



Avaliação do Estado Nutricional da Mangueira Tommy Atkins no Submédio do Vale do Rio São Francisco: Estabelecimento das Normas DRIS⁽¹⁾

P. A. da C. PINTO⁽²⁾, L. E. DIAS⁽³⁾, M. M. CHOUDHURY⁽⁴⁾ & G. VIEIRA⁽⁵⁾

RESUMO - O manejo nutricional adequado é fator determinante na produtividade e na qualidade dos frutos da mangueira. Este trabalho teve por objetivo estabelecer as normas do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para manga, variedade Tommy Atkins, com base nos resultados de análise química de folhas e das produtividades. Foram avaliados sessenta e três pomares comerciais representativos do Submédio do Vale do Rio São Francisco, no Nordeste do Brasil. A região não dispõe de um conjunto de normas de diagnose de tecidos foliares para o cultivo, de modo que o diagnóstico do estado nutricional e as recomendações de fertilização são baseados em faixas de teores de nutrientes em folhas de mangueira cultivadas em diferentes regiões. Foram coletadas amostras de folhas e de solo para análise química, antes da aplicação de quebradores de dormência de brotos. Os resultados de análise foram tratados através do DRIS. Os coeficientes de variação para os teores de nutrientes foliares foram maiores na subamostra de baixa produtividade para a maioria (60 %) dos elementos analisados: N, P, B, Cu, Fe e Mn. As normas

para nutrição das plantas foram estabelecidas com base em um banco de dados criado nesta pesquisa, envolvendo os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn. Essas normas foram estabelecidas considerando uma subamostra de plantas com produção igual ou superior a 250 kg/árvore, sendo, essa produção representativa para as condições ambientais da principal zona produtora de manga do país. Das noventa relações consideradas entre nutrientes, sessenta e duas foram significativas pelo teste F, das quais, quarenta e quatro foram selecionadas como normas para a cultura. Assim, foram estabelecidas as normas DRIS para a manga Tommy Atkins nas condições do Submédio São Francisco do Nordeste do Brasil, tendo sido selecionadas as relações envolvendo os seguintes pares de nutrientes: P/N, N/K, N/Ca, N/Mg, N/B, N/Zn, N/Mn, Fe/N, Cu/N, P/K, Ca/P, B/P, P/Zn, P/Mn, Fe/P, Cu/P, Ca/K, Mg/K, K/B, K/Zn, K/Mn, Fe/K, Cu/K, Ca/Mg, Ca/B, Ca/Zn, Ca/Mn, Ca/Fe, Cu/Ca, Mg/B, Mg/Zn, Mn/Mg, Fe/Mg, Cu/Mg, B/Zn, Mn/B, Fe/B, Cu/B, Fe/Zn, Cu/Zn, Mn/Zn, Mn/Fe, Cu/Mn e Cu/Fe.

INTRODUÇÃO

A fertilidade do solo é um dos mais importantes fatores determinantes da produção e da qualidade da manga (Raghupathi & Bhargava) [1]. No entanto, resultados de análise de terra como única ferramenta para se fazer recomendação de fertilizantes apresentam limitada aplicabilidade para árvores frutíferas, devido à grande distribuição do sistema radicular, hábitos perenes, efeitos do porta-enxerto e frutificação diferenciada ao longo dos anos (Bhargava & Chadha, citados por Samra & Arora) [2].

Com a grande extensão que o cultivo da mangueira ocupa na região sanfranciscana, há

necessidade de se contar com um sistema eficiente de diagnóstico de desequilíbrios nutricionais dessa cultura, o que se reveste de grande importância econômica e ambiental. Para tanto, é indispensável contar previamente com normas de diagnose do estado nutricional da cultura.

De um modo geral as recomendações de fertilização da mangueira Tommy Atkins e de outras cultivares na região, têm sido baseadas em faixas de teores de nutrientes nas folhas de mangueiras cultivadas em outras regiões. Além disso, não se tem identificado a suficiência de cada nutriente em relação aos demais na planta.

