

CIRCULAR TÉCNICA

120

Petrolina, PE
Julho, 2020

Normas DRIS log-transformadas e planilha de cálculo para avaliação do estado nutricional de mangueiras ‘Tommy Atkins’

Davi José Silva
Paulo Guilherme Salvador Wadt

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO
E AGRICULTURA
SUSTENTÁVEL



Normas DRIS log-transformadas e planilha de cálculo para avaliação do estado nutricional de mangueiras ‘Tommy Atkins’¹

O cultivo da mangueira (*Mangifera indica* L.) no Submédio São Francisco constitui uma atividade de grande impacto social e econômico, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento da região. O sucesso dessa atividade agrícola está relacionado às condições climáticas da região, favoráveis durante o ano inteiro, à disponibilidade de água para irrigação e das práticas agrícolas adotados para o cultivo. A adoção de espaçamentos reduzidos permite o aumento do número de árvores por área, desde que se sejam realizadas podas mais frequentes e, conseqüentemente, o aumento da produção, o que, com o uso de reguladores vegetais, que atuam na fisiologia da planta, permite a produção em qualquer época do ano.

Neste contexto, o manejo de nutrientes é de fundamental importância para a obtenção de produções elevadas e com frutos de alta qualidade. O monitoramento do estado nutricional das plantas, realizado por meio da análise foliar, normalmente é interpretado pelos critérios do nível crítico (NC) ou das faixas de suficiência (FS). Estes critérios têm sido aplicados com sucesso em várias culturas, anuais e perenes. No entanto, a eficiência desses métodos na diagnose nutricional das plantas é influenciada por diversos fatores que não estão diretamente relacionados com a disponibilidade de nutrientes, como cultivar, luminosidade, temperatura, regime hídrico, doenças, entre outros, mas que afetam o acúmulo de matéria seca pelas plantas. Assim, tanto NC quanto FS, somente representariam adequadamente o estado nutricional das culturas com relação a um determinado nutriente em condições ambientais e de manejo semelhantes àquelas nas quais esses índices foram determinados.

Diante das limitações intrínsecas desses métodos, o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) tem sido apontado como uma alternativa para o manejo nutricional de frutíferas como a mangueira, garantindo maior produtividade a esta cultura e, inclusive, identificando desequilíbrios nutricionais que predisõem a mangueira a problemas de ordem fisiológica.

Neste trabalho, são apresentadas as normas DRIS, obtidas em pomares de mangueira ‘Tommy Atkins’ irrigadas na região do Submédio do Vale do São Francisco. Esses pomares apresentam elevado nível tecnológico, com a maior

¹Davi José Silva, engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE; Paulo Guilherme Salvador Wadt, engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Rondônia, Rondônia, RO.

parte dos fertilizantes sendo aplicados via fertirrigação, o que possibilita uma melhor distribuição dos nutrientes, tanto pela maior eficiência do sistema de irrigação, comparada com a adubação no solo, quanto pela possibilidade de fornecimento dos nutrientes em função da demanda em cada fase de desenvolvimento da planta.

As normas DRIS foram obtidas de relações log-transformadas, o que proporciona melhor exatidão e precisão dos diagnósticos produzidos, resultando em recomendações mais assertivas. Ainda com a finalidade de facilitar a utilização destas normas, foi disponibilizada planilha de cálculo dos índices DRIS e da interpretação do estado nutricional da mangueira.

Normas nutricionais bivariadas log-transformadas

Foi utilizado um conjunto de dados de monitoramento nutricional de pomares comerciais de mangueiras 'Tommy Atkins' na região do Submédio São Francisco, obtidos por técnicos da assistência aos perímetros irrigados da região (Wadt et al., 2007) e de uma tese de doutorado (Pinto, 2002). No total, foram 274 pomares de mangueiras monitorados. Em cada pomar, para cada nutriente, foram eliminados do banco de dados aqueles cujo teor extrapolou o limite da média \pm 1,96 desvio-padrão do teor do nutriente (Tabela 1).

Essas normas consistem nas médias e desvio-padrão das relações bivariadas log-transformadas de cada um dos nutrientes avaliados.

Tabela 1. Teores foliares e normas bivariadas log-transformadas (adimensionais) obtidas de um banco de dados de 274 pomares comerciais de mangueira (*Mangifera indica* L.) da cultivar Tommy Atkins, cultivados em perímetros irrigados no Submédio do Vale do São Francisco.

