



COMUNICADO
TÉCNICO

412

Porto Velho, RO
Fevereiro, 2020

Embrapa

Normas multivariadas para avaliação do estado nutricional de mangueiras cultivar Tommy Atkins, pelo método da Composição da Diagnose Nutricional

Paulo Guilherme Salvador Wadt
Davi Jose Silva

Comunicado Técnico 412¹

¹ **Paulo Guilherme Salvador Wadt**, PhD em Geomática, pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO
Davi Jose Silva, DS em Nutrição de Plantas, Pesquisador Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Introdução

O cultivo da mangueira na região do submédio São Francisco constitui uma atividade consolidada, contribuindo sobremaneira para o desenvolvimento social e econômico da região. O crescimento desta cadeia de valor se deve a vários fatores, entre eles as políticas implantadas para o setor, a demanda crescente pela fruta em nível nacional e internacional, e as tecnologias geradas para a cultura, que envolvem o manejo de solo, da planta, de nutrientes e de irrigação.

A mangueira apresenta ampla adaptabilidade em termos de solo e clima. Porém, para atingir os padrões de produtividade e de qualidade exigidos pelos mercados nacional e internacional, a adoção de um programa de adubação é fundamental para que as demandas nutricionais da cultura sejam atendidas, garantindo a manutenção da produtividade dos pomares e a qualidade pós-colheita dos frutos.

Um programa de adubação correto deve levar em consideração as exigências do material genético, a capacidade do solo em fornecer os nutrientes requeridos, o sistema de manejo e de irrigação, e também o estado nutricional das plantas.

As respostas da mangueira a adubação têm sido amplamente relatadas na literatura. Porém, em virtude da própria variabilidade de ambiente em que a cultura tem sido explorada, nem sempre é possível adaptar essas práticas a todas as condições ecofisiológicas de cultivo da mangueira.

Todavia, o conhecimento do estado nutricional dos pomares em resposta as práticas de adubação e de manejo em geral, possibilita identificar as necessidades nutricionais não atendidas.

Inclusive, o método da Composição da Diagnose Nutricional (ou CND, de seu nome em língua inglesa – Compositional Nutrient Diagnosis) permite identificar, para cada planta, os nutrientes em estado de equilíbrio nutricional, os nutrientes disponibilizados em quantidades insuficientes ou mesmo em excesso.

Conhecendo o estado nutricional, torna-se então possível fazer os ajustes nos programas de adubação de modo a melhorar o equilíbrio das relações nutricionais nos pomares.

É neste sentido que se propõe o presente conjunto de normas multivariadas para a avaliação do estado nutricional da mangueira, como uma alternativa para ajustar os programas de adubação

em função do equilíbrio nutricional dos nutrientes em cada pomar.

Normas nutricionais multivariadas

Foi utilizado um conjunto de dados de monitoramento nutricional de pomares comerciais de mangueiras 'Tommy Atkins', obtidos por técnicos da assistência aos perímetros irrigados da região, pela Embrapa Semiárido (Wadt et al., 2007) e do trabalho

de Pinto (2002). No total foram 274 pomares de mangueiras monitorados. Em cada pomar, para cada nutriente, foram eliminados do banco de dados todos aqueles cujo teor extrapolou o limite da média $\pm 1,96$ desvio padrão do teor, resultando em um banco de dados composto por 181 amostras foliares, o qual foi então utilizado para a obtenção das normas multivariadas, disponibilizadas na Tabela 1.

Essas normas consistem nas médias e desvio padrão das relações multivariadas de cada um dos nutrientes avaliados.

Tabela 1. Teores foliares e normas multivariadas obtidas de um banco de dados de 181 pomares comerciais de mangueira da cultivar Tommy Atkins, cultivados em perímetros irrigados do vale do São Francisco

Nutriente*	Teor	DPTeor	Tdag	DPTdag	Nm	NDP
N	15,6	2,71	1,5570	0,2708	1,0558516	0,0941710
P	1,3	0,34	0,1257	0,0344	-0,0467657	0,1300702
K	9,1	1,46	0,9072	0,1462	0,8221829	0,0978682
Ca	22,4	5,63	2,2405	0,5631	1,2059839	0,1257188
Mg	2,6	0,52	0,2600	0,0524	0,2760327	0,0949912
B	89	38,09	0,0089	0,0038	-1,2329431	0,2436835
Zn	36	23,52	0,0036	0,0024	-1,6561743	0,2518218
Fe	118	49,64	0,0118	0,0050	-1,1000582	0,1919560
Mn	586	297,27	0,0586	0,0297	-0,4476483	0,3099790
Cu	49	61,27	0,0049	0,0061	-1,723533	0,4617121
R			94,8218	0,5668		

