



DIAGNÓSTICO E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO (DRIS) NA CULTURA DO MAMOEIRO

Aureliano Nogueira da Costa¹; Adelaide de Fátima Santana da Costa²

¹Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper, Diretor Técnico da Fapes aureliano@incaper.es.gov.br; ²Doutora em Fitotecnia, Pesquisadora e coordenadora de Fruticultura do Incaper, , adelaide@incaper.es.gov.br

INTRODUÇÃO

A fruticultura é um dos setores do agronegócio que se destaca na economia nacional e internacional e apresenta importante papel na geração de empregos e renda reafirmando sua importância social e econômica. Os avanços da fruticultura são atribuídos ao melhoramento tecnológico e gerencial, particularmente quanto à inserção de metodologias para o diagnóstico do estado nutricional das lavouras visando otimizar a recomendação de adubação.

A fruticultura para atender a demanda crescente da sociedade quanto à exigência por qualidade requer, cada vez mais, sistemas de produção redimensionados a fim de incluir componentes ambientais, por meio de uma mudança conceitual principalmente do desenvolvimento e implantação de tecnologias com ênfase no produto final de qualidade e produtividade com baixo impacto ambiental.

A produtividade e qualidade das frutas são importantes fatores de competitividade em função das exigências do mercado consumidor, além da visão sustentável quanto ao uso dos insumos agrícolas para a produção de frutas. Neste contexto, a fertilidade do solo e a nutrição de planta são fundamentais na produtividade e qualidade das frutas, em função da alta exigência nutricional durante todo o ciclo da planta, que de modo progressivo, aumenta a demanda por macronutrientes e micronutrientes em função do crescimento, desenvolvimento e da produção.

A cultura do mamoeiro para responder com alta produtividade e qualidade dos frutos depende da disponibilidade de água e nutrientes para atender às crescentes exigências nutricionais. O sucesso da recomendação de adubação e calagem depende, principalmente, do diagnóstico da fertilidade do solo e da nutrição da planta que deve ser um processo criterioso, com base nos resultados da análise física e química do solo, para identificar a



disponibilidade dos nutrientes no solo, e na absorção pela planta, por meio da diagnose foliar.

O solo é um sistema complexo, de natureza física, química e mineralógica variável, que além da função de sustentação das plantas tem o importante papel na disponibilidade de nutrientes em função das relações de troca existente no solo, que em última análise, interfere como fonte de nutrientes.

O diagnóstico é processo inicial que deve ser feito com base nos critérios para análise de solo e análise foliar. Os resultados obtidos com o diagnóstico auxiliarão no processo de tomada de decisão quanto à recomendação de calagem e adubação.

O manejo nutricional visa obter o equilíbrio entre os nutrientes para promover o aumento do vigor da planta e sua resistência às condições adversas do clima e/ou ataque de pragas e doenças. O equilíbrio nutricional é fundamental para atender às exigências da planta nas diferentes etapas de crescimento e desenvolvimento, condição básica para evitar o stress pela deficiência e/ou excesso nutricional.

NUTRIÇÃO DE PLANTAS

A nutrição de plantas é um importante fator para a máxima taxa de crescimento e produção vegetal que é resultante do adequado suprimento de acordo com o requerimento da planta (RENDIG; TAYLOR, 1989).

O uso de fertilizantes e corretivos em quantidades adequadas é fundamental para atender aos critérios econômicos e, ao mesmo tempo, conservar a fertilidade do solo para manter e/ou elevar a produtividade e qualidade dos frutos.

A maior resposta da planta é obtida quando se incorpora os conceitos de fertilidade de solo, disponibilidade de nutrientes e recomendações com base nas exigências nutricionais das culturas, com ênfase na inovação dos sistemas de recomendação de adubação.

A contribuição da nutrição mineral no aumento da produtividade vem sendo citada como principal fator de produção (LIEBIG, 1873 citado por MARSCHNER, 1988)



DIAGNOSE FOLIAR

A diagnose foliar vem mostrando-se bastante útil no diagnóstico do estado nutricional e nas recomendações de adubação (COSTA, 1996), em que o teor do nutriente na planta é resultante da ação e interação entre os fatores que afetam a disponibilidade do nutriente no solo e a absorção pela planta (MUNSON ; NELSON, 1973).

