



Nível crítico foliar em diferentes épocas de amostragem para diagnóstico do estado nutricional da mangueira irrigada⁽¹⁾.

Júlio Justino de Araújo⁽²⁾; Celsemy Eleutério Maia⁽³⁾; Jaqueline Rodrigues Macedo da Costa⁽⁴⁾; Talita Geórgia da Cunha⁽⁵⁾ Luany Gabriely da Silva⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da UFERSA e do IFRN.

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Mossoró, RN; julio_justino@hotmail.com;

⁽³⁾ Professor; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Mossoró, RN; celsemy@ufersa.edu.br;

⁽⁴⁾ Estudante; IFRN; Ipanguaçu, RN; Jaqueline_rodrigues_costa@hotmail.com;

⁽⁵⁾ Estudante; IFRN; Ipanguaçu, RN; talita.georgia@hotmail.com;

⁽⁶⁾ Estudante; IFRN; Ipanguaçu, RN; luany1920@hotmail.com.

RESUMO: A avaliação do estado nutricional por meio da análise foliar vem sendo uma ferramenta bastante útil para o diagnóstico nutricional de várias culturas em diversas partes do mundo. A metodologia do nível crítico pela distribuição normal reduzida vem sendo muito utilizada, determinando a concentração do nutriente no tecido vegetal. O objetivo deste trabalho foi determinar o NCR_{Iz} da mangueira em uma época de amostragem foliar, utilizando a metodologia do nível crítico. O trabalho foi desenvolvido na região do Vale do Açu, importante Pólo produtor de manga do Estado do Rio Grande do Norte, com predominância de solos Neossolos Flúvicos. As amostras foliares foram analisadas quimicamente durante a fase do desenvolvimento fenológico da frutificação da mangueira, a partir dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mn, Fe e Cu e respectivas produtividades foram coletadas em 55 talhões fornecidos pelos produtores e empresas produtoras de manga para exportação. Constatou-se desbalanço nutricional da cultura, e mesmo com os teores de nutrientes dentro da faixa adequada, apresentaram-se deficiências e excessos. A metodologia mostrou-se eficiente na identificação dos nutrientes limitantes da mangueira o que permitiu calcular valores dentro da faixa de referência recomendada pela literatura, sendo, portanto, mais uma ferramenta para o diagnóstico nutricional da cultura, com a vantagem da não necessidade de experimentos em campo.

Termos de indexação: análise foliar, nutrição de plantas, vale do açu.

INTRODUÇÃO

No Brasil, em volume exportado, a manga destaca-se em terceiro lugar entre as frutas frescas, em volume exportado (MDIC, 2007; FERNANDES, 2009), sendo o Estado da Bahia o maior produtor e o Estado do Rio Grande do Norte ocupando a sexta posição (IBRAF, 2007).

No estado do RN o município de Ipanguaçu é o maior exportador (IBGE, 2008), motivos pelos quais a mangueira vem se destacando em razão da sua importância econômica no cenário nacional, regional e local, imprimindo à região Nordeste o posto de principal exportadora de manga, especialmente, para o mercado europeu e Estados Unidos.

Para uma recomendação de adubação adequada, faz-se necessário identificar quais nutrientes são mais limitantes para a produção. Tradicionalmente, essa identificação é realizada por meio de análise do solo juntamente com análises foliares, que visa o aprimoramento das técnicas de diagnóstico do estado nutricional das culturas (MALAVOLTA; GOMES, 1961; ALDRICH, 1973), tendo como vantagem o fato de a planta ser o extrator do nutriente no solo e permitir uma avaliação direta do seu estado nutricional (BEAUFILS, 1971; ORLANDO FILHO *et al.*, 1983). Dentre os principais fatores intervenientes na produtividade da mangueira, o equilíbrio nutricional, durante o ciclo é de fundamental importância. Desse modo, a avaliação do estado nutricional da mangueira por meio de análises de tecido vegetal, principalmente nas folhas, como ferramenta complementar à análise do solo, torna-se de fundamental importância no objetivo de se obter elevada produtividade.

