

NOTA

O MÉTODO DA CHANCE MATEMÁTICA NA INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE LEVANTAMENTO NUTRICIONAL DE EUCALIPTO⁽¹⁾

P. G. S. WADT⁽²⁾, V. H. ALVAREZ V.⁽³⁾, R. F. NOVAIS⁽⁴⁾,
S. FONSECA⁽⁵⁾ & N. F. BARROS⁽⁴⁾

RESUMO

A manipulação de grande volume de dados de levantamentos nutricionais de talhões florestais incentivou o desenvolvimento de um processo matemático, baseado no cálculo de probabilidades, para a interpretação desses dados por meio de faixas de suficiência, ao qual se denominou método da Chance Matemática. Este método não só identifica, para cada fator tomado isoladamente, as faixas infra-ótima, ótima e supra-ótima, o nível ótimo e o nível crítico, mas também fornece a classificação dos talhões, segundo sua distribuição em cada uma das faixas de suficiência. O objetivo deste trabalho foi apresentar o referido método, tomando, como exemplo, dados de levantamento nutricional de árvores de eucalipto, realizado entre os anos de 1988 a 1994, em plantios comerciais da Aracruz Celulose, no estado do Espírito Santo, Brasil.

Termos de indexação: monitoramento nutricional, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, níveis de suficiência, nível crítico.

SUMMARY: *THE METHOD OF MATHEMATICAL CHANCE TO EVALUATE DATA FROM NUTRITIONAL SURVEY OF EUCALYPT TREES*

Handling a large volume of data from nutritional surveys of forest plantation is a hard task in studies of tree nutrition. A mathematical process named "Method of Mathematical Chance" was developed, based on probability calculation, to interpret such data by levels of nutrient sufficiency. By this method it is possible to identify optimum, sub-optimum and supra-optimum ranges, for each growth factor, as well as permit the

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Viçosa – UFV. Recebido para publicação em julho de 1997 e aprovado em julho de 1998.

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

⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa - UFV. CEP 36571-000 Viçosa (MG). E-mail: vhav@mail.ufv.br. Bolsista do CNPq.

⁽⁴⁾ Professor Titular do Departamento de Solos, UFV. Bolsista do CNPq.

⁽⁵⁾ M.S. Pesquisador Sênior da ARACRUZ CELULOSE S.A., Rod. Aracruz Barra do Riacho, Km 25, CEP 29190-000 Aracruz (ES).

classification of tree stands according to their distribution in each sufficiency level. In this paper we describe the "Method of Mathematical Chance" and provide an example of its use for eucalypt trees, with data collected between 1988 and 1994 from the Aracruz cellulose plantations in Espírito Santo State, Brazil.

Index terms: nutritional survey; forest plantation; nutritional critical level; nutritional sufficiency level, Eucalyptus grandis.

INTRODUÇÃO

O método da Chance Matemática analisa a faixa de valores para determinado fator, interno ou externo à planta, em que se espera obter a máxima produtividade. A faixa de valores correspondente à máxima produtividade denomina-se *faixa ótima*, e as de valores abaixo ou acima da faixa ótima denominam-se, respectivamente, *faixa infra-ótima* e *faixa supra-ótima*.

Com o método da Chance Matemática, à semelhança de ensaios de calibração da produtividade vegetal em função do teor de um nutriente nos tecidos da planta, obtêm-se os valores padrões: nível crítico, nível ótimo e as faixas de suficiência.

Contudo, esses dois métodos diferem entre si quanto ao procedimento para a obtenção dos valores padrões. Basicamente, esta diferença está na origem dos dados usados para a obtenção dos padrões. Pelo método dos ensaios de calibração, faz-se necessário que:

- a) a variação do fator em análise deve ser a principal responsável pela variabilidade da produtividade vegetal e os demais fatores devem ser mantidos controlados;
- b) as condições ecofisiológicas devem ser fixadas (idade da planta, época do ano, estágio de desenvolvimento, etc.), e
- c) nenhum outro fator pode ser limitante da produção. Neste caso, supõe-se que os demais fatores de produção estejam no ótimo e sejam constantes.