Nutriente ou relação nutricional	Média	Desvio-padrão	n*	Nutriente ou relação nutricional	Média	Desvio-padrão	n*
N (g kg ⁻¹)	15,8	2,8	265	Log (Mg/B)	-1,501	0,2714	252
P (g kg ⁻¹)	1,3	0,4	258	Log (Mg/Zn)	-1,049	0,3087	248
K (g kg ⁻¹)	9,1	1,5	260	Log (Mg/Fe)	-1,632	0,2313	250
Ca (g kg ⁻¹)	22,6	5,7	264	Log (Mg/Mn)	-2,297	0,3100	249
Mg (g kg ⁻¹)	2,6	0,5	261	Log (Mg/Cu)	-0,991	0,4840	247
B (mg kg ⁻¹)	90	38,1	263	Log (B/N)	0,711	0,2635	255
Zn (mg kg ⁻¹)	35	23,0	258	Log (B/P)	1,819	0,2834	248

n* = número de observações.

Continua...

Continuação.

Nutriente ou relação nutricional	Média	Desvio-padrão	n*	Nutriente ou relação nutricional	Média	Desvio-padrão	n*
Fe (mg kg ⁻¹)	120	52,1	261	Log (B/K)	0,948	0,2505	250
Mn (mg kg ⁻¹)	597	297,8	261	Log (B/Ca)	0,560	0,2187	255
Cu (mg kg ⁻¹)	45	57,4	258	Log (B/Mg)	1,501	0,2714	252
Log (N/P)	1,108	0,1412	251	Log (B/Zn)	0,454	0,4147	248
Log (N/K)	0,239	0,1032	255	Log (B/Fe)	-0,135	0,3404	251
Log (N/Ca)	-0,149	0,1510	256	Log (B/Mn)	-0,804	0,4032	252
Log (N/Mg)	0,786	0,1152	253	Log (B/Cu)	0,516	0,5983	248
Log (N/B)	-0,711	0,2635	255	Log (Zn/N)	0,258	0,3072	250
Log (N/Zn)	-0,258	0,3072	250	Log (Zn/P)	1,364	0,3273	245
Log (N/Fe)	-0,842	0,2248	254	Log (Zn/K)	0,507	0,2964	245
Log (N/Mn)	-1,505	0,3370	253	Log (Zn/Ca)	0,116	0,3217	249
Log (N/Cu)	-0,193	0,4761	251	Log (Zn/Mg)	1,049	0,3087	248
Log (P/N)	-1,108	0,1412	251	Log (Zn/B)	-0,454	0,4147	248
Log (P/K)	-0,869	0,1226	246	Log (Zn/Fe)	-0,586	0,3374	247
Log (P/Ca)	-1,250	0,1676	249	Log (Zn/Mn)	-1,228	0,4140	246
Log (P/Mg)	-0,322	0,1412	248	Log (Zn/Cu)	0,068	0,5512	248
Log (P/B)	-1,819	0,2834	248	Log (Fe/N)	0,842	0,2248	254
Log (P/Zn)	-1,364	0,3273	245	Log (Fe/P)	1,954	0,2362	247
Log (P/Fe)	-1,954	0,2362	247	Log (Fe/K)	1,085	0,2139	251
Log (P/Mn)	-2,610	0,3576	246	Log (Fe/Ca)	0,694	0,2450	253
Log (P/Cu)	-1,308	0,4924	243	Log (Fe/Mg)	1,632	0,2313	250
Log (K/N)	-0,239	0,1032	255	Log (Fe/B)	0,135	0,3404	251
Log (K/P)	0,869	0,1226	246	Log (Fe/Zn)	0,586	0,3374	247
Log (K/Ca)	-0,383	0,1388	253	Log (Fe/Mn)	-0,664	0,3767	249
Log (K/Mg)	0,547	0,1139	249	Log (Fe/Cu)	0,655	0,5224	247
Log (K/B)	-0,948	0,2505	250	Log (Mn/N)	1,505	0,3370	253
Log (K/Zn)	-0,507	0,2964	245	Log (Mn/P)	2,610	0,3576	246
Log (K/Fe)	-1,085	0,2139	251	Log (Mn/K)	1,740	0,3345	249
Log (K/Mn)	-1,740	0,3345	249	Log (Mn/Ca)	1,364	0,3445	253
Log (K/Cu)	-0,432	0,5052	245	Log (Mn/Mg)	2,297	0,3100	249
Log (Ca/N)	0,149	0,1510	256	Log (Mn/B)	0,804	0,4032	252
Log (Ca/P)	1,250	0,1676	249	Log (Mn/Zn)	1,228	0,4140	246
Log (Ca/K)	0,383	0,1388	253	Log (Mn/Fe)	0,664	0,3767	249
Log (Ca/Mg)	0,932	0,1640	253	Log (Mn/Cu)	1,292	0,5690	246
Log (Ca/B)	-0,560	0,2187	255	Log (Cu/N)	0,193	0,4761	251
Log (Ca/Zn)	-0,116	0,3217	249	Log (Cu/P)	1,308	0,4924	243

n*= número de observações.