Em virtude da contribuição da diagnose foliar no auxílio da interpretação de desequilíbrios nutricionais das culturas, diversas metodologias foram sugeridas para interpretar os resultados de análise foliar (MAIA *et al.*, 2001; RIBEIRO, 2008) e que juntamente aos resultados das produtividades obtidas, levaram os pesquisadores a tentarem descobrir qual seria a melhor forma de interpretá-los para fins de avaliação do estado nutricional.

Outro aspecto a ser abordado se refere ao uso de fertilizantes que representa uma parcela significativa nos custos de produção, conseqüentemente, avaliações e calibrações de programas de adubação são necessárias, as quais devem ser baseadas em diagnose nutricional (REIS



JUNIOR; MONNERAT, 2003). Porém, outros fatores necessitam ser estudados, mas com ferramentas apropriadas. Conforme Maia (1999), não é possível mais aplicar um único modelo a todos os nutrientes indiscriminadamente, como se o comportamento de N ou P num vegetal seguisse o mesmo modelo que o de Ca ou Mg.

Sendo assim, o manejo nutricional das culturas é uma prática muito utilizada para avaliar quais nutrientes podem estar limitando a produtividade, além de estabelecer programas apropriados de adubação. Para Taiz e Zeiger (2004), o nível crítico vem a ser definido como sendo o conteúdo mínimo de nutriente no tecido vegetal que se correlaciona com crescimento ou produtividade máxima. Segundo Martinez *et al.* (2003), as maiores vantagens do uso de níveis críticos são a facilidade de interpretação dos resultados e a independência entre os níveis, ou seja, a concentração de um nutriente não afeta a concentração do outro. Porém, alguns autores como Lucena (1997); Baldock e Schulte (1996), apresentam como desvantagem a impossibilidade de determinar o grau de deficiência ou de excesso e, ainda, a limitação de identificar qual o nutriente mais problemático, quando existe mais de um nutriente limitante.

Diante desse panorama, o presente trabalho tem como objetivo determinar o nível crítico foliar para N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B e Cu utilizando o método do NCR_{Iz} e avaliar o estado nutricional da mangueira no Baixo Açu na época da frutificação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado com dados de análises foliares e respectivas produtividades, fornecidos pela FINOBRASA Agroindustrial Ltda. e ASPROM – Associação dos Produtores de Manga, representada por pequenos e médios produtores de manga para exportação, inseridos no Programa de Produção Integrada de Manga na região do Vale do Açu, importante polo produtor do Estado do Rio Grande do Norte, com predominância de solos Neossolos Flúvicos.

O Banco de dados foi composto com análises foliares de 20 talhões com área média de 4,00 hectares de mangueiras irrigadas da variedade *Tommy Atkins*, onde foram determinados os teores dos seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Mn, Fe e Cu. Os resultados dessas amostras foram tabulados juntamente com os dados de produtividades em planilha no ExcelTM.

Foram consideradas para o banco de dados, amostras foliares de mangueiras coletadas na época da fase fenológica da frutificação, mas que

ainda não apresentaram o estágio de senescência, caracterizado pela seca e amarelecimento da folha. As análises foram realizadas em diferentes laboratórios pelos produtores, porém seguindo a metodologia de análise foliar recomendada pela Embrapa (1999).

Para o estabelecimento dos valores padrões ou de referência a serem considerados para a metodologia do NCR_{Iz}, foram consideradas como lavouras de alta produtividade aquelas que apresentaram acima de 19 Mg ha⁻¹ pelo maior número de amostras representativas, considerando também as populações de baixa produtividade aquelas com valores inferiores a 19 Mg ha⁻¹.

As amostras foram agrupadas na fase de desenvolvimento fenológico da mangueira, com 20 amostras na fase de frutificação com produtividade média de 17,6 Mg ha⁻¹.