Diferente de outros métodos, o DRIS é um procedimento integrado que identifica a suficiência de cada nutriente em relação aos outros na planta, ao invés de considerar apenas a concentração crítica de cada nutriente

¹ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, com apoio financeiro da UNEB/DTCS, CAPES, CADCT, hoje FAPESB e BNB.

² Prof. Titular da UNEB/DTCS, Cx. Postal 171, 48 905 680 Juazeiro – BA, pacostapinto@gmail.com; <http://br.geocities.com/pacostapinto>; (apresentador do trabalho)

³ Prof. Titular do Dept^o. de Solos da UFV, CEP 36 571 000 Viçosa, MG.

⁴ Pesquisador científico do CPATSA/ EMBRAPA, Cx. Postal 23, CEP 56 302 970 Petrolina – PE.

⁵ Prof. Titular do Dept^o. de Fitotecnia da UFV, CEP 36 571 000 Viçosa, MG.

específico (Samra & Arora) [2]. O DRIS avalia o estado nutricional das plantas considerando o equilíbrio entre nutrientes, de modo que uma lavoura nutricionalmente equilibrada pode responder com alta produtividade, o que não acontece com lavouras com problemas de deficiência ou com desequilíbrios entre nutrientes (Sumner) [3].

Diferente de outros métodos, o DRIS é um procedimento integrado que identifica a suficiência de cada nutriente em relação aos outros na planta, ao invés de considerar apenas a concentração crítica de cada nutriente específico (Samra & Arora) [2]. O DRIS avalia o estado nutricional das plantas considerando o equilíbrio entre nutrientes, de modo que uma lavoura nutricionalmente equilibrada pode responder com alta produtividade, o que não acontece com lavouras com problemas de deficiência ou com desequilíbrios entre nutrientes (Sumner) [3].

Com o DRIS podem-se identificar alguns casos em que a produção está limitada por desequilíbrio nutricional, mesmo quando o teor de nenhum dos nutrientes esteja abaixo de seu nível crítico (Baldock & Schulte) [4]; apresenta baixo custo, permite a determinação simultânea de níveis de suficiência dos nutrientes para diferentes produtividades, nas melhores condições de balanço nutricional, a partir de dados obtidos em plantios comerciais (Sumner) [3].

Algumas limitações do DRIS são: o sistema exige computação não muito simples (Baldock & Schulte) [4]; não indica a probabilidade de resposta à adição do nutriente considerado limitante (Hallmark & Beverly) [5] e a dependência entre os índices, ou seja, o teor de um nutriente pode ter um efeito marcante sobre os outros índices (Baldock & Schulte) [4].

O DRIS baseia-se no cálculo de um índice para cada nutriente, comparando-se as relações entre um nutriente e cada um dos demais nutrientes na amostra sob diagnose com as relações envolvendo esse mesmo nutriente em uma população de alta produtividade.

De acordo com Bailey et al. [6] o índice DRIS de um nutriente nada mais é do que a média dos desvios das relações contendo um determinado nutriente em relação a seus respectivos valores ótimos. Cada relação entre teores de nutrientes nas lavouras de alta produtividade permite calcular as normas DRIS que são sua média, o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Schaffer et al. [7] utilizaram o DRIS para identificar deficiências minerais associadas com declínio (desordem de etiologia desconhecida) de mangueiras Tommy Atkins, percebendo que o índice de desequilíbrio de nutrientes foi mais alto para árvores em pomares com altas percentagens de árvores em declínio do que naquelas em pomares geralmente saudáveis.

Raghupathi & Bhargava [8] realizaram trabalho em Ratnagiri, distrito de Maharashtra, Índia,

para estudar o estado da fertilidade dos solos onde se desenvolve a manga Alphonso. As normas de diagnóstico foram desenvolvidas utilizando DRIS.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer normas DRIS para a mangueira, cultivar Tommy Atkins, no submédio do vale do rio São Francisco, Nordeste do Brasil.

Palavras-Chave: Análise química de folhas, nutrição de plantas, diagnose.

Material e métodos

O trabalho abrangeu os municípios de Juazeiro, Casa Nova, Curaçá e Abaré– BA e Petrolina – PE, que ocupam posição de destaque no cenário nacional na produção e exportação de mangas.