A diagnose foliar, baseada em métodos padronizados de amostragem, é o critério mais eficaz na avaliação do estado nutricional do mamoeiro, com a grande vantagem de se considerar a própria planta como o extrator dos nutrientes do solo, permitindo a avaliação direta de seu estado nutricional, constituindo, assim, uma forma indireta de avaliação da fertilidade do solo (COSTA; COSTA , 2003).

SISTEMA INTEGRADO DE DIAGNOSE E RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO – DRIS

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação de Adubação (DRIS) é um método de diagnose do estado nutricional de planta que vem sendo utilizado em diversas culturas e tem como base o cálculo de índice para cada nutriente, considerando sua relação com os demais, e comparando cada relação com as relações médias de uma população de referência.

Desenvolvido originalmente por Beaufils,(1971), com propósitos amplos de diagnosticar as causas primárias e secundárias que afetam a produtividade das culturas, atualmente, o DRIS está popularizando-se e vem sendo utilizado com sucesso como um método de avaliação do estado nutricional do mamoeiro e do abacaxizeiro.

O INCAPER desenvolveu o *software* DRIS para a cultura do mamoeiro, que vem sendo utilizado com sucesso no diagnóstico do estado nutricional e recomendação de adubação. Costa (1995) com base em dados obtidos em lavouras representativas do cultivo comercial, desenvolveu um trabalho pioneiro, estabelecendo normas DRIS de referência para o mamoeiro do grupo Solo.

O “status” nutricional do mamoeiro, ou seja, o equilíbrio relativo entre os nutrientes integra, dentro de certos limites, as condições capazes de refletirem seu potencial produtivo, sendo as normas de referência elaboradas para a população de alta produtividade.



Para o cálculo dos índices DRIS tem-se adotado a fórmula de Jones (1981) modificada por Leite (1993):

$$ID_x = \frac{[Z(X/Y_1) + Z(X/Y_2) + \dots + Z(Y_{n-2}/X) - Z(Y_{n-1}/X) - Z(Y_n/X)]}{[2(n-1)]}$$

e

$$Z(X/Y) = [(X/Y) - (x/y)] \cdot k/s,$$

Em que:

ID_x = Índice DRIS do nutriente X

$Z(X/Y)$ = Função da relação entre os nutrientes X e Y da amostra;

(X/Y) = Valor da relação entre os nutrientes X e Y na amostra;

x/y = Valor da norma média para as relações X/Y na população de alta produtividade.

n = Número de nutrientes envolvidos no diagnóstico;

k = Valor constante (normalmente utiliza-se 10); e

s = Desvio padrão dos valores das relações X/Y na população de alta produtividade.

O índice de balanço nutricional (IBN) é calculado por meio do somatório dos valores absolutos dos índices DRIS, obtidos para cada nutriente em cada lavoura, conforme a equação:

$$IBN = | \acute{I}D_{x1} | + | \acute{I}D_{x2} | + \dots + | \acute{I}D_{x3} |$$

O DRIS utiliza os resultados da análise química vegetal, para os cálculos dos índices DRIS a partir das relações envolvendo as concentrações dos nutrientes, tomados dois a dois. Para o cálculo dos índices DRIS, compara-se, por meio de uma equação estudentizada, as relações na amostra que está sendo analisada com as relações padrões para a cultura em questão, denominadas de normas DRIS, obtidas de lavouras comerciais de alta produtividade e qualidade dos frutos.

Os índices DRIS, obtidos para cada nutriente, podem assumir valores negativos, que indicam deficiência nutricional; valores positivos, que indicam excesso; e valores próximos ou iguais a zero, que indicam o estado ideal de equilíbrio nutricional. Desse modo, fornece a ordem de limitação dos nutrientes, classificando-os na seqüência de deficiência a excesso, o que permite estimar o equilíbrio nutricional.