Para a determinação do nível crítico pela distribuição normal reduzida (NCR_{Iz}), foi utilizado o método desenvolvido por Maia *et al.* (2001) que utiliza a distribuição normal ou de Graus – Laplace, com isso, o uso de ensaios de campo para calibração foi desnecessário, dessa forma, utiliza-se somente os resultados de campo, criando-se um banco de dados com resultados da análise foliar e produtividade da cultura em estudo. Foi verificada a normalidade dos dados pelo teste do Qui-Quadrado, e nos casos em que não foi obtida a normalidade os dados foram transformados com o objetivo de seguir a distribuição normal.

Foi adotado para o cálculo do nível crítico o valor de produtividade (P) igual a 90% da máxima produtividade. O nível crítico para cada nutriente é calculado pela equação 1:

$$NC = \frac{1,281552S_p + \bar{x}_p}{1,281552S_q + \bar{x}_q} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

1,281552 é o valor tabelado da distribuição normal - $p(Z \leq 1,281552) = 0,90$

S_p = estimativa do desvio padrão da produtividade

S_q = estimativa do desvio padrão da relação P/ni (produtividade/teor do nutriente i na folha).

\bar{x}_p = estimativa da média da produtividade

\bar{x}_q = estimativa da média da relação P/ni

Para o cálculo do índice que irá determinar a seqüência dos nutrientes de acordo com a ordem de limitação foi empregada a equação 2:

$$I_N = \frac{X}{NC} - 1 \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

I_N = Índice do nutriente;



X = Valor da amostra (População de baixa produtividade);

NC = Nível Crítico do nutriente estimado pelo NCRIZ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores estimados para nível crítico foliar de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B e Cu pela metodologia do NCRIZ são apresentados na Tabela 1. Com o propósito de evitar contaminações nas análises foliares, Silva *et al.* (2002) recomendam para padronização da amostragem de folhas em mangueiras que a coleta seja realizada no período de florescimento ou, preferencialmente, antes, principalmente quando for realizada a aplicação de nitratos ou outro fertilizante foliar para a quebra de dormência das gemas florais. Comparando com os valores encontrados na literatura, verifica-se que em relação à faixa adequada proposta por Quaggio *et al.* (1996), com exceção dos valores de Mn e Cu, ficaram dentro do intervalo de suficiência, sendo que o Mn apresentou valor superior na fase fenológica estudada, e o cobre apresentou valor inferior na fase fenológica de frutificação.

Nesse sentido, a metodologia do NCRIZ estimou satisfatoriamente os níveis críticos foliares de 11 nutrientes para a mangueira *Tommy Atkins* irrigada, semelhante ao observado por Maia *et al.* (2001) para a cultura do café, Lacerda *et al.* (2007) e Ribeiro *et al.* (2008) para o melão cantaloupe.

Tabela 1. Valores dos níveis críticos calculados pela metodologia do NCRIZ para os nutrientes analisados e valores de referência da literatura para a mangueira.

Nutriente	Fase de	Faixa	Medeiros <i>et al.</i> (2005)**
	Frutificação	adequada * Florescim.	Pré-floração
	NCRIZ		
N (dag kg ⁻¹)	1,49	1,20 a 1,40	1,29
P (dag kg ⁻¹)	0,09	0,08 a 0,16	0,12
K(dag kg ⁻¹)	0,99	0,50 a 1,00	0,69
Ca(dag kg ⁻¹)	2,41	2,00 a 3,50	4,14
Mg(dag kg ⁻¹)	0,25	0,25 a 0,50	0,40
S (dag kg ⁻¹)	0,08	0,08 a 0,18	-
Fe (mg kg ⁻¹)	126,25	50 a 200	114
Mn (mg kg ⁻¹)	116,31	50 a 100	189
Cu (mg kg ⁻¹)	7,98	10 a 50	78
Zn (mg kg ⁻¹)	25,19	20 a 40	96
B (mg kg ⁻¹)	67,45	50 a 100	-

FONTE: *Quaggio *et al.* (1996) **Medeiros *et al.* (2005).

