

TRÊS MÉTODOS DE CÁLCULO DO DRIS PARA AVALIAR O POTENCIAL DE RESPOSTA À ADUBAÇÃO DE ÁRVORES DE EUCALIPTO⁽¹⁾

P. G. S. WADT⁽²⁾, R. F. NOVAIS⁽³⁾, V. H. ALVAREZ V.⁽³⁾,
S. FONSECA⁽⁴⁾, N. F. BARROS⁽³⁾ & L. E. DIAS⁽³⁾

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi testar o efeito de três métodos de cálculo do DRIS no diagnóstico nutricional de árvores de eucalipto, resultantes da interpretação dos índices pelo método do potencial de resposta à adubação. Para tanto, foram obtidas informações dos teores dos nutrientes em quatro órgãos (folhas, galhos, casca e lenho) de 1.986 árvores de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, coletadas, entre os anos de 1988 a 1994, de talhões comerciais pertencentes à Aracruz Celulose S.A. e cultivados no Espírito Santo e no sul da Bahia, utilizando os métodos de Jones, Elwali & Gascho e da Faixa de Beaufils. Dentre os métodos testados, o das Faixas de Beaufils mostrou-se o mais conservador e muito semelhante ao método de Elwali & Gascho quanto à frequência de nutrientes considerados deficientes. O método de Jones foi o que apresentou maior frequência de nutrientes considerados deficientes, não se tendo observado, entretanto, efeito da seleção das relações no cálculo dos índices DRIS sobre a frequência de nutrientes considerados deficientes. A utilização do critério do potencial de resposta à adubação para a interpretação dos índices DRIS conduz a resultados semelhantes entre os métodos, de forma que qualquer deles poderia vir a ser utilizado com relativa segurança, sem grandes consequências no diagnóstico nutricional da maioria dos nutrientes e das situações.

Termos de indexação: Fórmulas de cálculo do DRIS, faixa de Beaufils, deficiências nutricionais.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor. Recebido para publicação em julho de 1997 e aprovado em julho de 1998.

⁽²⁾ D.S. Meta Agroflorestal. Chácara Primavera, Caixa Postal 224, CEP 13730-000 Mococa (SP). E-mail: pgswardt@dglnet.com.br.

⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. CEP 36571-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq.

⁽⁴⁾ M.S. Pesquisador Sênior da ARACRUZ CELULOSE S.A., Rod. Aracruz Barra do Riacho, Km 25, CEP 29190-000 Aracruz (ES).

SUMMARY: *NUTRIENT POTENTIAL RESPONSE OF EUCALYPT PLANTATIONS AS EVALUATED BY THREE METHODS OF ESTIMATING DRIS INDICES*

The aim of this study was to test the effect of three methods of estimating the DRIS indices on the nutritional status of eucalypt plantations, based on the grouping of these indices by the Nutrient Application Potential Response Method. Nutrient concentrations of tree leaf, branch, stembark and stemwood, determined in 1986 trees of Eucalyptus grandis x E. urophylla hybrids growing in the States of Espírito Santo and Bahia, Brazil, were evaluated by the methods of Jones, Elwali and Gascho, and Wadt et al. (Beaufils Range Method). This latter method indicated the highest number of sites with adequate nutrient supplies, but it was very similar to the Elwali and Gascho Method, with reference to the frequency of nutrient considered in the deficiency level. Jones' Method showed the highest frequency of nutrient considered in the deficiency level. The use of Nutrient Application Potential Response Method led to similar results among the three methods, thus allowing the use of any of them to diagnose nutritional status of forest plantations.

Index terms: DRIS, nutritional deficiency, Eucalyptus.

INTRODUÇÃO

O correto diagnóstico dos fatores nutricionais que limitam a produtividade florestal pode levar a um manejo mais adequado, promovendo importante redução nos custos da exploração florestal, na medida em que possibilita maior eficácia na intervenção a ser feita sobre o sistema. Contudo, o diagnóstico do estado nutricional de florestas nem sempre conduz a resultados confiáveis.

O Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), desenvolvido por Beaufils, tem sido apontado como uma alternativa à interpretação do estado nutricional de plantas utilizando níveis críticos, apresentando como vantagens o fato de minimizar os efeitos de diluição e de concentração por meio do uso do quociente entre o teor de dois nutrientes e por informar a ordem de requerimento ou de deficiência nutricional (Beaufils, 1973).

Uma função do DRIS (f) consiste na medida do desvio entre a relação de dois nutrientes na amostra e na população de referência e pode ser expressa por diversas fórmulas. A fórmula original, sugerida por Beaufils (1973), sofreu modificações e foi apresentada na forma estudentizada (Alvarez V. & Leite, 1992) por Jones (1981):

$$f = (R - r)/s \quad (\text{eq.1})$$

em que

f = valor da função para a relação entre os teores de dois nutrientes (X/Y) quaisquer da análise de uma amostra de tecido da planta;

R = valor da relação (X/Y) da amostra dos tecidos em estudo;

r = valor médio das relações (X/Y) da população de referência;

s = desvio-padrão das relações (X/Y) da população de referência.

Elwali & Gascho (1984) introduziram o conceito do limite de tolerância (LT), que consiste em calcular os desvios para uma relação qualquer somente se $[R < (r - 1s)]$ ou se $[R > (r + 1s)]$. Mais tarde, Wadt (1996) sugeriu que o LT pudesse ser variável, sendo mais ou menos amplo que o intervalo dado por $\pm 1s$. Substituindo a constante que multiplica o desvio-padrão na fórmula de Elwali & Gascho (1984), que é igual a 1, por uma variável (D), a modificação de Elwali & Gascho (1984) ficaria sendo:

se $R > r + Ds$ ou se $R < r - Ds$

então

$$f = (R - (r \pm Ds))/s \quad (\text{eq.2})$$

e, se, $r - Ds \leq R \leq r + Ds$

então

$$f = 0 \quad (\text{eq.3})$$

Dessa forma, com a variável D igual a 1, a expressão reduz-se à proposta original de Elwali & Gascho (1984); fazendo-se a variável D igual a 0, a expressão reduz-se à fórmula de Jones (1981). Usando valores para D variando entre 0 e 1, obtêm-se limites de tolerância intermediários às propostas de Jones (1981) e de Elwali & Gascho (1984), ou mesmo superiores à de Elwali & Gascho (1984), se se fizer $D > 1$.

Outra modificação proposta na fórmula de cálculo foi fazer com que o LT varie segundo a expectativa

de resposta à adubação. A solução foi fazer a amplitude do LT ser modificada, tanto por variações no total de nutrientes acumulados na biomassa da árvore, como pela produtividade florestal atual. Dessa forma, o LT não mais seria fixo para todos os nutrientes e para todas as plantas analisadas, passando a ser denominado por Faixa de Beaufile (2B) (Wadt et al., 1995; Wadt, 1996). Ademais, a variável D foi substituída pela variável B, equivalente esta à metade da Faixa de Beaufile, e o valor da Faixa de Beaufile (2B) foi feita variável conforme a expectativa de resposta da árvore à adição de nutrientes (Quadro 1).

Adicionalmente, introduziu-se o termo “B.s” na fórmula, com o objetivo de fazer com que o valor da função seja estimado a partir do limite da Faixa de Beaufile e não da média da respectiva relação na população de referência. Com estas modificações, a fórmula de cálculo ficaria:

se $R > (r + B.s)$,

então

$$f = (R - r - B.s)/s \quad (\text{eq.4})$$

se $R < (r - B.s)$,

então

$$f = (R - r + B.s)/s \quad (\text{eq.5})$$

se $(r - B.s) \leq R \leq (r + B.s)$,

então

$$f = 0$$

em que

“f”, “R”, “r” e “s” apresentam o mesmo significado anterior, e

B = variável equivalente à metade da amplitude da Faixa de Beaufile.

Os três métodos de cálculo apresentados diferem conceitualmente entre si. Pelo método de Jones (1981), qualquer desvio em relação ao valor ótimo

para determinada relação entre dois nutrientes é somado ao valor do índice DRIS do nutriente. Pela proposta de Elwali & Gascho (1984), há um limite de tolerância dentro do qual qualquer desvio em relação ao ótimo é desconsiderado no cálculo dos índices DRIS, sendo tal limite de tolerância igual para todos os nutrientes e todas as árvores. Finalmente, pelo método da Faixa de Beaufile, essa tolerância pode variar tanto em relação ao nutriente como à árvore analisada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar de que forma esses três métodos de cálculo comportam-se quando o critério de interpretação dos índices DRIS foi baseado no método do potencial de resposta à adubação (Wadt, 1996).

