

# VARIAÇÕES NO ESTADO NUTRICIONAL DE EUCALIPTOS POR INFLUÊNCIA DO MATERIAL GENÉTICO E DA IDADE DA ÁRVORE<sup>1</sup>

PAULO GUILHERME SALVADOR WADT<sup>2</sup>, ROBERTO FERREIRA DE NOVAIS<sup>3</sup>, VICTOR HUGO ALVAREZ<sup>4</sup>, NAIRAM FÉLIX DE BARROS<sup>5</sup> e LUIZ EDUARDO DIAS<sup>6</sup>

**RESUMO** - Utilizaram-se normas do Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) de árvores com diferentes idades, condições ambientais e a partir de diferentes materiais genéticos. Foram usadas informações de 1.986 árvores, híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, de talhões comerciais cultivados nos estados do Espírito Santo e sul da Bahia. Os índices DRIS foram calculados pela fórmula das Faixas de Beaufile e interpretados pelo método do Potencial de Resposta à Adubação, avaliando-se o estado nutricional quanto ao N, P e Ca nas árvores de eucalipto em relação à idade da árvore e ao material genético. Os índices DRIS obtidos nessas condições mostraram-se capazes de reconhecer diferenças no estado nutricional das árvores, tanto em relação à idade quanto ao tipo de material genético. Os resultados indicaram que a deficiência de N e de Ca diminuem com a idade da árvore, enquanto aumenta a deficiência de P. Além disso, dos três clones estudados, os de número 00014 e 00034 apresentaram tendências opostas quanto à nutrição com N, P e Ca, e o clone 00021 foi o que apresentou, de modo geral, maior grau de desequilíbrios nutricionais de N, P e Ca.

Termos para indexação: DRIS, coeficiente de utilização biológica, nitrogênio, fósforo, cálcio, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*.

## VARIATIONS ON THE NUTRITIONAL STATUS OF EUCALYPT AS INFLUENCED BY THE GENETIC MATERIAL AND AGE OF TREE

**ABSTRACT** - The Diagnosis and Recommendation System (DRIS) was applied to eucalypt trees (hybrids of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) with different ages and growing under different environmental conditions for three different clones. The basic data were obtained from 1,986 trees of commercial stands cultivated in the states of Espírito Santo and south Bahia, Brazil. The DRIS indices were calculated using the Beaufile's Range formula and grouped according to the Nutrient Application Potential Response method. The objective of this paper was to evaluate the N, P and Ca status in eucalypt trees, regarding the tree ages and genetic materials. The DRIS indices discriminated differences in the nutritional status of the trees, both in relation to age and the genetic materials (clones). The results indicated that the deficiency of N and Ca tended to decrease with tree age, whereas the P deficiency tended to increase. Furthermore, of the three evaluated clones, those numbered 00014 and 00034 showed opposite trends regarding to N, P, and Ca nutrition, and the clone numbered 00021, in general, presented the highest degree of unbalanced nutrition of N, P and Ca.

Index terms: DRIS, coefficient of nutrient utilization, nitrogen, phosphorus, calcium, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*.

## INTRODUÇÃO

Nas florestas equiâneas, a idade das árvores reflete seu estágio de desenvolvimento. Portanto, entre diferentes grupos de idades pode haver diferenças na dinâmica da ciclagem dos nutrientes, e portanto, no estado nutricional das árvores.

Outro fator que pode influir no estado nutricional das árvores refere-se ao tipo de material genético. As exigências nutricionais do eucalipto variam entre espécies (Barros et al., 1990), e dentro de uma mesma espécie, entre procedências (Novais et al., 1990).

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) tem sido indicado como um método de

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 23 de fevereiro de 1999.

Extraído da dissertação apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal de Viçosa (UFV).

<sup>2</sup> Eng. Agr., D.Sc., Meta Agroflorestal, Chácara Primavera, Caixa Postal 224, CEP 13730-000 Mococa, SP. E-mail: pgswardt@dglnet.com.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D., Prof. Titular, Dep. de Solos, Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP36571-000 Viçosa, MG. Bolsista do CNPq. E-mail: rfnovais@mail.ufv.br

<sup>4</sup> Eng. Agr., D.Sc., Prof. Titular, Dep. de Solos, UFV. Bolsista do CNPq.