O DRIS calcula o índice de balanço nutricional (IBN), que corresponde ao somatório dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, e indica o equilíbrio nutricional global



da planta, em que, quanto menor for o valor para o IBN, melhor será o estado nutricional da lavoura analisada.

As principais vantagens verificadas por Costa (1995) no uso do DRIS são:

1. O uso das relações das concentrações dos nutrientes, tomados dois a dois, são freqüentemente, os melhores indicadores do estado nutricional da cultura do que a concentração do nutriente tomada isoladamente;
2. A diagnose nutricional é calculada com base no equilíbrio entre os diversos nutrientes, a partir de um banco de dados obtidos de uma população com características desejáveis, como por exemplo, alta produtividade e qualidade dos frutos. A consideração do equilíbrio nutricional ótimo é particularmente importante nas situações em que pretende-se atingir altas produtividades.
3. As normas DRIS (média, desvio-padrão e coeficiente de variação para a população de alta produtividade e com características desejáveis) podem ser aplicadas em várias regiões do país;
4. O diagnóstico pode ser feito em diferentes fases fenológicas e independentemente do cultivar.
5. Os nutrientes limitantes, tanto por deficiência quanto por excesso, podem ser prontamente identificados e ordenados em função do desequilíbrio.

NORMAS DE REFERÊNCIA PARA O USO DO DRIS NO MAMOEIRO

As normas de referência para o uso do DRIS é o processo pelo qual se estabelece, com base nas lavouras de alta produtividade e qualidade dos frutos, os valores da média, desvio padrão e coeficiente de variação (C.V.) , obtidas da concentração dos macronutrientes (g.kg^{-1}) e dos micronutrientes (mg.kg^{-1}) em lavouras representativas no cultivo comercial. Essas normas de referência são fundamentais para o uso do DRIS, em função da necessidade desses valores para o cálculo dos índices DRIS (COSTA,1995).

O uso eficiente do DRIS depende das normas de referência que devem ser obtidas para lavouras representativas no cultivo comercial do mamoeiro e devem ser específicas para



cada grupo, ou seja, as normas devem ser desenvolvidas para o grupo solo independente das normas do grupo formosa no sentido de evitar generalizações.

Aplicando-se as normas DRIS para o mamoeiro do grupo solo, obtém-se os índices DRIS para cada lavoura, e para cada nutriente. O índice DRIS informa, pela sua magnitude, o balanço de cada nutriente em relação aos demais, bem como a intensidade com que cada um é requerido pela lavoura analisada. Da análise destes índices obtém-se, ainda, facilmente a ordem de limitação dos nutrientes.

A apresentação dos resultados pelo DRIS é de fácil compreensão, possibilitando, por conseguinte, a recomendação da adubação para a lavoura com base nas necessidades nutricionais e equilíbrio entre os nutrientes. Estabelece-se facilmente qual(is) o(s) nutriente(s) são requerido(s) com maior intensidade pela lavoura e, desta forma, torna-se possível planejar a correção das deficiências nutricionais com exatidão.

O IBN pode ser alto ou baixo, dependendo se o(s) índice(s) DRIS estão limitantes, tanto por excesso quanto por deficiência. Geralmente, em lavouras com alto valor para o IBN, ou seja, com problemas de desbalanço nutricional, as plantas não têm como responder com alta produtividade.

Em lavouras de baixa produtividade, o IBN é normalmente alto, indicando o efeito do desequilíbrio nutricional na produtividade do mamoeiro. Entretanto, pode ocorrer, mesmo em lavouras de baixa produtividade, um valor baixo de IBN, indicando que, nesses casos o fator limitante na produtividade não está relacionado ao equilíbrio nutricional, e sim a outros fatores como pragas e doenças, irrigação, compactação do solo, clima, etc.. Em lavouras de baixa produtividade, que apresentam altos valores de IBN, o mais provável é que a causa para a baixa produtividade esteja relacionada ao desbalanço nutricional.