MATERIAL E MÉTODOS

Obtiveram-se as normas DRIS a partir dos teores totais dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B e Mn), em quatro órgãos da árvore (lenho, casca, galhos e folhas), em um total de 1.986 árvores de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, coletadas, nos anos de 1988 a 1994, de talhões comerciais cultivados no Espírito Santo e no sul da Bahia, pertencentes à Aracruz Celulose S.A.

Os índices DRIS foram calculados segundo cada um dos seguintes métodos:

a) Método da Faixa de Beaufile: utilizou-se a fórmula da Faixa de Beaufile (Wadt et al., 1995); incluindo nos cálculos todas as relações cujas variâncias diferiram entre a subpopulação de alta e de baixa produtividade, pelo teste F, a até 10% de significância. As funções foram calculadas por meio das equações 4, 5 e 3.

b) Método de Elwali e Gascho: adotou-se a fórmula de Elwali & Gascho (1984), incluindo nos cálculos todas as relações cujas variâncias diferiram entre a subpopulação de alta e de baixa produtividade, pelo teste F, a até 10% de significância. As funções foram calculadas por meio das equações 2 e 3, fazendo-se $D = 1,0$.

c1) Método de Jones - procedimento 1 (Jones I): empregou-se a fórmula de Jones (1981), incluindo nos cálculos todas as relações cujas variâncias diferiram entre a subpopulação de alta e de baixa produtividade, pelo teste F, a até 10% de significância. As funções foram calculadas por meio da equação 1, fazendo-se $D = 0$.

c2) Método de Jones - procedimento 2 (Jones II): utilizou-se a fórmula de Jones (1981), incluindo nos cálculos todas as relações, sem excluir nenhuma pelo teste F. As funções foram calculadas por meio da equação 1, fazendo-se $D = 0$.

Quadro 1. Valores para a Faixa de Beaufile (2B), considerando a classe de produtividade do talhão florestal (produtividade) e a classe de acúmulo de nutrientes na biomassa aérea da árvore

Produtividade IMA ⁽¹⁾	Acúmulo do nutriente na biomassa aérea da árvore		
	Baixo	Médio	Alto
	<i>Valor da faixa de Beaufile</i>		
Alta	8/3	16/3	16/3
Média	4/3	8/3	16/3
Baixa	0	4/3	8/3

⁽¹⁾ IMA (incremento médio anual), em $t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$

Em todos os métodos, sempre que as duas formas de expressão (direta e inversa) de uma mesma relação fossem selecionadas para o cálculo, somente a forma de maior valor para o teste F entre as subpopulações de alta e de baixa produtividade foi mantida nos cálculos dos índices DRIS. Nestes cálculos, foram consideradas todas as relações possíveis entre os nutrientes nos quatro órgãos da árvore.

O índice DRIS de um nutriente "X" ($I(X)$) representa a média aritmética das funções relacionadas com o nutriente "X". Essas funções podem ter sido obtidas por qualquer uma das formas de cálculo apresentadas anteriormente. Portanto, o índice DRIS foi determinado pela seguinte expressão (Beaufils, 1973):

$$I(X) = [f(X/Y_1) + f(X/Y_2) + \dots - f(Y_{n-1}/X) - f(Y_n/X)]/N$$

em que Y_1 , Y_2 , Y_{n-1} e Y_n são os nutrientes que aparecem no denominador ou no numerador das relações com o nutriente X, e N é o número de funções envolvidas no cálculo. As funções podem ser diretas ou inversas. Diz-se que são diretas, quando o nutriente em análise encontra-se no numerador das relações, e inversas, quando se encontra no denominador das relações.