Por outro lado, com o método da Chance Matemática, procura-se estabelecer os valores padrões a partir de dados obtidos sob as mais variadas condições ecofisiológicas. Daí, torna-se possível utilizar dados de condições de campo (talhões ou lavouras comerciais), e não apenas de ensaios controlados, e os valores padrões podem ser constantemente reavaliados toda vez que se faz o monitoramento nutricional e novas informações são agregadas ao conjunto de dados (Novais et al., 1994; Wadt et al., 1994; Wadt et al., 1995).

O objetivo deste trabalho foi exemplificar a aplicação do método da Chance Matemática, utilizando, como exemplo, dados do teor de N nas folhas e da partição do conteúdo de N entre as folhas e o restante da árvore de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se dados de 738 talhões florestais cultivados com clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, com idades entre 6,4 e 7,5 anos, fornecidos pela Aracruz Celulose S.A.⁽⁶⁾

As variáveis usadas foram o teor de N nas folhas (N_f); a partição do conteúdo do N entre folhas e restante da parte aérea ($PN_{f/r}$); a idade da árvore e a produção de matéria seca do lenho (MS). As amostras foliares foram obtidas de amostras compostas das folhas maduras das copas das árvores, após o corte destas.

Calculou-se o incremento médio de matéria seca do lenho (IMA), dividindo-se a produção de matéria seca do lenho ($t\ ha^{-1}$) pela idade da árvore (anos). O teor de N nas folhas (N_f) foi obtido de árvores cujo diâmetro médio à altura do peito (DAP) correspondeu ao DAP médio do respectivo talhão e foi expresso como $g\ kg^{-1}$.

A $PN_{f/r}$ foi obtida pela equação:

$$PN_{f/r} = CN_f / CN_r$$

em que,

$CN_f = M_f \cdot N_f / \text{idade}$ (em $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)

$CN_r = M_g \cdot N_g / \text{idade} + M_c \cdot N_c / \text{idade} + M_L \cdot N_L / \text{idade}$ (em $kg\ ha^{-1}\ ano^{-1}$)

em que M_f , M_g , M_c e M_L correspondem, respectivamente, à produção de matéria seca das folhas, galhos, casca e lenho das árvores, em $t\ ha^{-1}$; N_f , N_g , N_c e N_L representam os teores de N nas folhas, galhos, casca e lenho das árvores, em $g\ kg^{-1}$; e "idade" corresponde à idade da árvore, em anos.

Para cada fator⁽⁷⁾ (N_f e $PN_{f/r}$), foram determinadas, pelo método da Chance Matemática, suas respectivas faixas de suficiência: faixas infra-ótima, ótima e supra-ótima. Foram duas as probabilidades⁽⁸⁾ utilizadas na determinação da Chance Matemática de cada fator. A primeira consistiu no número de

⁽⁶⁾ Aracruz - Barra do Riacho (ES). CEP 29197-000. Tel.: (027) 270-2122 / Fax: (027) 270-2001.

⁽⁷⁾ Fator = variável dependente, aleatória e quantitativa, capaz de alterar a produtividade da árvore.

⁽⁸⁾ O método da Chance Matemática exige que se trabalhe com amostras grandes, de forma que a frequência possa ser aproximada à probabilidade.

talhões de alta produtividade na classe “i”⁽⁹⁾ (A_i) dividido pelo total geral de talhões de alta produtividade ($A = \sum A_i$), que foi simbolizado por $P(A_i/A)$. A segunda probabilidade consistiu no número de talhões de alta produtividade na classe “i” (A_i) do fator interpretação dividido pelo total geral de talhões na classe “i” (C_i), que foi simbolizado por $P(A_i/C_i)$.

Finalmente, a Chance Matemática do fator na classe “i” (CHM_i) foi dada por:

$$CHM_i = (CHM(A_i/A) \cdot CHM(A_i/C_i))^{1/2}$$

sendo:

$$CHM(A_i/A) = P(A_i/A) \cdot IMAM_i/100$$

$$CHM(A_i/C_i) = P(A_i/C_i) \cdot IMAM_i/100$$

em que,

$P(A_i/A)$ = frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” do fator em relação ao total geral de talhões de alta produtividade = $100 A_i/A$;

$P(A_i/C_i)$ = frequência de talhões de alta produtividade na classe “i” do fator em relação ao total geral de talhões da classe “i” = $100 A_i/C_i$, e

$IMAM_i$ = média do incremento médio anual das árvores de alta produtividade na classe “i”, em $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$.