Teor e DPTeor, corresponde respectivamente a média e o desvio padrão dos teores dos nutrientes, sendo que os macronutrientes foram expressos em g kg⁻¹ e os micronutrientes foram expressos em mg kg⁻¹; Tdag e DPTdag, corresponde respectivamente a média e o desvio padrão dos teores dos nutrientes, todos expressos em dag kg⁻¹; Nm e NDP, corresponde respectivamente a norma e desvio padrão das relações multivariadas, em valores adimensionais. R = diferença entre 100% e o total de nutrientes identificados na amostra foliar, sendo uma estimativa da matéria seca da amostra.

Avaliação do estado nutricional por meio de relações multivariadas

O método da Diagnose da Composição Nutricional (CND) (Parent; Dafir, 1992) apresenta uma enorme simplificação no cálculo dos índices de equilíbrio nutricional comparativamente aos métodos que utilizaram relações bivariadas, como o método do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação.

Para a interpretação do estado nutricional pelo método CND, basta ter um conjunto de normas preestabelecidas (Tabela 1), embora, seja, mais complexo do que o método convencional,

baseado na Faixa de Suficiência ou no Nível Crítico que simplesmente compara o valor do teor foliar do nutriente na amostra com um determinado valor de referência.

Como exemplo, será apresentada a interpretação do estado nutricional de um pomar de mangueira 'Tommy Atkins' (Tabela 2).

O primeiro passo consiste na transformação dos dados originais em uma única unidade, porcentagem ou mais precisamente em dag kg^{-1} . Para isso, os teores dos macronutrientes (que são apresentados em g kg^{-1}) precisam ser divididos pelo fator 10 e dos micronutrientes (que são apresentados em mg kg^{-1}) divididos pelo fator 10.000, de forma que todos os resultados sejam apresentados em dag kg^{-1} (Tabela 2, quarta coluna).

Tabela 2. Sumário dos cálculos envolvidos para a avaliação do estado nutricional de mangueiras a partir da interpretação do teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Fe, Mn e Cu.

Nutriente	Unidade	Teor	Tdag	Rel_multi	Índice CND	Potencial de resposta à adubação
N	g kg ⁻¹	20,40	2,0400	1,144	0,94	Excesso moderado
P	g kg ⁻¹	1,20	0,1200	-0,086	-0,30	Equilibrado
K	g kg ⁻¹	8,10	0,8100	0,743	-0,81	Equilibrado
Ca	g kg ⁻¹	16,40	1,6400	1,050	-1,24	Insuficiência moderada
Mg	g kg ⁻¹	3,70	0,3700	0,403	1,34	Maior excesso
B	mg kg ⁻¹	41,00	0,0041	-1,553	-1,31	Maior insuficiência
Zn	mg kg ⁻¹	27,00	0,0027	-1,734	-0,31	Equilibrado
Fe	mg kg ⁻¹	79,00	0,0079	-1,268	-0,87	Insuficiência moderada
Mn	mg kg ⁻¹	694,00	0,0694	-0,324	0,40	Equilibrado
Cu	mg kg ⁻¹	95,00	0,0095	-1,188	1,16	Excesso moderado
R	-	-	94,926			
mGeo	-	-	0,146		-	
IBNm	-	-			0,86	-

O próximo passo consiste na determinação do valor R, o qual corresponde a totalidade da massa da amostra subtraída pela massa dos nutrientes avaliados, e que pode ser calculado pelo equivalente a toda biomassa foliar que não corresponde aos nutrientes avaliados, ou seja: $R = 100 - (Tdag_N + Tdag_P + Tdag_K + Tdag_Ca + Tdag_Mg + Tdag_B + Tdag_Zn + Tdag_Fe + Tdag_Mn + Tdag_Cu)$, onde “Tdag_” representa o teor de cada um dos dez nutrientes avaliados, expressos em dag kg⁻¹.

No caso do exemplo, $R = 100 - (2,0400 + 0,1200 + 0,8100 + 1,6400 + 0,3700 + 0,0041 + 0,0027 + 0,0079 + 0,0694 + 0,0095) = 94,926$.