O clima da região é classificado como BSw^h, quente, semi-árido, tipo estepe, com verão chuvoso, evapotranspiração elevada, sendo a temperatura do mês mais frio superior a 18 °C.

Foram selecionadas propriedades agrícolas que representavam, em termos de manejo cultural e características de solos, o cultivo da mangueira Tommy Atkins na região.

No período de 1997 a 1999, em 63 propriedades agrícolas selecionadas, escolheram-se talhões com árvores com sete ou mais anos de idade, porte uniforme e estado sanitário adequado. Amostras foliares foram obtidas ao longo de cada ano, na semana anterior à das pulverizações das copas com nitratos de potássio ou de cálcio, objetivando a quebra da dormência das gemas terminais. As folhas foram coletadas na porção mediana da copa, nos quatro pontos cardeais (Quaggio) [9], no penúltimo lançamento dos ramos, em vinte e cinco árvores por talhão. Foram coletadas quatro folhas por árvore, perfazendo cem folhas por amostra composta, as quais foram acondicionadas em saco de papel e encaminhadas para análise em laboratório.

As folhas, depois de lavadas em água destilada, foram colocadas em estufa com circulação mecânica de ar, à temperatura variando de 65 a 70 °C até peso constante, após o que foram moídas em moinho Wiley e passadas em peneira de 1 mm de malha.

O N foi determinado após digestão sulfúrica, pelo método micro Kjeldahl. Os elementos P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados após digestão nítrico-perclórica. O B foi determinado, após incineração da amostra em forno elétrico a 550 °C, por colorimetria de curcumina (Malavolta et al.) [10]. O P foi determinado por espectrofotometria com azul-de-molibdênio. O Ca, o Mg, o Cu, o Fe, o Mn e o Zn foram determinados empregando-se espectrofotômetro de absorção atômica. O K foi determinado por fotometria de chama (Malavolta et al.) [10].

A produtividade em t/ha foi obtida em cada talhão pesquisado, sendo, em seguida, transformada em kg/árvore, conforme o espaçamento adotado.

Os dados de produtividade dos pomares amostrados foram registrados juntamente com os

respectivos teores foliares de macro e micronutrientes, constituindo um banco de dados dividido em duas subamostras, uma de alta (≥ 250 kg/árvore; 17 pomares) e outra de baixa (< 250 kg/árvore; 46 pomares) produtividade, representando duas subamostras. Os dados de teores foliares de nutrientes da mangueira foram processados pelo software Floresta 1.0 (Wadt) [11].

As normas foram determinadas ao serem calculadas as médias, as variâncias (S^2) e os coeficientes de variação (CV) das relações quocientes entre os teores foliares de pares de nutrientes, testando-se a significância das mesmas pelo teste de F para as variâncias, nas subamostras de alta e de baixa produtividade, maior sobre a menor ($S^2_{\text{maior}} / S^2_{\text{menor}}$), selecionando-se as de maior significância a até 10 % de probabilidade.

Resultados e discussão

O quadro 1 são apresentados os teores médios de macro e micronutrientes na matéria seca das folhas de mangueiras pertencentes aos pomares de alta e de baixa produtividade.

Quando se comparam as médias obtidas neste trabalho para cada nutriente contido na matéria seca foliar na subamostra de alta produtividade (Quadro 1), com as faixas de teores foliares utilizadas na região, constatam-se as seguintes porcentagens de equivalência entre a concentração obtida no presente trabalho em relação ao limite superior da faixa considerada adequada por Quaggio [9]: N (+ 6,86%), P (- 26,88 %), K (- 17,5 %), Ca (- 28,8 %), Mg (- 46,2 %), B (+ 37,71%), Cu (- 46,84 %), Fe (- 57,37 %), Mn (+ 547,46%) e Zn (- 46,1 %), percebe-se, que para Fe, Cu, Mg, Zn, P, Ca e K as concentrações obtidas demonstram valores entre 17,5 e 57,37 % inferiores ao valor máximo da faixa considerada adequada na região. Entretanto, as concentrações para N, B e Mn equivaleram a 6,86 a 547 % superiores aos valores máximos considerados adequados na região. Estes três nutrientes têm sido aplicados com maior frequência e em maior quantidade, seja nas adubações, como no caso de N e de B, como em aplicações fitossanitárias incluindo Mn. Deve-se considerar ainda o efeito da luz sobre a absorção deste último elemento, estimulando-a (Hewitt, 1963, citado por Camargo & Silva) [12], o que é perfeitamente possível na região, onde se constatam mais de 3.000 h/ano de luz solar.