A unidade de CHM_i é a mesma da variável dependente, no caso a produtividade ($t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$).

Para determinar o número de classes e seus respectivos intervalos, foi considerado o número de observações e a amplitude máxima de cada fator. Assim, o número de classes foi obtido pela raiz quadrada do número de observações, limitando-se esse valor a um número inteiro entre 5 e 15. Os limites de cada classe (i) foram calculados pelo quociente da amplitude total dos valores dos fatores pelo número de classes.

Para a classificação dos talhões quanto à baixa ou alta produtividade, estes foram estratificados de acordo com a idade da árvore, em intervalos de 1 ano, e então reagrupados conforme a produtividade em cada um desses estratos como pertencentes à subpopulação de alta produtividade ou de baixa produtividade. Talhões de alta produtividade foram aqueles cujo IMA foi superior ao IMA médio de cada estrato de idade acrescido de 0,5 desvio-padrão da produtividade, e os demais foram considerados como de baixa produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A representação gráfica da produtividade em função do N_f (Figura 1) mostra grande dispersão, sem qualquer correlação aparente entre as duas variáveis. Esse fenômeno ocorre por não ser a variável independente a única causa da variação em dados provenientes de levantamentos nutricionais.

A estimativa de uma curva de resposta ideal entre N_f e a produtividade (Figura 1, arco pontilhado) não permite a determinação segura do nível crítico, nem do nível ótimo ou das faixas de suficiência, pois os valores obtidos podem variar conforme a consideração de um ou outro ponto da dispersão, como estando abaixo ou acima da curva de resposta idealizada.

Outra possibilidade é definir o nível ótimo como sendo o valor médio do fator de produção no conjunto total de dados ou naqueles provenientes de árvores de alta produtividade (Leite, 1993). No primeiro caso, o nível ótimo seria numericamente equivalente à média aritmética do teor de N nas folhas, que

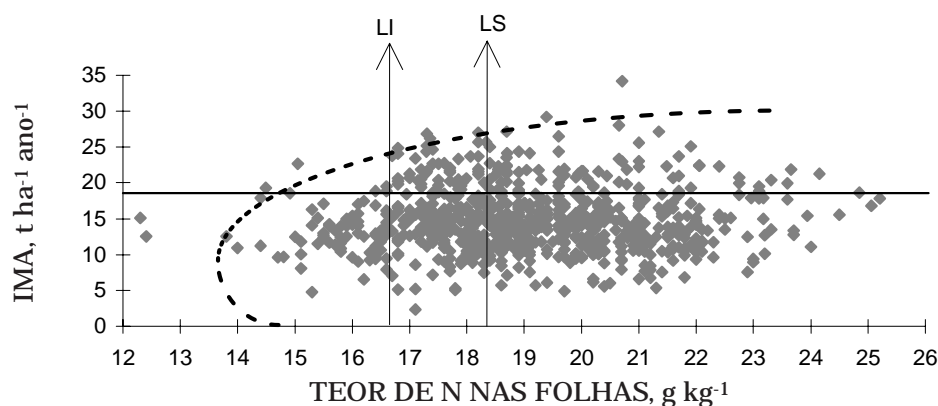


Figura 1. Incremento médio anual de matéria seca do lenho de eucalipto (IMA), em função do teor de N nas folhas. A linha horizontal contínua representa o limite inferior, aproximado, dos talhões de alta produtividade, as setas verticais representam o limite inferior (LI) e superior (LS) da faixa ótima de N nas folhas e a linha em semi-arco, pontilhada, representa a curva de resposta ideal entre o IMA e o teor de N nas folhas.

⁽⁹⁾ Classe de frequência do fator em análise.

corresponderia a 19,1 g kg⁻¹; valor este aparentemente adequado. Neste caso, as faixas de suficiência poderiam ser definidas pelo intervalo de confiança, a determinado nível de significância, estabelecido a partir do nível ótimo, enquanto o nível crítico poderia corresponder ao teor do nutriente para uma produtividade equivalente a 90% daquela correspondente ao nível ótimo, obtido na curva de resposta idealizada, ou o nível crítico seria dado pelo limite inferior do intervalo de confiança estabelecido a partir do nível ótimo.