<sup>5</sup> Eng. Florestal, Ph.D., Prof. Titular, Dep. de Solos, UFV. Bolsista do CNPq. E-mail: nfbarrros@mail.ufv.br

<sup>6</sup> Eng. Agr., D.Sc., Prof. Adjunto, Dep. de Solos, UFV. Bolsista do CNPq.

interpretação do estado nutricional das plantas que independe de calibração pela idade fenológica ou pela variedade da planta (Sumner, 1977). Em eucalipto saligna de sete anos de idade, crescendo em solos depauperados da Austrália, os índices DRIS mostraram-se aptos a determinar deficiências nutricionais quando foram calculados a partir dos teores nutricionais de folhas totalmente expandidas (Ward et al., 1985). Trabalhando também com eucalipto saligna no Hawaii, Yost et al. (1987) relatam que os índices DRIS referentes a N e P foram melhor correlacionados com o crescimento atual e passado das árvores, enquanto a concentração dos nutrientes nas folhas correlacionou-se melhor com o crescimento futuro. No Brasil, têm-se usado informações de talhões comerciais de eucalipto com o objetivo de obter padrões nutricionais para esta cultura, seja por meio do método da Chance Matemática (Wadt et al., 1998a) ou do DRIS (Wadt et al., 1998b, 1998c).

O objetivo desse trabalho foi determinar, pelo DRIS, o efeito da idade e do clone de árvores de eucalipto no estado nutricional das árvores em relação aos nutrientes N, P, Ca e Mg.

## MATERIAL E MÉTODOS

Obtiveram-se as normas DRIS a partir dos teores dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, B e Mn), em quatro compartimentos da árvore (lenho (cerne + albúrnio), casca, galhos e folhas), em um total de 1.986 árvores de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, de talhões comerciais cultivados no estado do Espírito Santo e no sul do estado da Bahia, pertencentes a Aracruz Celulose S.A.

Por serem dados de monitoramento de talhões comerciais, não houve nenhuma padronização quanto à adubação básica ou complementar e ao manejo da implantação, uma vez que esta ocorreu em épocas distintas, segundo variações na unidade de manejo, distância da fábrica, disponibilidade de área, precipitação, etc. Mesmo a amostragem dos compartimentos das árvores não foi rigorosamente padronizada. Por exemplo, para cerca de 35% dos dados, as amostras do lenho constituíram-se da média aritmética do resultado analítico de dez amostras simples tomadas em dez posições, com distância fixa entre si, do fuste da árvore e, para o restante, as amostras constituíram-se do resultado analítico de uma única amostra composta por subamostras tomadas em dez posições equidistantes no

fuste da árvore. Também as amostras foliares não foram rigorosamente padronizadas, mas, em sua maioria, constituíram-se da "folha média", esta, representando uma amostra composta de folhas totalmente expandidas tomadas da copa da árvore, após seu corte, e portanto, com posição de difícil determinação. No método convencional de interpretação da análise de tecidos, estas limitações comprometem o diagnóstico nutricional. Contudo, o DRIS foi desenvolvido como instrumento de análise de dados de campo e, seu diagnóstico é suficientemente robusto para suplantar estas limitações (Beaufils, 1973).

Para a geração das normas, os dados foram divididos em classes de 0,5 ano e, dentro de cada uma delas, obteve-se um subgrupo de plantas de alta, média e baixa produtividade. Depois, cada um destes subgrupos foi reunido em três outros maiores: subpopulação de alta, média e baixa produtividade. Somente a partir dessas três subpopulações é que, então, determinaram-se as normas.

Os índices DRIS foram calculados pela fórmula das Faixas de Beaufils (Wadt et al., 1995a), incluindo nos cálculos todas as relações, na forma de quociente, entre dois nutrientes quaisquer, de um mesmo compartimento ou entre compartimentos distintos, 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:

$$\text{se } R > (r + B.d),$$

então,

$$f = (R - r - B.d)/d;$$

$$\text{se } R < (r - B.d),$$

então,

$$f = (R - r + B.d)/d;$$

$$\text{se } (r - B.d) \leq R \leq (r + B.d),$$

então,

$$f = 0$$

em que

f é o 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 é o valor da relação (X/Y) da amostra dos tecidos em estudo;

r é o valor médio da relação (X/Y) na população de referência;

d é o desvio-padrão da relação r na população de referência; e

B é a variável equivalente à metade da amplitude da Faixa de Beaufils.

A amplitude da Faixa de Beaufils (2B) foi determinada segundo a expectativa de resposta do talhão à adição de um determinado nutriente (Tabela 1).