Os valores dos resultados das análises foliares realizadas, aplicando-se a metodologia da distribuição normal reduzida "NCRIZ", em mangueira variedade *Tommy Atkins*, população de baixa produtividade, para a fase fenológica de frutificação, estão apresentados nas tabelas 2, 3 e 4, no qual observa-se que ocorreu desequilíbrio nutricional da cultura, sendo que os nutrientes com maiores deficiências foram N e Ca, com percentuais de 82% e 36% respectivamente; no entanto, a seqüência de maiores excessos foi encontrada para Cu, Fe, Zn, Mn e S, com percentuais de 64%, 55%, 55%, 36 e 36% respectivamente.

Tabela 2. Produtividade e Índices de Nutrientes NCRIZ em mangueiras *Tommy Atkins* irrigadas, na fase de frutificação, na população de baixa produtividade

PROD	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Mn	Fe	Cu
9,90	0,09	0,60	0,67	0,16	0,21	-0,27	0,36	1,00	1,79	0,11	0,69
10,80	-0,14	-0,04	-0,01	0,10	-0,23	-0,27	0,36	0,79	2,10	2,25	1,19
13,60	0,22	0,18	0,35	-0,11	0,09	0,71	-0,09	0,65	0,25	0,98	-0,06
14,80	0,04	0,39	0,40	-0,09	0,17	0,71	-0,06	0,45	0,12	0,86	0,07
15,20	-0,05	0,07	0,19	0,30	0,34	0,34	0,53	0,25	1,24	1,26	-0,25
16,70	-0,20	-0,36	-0,49	-0,17	0,01	-0,02	-0,26	-0,21	-0,57	-0,60	0,25
17,30	-0,08	0,93	0,65	0,09	0,17	-0,14	0,60	0,51	0,76	1,18	1,26
17,30	-0,26	-0,25	0,16	0,09	0,17	0,95	0,78	6,74	1,24	2,37	0,07
17,30	-0,06	0,71	0,01	0,46	1,02	1,20	0,48	0,59	-0,14	0,58	5,27
18,40	0,13	0,71	0,37	0,16	0,82	0,59	0,29	1,38	0,20	0,43	0,88
18,50	-0,04	0,71	0,60	0,07	-0,23	0,10	0,36	0,71	0,12	0,03	1,07

Tabela 3. Produtividade e Seqüência de nutrientes de acordo com a ordem de limitação pela metodologia NCRIZ em mangueiras *Tommy Atkins* irrigadas, na fase de frutificação, população de baixa produtividade

PROD	Seqüência de Deficiência e Excesso
9,90	S>N>Fe>Ca>Mg>B>P>K>Cu>Zn>Mn
10,80	S>Mg>N>P>K>Ca>B>Zn>Cu>Mn>Fe
13,60	Ca>B>Cu>Mg>P>N>Mn>K>Zn>S>Fe
14,80	Ca>B>N>Cu>Mn>Mg>P>K>Zn>S>Fe
15,20	Cu>N>P>K>Zn>Ca>Mg>S>B>Mn>Fe
16,70	Fe>Mn>K>P>B>Zn>N>Ca>S>Mg>Cu
17,30	S>N>Ca>Mg>Zn>B>K>Mn>P>Fe>Cu
17,30	N>P>Cu>Ca>K>Mg>B>S>Mn>Fe>Zn
17,30	Mn>N>K>Ca>B>Fe>Zn>P>Mg>S>Cu
18,40	N>Ca>Mn>B>K>Fe>S>P>Mg>Cu>Zn
18,50	Mg>N>Fe>Ca>S>Mn>B>K>Zn>P>Cu



Tabela 4. Percentagens dos índices de nutrientes com maiores limitações por deficiência e excesso, por meio da metodologia NCRIZ, em mangueiras Tommy Atkins irrigadas, na população de baixa produtividade.

FASE	LIMITAÇÃO	NUTRIENTES (%)				
		Frutificação	Deficiência	N	Ca	
Excesso	Cu		Fe	Zn	Mn	S
		82	36			
		64	55	55	36	36

CONCLUSÕES

A metodologia pelo NCRIZ foi eficiente na identificação dos nutrientes limitantes para mangueiras *Tommy Atkins* irrigadas.