O método da Chance Matemática possibilita a obtenção destes mesmos valores padrões, porém por meio de cálculos de probabilidade que evitam a tendenciosidade na interpretação dos dados. Ao aplicar-se o método da Chance Matemática aos mesmos dados da figura 1, obtêm-se 15 classes para os fatores N_f e PN_{f/r}, as diversas probabilidades e a Chance Matemática de cada fator em cada uma dessas classes (Quadros 1 e 2).

Para o N_f, nota-se que, nas classes 1 e 2, o valor da CHM_i foi nulo (Quadro 1), significando que, se N_f for menor que 14,02 g kg⁻¹ (limite superior da classe 2), a possibilidade de obtenção de altas produtividades será nula. Por outro lado, nas classes 6 e 7, a CHM_i atingiu os maiores valores (4,71 e 4,84 t ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente), ou seja, foi nesta faixa de valores que houve a maior probabilidade de altas produtividades (N_f maior que 16,60 g kg⁻¹ - limite inferior da classe 6 - e inferior ou igual a 18,32 g kg⁻¹ - limite superior da classe 7) (Quadro 1).

A esta faixa de valores denomina-se faixa ótima. O nível crítico seria, por este critério, definido como sendo de 16,6 g kg⁻¹ e o nível ótimo como sendo de 17,5 g kg⁻¹, respectivamente, o limite inferior e a mediana da faixa ótima.

O valor de 19,1 g kg⁻¹, que representa a média de N_f nos talhões amostrados, foi, portanto, maior que o limite superior da faixa ótima, indicando que, a valores de N_f abaixo de 19,1 g kg⁻¹, existem boas probabilidades de alta produtividade. Nota-se que os IMAM_i, nas classes 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 14, oscilaram entre 20 e 21 t ha⁻¹ ano⁻¹. Contudo, foi somente nas classes 6 e 7 que a frequência dos talhões de alta produtividade, em relação ao total das classes, foi maior, o que resultou em maiores valores para a CHM_i dessas duas classes. Conclui-se que valores de N_f próximos de 17 g kg⁻¹, para árvores de eucalipto, antes de indicar deficiência de N, podem estar sugerindo o efeito de diluição de N, fenômeno que, em experimentos controlados, pode não ser refletido de forma adequada e, portanto, levando à superestimativa do valor do nível crítico. O valor encontrado neste trabalho aproxima-se bastante daquele obtido por Bellote (1979) para árvores de *E. grandis* de 7 anos de idade, que foi de 17,2 g kg⁻¹ pelo método da média aritmética. Entretanto, Shönau (1983) revela que o nível ótimo para N_f seria de 20 g kg⁻¹, também pelo método da média aritmética. O valor do nível ótimo indicado por Shönau (1983) foi quase 20% superior aos valores encontrados por Bellote (1979) e neste trabalho.

Quadro 1. Limites e ponto médio do teor de N em folhas (N_f) de eucalipto e as diversas probabilidades do método da Chance Matemática em cada classe

i ⁽¹⁾	N _f			PS _i ⁽⁵⁾	P (A _i /A) ⁽⁶⁾	P (A _i /C _i) ⁽⁷⁾	IMAM _i ⁽⁸⁾	CHM _i ⁽⁹⁾
	LI ⁽²⁾	LS ⁽³⁾	PMC ⁽⁴⁾					
	g kg ⁻¹			%		t ha ⁻¹ ano ⁻¹		
1	12,30	13,16	12,73	0,3	0,0	0,0	0	0,00
2	13,16	14,02	13,59	0,3	0,0	0,0	0	0,00
3	14,02	14,88	14,45	0,7	1,1	40,0	19	1,22
4	14,88	15,74	15,31	2,6	1,1	10,5	21	0,71
5	15,74	16,60	16,17	4,3	1,1	6,3	18	0,45
6	16,60	17,46	17,03	12,5	15,4	31,5	21	4,71
7	17,46	18,32	17,89	15,9	19,1	30,8	20	4,84
8	18,32	19,18	18,75	18,2	15,4	21,6	21	3,81
9	19,18	20,04	19,61	14,4	14,9	26,4	20	3,96
10	20,04	20,90	20,47	10,9	10,6	25,0	21	3,36
11	20,90	21,76	21,33	10,5	10,1	24,7	20	3,18
12	21,76	22,62	22,19	5,3	2,7	12,8	22	1,30
13	22,62	23,48	23,05	2,6	5,9	57,9	19	3,49
14	23,48	24,34	23,91	1,1	2,1	50,0	20	2,07
15	24,34	25,20	24,77	0,4	0,5	33,3	19	0,77