Continua...

Continuação.

Nutriente ou relação nutricional	Média	Desvio-padrão	n*	Nutriente ou relação nutricional	Média	Desvio-padrão	n*
Log (Ca/Fe)	-0,694	0,2450	253	Log (Cu/K)	0,432	0,5052	245
Log (Ca/Mn)	-1,364	0,3445	253	Log (Cu/Ca)	0,045	0,5293	249
Log (Ca/Cu)	-0,045	0,5293	249	Log (Cu/Mg)	0,991	0,4840	247
Log (Mg/N)	-0,786	0,1152	253	Log (Cu/B)	-0,516	0,5983	248
Log (Mg/P)	0,322	0,1412	248	Log (Cu/Zn)	-0,068	0,5512	248
Log (Mg/K)	-0,547	0,1139	249	Log (Cu/Fe)	-0,655	0,5224	247
Log (Mg/Ca)	-0,932	0,1640	253	Log (Cu/Mn)	-1,292	0,5690	246

n*= número de observações.

Avaliação do estado nutricional por meio de relações bivariadas log-transformadas

A utilização do procedimento de realizar a transformação logarítmica das relações bivariadas tem como vantagem a redução em 50% do número de relações nutricionais a serem avaliadas. Ainda assim, os procedimentos de cálculos envolvidos são exaustivos, o que desestimula o uso do método mesmo para usuários mais experientes.

Para sanar esta dificuldade, foi desenvolvida uma planilha de cálculo dos índices DRIS e de sua interpretação pelo critério do potencial de resposta à adubação que permite a obtenção do diagnóstico nutricional sem a necessidade de se realizar nenhum procedimento de cálculo (Figura 1).

Esta planilha é dividida em três partes principais: dados cadastrais, dados da nutrição da mangueira e informações técnicas complementares. A parte dos dados cadastrais permite que o usuário insira na planilha seu logotipo ou marca empresarial, com informações do profissional responsável pelo laudo técnico, da propriedade rural, do proprietário, do local de coleta das amostras e do tipo de amostra obtida, além do laboratório responsável pelas análises foliares (Figura 2).

Embrapa										
Técnico Responsável:		Orgão:			CPF:					
Inscrição Profissional:					Cidade/UF:					
Proriedade rural:										
Responsável Legal:										
Identificação do Pomar:					Área (ha):					
Cultivar:		Safrá:			Idade do pomar:					
Laboratório:					Época amostragem:					
Identificação da Amostra:		Observações:								
os valores abaixo devem ser substituídos pelos da análise enviada pelo laboratório										
N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Fe	Mn	Cu	
g/kg										
18,0	1,10	10,00	20,00	3,00	120	20	120	620	30	
Índices DRIS (fórmula de Jones, 1981; relações log transformadas; Normas: Embrapa Semiárido 2018)										
I _N	I _P	I _K	I _{Ca}	I _{Mg}	I _B	I _{Zn}	I _{Fe}	I _{Mn}	I _{Cu}	IBNm
0,19	-0,42	0,10	-0,43	0,24	0,47	-0,54	0,09	0,18	0,11	0,28
Estado Nutricional (determinado pelo critério do Potencial de Resposta à Adubação (Wadt, 2005))										
N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Fe	Mn	Cu	
Equilibrado	Insuf	Equilibrado	Insuf	Equilibrado	> Exc	> Insuf	Equilibrado	Equilibrado	Equilibrado	
Índices DRIS					Distribuição das Insuficiências					
Parecer fundamentado:										
Recomendações:										
Assinatura: _____					Data: 09/06/2020					
Nome: _____					Versão 20181024b - Autoria: WADT, PGS & SILVA, DJ (2018), Embrapa					

Figura 1. Planilha de cálculo dos índices DRIS e interpretação do estado nutricional de mangueiras (*Mangifera indica* L.) cultivar Tommy Atkins.

Disponível no link: <https://www.embrapa.br/documents/1355026/1529260/DRIS+Manga+2018/cb0d3cbf-433c-fd9f-1613-eff41495a1cc>.