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. A seleção das relações foi inicialmente sugerida por Beaufils (1973) e mais tarde, Jones (1981) demonstrou que além do teste de variâncias, dever-se-ia selecionar também com base nas diferenças entre as médias da subpopulação com características desejáveis em relação à subpopulação com características indesejáveis. Contudo, como frisou Jones (1981), a eficiência da seleção depende não somente da relativa importância de cada relação, mas também do tamanho das subpopulações de características desejáveis e indesejáveis. Testes preliminares realizados com estes dados indicaram que o uso do teste F com um limite de significância de 10% foi satisfatório na seleção das relações, principalmente ao considerar-se todas as relações possíveis entre os nutrientes nos quatro órgãos da árvore. Para cada relação possível entre dois nutrientes, somente uma das formas foi adicionada ao cálculo.

O índice DRIS de um nutriente "X" representa a média aritmética das funções relacionadas com o nutriente "X". Portanto, o índice DRIS (ID) foi determinado pela seguinte expressão (Beaufils, 1973):

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

em que Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>n-1</sub> e Y<sub>n</sub> 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 encontra-se no denominador das relações.

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

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

em que

ID(X<sub>1</sub>), ID(X<sub>2</sub>), ID(X<sub>Z-1</sub>) e ID(X<sub>Z</sub>) são os índices DRIS dos nutrientes (X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>Z-1</sub> e X<sub>Z</sub>) e Z = número de nutrientes que compõe o IBN.

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

$$IBNm = IBN/Z.$$

O IBNm de um nutriente representou o equilíbrio geral daquele nutriente na área relação a todos os quatro compartimentos simultaneamente.

Adicionalmente, as árvores foram agrupadas segundo a idade e o tipo de material genético (denominação do clone derivado da hibridação entre as espécies *E. grandis* x *E. urophylla*).

Os grupos foram constituídos tomando como base a idade: grupo de seis anos: todos os talhões cuja idade da árvore foi maior ou igual a 5,5 anos e menor de 6,5 anos (no total, 276 árvores foram incluídas neste grupo); grupo de sete anos: todos os talhões cuja idade da árvore foi maior ou igual a 6,5 anos e menor de 7,5 anos (no total, 738 árvores foram incluídas neste grupo); grupo de oito anos: todos os talhões cuja idade da árvore foi maior ou igual a 7,5 anos e menor de 8,5 anos (no total, 704 árvores foram incluídas neste grupo); e grupo de nove anos: todos os talhões cuja idade da árvore foi maior ou igual a 8,5 anos e menor de 9,5 anos (no total, 183 árvores foram incluídas neste grupo); e o material genético (clone): grupo material genético 00034: todos os talhões cultivados com o clone 00034, perfazendo um total de 282 árvores; grupo material genético 00021: todos os talhões cultivados com o clone 00021, perfazendo um total de 117 árvores; grupo material genético 00014: todos os talhões cultivados com o clone 00014, perfazendo um total de 103 árvores.

Os índices DRIS foram interpretados pelo método do Potencial de Resposta à Adubação (Wadt, 1996; Wadt et al., 1998b). Este método compara o módulo do índice DRIS de cada nutriente (INut) com o valor do índice de balanço nutricional médio (IBNm), como forma de verificar se o desequilíbrio atribuído a um dado nutriente é maior ou menor que o desequilíbrio atribuído à média de todos os nutrientes (Tabela 2).

As frequências observadas para cada tipo de diagnóstico, dentro de cada grupo de idade ou de material genético, foram avaliadas por teste de qui-quadrado.

**TABELA 1. Valores para a Faixa de Beaufils (2B) em função da classe de produtividade do talhão florestal (alta, média ou baixa produtividade) e da classe de acúmulo de nutrientes na biomassa aérea da árvore (baixo, médio ou alto acúmulo).**

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

<sup>1</sup> Incremento médio anual, em t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As árvores, no banco de dados fornecido pela Aracruz Celulose S.A., possuíam idade entre 4,5 a 9,5 anos (98,18 % dos registros). Na obtenção das normas DRIS, três opções foram possíveis: 1) para cada faixa de idade da árvore a ser diagnosticada, por exemplo, árvores com 7 a 8 anos, obter-se-ia um grupo de normas específico para esta faixa de idade; 2) determinar-se-ia uma faixa única de idade, de pouca amplitude, como referência para todas as demais idades. Por exemplo, as árvores com idade entre 6,5 e 7,5 anos seriam utilizadas na obtenção das normas, e estas normas seriam utilizadas em árvores de qualquer idade; 3) determinar-se-ia uma faixa única de idade, de amplitude larga, para a obtenção das normas.

