

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DO DRIS E DO NÍVEL CRÍTICO NA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ÁRVORES DE *Eucalyptus grandis*, CULTIVADAS EM DOIS SOLOS DE LENÇÓIS PAULISTA, SÃO PAULO

Lúcia Helena de Oliveira Wadt⁽¹⁾ & Paulo Guilherme Salvador Wadt⁽²⁾

⁽¹⁾ M.Sci. Estudante de Pós-Doutorado - Departamento de Genética - ESALQ/USP. e-mail lhowadt@carpa.ciagri.usp.br. ⁽²⁾ D.Sci. META AGROFLORESTAL. e-mail pgswardt@carpa.ciagri.usp.br

No Brasil, os povoamentos florestais de espécies do gênero *Eucalyptus* tem sido implantados em solos de baixa fertilidade natural, e de baixa capacidade de manutenção da produtividade em ciclos de corte consecutivos, pelo ao rápido esgotamento das reservas minerais. Também, a adubação mineral nesses plantios tem sido insipiente, com um balanço negativo: a retirada de nutrientes pela colheita do lenho e outras partes da árvore tem sido maior que as entradas via adubação ou pelos processos naturais de adição. Portanto, espera-se que a médio prazo a necessidade de adição de nutrientes em nos novos plantios seja requerida em maiores níveis que o atualmente praticados.

Em razão das extensas áreas dedicadas ao plantio de eucalipto, a adubação mineral poderá representar um custo substancial para as empresas reflorestadoras. Portanto, urge estabelecer métodos confiáveis de recomendação de adubos. A confiabilidade de um método em recomendar corretamente os nutrientes necessários baseia-se na capacidade deste em reconhecer quais os nutrientes são efetivamente limitantes da produtividade e, a partir desse diagnóstico, planejar a adição do nutriente, em termos de quantidade e época de aplicação, que possibilitem a maior eficiência biológica e, ou, econômica.

Dados da produtividade (volume sólido do lenho com casca, por hectare) e dos teores dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas das árvores de oito clones de *Eucalyptus grandis*, aos 12-18 meses e aos 56-57 meses de idade, cultivados em dois solos (podzólico vermelho amarelo - PVE- e areia quartzosa - AQ-) do município de Lençóis Paulista, São Paulo (VETORAZZO, 1989), foram utilizados para determinar quais dos métodos de diagnóstico - do Nivel Crítico (NC) ou do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) - apresenta maior capacidade preditiva do do estado nutricional das árvores.

Pelo método do NC foram utilizados os valores críticos publicados por SHÖNAU (1983, 1981) e BELLOTE (1979) (Quadro 1). Pelo método do DRIS foram utilizadas um grupo de normas obtidas de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, a partir de um total de 1986 talhões cuja idade das árvores foi superior a 4,5 anos (acima de 98% das árvores). Usou-se a fórmula de Jones (JONES, 1981) para o cálculo dos índices DRIS e o método do *Potencial de Resposta à Adubação* na interpretação dos índices (WADT, 1996). Os cálculos foram realizados pelo programa BIOMÁTICA 97¹, usando-se os valores “default” para o cálculo das normas e seleção das relações para o cálculo dos índices DRIS¹. Os dados foram agrupados em função do tipo de solo (AQ ou PVE) e da idade da árvore (1,0 ou 4,7 anos). A cada conjunto de árvores de um mesmo grupo denominou-se por *agrupamento original*.

Os clones foram agrupados em função do padrão nutricional determinado pelo teor dos nutrientes nas folhas e pelos índices DRIS meio de da *análise discriminante*². O método do DRIS

¹ Software de avaliação do estado nutricional de lavouras desenvolvido pelo primeiro autor, em fase de testes.

² Análise multivariada, feita pelo software SPSS for Windows, Release 6.0, 1993.

mostrou-se superior, desde que o agrupamento predito por este método foi mais coerente com o agrupamento original. Com o DRIS, o grau de concordância entre o agrupamento original e o agrupamento predito foi superior a 90% (Quadro 2). Esse resultado é bastante relevante, já que, as variáveis usadas foram o teor dos nutrientes e os índices DRIS, sem a interpretação dos resultados em classes de suficiência, portanto, elimina-se no caso dos teores dos nutrientes a necessidade de calibração local para a interpretação dos resultados.