Técnico Responsável:			
Inscrição Profissional:	Orgão:	CPF:	
Propriedade rural:		Cidade/UF:	
Responsável Legal:			
Identificação do Pomar:	Área (ha):		
Cultivar:	Safra:	Idade do pomar:	
Laboratório:		Época amostragem:	
Identificação da Amostra:	Observações:		

Iga Tommy Aktins'

Figura 2. Área da planilha DRIS Manga para inserção de dados cadastrais

A segunda parte da planilha é onde serão tratadas as informações nutricionais propriamente ditas (Figura 3). Nesta parte, há o local destinado à entrada dos dados dos teores dos nutrientes na amostra do tecido foliar, os índices DRIS de cada nutriente e o índice IBNm obtido e a interpretação do estado nutricional em cinco classes (maior insuficiência = > Insuf; insuficiência moderada = Insuf; equilibrado = equilibrado; excesso moderado = exc; e maior excesso = > exc).

Nesta parte da planilha também há dois gráficos. No primeiro (gráfico de barras) é mostrada a magnitude dos índices DRIS dos nutrientes avaliados; no segundo (gráfico de radar) é apresentado o grau de insuficiência dos nutrientes considerados limitantes (Figura 3).

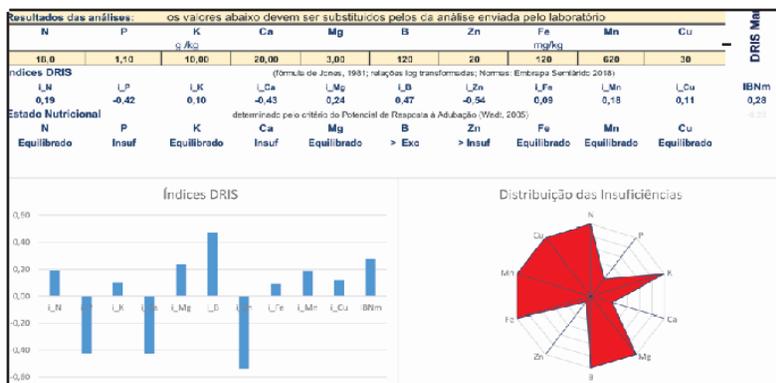


Figura 3. Área da planilha destinada à realização da análise do estado nutricional da manga (*Mangifera indica* L.).

Nesta parte da planilha, basta ir atualizando os valores dos teores dos nutrientes (Figura 4), considerando-se que as unidades para os macronutrientes devem ser sempre em g kg⁻¹, e para os micronutrientes, em mg kg⁻¹. À

medida que os valores dos teores dos nutrientes vão sendo informados, automaticamente os índices DRIS de cada nutriente, o IBNm e os gráficos também são atualizados.

Laboratório:				Observações:				Época amostragem:	
Identificação da Amostra:									
Resultados das análises: (valores abaixo devem ser substituídos pelo constantes na análise foliar)									
N	P	K	Ca	Mg	B	Zn	Fe	Mn	Cu
		g /kg				mg/kg			
18,0	1,10	10,00	20,00	3,00	120	20	120	620	30
Índices DRIS (fórmula de Jones, 1981; relações log transformadas; Normas: Embrapa Semiárido 2018)									
I _L N	I _L P	I _L K	I _L Ca	I _L Mg	I _L B	I _L Zn	I _L Fe	I _L Mn	I _L Cu
0,19	-0,42	0,10	-0,43	0,24	0,47	-0,54	0,09	0,18	0,11

Figura 4. Área da planilha destinada aos resultados das análises e atualização dos dados dos teores dos nutrientes nas folhas da mangueira (*Mangifera indica* L.).

Nesta área da planilha, para cada coluna com a identificação dos nutrientes, vão sendo apresentados os teores dos nutrientes informados, o seu respectivo índice DRIS e a interpretação correspondente quanto ao estado nutricional, a exemplo do que foi apresentado para o nutriente cálcio (Figura 5).