NORMAS PARA O MAMOEIRO DO GRUPO SOLO

As normas de referência para o uso do DRIS na diagnose foliar do mamoeiro do grupo Solo são mostradas no Quadro 1, que destaca os teores dos macronutrientes em g.kg^{-1} para o N, P, K, Ca, Mg e S e para os micronutrientes Zn, Fe, Mn, Cu e B em mg.kg^{-1} .



Quadro 1 - Normas DRIS para o mamoeiro do grupo Solo no estado do Espírito Santo

Nutriente ou Relação	Média	Desvio Padrão	CV(%)	Relação	Média
N(g.kg ⁻¹)	26,4	0,09	3,50	Mg/Zn	0,06
P(g.kg ⁻¹)	1,6	0,04	24,60	Mg/Mn	0,01
K(g.kg ⁻¹)	24,9	0,69	27,60	Mg/B	0,02
Ca(g.kg ⁻¹)	16,5	0,30	18,40	Mg/Cu	0,28
Mg(g.kg ⁻¹)	5,7	0,15	26,90	S/N	0,12
S(g.kg ⁻¹)	3,2	0,08	24,90	S/K	0,14
Fe(mg.kg ⁻¹)	43,30	12,14	28,00	S/Mg	0,61
Zn(mg.kg ⁻¹)	10,50	3,57	34,10	S/Fe	0,01
Mn(mg.kg ⁻¹)	12,10	13,81	32,10	S/Mn	0,01
B(mg.kg ⁻¹)	23,10	2,47	10,90	S/Cu	0,15
Cu(mg.kg ⁻¹)	2,90	1,66	58,10	Fe/N	16,45
N/P	17,30			Fe/P	292,44
N/K	1,15			Fe/Ca	26,42
N/Ca	1,66			Fe/S	150,48
N/S	8,82			Fe/Zn	4,83
N/Fe	0,07			Fe/Mn	1,12
N/Mn	0,07			Fe/B	1,88
N/B	0,12			Zn/N	3,94
P/N	0,06			Zn/P	66,20
P/K	0,07			Zn/K	4,45
P/Ca	0,10			Zn/Ca	6,64
P/Mg	0,31			Zn/Fe	0,26
P/S	0,52			Zn/Mn	0,26
P/Fe	0,001			Zn/Cu	5,03
P/Zn	0,02			Mn/N	16,20
P/Mn	0,001			Mn/P	279,47
P/B	0,01			Mn/Ca	26,76
P/Cu	0,08			Mn/Mg	80,88
K/N	0,94			Mn/Fe	1,05
K/P	15,90			Mn/Zn	4,52
K/Ca	1,61			Mn/B	1,87
K/Mg	5,00			Mn/Cu	20,91
K/S	8,10			B/P	152,13
K/Fe	0,06			B/K	10,15
K/Zn	0,26			B/Ca	14,39
K/Mn	0,07			B/Mg	43,23
Ca/N	0,62			B/S	77,30
Ca/P	10,88			B/Mn	0,59
Ca/K	0,73			B/Cu	11,41
Ca/B	0,07			Cu/N	1,08



Mg/N	0,22			Cu/P	18,10
Mg/K	0,26			Cu/Ca	1,82
Mg/Ca	0,35			Cu/S	9,11
Mg/Fe	0,01			Cu/B	0,13

Na Figura 1 são apresentados, graficamente e numericamente, o equilíbrio nutricional de uma lavoura, diagnosticado pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação.