Quadro 1. Valores críticos e critérios de interpretação do estado nutricional de árvores por meio do método do Nível Crítico, em árvores de *Eucalyptus grandis*

Nutriente	Nível Crítico (NC)	Unidade	Deficiência	Ótimo	Excesso	Fonte
N	2,00	dag.kg ⁻¹	< NC	≥ NC	n.d.	Shönau (1983)
P	0,16	dag.kg ⁻¹	< NC	≥ NC	n.d.	Shönau (1983)
K	0,70	dag.kg ⁻¹	< NC	≥ NC	n.d.	Shönau (1983)
Ca	1,00	dag.kg ⁻¹	< NC	≥ NC	n.d.	Shönau (1983)
Mg	0,30	dag.kg ⁻¹	< NC	≥ NC	n.d.	Shönau (1983)
S	0,18	dag.kg ⁻¹	< NC	≥ NC	n.d.	Shönau (1983)
B	20	µg.kg ⁻¹	< NC	≥ NC	n.d.	Bellote (1979)
Fe	20	µg.kg ⁻¹	n.d.	< NC	≥ NC	Shönau (1983)
Zn	100	µg.kg ⁻¹	n.d.	< NC	≥ NC	Shönau (1983)
Mn	785	µg.kg ⁻¹	n.d.	< NC	≥ NC	Shönau (1981)
Cu	18	µg.kg ⁻¹	n.d.	< NC	≥ NC	Shönau (1983)

Quadro 2. Sumário da classificação de parcelas de *Eucalyptus grandis* em relação ao grupo real (tipo de solo e idade da árvore) e ao grupo predito com base nas três principais variáveis canônicas obtidas a partir da concentração dos nutrientes e dos índices DRIS. A porcentagem de parcelas corretamente classificadas com base nos teores dos nutrientes nas folhas foi de 87,5% e com base nos índices DRIS dos nutrientes nas folhas foi de 93,75%

casos verdadeiros				casos preditos							
Solo ID ¹ TC ²				método do NC				método do DRIS			
				PVE		AQ		PVE		AQ	
				4,7 ³	1,0	4,7	1,0	4,7	1,0	4,7	1,0
Nº casos	PVE	4,7	8	5	2	1	0	8	0	0	0
% (STP)				62,5%	25,0%	12,5%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Nº casos	PVE	1,0	8	0	8	0	0	0	6	0	2
% (STP)				0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	75,0%	0,0%	25,0%
Nº casos	AQ	4,7	8	0	0	8	0	0	0	8	0
% (STP)				0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
Nº casos	AQ	1,0	8	0	1	0	7	0	0	0	8
% (STP)				0,0%	12,5%	0,0%	87,5%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%

¹ idade; ² total de casos; ³ idade em anos.

O método do DRIS foi também mais conservador na indicação de deficiências nutricionais que o método do NC. Por exemplo, pelo método do NC, 100% das árvores foram consideradas

deficientes em S e Ca; 97% foram consideradas deficientes em P; 71% foram consideradas deficientes em Mg e, acima de 34% foram consideradas deficientes em N ou K (Quadro 3). Por outro lado, pelo DRIS, 50% das árvores foram consideradas deficientes em Ca, e somente 3% foram consideradas deficientes em Mg. O restante (47% das árvores) foram consideradas nutricionalmente equilibradas para todos os macronutrientes. Com baixa probabilidade de deficiência foram apontados o Mg (44% dos casos), o Ca (19% dos casos) e o P (12,5% dos casos) (Quadro 3).

A indicação do Ca como um nutriente deficiente parece improvável. Contudo, na comparação entre os métodos, o DRIS indicou 50% menos de deficiência de Ca que o método do NC. Portanto, se a resposta à adubação com Ca for nula, o método do DRIS estaria errando num menor número de casos.

Quadro 3. Sumário do número de árvores com deficiências nutricionais, para os macronutrientes, com base nos métodos do Nível Crítico e do DRIS

Nutriente	Nível Crítico	DRIS - <i>Potencial de Resposta à Adubação</i>	
		Alta probabilidade	Média probabilidade
N	11	0	0
P	31	0	4
S	32	0	0
K	14	0	0
Ca	32	16	6
Mg	23	1	14

O teor de Ca nas folhas como os índices DRIS de Ca foram altamente correlacionados com a produção das árvores, em ambas as idades (Quadro 4). Também, 81% dos casos de alta probabilidade de resposta à aplicação de Ca, pelo método do DRIS, foram no solo AQ com árvores de 12018 meses de idade (100% dessas árvores foram consideradas deficientes pelo DRIS). A deficiência em Ca diminuiu com o aumento da idade da árvore, onde 38% dessas deixaram de ser deficientes em Ca aos 4,7 anos. Portanto, a deficiência de Ca foi mais pronunciada no período de maior crescimento relativo da biomassa das árvores. Nesse período, pode ter ocorrido que a taxa de acúmulo relativa de biomassa foi superior à taxa de acúmulo relativa de Ca.

