (Theobroma grandifloru) em sistemas agroflorestais do projeto Reça em Nova Califórnia – Rondônia*. Dissertação de Mestrado, FCA, UFAM, Manaus.
- [12] BRADY, N.C. 1989. *Natureza e propriedade dos solos*. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos. 898p.

Tabela 1. Concentração média dos micronutrientes nas folhas da sub-população de alto potencial produtivo em função das normas DRIS estabelecidas para o cupuaçu cultivado na Amazônia Sul-Occidental

Nutrientes	GERAL	CCS	CSM	CUP>11 anos	CUP≤11 anos	Salvador et al. [9]*
				<i>mg kg⁻¹</i>		
Zn	11,7	11,6	11,7	12,1	11,3	14-26
Fe	78,9	85,3	78,4	71,8	87,2	118-242
Mn	286,1	284,7	290,4	298,3	271,7	38-270
Nº amostra	48	34	14	26	22	-

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

* Faixas de suficiência para a cultura do cupuaçu.

Tabela 2. Distribuição do potencial de resposta ao zinco* quanto à probabilidade de resposta positiva (P), probabilidade de resposta positiva ou nula (PZ), probabilidade de resposta nula (Z), probabilidade de resposta negativa ou nula (NZ) e probabilidade de resposta negativa (N) para cupuaçu cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental em 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
P	21	11	20	10	23
PZ	20	15	18	16	22
Z	94	109	97	108	92
NZ	9	10	8	10	4
N	9	8	10	9	12

* Teste de χ^2 (Pearson) = 16,839, com probabilidade de 39,6% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 3. Distribuição do potencial de resposta ao ferro* quanto à probabilidade de resposta positiva (P), probabilidade de resposta positiva ou nula (PZ), probabilidade de resposta nula (Z), probabilidade de resposta negativa ou nula (NZ) e probabilidade de resposta negativa (N), para cupuaçu cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental em 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
P	39	21	41	26	34
PZ	33	30	32	31	34
Z	51	74	51	69	53
NZ	5	3	5	6	8
N	25	25	23	21	24

* Teste de χ^2 (Pearson) = 19,759, com probabilidade de 23,1% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.

Tabela 4. Distribuição do potencial de resposta ao manganês* quanto à probabilidade de resposta positiva (P), probabilidade de resposta positiva ou nula (PZ), probabilidade de resposta nula (Z), probabilidade de resposta negativa ou nula (NZ) e probabilidade de resposta negativa (N), para cupuaçu cultivados em diferentes sistemas de produção, na Amazônia Sul-Occidental em 153 pomares diagnosticados por cinco diferentes grupos de normas DRIS.

Potencial de resposta a adubação	Normas DRIS				
	GERAL	CCM	CCS	CUP≤11	CUP>11
P	35	39	36	33	38
PZ	23	15	22	19	22
Z	40	52	41	48	49
NZ	16	10	17	13	16
N	39	37	37	43	31

* Teste de χ^2 (Pearson) = 8,964, com probabilidade de 91,5% para a significância pelo teste bilateral, 16 graus de liberdade.

CCS – Cupuaçu cultivado em sistemas agroflorestais; CCM – Cupuaçu cultivado em monocultivo; CUP≤11 anos – Cupuaçu com idade até 11 anos; CUP>11 anos – Cupuaçu com idade superior a 11 anos; Geral – todas os pomares de alta produtividade.