(1) classe i. (2) limite inferior (LI) da classe "i". (3) limite superior (LS) da classe "i". (4) ponto médio (PMC) da classe "i". (5) probabilidade dos talhões pertencerem à classe "i" (PS_i). (6) probabilidade de talhões de alta produção na classe "i" em relação ao total de talhões de alta produção (P(A_i/A)). (7) probabilidade de talhões de alta produção na classe "i" em relação ao total de talhões da classe "i" (P(A_i/C_i)). (8) incremento médio anual dos talhões de alta produção na classe "i" (IMAM_i). (9) Chance Matemática na classe "i" (CHM_i).

Para a partição do conteúdo de N entre folhas e demais partes aéreas da árvore ($PN_{f/r}$), o valor ótimo determinado pela média aritmética foi de 0,43 (as árvores acumularam por hectare e ano, 0,43 kg de N nas folhas, para cada kg de N no restante da parte aérea), enquanto a faixa ótima determinada pelo método da Chance Matemática foi de 0,24 a 0,50 (considerando as três classes de maior valor para a CHM_i) (Quadro 2). O ponto médio da faixa ótima (0,37) ficou bastante próximo do valor da média aritmética (0,43).

Deve-se alertar que os valores da CHM_i são relativos à distribuição dos talhões de alta e de baixa produção em relação a cada classe do fator analisado. Como a distribuição dos talhões de alta produtividade para o fator N_f ocorre em maior número de classes em relação às classes do fator $PN_{f/r}$, os valores da CHM_i para o segundo fator são maiores. Em outras palavras, para o fator N_f , a maior CHM_i ocorreu na classe 7 e foi de 4,84 t ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto, para o fator $PN_{f/r}$, o valor máximo ocorreu na classe 4 e foi de 5,58 t ha⁻¹ ano⁻¹ (Quadros 1 e 2, respectivamente). Isto significa que a distribuição de talhões de alta produção foi dispersa em maior amplitude de valores de N_f que para os valores de $PN_{f/r}$. Deduz-se, portanto, que os valores da CHM_i somente podem ser comparados entre classes de um mesmo fator e para um mesmo conjunto de dados.

O método da Chance Matemática também possibilita a determinação da distribuição dos talhões em relação às faixas de suficiência (faixa infra-ótima, ótima e supra-ótima).

Para o fator N_f , a faixa infra-ótima foi compreendida pelas classes de 1 a 5, cuja máxima CHM_i foi de 1,22 t ha⁻¹ ano⁻¹, ou seja, somente 25% da CHM_i obtida na classe 7 (Quadro 1). Já a separação das faixas ótima e supra-ótima foi imprecisa, em razão das dificuldades no agrupamento das classes numa ou noutra faixa de suficiência. Por exemplo, para o N_f , a faixa ótima pode vir a ser considerada como aquela compreendida entre o limite inferior e o superior das classes 6 e 7, respectivamente; e, neste caso, a faixa supra-ótima corresponderia aos valores de N_f acima do limite superior da classe 7.

Para o fator $PN_{f/r}$, a separação entre a faixa ótima e a supra-ótima poderia ser tanto o limite superior da classe 4 como o da classe 5, uma vez que os valores da CHM_i nas classes 3, 4 e 5 foram bastante próximos.

Após se estabelecerem os limites para as faixas de suficiência, torna-se possível obter a distribuição dos talhões em cada uma dessas faixas, somando-se os valores das probabilidades dos talhões pertencerem às classes (PS_i) de cada uma dessas faixas de suficiência. Para o fator N_f , por exemplo, as classes 1, 2, 3, 4 e 5 foram identificadas como pertencentes à faixa infra-ótima, e o somatório dos valores da PS_i ($0,3 + 0,3 + 0,7 + 2,6 + 4,3 = 8,2\%$) correspondeu à proporção de talhões cujos valores de N_f estão na faixa infra-ótima. O mesmo procedimento pode ser feito para as demais faixas de suficiência, o que torna possível avaliar se determinado fator de produção ocorreu predominantemente como limitante (alta frequência de talhões na faixa infra-ótima) ou não-limitante (alta frequência de talhões na faixa ótima ou supra-ótima) da produtividade.