Conhecido o valor de R, pode-se agora calcular a média geométrica (mGeo) dos teores nutricionais: $mGeo = (Tdag_N \times Tdag_P \times Tdag_K \times Tdag_Ca \times Tdag_Mg \times Tdag_B \times Tdag_Zn \times Tdag_Fe \times Tdag_Mn \times Tdag_Cu \times R)^{1/10}$, Onde: mGeo = raiz de ordem “n” do produto dos teores nutricionais e do valor R; “n” = número de nutrientes + 1.

No exemplo da tabela 2, $mGeo = (2,0400 \times 0,1200 \times 0,8100 \times 1,6400 \times 0,3700 \times 0,0041 \times 0,0027 \times 0,0079 \times 0,0694 \times 0,0095 \times 94,926)^{1/10} = 0,146$ (Tabela 2).

Uma vez conhecida a média geométrica, pode-se calcular a relação multivariada, que consiste no logaritmo neperiano do teor do nutriente dividido pela média geométrica:

$$Rel_multi = \ln(Tdag/mGeo),$$

Onde, Rel_multi = relação multivariada de um nutriente qualquer; Tdag = a concentração de um nutriente qualquer, em dag kg⁻¹; mGeo = respectiva média geométrica. No exemplo, a relação multivariada para N (Tdat_N) é dada pela expressão: $Rel_multi_N = \ln(Tdag_N/mGeo) = \ln(2,0400 / 0,146) = 1,144$ (Tabela 2).

O mesmo procedimento é repetido para os demais nutrientes, obtendo-se as relações multivariadas de P (-0,086), K (0,743), Ca (1,050), Mg (0,403), B (-1,553), Zn (-1,734), Fe (1,268), Mn (-0,324) e Cu (-1,188) (Tabela 2).

É importante não confundir os valores positivos ou negativos com o equilíbrio nutricional como estado de insuficiência ou excesso, já que no caso de relações multivariadas, o valor negativo apenas indica que o nutriente está abaixo da média geométrica, e o valor positivo, que ele se encontra acima da média geométrica.

O passo seguinte é calcular o índice CND (icnd) de cada nutriente, quando então valores negativos indicarão tendência de insuficiência e valores positivos indicarão tendência para excesso.

O índice CND de cada nutriente é obtido pela fórmula de Jones (1981):

$$icnd_x = (Rel_multi_x - Nm_x)/NDP_x$$

Onde: $icnd_x$ = índice CND de um nutriente qualquer (X); Rel_multi_x = relação multivariada para esse mesmo nutriente (Tabela 2); Nm_x = norma média da relação multivariada do nutriente X (Tabela 1); e NDP_x = norma desvio padrão da relação multivariada do nutriente X (Tabela 1).

No exemplo, o índice CND para N é dado por: $icnd_N = (1,144 - 1,0558516) / 0,0941710 = 0,94$ (Tabelas 1 e 2).

Para os demais nutrientes, os índices CND são: $icnd_P = -0,30$, $icnd_K = -0,81$, $icnd_Ca = -1,24$, $icnd_Mg = 1,34$, $icnd_B = -1,31$, $icnd_Zn = -0,31$, $icnd_Fe = -0,87$, $icnd_Mn = 0,40$ e $icnd_Cu = 1,16$ (Tabela 2). Portanto, se os nutrientes forem ordenados do menor índice CND ao maior índice CND, teremos a ordem de limitação nutricional, que para essa amostra seria: $B < Ca < Fe < K < Zn < P < Mn < N < Cu < Mg$

Potencial de resposta à adubação

O cálculo do Potencial de Resposta à Adubação tem como finalidade estabelecer um critério objetivo para interpretar o valor do índice CND quanto ao estado nutricional da planta. Por esse critério, os índices CND são classificados em cinco categorias, associadas a um determinado estado nutricional (Wadt, 2005):

a) Maior insuficiência – o nutriente possui alta probabilidade de resposta à correção do estado nutricional (resposta positiva). Nessa situação,

apresenta simultaneamente a condição de ser o nutriente com menor valor para o índice CND e com módulo maior do que o índice de balanço nutricional médio (IBNm).