As relações Cu/N, Cu/P, Cu/K, Cu/Ca, Cu/Mg, Cu/B, Cu/Zn, Cu/Fe, Fe/Zn e P/Zn (dados não apresentados) assumiram valores de CV consistentemente mais altos nos pomares de baixa produtividade, resultando em relações entre variâncias ($S^2_{\text{maior}} / S^2_{\text{menor}}$) altas, entre 12,9 e 47,3, diferenciando significativamente as duas subamostras. O Cobre é absorvido como Cu^{2+} e Cu-quelato e a concentração do mesmo nas plantas é pequena, geralmente entre 2 e 20 mg kg^{-1} de matéria seca. A sua absorção parece

ocorrer por processo ativo e existem evidências de que este elemento inibe fortemente a absorção do Zn e vice-versa (Bowen, 1969, citado por Dechen et al.) [13]. Os teores foliares de Cu, nos pomares de baixa e de alta produtividade, variaram de 2,0 a 381,0 e de 3,4 a 70,0 mg kg^{-1} de matéria seca, enquanto que o CV alcançou os valores máximos de 150,6 e 76,25, respectivamente, sendo esses os mais altos valores de CV encontrados entre os nutrientes considerados. A menor amplitude de variação dos teores de Cu nos pomares de alta produtividade deve decorrer de um manejo mais criterioso desse e de outros nutrientes. Acredita-se que, nos pomares de baixa (19,56%) e de alta (23,52%) produtividade, a utilização de Cu em controles fitossanitários empregando produtos à base desse nutriente, tais como oxicloreto de cobre e óxido cuproso, seja responsável pelos excessos de cobre constatados em folhas.

O cobre tem forte afinidade com o átomo de nitrogênio do grupo amino, acreditando-se que compostos nitrogenados solúveis, como os aminoácidos, atuam como carregadores desse nutriente no xilema e no floema (Lonegragan, 1981, citado por Dechen et al.) [13].

Das noventa relações consideradas entre as concentrações de nutrientes nas folhas, sessenta e duas foram significativas pelo teste F. Entre as relações da subamostra de plantas de alta produtividade cuja significância da relação entre variâncias foi estatisticamente superior, foram selecionadas: P/N, N/K, N/Ca, N/Mg, N/B, N/Zn, N/Mn, Fe/N, Cu/N, P/K, Ca/P, B/P, P/Zn, P/Mn, Fe/P, Cu/P, Ca/K, Mg/K, K/B, K/Zn, K/Mn, Fe/K, Cu/K, Ca/Mg, Ca/B, Ca/Zn, Ca/Mn, Ca/Fe, Cu/Ca, Mg/B, Mg/Zn, Mn/Mg, Fe/Mg, Cu/Mg, B/Zn, Mn/B, Fe/B, Cu/B, Fe/Zn, Cu/Zn, Mn/Zn, Mn/Fe, Cu/Mn e Cu/Fe (Quadro 2), cujos valores das normas estão no quadro 2.

Conclusão

Foram geradas as normas DRIS para a mangueira Tommy Atkins, aplicáveis à diagnose do estado nutricional dessa cultura nas condições de clima e solo do Submédio São Francisco no Nordeste do Brasil, estabelecidas com base na subamostra de plantas de alta produtividade, envolvendo os seguintes pares de nutrientes: P/N, N/K, N/Ca, N/Mg, N/B, N/Zn, N/Mn, Fe/N, Cu/N, P/K, Ca/P, B/P, P/Zn, P/Mn, Fe/P, Cu/P, Ca/K, Mg/K, K/B, K/Zn, K/Mn, Fe/K, Cu/K, Ca/Mg, Ca/B, Ca/Zn, Ca/Mn, Ca/Fe, Cu/Ca, Mg/B, Mg/Zn, Mn/Mg, Fe/Mg, Cu/Mg, B/Zn, Mn/B, Fe/B, Cu/B, Fe/Zn, Cu/Zn, Mn/Zn, Mn/Fe, Cu/Mn e Cu/Fe.

AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal (CAPES) pela bolsa de estudos fornecida; ao Centro de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CADCT) da SEPLANTEC-BA (atualmente FAPESB) e ao Banco do Nordeste, BNB, pelo apoio financeiro; à EMBRAPA/CPATSA, ao Instituto de Pesquisas Agropecuárias de Pernambuco, IPA, à

VALEXPORT/GMV, CODEVASF, 3^a. e 6^a. SR, ATER/PSNC, FRUITFORT, FAMA, CAJ, NOVA FRONTEIRA, AGROVALE, EBRAZ, FRUTIVALE, LASTRO AGRÍCOLA, UPA AGRÍCOLA, produtores de manga, engenheiros agrônomos, técnicos agrícolas e todos que contribuíram na execução do trabalho.

[12]. CAMARGO, P. N. de & SILVA, O. 1990. Manual de adubação foliar. S. Paulo, Herba, 256p.

[13]. DECHEN, A. R.; HAAG, H. P. & CARMELLO, Q. A. de C. 1991. Mecanismos de absorção e de translocação de micronutrientes. In: FERREIRA, M. E. & CRUZ, M. C. P. SIMPÓSIO SOBRE MICRONUTRIENTES NA AGRICULTURA. Jaboticabal. *Anais*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991, p.79 a 97.

Referências

[1]. RAGHUPATHI, H. B. & BHARGAVA, B. S. 1997. Preliminary diagnostic soil fertility norms for Alphonso mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 45 (3), 534-536.

[2]. SAMRA, J. S. & ARORA, Y. K. 1997. Mineral nutrition. In: LITZ, R. E. *The mango: botany, production and uses*. New York, CAB International. 587 p.

[3]. SUMNER, M. E. 1999. The use and misuse of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) in foliar diagnosis. *Anais do Simpósio sobre Monitoramento nutricional para a recomendação de adubação de culturas São Paulo*, Piracicaba, POTAFOS, 14 – 16 de abril de 1999. (CD Rom).

[4]. BALDOCK, J. O. & E. E. SCHULTE. 1996. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. *Agronomy Journal*, 88: 448-456.

[5]. HALLMARK, W. B. & BEVERLY, R. B. 1991. Review - an update in the use of the Diagnosis and Recommendation Integrated System. *Journal of Fertilizers Issues*, 8: 74-88.

[6]. BAILEY, J. S.; BEATTIE, J. A. M. & KILPATRICK, D. J. 1997. The diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for diagnosing the nutrient status of grassland swards I. Model establishment. *Plant and Soil*, 197: 127-135.

[7]. SCHAFFER, B.; LARSON, K. D.; SNYDER, G. H. & SANCHEZ, C. A., 1988, Identification of mineral deficiencies associated with mango decline by DRIS. *Hortscience*, 23 (3): 617 – 619.

[8]. RAGHUPATHI, H. B. & BHARGAVA, B. S. 1997. Preliminary diagnostic soil fertility norms for Alphonso mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 45 (3), 534-536.

[9]. QUAGGIO, J. A. 1996. Adubação e calagem para a mangueira e qualidade dos frutos. In: SÃO JOSÉ, A. R.; SOUZA, I. V. B.; FILHO, J. M. & MORAIS, O. M. *Manga, tecnologia de produção e mercado*. Vitória da Conquista, BA, DFZ/UESB. p. 106-135.

[10]. MALAVOLTA, E., VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas - princípios e aplicações. 2.ed. rev. e atual. Piracicaba, POTAFOS. 319p.