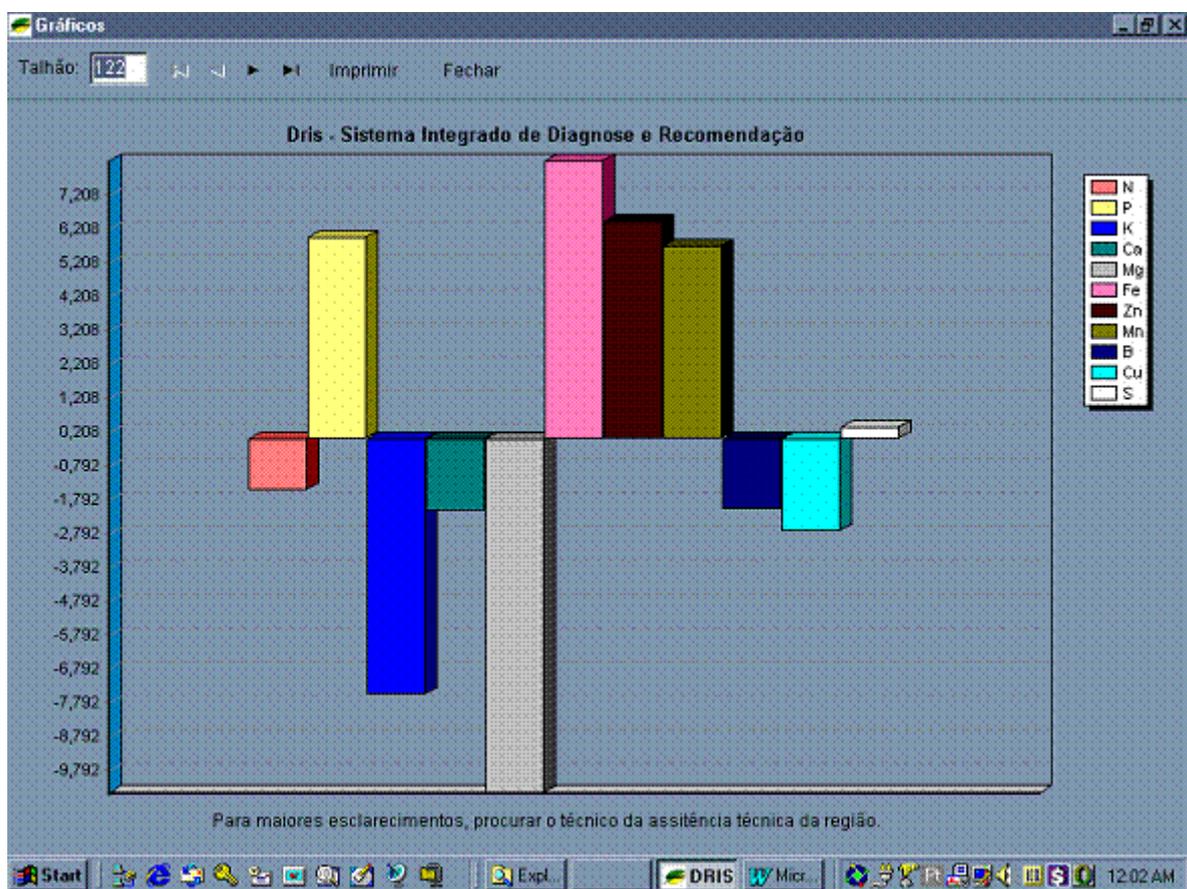


FIGURA 1 - Relatório do software DRIS indicando, graficamente e numericamente, o equilíbrio nutricional de uma lavoura, destacando que os valores acima do eixo tendem a excesso e os abaixo do eixo tendem a deficiência.

Os primeiros resultados obtidos com a utilização deste grupo de normas para o mamão do grupo Solo apontou que o P foi o nutriente que se destacou como o primeiro mais limitante por deficiência, cuja freqüência de ocorrência foi de 25% em relação ao total das propriedades amostradas. Após o P, os nutrientes mais limitantes foram o K, Ca e Mg.



Em lavouras de baixa produtividade, o IBN pode ser alto ou baixo, dependendo do fator limitante na produtividade estar ou não relacionado ao equilíbrio nutricional. Se o IBN for baixo (menor que 20), é provável que um fator não nutricional esteja limitando a produtividade, quando esta estiver a valores menores que $60 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Por outro lado, sendo alto o valor do IBN, indicando a existência do desbalanço nutricional, a produtividade pode estar sendo limitada por um fator de ordem nutricional (Figura 1).

A utilização de técnicas de análise estatística multivariada tem sido útil para demonstrar a maior capacidade do DRIS, frente ao método convencional de interpretação da análise foliar, para o diagnóstico nutricional do mamoeiro. Percebe-se claramente que o método do DRIS é capaz de agrupar corretamente as lavouras segundo a classe de produtividade e o IBN (Figura 2).