Na região de Lençóis Paulista (S) a deficiência hídrica, considerando a mesma capacidade de retenção de água pelos solos AQ e PVE, é estimada em torno de 20 mm.ano⁻¹. Contudo, tanto a capacidade de armazenamento de água como a força de retenção da água é menor no solo AQ, sugerindo que, a deficiência hídrica não é a mesma entre os dois microambientes. Como a deficiência em Ca, pelo DRIS, foi mais marcante na AQ, pode-se hipotetizar que neste solo a absorção de Ca teria sido afetada, por interrupção no processo de fluxo de massa às raízes. Como a evapotranspiração no período de deficit hídrico não é elevada, a árvore poderia manter relativamente maiores taxas de crescimento com menor demanda transpirativa de água. A menor demanda transpirativa explicaria, por exemplo, a menor depleção de Ca na AQ, quando em comparação com o PVE, conforme demonstrado por VETORAZZO (1989).

Além do Ca, outros nutrientes apresentaram altas correlações com a produtividade da árvore, nos dois métodos de diagnóstico (Quadro 4). Isso reforça a hipótese que outros fatores

podem nutricionais podem estar controlando a taxa de crescimento da árvore e que a alta deficiência de Ca pode ter sido decorrente da falta de paralelismo entre as taxas de acúmulo relativo de Ca e a taxa de crescimento relativo da biomassa. Contudo, nenhum desses fatores parecem ter sido limitantes, ao menos com base no método do DRIS. Portanto, a resposta a uma adubação adicional poderia ser baixa ou nula, pois o crescimento poderia estar sendo limitado por baixa disponibilidade de água e baixa demanda transpirativa da água (que diminui a absorção de todos os nutrientes que dependem do fluxo de massa para atingirem a superfície das raízes).

Quadro 4. Coeficientes de correlação de Spearman entre volume do tronco com casca por ha e teores dos nutrientes e índices DRIS dos nutrientes, em árvores de oito clones de *Eucalyptus grandis* cultivadas em Podzólico Vermelho Amarelo e Área Quartzosa, em Lençóis Paulistas. Os valores em negrito indicam os coeficientes que foram significativos ao nível de 5%

Nutriente	árvores com 1 ano de idade				árvores com 4,7 anos de idade			
	teor	NS	índice DRIS	NS	teor	NS	índice DRIS	NS
N	0,86	0,000	-0,01	0,983	0,34	0,197	0,23	0,393
P	0,64	0,008	0,37	0,154	-0,53	0,036	-0,70	0,003
K	0,19	0,477	-0,65	0,006	0,77	0,000	0,65	0,007
Ca	0,82	0,000	0,85	0,000	0,83	0,000	0,81	0,000
Mg	0,77	0,000	0,68	0,004	0,88	0,000	0,86	0,000
S	0,37	0,161	-0,47	0,064	-0,18	0,495	-0,24	0,374
B	0,28	0,297	-0,28	0,297	-0,61	0,012	-0,77	0,000
Cu	0,33	0,211	-0,19	0,471	-0,33	0,207	-0,37	0,161
Fe	-0,55	0,027	-0,77	0,000	0,58	0,018	0,49	0,052
Mn	-0,71	0,002	-0,81	0,000	0,68	0,004	0,53	0,034
Zn	0,74	0,001	0,06	0,812	-0,81	0,000	-0,84	0,000
Matéria Seca			-0,78	0,000			-0,55	0,027

NS = nível de significância.

BELLOTE, A.F.J. Concentração, acumulação, exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* em função da idade. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, USP, Piracicaba, SP. 1979. 128p. (Tese de Mestrado)

JONES, C.A. Proposed modifications of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. Commun. Soil Sci. Pl. Anal., New York, 12:785-794, 1981.

SHÖNAU, A.P.G. Seasonal changes in foliar nutrient content of *E. grandis*. South Afr. For. J. 119:1-4. 1981.

SHÖNAU, A.P.G. Fertilization in South African forestry. South Afr. For. J. 125:1-19. 1983.

VETORAZZO, S.C. Efeito dos fatores do solo e de genótipos no crescimento, nutrição e atividade da fosfatase ácida em clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” - USP, Piracicaba, SP. 1989. 115p. (Tese de Mestrado).

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. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1996. 123p. (Tese de Doutorado).