O índice de balanço nutricional (IBN) (Sumner, 1977) consiste do somatório, em módulo, de todos os índices DRIS e foi obtido pela expressão:

$$IBN = |I(X_1)| + |I(X_2)| + \dots + |I(X_{Z-1})| + |I(X_Z)|$$

em que

$I(X_1)$, $I(X_2)$, $I(X_{Z-1})$ e $I(X_Z)$ são os índices DRIS dos nutrientes (X_1 , X_2 , X_{Z-1} , e X_Z) e Z = número de nutrientes que compõem o IBN.

Por consequência, o índice de balanço nutricional médio (IBNm) foi:

$$IBNm = IBN/Z$$

Os índices DRIS foram interpretados pelo método do potencial de resposta à adubação (PRA) (Wadt, 1996). Este método compara o módulo do índice DRIS de cada nutriente (I_{Nut}) com o valor do índice de balanço nutricional médio (IBNm), para verificar se o desequilíbrio atribuído a determinado nutriente é maior ou menor que o desequilíbrio atribuído à média de todos os nutrientes (Quadro 2).

A frequência observada para cada tipo de diagnóstico foi avaliada por meio de teste de qui-quadrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferentes métodos de interpretação dos índices DRIS podem conduzir a diagnósticos bastante distintos. Acrescente-se a isso que diferentes métodos

de cálculo do DRIS produzem índices de diferentes valores. Trabalho preliminar realizado com os mesmos dados revelou que diferentes métodos de cálculo do DRIS alteraram a frequência em que cada nutriente ocorreu como o mais limitante (Wadt et al., 1995). Essa situação é indesejável, desde que o estado nutricional da árvore não pode depender do tipo de método utilizado. Naquela ocasião, o método da Faixa de Beaufils mostrou-se o mais conservador⁽⁵⁾ na indicação de deficiências nutricionais, particularmente para P, Ca e Mg, em comparação com os demais métodos (Quadro 3).

Comparando o método do potencial de resposta à adubação com outros, verificou-se que as diferenças no diagnóstico entre eles persistiram, porém foram de menor magnitude (Quadro 4).

Comparando os métodos das Faixas de Beaufils (FB) e de Elwali & Gascho (EG) entre si, verificaram-se pequenas diferenças na distribuição das árvores quanto ao diagnóstico proporcionado pelo método do PRA. O método EG apresentou menor frequência de árvores nutricionalmente equilibradas para P e S (com resposta do tipo nula), e maior frequência de talhões com deficiência nutricional em P e Mg (com resposta do tipo positiva). Para N, K e Ca, as diferenças entre os métodos foram ainda menores (Quadro 4). A concordância na proporção de árvores com o mesmo diagnóstico nutricional, proporcionado pelos dois métodos, indica que qualquer um desses poderia ser utilizado, desde que o critério de interpretação dos índices DRIS esteja baseado no PRA.

Por outro lado, comparando o método de Jones I, com o método FB, notou-se que o primeiro apresentou menor frequência de talhões nutricionalmente equilibrados em P, S, K e Ca (com resposta do tipo nula); concomitantemente, houve maior frequência de talhões deficientes em P, K e Mg (com resposta positiva) e menor frequência de talhões deficientes em N (com potencial de resposta positiva) (Quadro 4). A menor frequência de talhões nutricionalmente equilibrados para o método de Jones I concorda, plenamente, com a expectativa de ser esse método menos conservador na indicação de desequilíbrios nutricionais (Savoy & Robinson, 1990; Wadt et al., 1995): com o uso de limites de tolerância mais largos, aumenta-se a probabilidade em indicar, como nutricionalmente equilibradas, árvores que estejam, na realidade, nutricionalmente desequilibradas. Em contrapartida, diminui-se a probabilidade de indicar, como nutricionalmente desequilibradas, as árvores que estejam, na realidade, nutricionalmente equilibradas.

Por exemplo, para K, pelos métodos FB e EG, mais de 95% das árvores foram consideradas nutricionalmente equilibradas, enquanto, pelo método de Jones I, a porcentagem de árvores nutricionalmente

⁽⁵⁾ Quanto mais conservador um método, menor a sua probabilidade em apontar desequilíbrios nutricionais.