- b) Insuficiência moderada – o nutriente apresenta moderada probabilidade de resposta à correção do estado nutricional (resposta positiva ou tendendo a nula). Nessa situação, o nutriente insuficiente não é o de menor índice CND, porém, o seu módulo é maior do que o IBNm.
- c) Equilibrado – o nutriente apresenta-se nutricionalmente equilibrado (resposta nula), não requerendo mudança na sua disponibilidade para a planta avaliada.
- d) Excesso moderado – o nutriente apresenta moderada probabilidade de resposta à correção do excesso (resposta negativa ou tendendo a nula). Nessa situação, o nutriente em excesso não é o de maior índice CND, porém, seu módulo é maior do que o IBNm.

e) Maior excesso – o nutriente apresenta alta probabilidade de resposta à correção do excesso (resposta negativa). Nessa situação, o nutriente em excesso corresponde simultaneamente àquele com maior índice CND e com módulo maior do que o IBNm.

O IBNm é obtido pela soma aritmética, em módulo, dos índices CND de cada nutriente avaliado, dividido pelo número de nutrientes avaliados em uma dada planta ou amostra.

No exemplo da Tabela 2, o IBNm corresponde à média aritmética do somatório do módulo:

$$\text{IBNm} = (|\text{icnd_N}| + |\text{icnd_P}| + |\text{icnd_K}| + |\text{icnd_Ca}| + |\text{icnd_Mg}| + |\text{icnd_B}| + |\text{icnd_Zn}| + |\text{icnd_Fe}| + |\text{icnd_Mn}| + |\text{icnd_Cu}|) / 10$$

Ou seja:

$$\text{IBNm} = (|0,94| + |-0,30| + |-0,81| + |-1,24| + |1,34| + |-1,31| + |-0,31| + |-0,87| + |0,40| + |1,16|) / 10, \text{ em que:}$$

$$\text{IBNm} = ((0,94 + 0,30 + 0,81 + 1,24 + 1,34 + 1,31 + 0,31 + 0,87 + 0,40 + 1,16) / 10 = 0,86$$

O índice de balanço nutricional médio corresponde ao desequilíbrio médio dos nutrientes em uma dada situação; nutrientes com índices CND negativos, cujo módulo desse mesmo índice seja superior ao IBNm, são potencialmente mais responsivos à adubação (maior insuficiência e insuficiência moderada), e os demais são não responsivos (equilibrados) ou mesmo com possibilidade de resposta negativa (maior excesso ou excesso moderado).

Aplicando-se essas regras aos índices CND, observa-se que B, Ca e Fe insuficiência, enquanto que Mg, N e Cu apresentam excesso. P, K, Zn e Mn, por sua vez, apresentam-se equilibrados (Tabela 2).

Conclusão

A disponibilização das normas CND multivariadas para mangueiras 'Tommy

Atkins' permite que a avaliação do estado nutricional dos plantios seja realizada utilizando-se o método da Composição da Diagnose Nutricional, possibilitando um manejo mais eficiente das adubações nos pomares comerciais.

Agradecimentos

Agradecemos a Romildo Gonçalves Ribeiro e Maurício Sávio Brandão Teixeira pelas informações disponibilizadas dos pomares de mangueira, utilizadas para a geração das normas CND.

Referências

- JONES, C. A. 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.
- PARENT, L. E.; DAFIR, M. A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, p. 239-242, 1992.
- PINTO, P. A. da C. **Avaliação do estado nutricional da mangueira Tommy Atkins pelo DRIS e da qualidade pós-colheita de frutos no Submédio São Francisco**. 2002. 124 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 227-234, 2005.
- WADT, P. G. S.; SILVA, D. J.; MAIA, C. E.; TOMÉ JUNIOR, 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, p. 57-64, 2007.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Rondônia

Rodovia BR-364, Km 5,5, Zona Rural
Caixa Postal: 127 CEP: 76815-800 - Porto
Velho - RO
Fones: (69) 3219-5004 / (69) 3219-5000 |
www.embrapa.br/rondonia
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

PDF digitalizado (2019).



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Rondônia

Presidente:

Alexsandro Lara Teixeira

Secretária:

Ana Karina Dias Salman

Membros:

André Rostand Ramalho
César Augusto Domingues Teixeira
José Roberto Vieira Junior
Lúcia Helena de Oliveira Wadt
Luiz Francisco Machado Pfeifer
Maurício Reginaldo Alves dos Santos
Pedro Gomes da Cruz
Rodrigo Barros Rocha
Wilma Inês de França Araújo

Normalização bibliográfica

Jeana Garcia Beltrão Macieira

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Revisão de texto:

Wilma Inês de França Araújo

Editoração eletrônica:

Gamma Editora

Foto da capa:

Luiz Henrique Magnante