A última alternativa foi a escolhida, desde que o grupo de plantas assim constituído, apresenta maior probabilidade de refletir toda a variabilidade dos fatores que afetam as relações entre os nutrientes. Essa solução também atende à sugestão de Beaufilet (1973), de que a população de referência deve representar toda a variabilidade de fatores que agem sobre a população-base. Como a idade da árvore é

um destes fatores de interação, o efeito da idade foi considerado ao se incluir a maior faixa possível de idade.

A distribuição das árvores em cada um dos grupos de idade não foram uniformes. Contudo, apesar desta limitação, foi possível constatar variações no estado nutricional das árvores de acordo com o grupo de idade (Tabela 3).

Quanto ao N, houve claramente uma diminuição da deficiência com o aumento da idade da árvore: a frequência de árvores deficientes diminuiu com a idade, especialmente quando se limitou a análise referente aos grupos de 6, 7 e 8 anos (Tabela 3). Concomitantemente, notou-se um aumento da frequência de árvores nutricionalmente equilibradas, o que levou à conclusão de que com o avanço da idade da árvore o N caminha de um estado de carência para um estado de suficiência ou excesso. Wadt et al. (1995b) chegaram à mesma conclusão, usando os mesmos dados, por meio do método da Chance Matemática.

A menor frequência de árvores deficientes em N com o aumento da idade pode ser relacionada à menor demanda de N protéico, quando a competição intra-específica por fatores não-nutricionais (luz,

**TABELA 2. Critérios para a interpretação dos valores dos índices DRIS com base no método do Potencial de Resposta à Adubação (WADT, 1996).**

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

<sup>1</sup>  $I_{Nut}$ : índice DRIS do nutriente;  $IBNm$ : índice de balanço nutricional médio.

<sup>2</sup> Símbolos usados para as classes de potencial de resposta à adubação.

principalmente) estaria sendo acentuada (Miller, 1984) e limitando a taxa de crescimento. Além disto, também com a intensificação dos processos de ciclagem, há maior disponibilidade do N proveniente da decomposição da serapilheira ou mesmo por uma absorção direta da água da chuva pelas copas das árvores ou do N amoniacal pelos estômatos.

Também com relação a Ca observou-se diminuição do número de árvores deficientes em Ca com o aumento da idade da árvore (Tabela 3). A menor deficiência de Ca pode ser decorrente de menores

taxas de crescimento, atuando conjuntamente a taxas de transpiração em níveis relativamente elevados, e ao aumento dos processos de ciclagem de Ca, que possibilita que o suprimento de Ca pelo *continuum* solo-xilema seja suficiente para atender à demanda da árvore de forma mais eficiente nas árvores mais velhas em relação às mais jovens.

Com respeito ao P, houve, nitidamente, nos grupos de 6 a 8 anos, aumento do número de árvores deficientes em P, acompanhado da diminuição do número de árvores nutricionalmente equilibradas ou com excesso de P (Tabela 3). Portanto, a tendência observada com relação a P foi inversa à observada quanto ao N e ao Ca, podendo ser explicada por uma conjunção de fatores, como o esgotamento de P no solo (decorrente da maior imobilização desse nutriente na biomassa) e à fertilidade dos solos, extremamente pobres em P.

Quanto ao S, não houve tendência definida em relação à idade da árvore (Tabela 3). Por sua vez, Mg comportou-se de forma peculiar: o número de árvores nutricionalmente equilibradas diminuiu com a idade, aumentando-se tanto o número de árvores com deficiência como com excesso de Mg (Tabela 3). Considerando-se que cerca de 1/4 do Mg das folhas fica confinado nas estruturas da clorofila, e o restante, presente no vacúolo, com funções de controle osmótico (Marschner, 1986), torna-se difícil justificar o agravamento do desequilíbrio nutricional de Mg com a idade, tanto por excesso como por deficiência.

Em florestas, o processo de ciclagem dos nutrientes é fortemente dependente do estágio de desenvolvimento, e nas equiâneas, a idade das árvores reflete seu estágio de desenvolvimento. Logo, a existência de diferenças na dinâmica da ciclagem dos nutrientes entre os grupos de idade, refletiu-se no estado nutricional das árvores.

O tipo de material genético também afetou o estado nutricional das árvores, no tocante a N, P e Ca (Tabela 4). A única exceção foi o estado nutricional de Mg, que se mostrou independente do tipo de material genético (Tabela 4).