Quadro 2. Critérios para a interpretação dos valores dos índices DRIS com base no método do potencial de resposta à adubação (Wadt, 1996). (I_{Nut} = índice DRIS do nutriente e $IBNm$ = índice de balanço nutricional médio)

Estado nutricional	Potencial de resposta à adubação	Critério
Deficiente e limitante	Positiva, com alta probabilidade (p)	1. $I_{Nut} < 0$ 2. $ I_{Nut} > IBNm$ 3. I_{Nut} é o índice DRIS de menor valor
Provavelmente deficiente	Positiva, com baixa probabilidade (pz)	1. $I_{Nut} < 0$ 2. $ I_{Nut} > IBNm$
Equilibrado	Nula (z)	1. $ I_{Nut} \leq IBNm$
Provavelmente em excesso	Negativa, com baixa probabilidade (nz)	1. $I_{Nut} > 0$ 2. $ I_{Nut} > IBNm$
Em excesso	Negativa, com alta probabilidade (n)	1. $I_{Nut} > 0$ 2. $ I_{Nut} > IBNm$ 3. I_{Nut} é o índice DRIS de maior valor

Quadro 3. Frequência de talhões quanto ao nutriente mais limitante para a avaliação nutricional realizada pelos métodos da Faixa de Beaufils (FB), de Jones (J) e de Rathfon & Burger (RB) (recalculado de Wadt et al., 1995)

Nutriente	Método		
	FB	J	RB
	----- % de talhões -----		
N	8,0	10,4	23,4
P	16,3	26,5	24,0
S	1,8	2,3	2,0
K	0,0	0,0	0,0
Ca	7,1	18,4	14,0
Mg	15,4	21,7	24,4

equilibradas para K foi de 80,7%. Contudo, as maiores diferenças observadas no diagnóstico nutricional das árvores dependeram do nutriente analisado. Essas diferenças foram pequenas para N e Ca, entre os métodos FB e de Jones, e para P, entre os métodos de Jones e EG, e foram maiores para K e S, entre os métodos de Jones e FB (Quadro 4).

O rigor da seleção das relações pelo teste F também não afetou de forma importante a distribuição das árvores quanto ao diagnóstico produzido (Quadro 4).

A escolha do método de cálculo dos índices DRIS depende de sua capacidade em produzir diagnósticos coerentes⁽⁶⁾. Contudo, as diferenças entre os métodos podem ser minimizadas, dependendo do critério de

⁽⁶⁾ Capacidade do método em prever corretamente o estado nutricional das plantas, característica esta avaliada, normalmente, pela acurácia do método.

Quadro 4. Frequência de talhões para o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto, considerando os métodos das faixas de Beaufils (FB), de Elwali & Gascho (EG) e de Jones (Jones I e Jones II)

Método	Potencial de resposta à adubação (PRA) ⁽¹⁾				
	p	pz	z	nz	n
	----- % de árvores segundo cada tipo de PRA -----				
	Nitrogênio				
FB	14,1	7,9	64,9	6,9	6,1
EG	13,5	9,1	59,3	10,2	7,9
J-I	7,9	8,7	74,4	6,0	3,0
J-II	7,4	8,4	76,4	5,2	2,5
	Fósforo				
FB	13,5	6,2	68,4	6,9	5,0
EG	18,0	8,0	57,0	10,7	6,2
J-I	19,8	8,1	56,7	9,3	6,1
J-II	18,7	8,6	57,7	9,2	5,8
	Enxofre				
FB	5,0	2,7	57,9	9,1	25,2
EG	3,0	5,6	45,8	11,1	34,4
J-I	6,0	10,2	31,6	8,5	43,8
J-II	5,9	10,2	32,1	8,7	43,1
	Potássio				
FB	1,1	1,0	95,7	0,4	1,8
EG	0,2	0,3	96,7	0,7	2,1
J-I	6,0	11,3	80,7	0,3	1,7
J-II	5,6	11,1	81,5	0,2	1,6
	Cálcio				
FB	10,4	3,9	67,2	8,5	10,1
EG	10,4	5,9	62,2	12,1	9,4
J-I	11,4	9,8	63,4	8,4	6,9
J-II	13,5	9,7	59,6	9,2	8,0
	Magnésio				
FB	9,8	5,6	62,6	9,6	12,5
EG	14,7	7,2	52,9	12,4	12,8
J-I	13,1	9,1	62,8	8,0	7,0
J-II	13,3	9,5	61,9	8,3	6,9