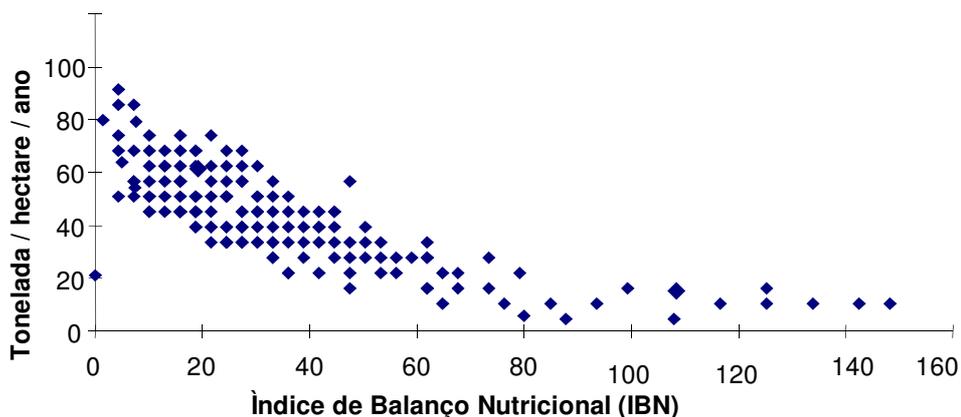


FIGURA 2 - Produtividade de 160 lavouras de mamão (toneladas de frutos. $\text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$) em função do índice de balanço nutricional (IBN) .

NORMAS PARA O MAMOEIRO DO GRUPO FORMOSA

Os teores médios de referência para o uso do DRIS na diagnose foliar do mamoeiro do grupo Formosa são mostradas no Quadro 2, com apresentação dos teores dos macronutrientes em $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ para o N, P, K, Ca, Mg e S e para os micronutrientes Zn, Fe, Mn, Cu e B em $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Quadro 2 - Teores médios para o uso do DRIS para o mamoeiro do grupo Formosa no estado do Espírito Santo