Diferenças nutricionais entre clones de híbridos de duas espécies ou de clones de uma mesma espécie, normalmente, são atribuídas ou a diferentes capacidades de absorção dos nutrientes ou a

**TABELA 3.** Frequência de árvores, em porcentagem, quanto ao estado nutricional em relação a nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, em função da idade.

Potencial de resposta à adubação <sup>1</sup>	Idade da árvore (anos) <sup>2</sup>			
	6	7	8	9
Nitrogênio				
p	15,6	15,0	13,9	9,3
pz	8,3	8,9	5,1	13,1
z	71,7	63,7	63,2	68,3
nz	2,5	7,0	8,0	6,6
n	1,8	5,3	9,8	2,7
Fósforo				
p	10,9	13,0	17,8	2,7
pz	6,5	7,2	5,3	4,9
z	68,5	69,1	65,1	78,1
nz	6,2	5,8	7,0	11,5
n	8,0	4,9	5,0	2,7
Enxofre				
p	6,5	3,0	3,7	16,9
pz	6,2	1,1	2,3	4,9
z	64,1	52,3	59,1	60,7
nz	8,3	8,7	11,1	7,1
n	14,9	35,0	23,9	10,4
Cálcio				
p	13,8	14,6	7,2	2,2
pz	3,6	4,2	4,0	2,2
z	69,9	67,8	69,0	54,6
nz	3,3	6,2	9,2	20,2
n	9,4	7,2	10,5	20,8
Magnésio				
p	3,3	11,0	12,2	7,7
pz	6,9	8,3	3,3	3,8
z	71,7	62,7	62,4	47,0
nz	7,2	8,9	8,5	18,0
n	10,9	9,1	13,6	23,5

<sup>1</sup> Positiva (p): deficientes; positiva ou nula (pz): provavelmente deficientes; nula (z): equilibradas; negativa ou nula (nz): provavelmente em excesso; negativa (n): em excesso.

<sup>2</sup> A análise estatística de qui-quadrado indicou que pelo menos uma das frequências diferiu das demais a 1% de probabilidade.

diferentes taxas de utilização dos nutrientes (Novais et al., 1990). Neste trabalho, foi possível constatar que o clone 00014 apresentou menor porcentagem de árvores com deficiência de Ca e, principalmente, de N (Tabela 4). Por outro lado, esse mesmo clone apresentou a segunda maior porcentagem de árvores deficientes em P. Esses resultados sugerem que o clone 00014 apresenta bons mecanismos regulatórios sobre os processos de absorção e utilização de N e de Ca, e, em menor grau,

de P, uma vez que as relações desses nutrientes com os demais nutrientes, na maioria das árvores, têm tendido ao equilíbrio. Aliás, a exceção das relações envolvendo P, foi o clone 00014 que apresentou a maior proporção de árvores nutricionalmente equilibradas quanto a N, Ca e Mg.

Com respeito à nutrição fosfatada, foram as árvores do clone 00034 as que apresentaram a menor frequência de deficiência de P (Tabela 4), contrapondo-se, neste aspecto, às árvores do clone 00021, que apresentaram a maior frequência de deficiência de P. A boa nutrição com P, na maioria das árvores do clone 00034, não se refletiu numa boa nutrição com N e Ca.

Espécies e ecótipos de eucalipto são conhecidos por diferirem quanto à eficiência de utilização dos nutrientes (Barros et al., 1990), o que tem levado à determinação de coeficientes de utilização biológicos (Barros et al., 1986) distintos para cada espécie ou para cada ecótipo. Essas diferenças também foram identificadas, no clone, por meio do DRIS. Isto possibilita a utilização do DRIS na determinação do coeficiente de utilização biológico a partir de dados de monitoramento nutricional de florestas, de modo semelhante ao proposto por Needham et al. (1990) ou Wadt et al. (1998c), os quais sugerem utilizar o DRIS na determinação de níveis ótimos dos nutrientes.

## CONCLUSÕES

1. O avanço da idade da árvore proporciona maior deficiência de fósforo e maior desequilíbrio de magnésio e diminuição da deficiência de nitrogênio e cálcio.

2. Os clones 00014 e 00034 apresentam tendências opostas quanto à nutrição de N, P e Ca e o clone 00021 é o menos eficiente nutricionalmente.

## AGRADECIMENTOS

À Capes, pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor, e à Aracruz Celulose S.A., em especial ao pesquisador Sebastião da Fonseca, pela disponibilização do banco de dados de monitoramento nutricional de eucaliptos.