⁽¹⁾ Resposta positiva (p), positiva ou nula (pz), nula (z), negativa ou nula (nz) ou negativa (n).

interpretação dos resultados dos índices DRIS. A interpretação baseada tão somente na ordem de limitação nutricional, como feito por Costa et al. (1995), não é a mais indicada. Ademais, conceitualmente, o uso do IBNm é superior à utilização do índice DRIS de matéria seca (Hallmark et al., 1987; 1989; 1990), desde que este último critério reintroduz os efeitos de diluição e de concentração de nutrientes na interpretação dos resultados dos índices DRIS.

Independentemente do método utilizado, a porcentagem de árvores nutricionalmente equilibradas, em relação a cada nutriente individualmente, foi elevada. Por exemplo, para N, a maior parte das árvores foi considerada nutricionalmente equilibrada (59,3 a 76,4%), com nenhum potencial de resposta à adubação com N. De 15,8 a 22,6% apresentaram potencial de resposta à adubação com N de baixo a alto (Quadro 4). De forma semelhante, para os demais nutrientes, predominou o maior número de árvores consideradas nutricionalmente equilibradas.

CONCLUSÃO

1. Os diferentes métodos de cálculo do DRIS (Jones I e II, Elwali & Gascho e das Faixas de Beaufils) resultaram em diagnósticos próximos, quando os índices DRIS foram interpretados pelo método do potencial de resposta à adubação.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de estudos ao primeiro autor, e a Aracruz Celulose S.A., pelo apoio e cooperação.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ V., V.H. & LEITE, R.A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação - DRIS. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. Anais. Piracicaba, SBCS, 1992. p.186-188.
- BEAUFILS, E.R. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Pietermaritzburg, University of Natal, 1973. 132p. (Soil Sci. Bulletin, 1)

- COSTA, A.N.; DE FELIPPO, B.V.; ALVAREZ V., V.H.; BRAGA, J.M.; DESSAUNE FILHO, N. & COSTA, A.F.S. Avaliação do estado nutricional dos mamoeiros no estado do Espírito Santo pelo Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. Resumos expandidos. Viçosa, SBCS, 1995. p.1325-1327.
- ELWALI, A.M.O. & GASCHO, G.J. Soil testing, foliar analysis, and DRIS as guide for sugarcane fertilization. *Agron. J.*, 76:466-470, 1984.
- HALLMARK, W.B.; BEVERLY, R.B.; PARKER, M.B.; ADAMS J.F.; BOSWELL, F.C.; OHKI, K.; SHUMAN, L.M. & WILSON, D.O. Evaluation of soybeans zinc and manganese requirements by the M-DRIS and sufficiency range methods. *Agron. J.*, 81:770-776, 1989.
- HALLMARK, W.B.; BEVERLY, R.B.; SUMNER, M.E.; DEMOOY, C.J.; MORRIS, H.F.; PESEK, J. & FONTENOT, J.D. Soybean phosphorus and potassium requirement evaluation by three M-DRIS data bases. *Agron. J.*, 82:323-328, 1990.
- HALLMARK, W.B.; WALWORTH, J.L.; SUMNER, M.E.; DEMOOY, C.J.; PESEK, J. & SHAO, K.P. Separating limiting from non-limiting nutrients. *J. Plant Nutr.*, 10:1381-1390, 1987.
- JONES, C.A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 12:785-794, 1981.
- SAVOY, H.J. & ROBINSON, D.L. Norm range size effects in calculating diagnosis and recommendation integrated system indices. *Agron. J.*, 82:592-596, 1990.
- SUMNER, M.E. Use of the DRIS system in foliar diagnosis of crops at high yield levels. *Comm. Soil Sci. Plant. Anal.*, 8:251-268, 1977.
- WADT, P.G.S. Os métodos da Chance Matemática e do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1996. 123p. (Tese de Doutorado)
- WADT, P.G.S.; ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; FERNANDES FILHO, E.I. & FONSECA, S. Faixas de Beaufils: Modificação no cálculo dos índices do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para avaliação nutricional de talhões florestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa. Resumos expandidos. Viçosa, SBCS/UFV, 1995. p.1317-1319.