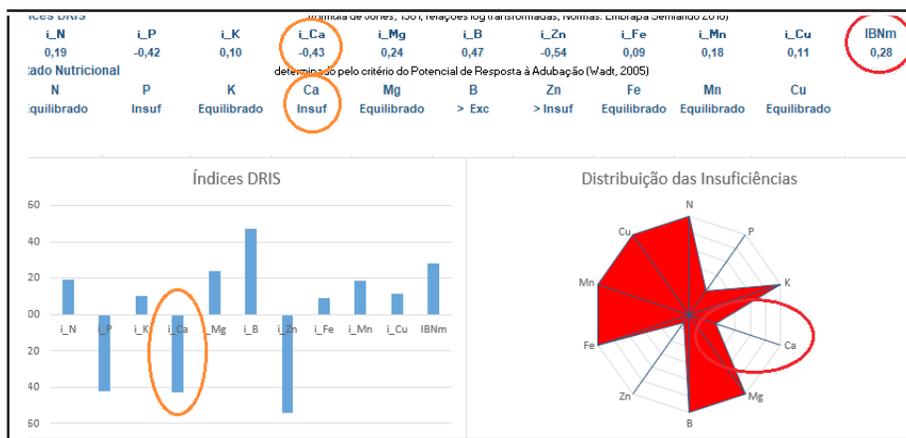


Figura 5. Apresentação dos resultados dos índices DRIS, da interpretação do estado nutricional e dos resultados visuais (gráficos de barras e radar), destacando os resultados para o nutriente Ca.

A terceira parte da planilha destina-se à elaboração de parecer fundamentado do técnico responsável pelo manejo nutricional e para a descrição de alguma recomendação técnica que venha a ser utilizada, bem como para a assinatura do laudo de recomendação técnica (Figura 6).

Parecer fundamentado:	
Recomendações:	
Assinatura:	
Nome:	
Data:	24/10/2018
Versão 20181024b - Autoria: WADT, PGS & SILVA, DJ (2018), Embrapa	

Figura 6. Área da planilha destinada à elaboração de parecer fundamentado e das recomendações técnicas.

Recomendações de ajustes no manejo nutricional

A principal informação disponibilizada na planilha é a interpretação do estado nutricional do pomar, com base no método do potencial de resposta à adubação (Wadt, 2005). A partir desta informação, com o histórico de manejo do pomar e as informações de fertilidade do solo, é que devem ser feitos os ajustes no manejo de adubação do pomar, com base nas seguintes interpretações do estado nutricional:

- **Maior insuficiência (> Insuf):** o manejo deverá ser feito para aumentar a disponibilidade do nutriente, seja via adubação direta ou por prática de manejo que facilite a aquisição do nutriente pela planta.
- **Insuficiência moderada (Insuf):** o aumento da disponibilidade do nutriente pode ser vantajoso e deve ser adotado sempre que os custos forem justificados, já que há alguma probabilidade de ausência de resposta da planta à maior disponibilidade do nutriente.
- **Equilibrado:** o manejo do nutriente deve ser mantido nas mesmas condições realizadas até o momento da retirada da amostra foliar, caso nenhuma alteração significativa no sistema de produção tenha sido realizada.

- Excesso moderado (Exc): deve ser verificada a possibilidade de reduzir a disponibilidade do nutriente, seja por redução de sua aplicação ou das condições que afetam sua disponibilidade.
- Maior excesso (> Exc): o manejo deverá ser feito para reduzir a disponibilidade do nutriente, seja via adubação direta ou por prática de manejo que facilite a redução da aquisição do nutriente pela planta.

Considerações finais

A disponibilização das normas DRIS bivariadas log-transformadas, com a planilha de cálculo dos índices DRIS e sua interpretação permitem que a avaliação do estado nutricional dos plantios de mangueiras 'Tommy Atkins' seja realizada facilmente, possibilitando um manejo mais eficiente das adubações nos pomares comerciais.

Referências

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. 124p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

WADT, P. G. S. Relationships between soil class and nutritional status of coffee crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, 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, n. 1, p. 57-64, 2007.

Esta publicação está disponibilizada no endereço:
<http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>
Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Semiárido
BR 428, km 152, Zona Rural
Caixa Postal 23
CEP 56302-970, Petrolina, PE
Fone: (87) 3866-3600
Fax: (87) 3866-3815

1ª edição
2020



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Semiárido

Presidente

Flávio de França Souza

Secretária-Executiva

Juliana Marins Ribeiro

Membros

*Ana Ceclia Poloni Rybka, Bárbara França
Dantas, Diogo Denardi Porto, Elder Manoel de
Moura Rocha, Geraldo Milanez Resende,
Gislene Feitosa Brito Gama, José Maria Pinto,
Pedro Martins Ribeiro Júnior, Rita Mércia
Estigarribia Borges, Sidinei Anunciação Silva,
Tadeu Vinhas Voltolini*

Supervisão editorial

Sidinei Anunciação Silva

Revisão de texto

Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica

Sidinei Anunciação Silva

Tratamento das ilustrações

Nivaldo Torres dos Santos

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Nivaldo Torres dos Santos

Foto da capa

Davi José Silva

CGPE 15916