Constatou-se desbalanço nutricional da cultura, mesmo com os teores de nutrientes dentro da faixa adequada, apresentaram-se deficiências e excessos.

Verificou-se que pela metodologia do NCRIZ para a fase de frutificação a ordem de limitação dos nutrientes por deficiência foi $N > Ca$; enquanto que a ordem de limitação por excesso foi $Cu > Fe > Zn$.

REFERÊNCIAS

a. Periódicos:

FERNANDES, M. S. Em meio à crise saldo positivo. **IBRAF**, São Paulo, v. 12, p. 24-26, mar. 2009.

LUCENA, J. J. Methods of diagnosis of mineral nutrition of plant: a critical review. *Acta Horticulturae*, Leuven, v. 448, 1997.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C. de; OLIVEIRA, M. de. Nível crítico pelo critério da distribuição normal reduzida: uma nova proposta para interpretação de análise foliar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB. v. 5, n. 2, p. 235-238, 2001.

MEDEIROS, A. A.; AMORIM, J. R. A. de; SILVA, D. J.; GUEDES, F. X.; GUERRA, A. G.; DANTAS, J. A. Composição mineral de folhas e exportação de nutrientes pelos frutos de mangueira, em cultivo irrigado, no Rio Grande do Norte. Natal, RN: Emparn, 2005. 13 p. (Emparn. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 30).

b. Livro:

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Artmed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

c. Capítulo de livro:

MALAVOLTA, E., GOMES, F. P. Foliar diagnosis in Brazil. In: REUTHER, W. Plant analysis and fertilizers problems. Washington: American Institute of Biological Science, 1961. p. 180-189.

MARTINEZ, H. E. P.; MENEZES, J. F. S.; SOUZA, R. B.; ALVAREZ, V. V. H.; GUIMARÃES, P. T. G. Faixa crítica de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 6, p. 703-713, 2003.

ORLANDO FILHO, J., ZAMBELLO JUNIOR, E. Diagnose foliar. In: ORLANDO FILHO, J. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba: Instituto do açúcar e do álcool. 1983. p. 125-152.

SILVA, D. J.; QUAGGIO, J. A.; PINTO, P. A. da C.; PINTO, A. C. de Q.; MAGALHÃES, A. F. de J. Nutrição e Adubação. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (ed.). *A Cultura da mangueira*. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2002. p. 207-209.

d. Trabalho em Anais:

RIBEIRO, G. M.; MAIA, C. E.; LACERDA, V. da S. Nível crítico foliar pela distribuição normal reduzida (NCRIZ) em melão cantaloupe irrigado. In: **Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, 2008, São Mateus, ES. Anais... São Mateus, ES: [p. 1], 2008.

e. Dissertação e Tese

RIBEIRO, G. M. Avaliação de metodologias na diagnose nutricional do melão cantaloupe irrigado na região da Chapada do Apodi-RN. 2008. 86f. Dissertação (Mestrado em irrigação e Drenagem) – UFERSA, Mossoró, RN, 2008.

f. CD-ROM:

MAIA, C. E. Análise crítica da fórmula original de Beaufils no cálculo dos índices DRIS: a constante de sensibilidade. In: WADT, P. G. S. & MALAVOLTA, E. (Coord.) **Simpósio Sobre Monitoramento Nutricional Para a Recomendação de Adubação de Culturas**. Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1999. (CD-Rom).

g. Internet:

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. São Paulo, 2007. Disponível em [HTTP://www.ibraf.org.br/estatistica/ProduçãoBrasileira deFrutasporEstado2007.pdf](http://www.ibraf.org.br/estatistica/ProduçãoBrasileira%20deFrutasporEstado2007.pdf). Acesso em Outubro de 2009.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. Brasília, 2007. Disponível em [http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/consulta_nova/consulta.asp?tip_consulta=ExpNCM&titulo_p=Exporta %E7%E3o%20Brasileira&titulo_s=1996%20a%202009](http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br/consulta_nova/consulta.asp?tip_consulta=ExpNCM&titulo_p=Exporta%20E3o%20Brasileira&titulo_s=1996%20a%202009). Acesso em out., 2009.