Quadro 2. Limites e ponto médio da partição do conteúdo de N entre folhas e o restante da parte aérea da árvore de eucalipto ($PN_{f/r}$) e às diversas probabilidades do método da Chance Matemática em cada classe

i ⁽¹⁾	$PN_{f/r}$			PS_i ⁽⁵⁾	P (A _i /A) ⁽⁶⁾	P(A _i /C _i) ⁽⁷⁾	IMAM _i ⁽⁸⁾	CHM _i ⁽⁹⁾
	LI ⁽²⁾	LS ⁽³⁾	PMC ⁽⁴⁾					
	— kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ / kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ —			%		— t ha ⁻¹ ano ⁻¹ —		
1	0,067	0,153	0,110	2,4	2,7	27,8	18	1,52
2	0,153	0,240	0,197	10,2	14,4	36,0	19	4,34
3	0,240	0,326	0,283	17,1	21,3	31,7	21	5,50
4	0,326	0,412	0,369	20,3	23,9	30,2	21	5,58
5	0,412	0,499	0,456	19,6	22,9	29,9	20	5,33
6	0,499	0,585	0,542	14,0	8,5	15,5	20	2,28
7	0,585	0,671	0,628	7,5	4,3	14,5	21	1,67
8	0,671	0,758	0,715	4,2	1,6	9,7	20	0,77
9	0,758	0,844	0,801	2,0	0,0	0,0	0	0,00
10	0,844	0,930	0,887	1,0	0,5	14,3	18	0,55
11	0,930	1,017	0,974	0,5	0,0	0,0	0	0,00
12	1,017	1,103	1,060	0,5	0,0	0,0	0	0,00
13	1,103	1,189	1,146	0,1	0,0	0,0	0	0,00
14	1,189	1,276	1,233	0,3	0,0	0,0	0	0,00
15	1,276	1,362	1,319	0,0	0,0	0,0	0	0,00

(1) classe i. (2) limite inferior (LI) da classe "i". (3) limite superior (LS) da classe "i". (4) ponto médio (PMC) da classe "i". (5) probabilidade dos talhões pertencerem à classe "i" (PS_i). (6) probabilidade de talhões de alta produção na classe "i" em relação ao total de talhões de alta produção (P(A_i/A)). (7) probabilidade de talhões de alta produção na classe "i" em relação ao total de talhões da classe "i" P(A_i/C_i). (8) incremento médio anual dos talhões de alta produção na classe "i" (IMAM_i). (9) Chance Matemática na classe "i" (CHM_i).

CONCLUSÃO

1. O método da Chance Matemática possibilitou a utilização de dados de monitoramento nutricional de árvores adultas de eucalipto na: (a) determinação do nível crítico e do nível ótimo; (b) determinação de faixas de suficiência (faixas infra-ótima, ótima e supra-ótima), e (c) classificação dos talhões quanto à sua distribuição nas faixas de suficiência.

AGRADECIMENTOS

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

LITERATURA CITADA

- BELLOTE, A. F. J. Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill, ex-Maiden) em função da idade. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 1979. 129p. (Tese de Mestrado)
- LEITE, R.A. Avaliação do estado nutricional do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo utilizando diferentes métodos de interpretação de análise foliar. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 87 p (Tese de Doutorado)
- NOVAIS, R.F., WADT, P.G.S., ALVAREZ V., V.H. & BARROS, N.F. Levantamento do estado nutricional de cafeeiros do estado do Espírito Santo com base no método da Chance Matemática. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina. 1994, Anais. Petrolina, SBSC/EMBRAPA-CPATSA, 1994. p.182-183.
- SHÖNAU, A.P.G. Fertilization in South African forestry. South Afr. For. J. 125:1-19, 1983.
- WADT, P.G.S., ALVAREZ V., V.H., NOVAIS, R.F. & BARROS, N.F. Método da Chance Matemática para a determinação das faixas infra-ótima, ótima e supra-ótima dos teores foliares de nutrientes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina. 1994, Anais. Petrolina, SBSC/EMBRAPA-CPATSA, 1994. p.186-187.
- WADT, P.G.S., NOVAIS, R.F., BARROS, N.F.; ALVAREZ V.; 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., Viçosa. 1995, Anais. Viçosa, SBSC/UFV, 1995. p.1320-1322.