Elemento	Média	Elemento	Média	Elemento	Média
N/N	11,481609195402300	CA/MN	0,366779221612303	ZN/S	8,090424085238760
N/P	13,636770985092400	CA/B	0,776487165830713	ZN/FE	0,646838698177294
N/K	0,437908255669316	CA/CU	6,061878220320560	ZN/ZN	14,244252873563200
N/CA	0,702163184455072	MG/N	0,360683573730421	ZN/MN	0,306510264386500
N/MG	3,148068445277470	MG/P	5,091336382186370	ZN/B	0,612648515269587
N/S	6,532025282007020	MG/K	0,158022630216216	ZN/CU	4,904904816138520
N/FE	0,522315128390671	MG/CA	0,233475071718259	MN/N	4,852889993476260
N/ZN	0,856157535092804	MG/MG	4,101149425287360	MN/P	69,128323813360300
N/MN	0,244579520470216	MG/S	2,397137702970240	MN/K	2,110002898035940
N/B	0,491693220767275	MG/FE	0,191762969871736	MN/CA	3,304310175055810
N/CU	4,005857152654960	MG/ZN	0,309106818582153	MN/MG	14,798302002828700
P/N	0,087107268543790	MG/MN	0,084942607236843	MN/S	31,921847101192600
P/P	0,974482758620690	MG/B	0,180635941445766	MN/FE	2,483560798691420
P/K	0,037149444710189	MG/CU	1,402277650016100	MN/ZN	4,207757537797630
P/CA	0,063531252103889	S/N	0,207330006746366	MN/MN	55,523045977011500
P/MG	0,286148642846408	S/P	2,702435110032640	MN/B	2,463448068357990
P/S	0,519463373164705	S/K	0,086450632667648	MN/CU	18,507531764287700
P/FE	0,043442623485986	S/CA	0,143676016227817	B/N	2,428353902161640
P/ZN	0,073895707371811	S/MG	0,654245025053607	B/P	31,687929479188500
P/MN	0,022140239568188	S/S	2,345402298850570	B/K	1,036532214775320
P/B	0,039810958078197	S/FE	0,110163300554589	B/CA	1,664815895255500
P/CU	0,354422501721322	S/ZN	0,176338727574304	B/MG	7,530930926474310
K/N	2,450302259750130	S/MN	0,050062640205548	B/S	15,868756501286000
K/P	32,492220896822500	S/B	0,102292480153127	B/FE	1,251696730895280
K/K	27,840229885057500	S/CU	0,867627672737417	B/ZN	2,051946901839480
K/CA	1,688123555201730	FE/N	2,331707653177770	B/MN	0,600453261674308
K/MG	7,687427245371950	FE/P	29,559472564158700	B/B	27,710804597701200
K/S	15,254360002534100	FE/K	1,056357636739920	B/CU	9,432730928817000
K/FE	1,295801236614180	FE/CA	1,713339628752760	CU/N	0,347188124547910
K/ZN	2,086146581958340	FE/MG	7,869936808047490	CU/P	4,703934782155040
K/MN	0,596617303730464	FE/S	14,944271080928400	CU/K	0,152185888372814
K/B	1,173342418248140	FE/FE	26,164885057471300	CU/CA	0,245595453897909
K/CU	9,845490078904210	FE/ZN	1,943039636486950	CU/MG	1,083419044468860
CA/N	1,561503229000350	FE/MN	0,572589975215516	CU/S	2,327503602103830
CA/P	22,012633110299300	FE/B	1,088847772950270	CU/FE	0,170884756081789
CA/K	0,674971120133008	FE/CU	8,736793034822680	CU/ZN	0,298245242294307
CA/CA	17,701724137931000	ZN/N	1,244810298493110	CU/MN	0,079940538530636
CA/MG	4,523006446357190	ZN/P	16,903625083359600	CU/B	0,163474552992714
CA/S	10,259536186308300	ZN/K	0,544854355355345	CU/CU	3,957701149425290
CA/FE	0,822090145656708	ZN/CA	0,873847416362491		
CA/ZN	1,330872845617260	ZN/MG	3,921768701190330		



REFERÊNCIAS

- BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertility Society South African Journal.**, v. 1, p. 1 - 30, 1971.
- COELHO, E. F. ; OLIVEIRA, A. M. de. Fertirrigação do mamoeiro. In: MARTINS, D. dos S. (ed.). **Papaya Brasil: Qualidade do mamão para o mercado interno.** Vitória: Incaper, 2003. p. 237 – 250.
- COSTA, A. N. da **Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo.** 1995. 94f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1995.
- COSTA, A. N. da Uso do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) no mamoeiro. In: MENDES, L. G.; DANTAS, J. L. L.; MORALES, C. F. G. **Mamão no Brasil.** Cruz das Almas: EUFBA/EMBRAPA-CNPMP, 1996. p. 49 - 55.
- COSTA, A. N. da; COSTA, A. de F. S. da. Nutrição e adubação. In: MARTINS, D. dos S.; COSTA, A. de F. S. da. (eds.). **A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção.** Vitória: Incaper, 2003. p. 201 – 227.
- COSTA, A. N. da ; COSTA, A. de F. S. da Frutíferas In: PREZOTTI, L. C. et al., **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo . 5^a** aproximação. Vitória: SEEA / INCAPER, 2007. p. 151-153.
- JONES, C. A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses **Commum. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 12, p. 785 – 794, 1981.
- LEITE, R. A. **Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no Estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar.** 1993. 87f. Tese



(Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
1993.

MUNSON, R. D.; NELSON, W. L. Principles and practices in plant analysis. In: WALSH, L. M.; BEATON, J. D. (Eds.). **Soil testing and plant analysis**. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p. 223 - 248.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press, 1988. 479 p.

RENDIG, V. V.; TAYLOR, H. M. **Principles of soil-plant interrelationships**. New York: McGraw-Hill, 1989. 275p.