[11]. WADT, P. G. S. 1995. Software para cálculo de índices DRIS, índices IBN mediante diferentes fórmulas. UFV, Viçosa, MG. (dois disquetes 3,5'')

Quadro 1. Teores médios de macronutrientes e micronutrientes na matéria seca das folhas, desvios padrão (S), coeficientes de variação (CV) e relação entre variâncias nas subamostras de alta (A) e de baixa (B) produtividade em pomares de mangueira Tommy Atkins

NUTR.	SUB-AMOSTRA	MÉDIA	S	CV	$(\frac{S^2_{maior}}{S^2_{menor}})$	NUTR.	SUB-AMOSTRA	MÉDIA	S	CV	$(\frac{S^2_{maior}}{S^2_{menor}})$
		g kg ⁻¹		%				mg kg ⁻¹		%	
N	A	14,96	2,01	13,46	1,86	Zn	A	21,56	15,40	71,45	1,02
	B	14,71	2,74	18,62			B	22,22	15,21	68,45	
P	A	1,17	0,26	21,87	3,70	B	A	137,71	46,71	33,92	1,75
	B	1,43	0,5	35,15			B	120,11	61,87	51,51	
K	A	8,25	2,18	26,36	1,57	Cu	A	26,58	20,26	76,25	18,49
	B	8,8	1,74	19,76			B	57,83	87,11	150,65	
Ca	A	24,92	8,40	33,72	1,82	Fe	A	85,27	49,27	57,78	2,33
	B	22,71	6,23	27,41			B	125,36	75,26	60,04	
Mg	A	2,69	1,06	39,45	3,50	Mn	A	647,46	282,80	43,68	1,36
	B	2,76	0,57	20,53			B	670,19	329,63	49,18	

A = Alta produtividade (≥ 250 kg/árvore); B = Baixa produtividade (< 250 kg/árvore).

Quadro 2 Normas DRIS (média, desvio padrão e coeficiente de variação) para as relações entre nutrientes dois a dois para a cultura da mangueira Tommy Atkins no Submédio São Francisco, Nordeste do Brasil

RELAÇÃO	MÉDIA	S	CV	RELAÇÃO	MÉDIA	S	CV
P/N	0,10	0,04	38,5	Cu/K	7,21	11,25	155,98
N/K	1,72	0,42	24,6	Ca/Mg	8,67	3,85	44,46
N/Ca	0,69	0,22	31,86	Ca/B	0,23	0,12	51,38
N/Mg	5,54	1,47	26,58	Ca/Zn	1,88	2,29	121,71
N/B	0,16	0,10	65,44	Ca/Mn	0,04	0,03	66,60
N/Zn	1,18	1,41	119,33	Ca/Fe	0,28	0,23	82,64
N/Mn	0,03	0,02	67,53	Cu/Ca	2,65	3,89	146,84
Fé/N	8,76	5,39	61,48	Mg/B	0,03	0,02	70,81
Cu/N	3,88	5,54	142,6	Mg/Zn	0,23	0,31	133,56
P/K	0,17	0,06	36,98	Mn/Mg	252,68	140,58	55,64
Ca/P	17,94	11,51	64,18	Fe/Mg	46,83	30,29	64,68
B/P	95,24	60,33	63,35	Cu/Mg	23,66	39,26	165,94
P/Zn	0,12	0,17	141,5	B/Zn	9,98	12,43	124,62
P/Mn	0,0026	0,0026	70,71	Mn/B	6,79	4,09	60,27
Fe/P	93,2	64,09	68,77	Fe/B	1,47	1,62	109,68
Cu/P	50,66	86,59	170,93	Cu/B	0,56	0,79	141,54
Ca/K	2,65	0,83	31,12	Fe/Zn	9,92	15,22	153,4
Mg/K	0,33	0,10	31,75	Cu/Zn	4,19	7,70	183,9
K/B	0,10	0,09	96,79	Mn/Zn	60,43	102,63	169,84
K/Zn	0,68	0,69	102,39	Mn/Fe	8,34	8,50	101,91
K/Mn	0,02	0,01	65,37	Cu/Mn	0,12	0,22	185,65
Fe/K	15,03	9,71	64,58	Cu/Fe	0,73	1,23	169,74