**TABELA 4.** Frequência de árvores, em porcentagem, quanto ao estado nutricional em relação ao nitrogênio, fósforo, enxofre, cálcio e magnésio, em função do material genético (clone).

Potencial de resposta à adubação <sup>1</sup>	Clone		
	00014	00021	00034
	Nitrogênio <sup>2</sup>		
p	6,8	18,8	19,1
pz	1,9	4,3	6,7
z	62,1	55,6	61,0
nz	11,7	5,1	5,0
n	17,5	16,2	8,2
	Fósforo <sup>2</sup>		
p	26,2	35,9	13,1
pz	11,7	7,7	4,3
z	56,3	48,7	73,4
nz	1,9	5,1	2,8
n	3,9	2,6	6,4
	Cálcio <sup>3</sup>		
p	7,8	11,1	14,9
pz	5,8	3,4	3,2
z	83,5	59,8	74,8
nz	2,9	12,0	3,2
n	0,0	13,7	3,9
	Magnésio <sup>4</sup>		
p	14,6	9,4	14,5
pz	7,8	7,7	9,9
z	69,9	68,4	62,1
nz	2,9	8,5	3,5
z	4,9	6,0	9,9

<sup>1</sup> Positiva (p): deficientes; positiva ou nula (pz): provavelmente deficientes; nula (z): equilibradas; negativa ou nula (nz): provavelmente em excesso; negativa (n): em excesso.

<sup>2</sup> A estatística indicou que pelo menos uma das frequências diferiu das demais a 1% de probabilidade.

<sup>3</sup> A estatística indicou que pelo menos uma das frequências diferiu das demais a 1% de probabilidade; 13,3% dos casos tiveram frequência menor que 5.

<sup>4</sup> A estatística não indicou diferenças entre as frequências a 1% de probabilidade; 6,7% dos casos tiveram frequência menor que 5.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; CARMO, D.N.; NEVES, J.C.L. Classificação nutricional de talhões florestais - descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.1, p.112-120, 1986.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.127-186.
- BEAUFILS, E.R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS)**. Pietermaritzburg: Univ. of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1).
- JONES, C.A. Proposed modifications of the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analyses. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.12, n.8, p.785-794, 1981.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1986. 672p.
- MILLER, H.G. Dynamics of nutrient cycling in plantations ecosystems. In: BOWEN, G.D.S.; NAMBIAR, E.R.S. (Eds.). **Nutrition of plantation forests**. London: Academic, 1984. p.53-78.
- NEEDHAM, T.D.; BURGER, J.A.; ODERWALD, R.G. Relationship between Diagnosis and Integrated System (DRIS) Optima and foliar nutrient critical levels. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v.54, p.883-886, 1990.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.
- SUMNER, M.E. Application of Beaufils Diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. **Plant and Soil**, The Hague, v.8, p.359-369, 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, MG: UFV, 1996. 123p. Tese de Doutorado.
- WADT, P.G.S.; ALVAREZ VENEGAS, 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, MG. **Anais**. Viçosa, MG: SBCS/UFV, 1995a. p.1317-1319.
- WADT, P.G.S.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. O Método da Chance Matemática na interpretação de dados de levantamento nutricional de talhões florestais sob condições de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, p.775-780, 1998a.
- WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; BARROS, N.F.; DIAS, L.E. Três métodos de cálculo do DRIS sobre o potencial de resposta à adubação de árvores de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, p.661-666, 1998b.
- WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; FONSECA, S.; BARROS, N.F. Valores de referência para macronutrientes em eucalipto obtidos pelos métodos DRIS e Chance Matemática. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.22, p.685-692, 1998c.
- WADT, P.G.S.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; FONSECA, S.; FERNANDES FILHO, E.I. Avaliação da nutrição nitrogenada de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios da Aracruz Celulose S.A. pelo Método da Chance Matemática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: SBCS/UFV, 1995b. p.1320-1322.
- WARD, S.C.; PICKERSGILL, G.E.; MICHAELSEN, D.V.; BELL, D.T. Responses to factorial combinations of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers by saplings of *Eucalyptus saligna* Sm., and the prediction of the responses by DRIS indices. **Australian Forest Research**, v.15, p.27-32, 1985.
- YOST, R.S.; DEBELL, D.S.; WHITESELL, C.D.; MIYASAKA, S.C. Early growth and nutrient status of *Eucalyptus saligna* as affected by nitrogen and phosphorus fertilization. **Australian Forest Research**, v.17, p.203-214, 1987.