



# Nutrição e produtividade de povoamentos de eucalipto manejados por talhadia

Nairan Félix de Barros  
Paulo César Teixeira  
José Luiz Teixeira

Departamento de Solos/Universidade Federal de Viçosa

**RESUMO:** Em muitas regiões brasileiras a produtividade de florestas de eucalipto manejadas por talhadia decresce em relação à rotação anterior. Esta redução pode ser atribuída à deficiência de nutrientes, se nenhuma característica do solo que controla os fluxos de água e de nutrientes é alterada na rotação anterior. Por isso, é necessário desenvolver a técnica de fertilização de brotações para otimizar o crescimento da floresta e os custos com aquisição de fertilizantes. Neste trabalho, estabeleceu-se uma comparação entre povoamentos de sementes e de brotação em termos da dinâmica de crescimento e acúmulo de nutrientes. Há uma boa similaridade nesses dois tipos de povoamentos quanto a essas características, e a diferença decorre da existência do sistema radicular da floresta anterior no povoamento de brotação, o que resulta em taxa mais alta de crescimento inicial destes tipos de povoamento. Em consequência a demanda nutricional é também antecipada. Assim, o mesmo procedimento usado para recomendar adubação para povoamento de semente pode ser adotado para o de brotação, eliminando-se a quantidade de nutrientes necessária para a formação das raízes e da copa, visto que os resíduos da colheita anterior são sempre deixados na área. Contudo, a adubação do povoamento de brotação deve ocorrer em idades mais jovens do que a de povoamento de sementes.

---

## INTRODUÇÃO

A habilidade do eucalipto em regenerar por brotação de cepas é uma das características de grande importância silvicultural e econômica do gênero. Contudo, em muitas regiões brasileiras tem-se constatado a queda de produtividade de florestas conduzidas por brotação, não necessariamente pela redução da população de plantas mas pelo menor crescimento dos indivíduos. Este fato tem levado muitas empresas florestais a optarem pela reforma do povoamento após a primeira rotação.



Assumindo-se que na rotação anterior não tenham ocorrido alterações em características do solo que determinam os fluxos de água e de nutrientes, a restrição nutricional seria a causa da perda de produtividade dos povoamentos de eucalipto conduzidos por brotação. Os resultados dos primeiros estudos sobre a adubação de cepas de eucalipto foram relatados por Balloni & Silva (1978) e por Rezende *et al.* (1980), que tentaram definir a melhor época e o melhor modo de aplicação do fertilizante. A magnitude de resposta nestes estudos foi bem variável, havendo caso em que ganhos não foram observados, a despeito da pobreza do solo. Barros *et al.* (1990) atribuem ao desconhecimento da dinâmica de crescimento e da remobilização de nutrientes do sistema radicular a falta de uma tecnologia eficaz de adubação de touças.

Neste trabalho estabelece-se uma relação entre o crescimento e o conteúdo de nutrientes de povoamentos de eucalipto de semente com os de brotação, e sugere-se um procedimento para adubação de touças de eucalipto.

## POVOAMENTOS DE SEMENTES COMPARADOS AOS DE BROTAÇÃO DE CEPAS

Existe uma estreita relação entre a taxa de crescimento e a taxa de acúmulo de nutrientes em várias espécies florestais (Miller, 1984), incluindo as espécies de eucalipto plantadas comercialmente no Brasil, como exemplificado na Figura 1 para potássio (Barros & Novais, 1996). Por esta figura, fica evidente a possibilidade de, em se conhecendo a capacidade produtiva do sítio, se determinar a quantidade de potássio que deve existir no solo, em forma lábil, para atender à demanda das plantas. Não há razões para que relação similar à apresentada na Figura 1 não seja também verificada para povoamentos conduzidos por brotação. A diferença que se pode esperar entre um povoamento de sementes e um de brotação advém da existência do

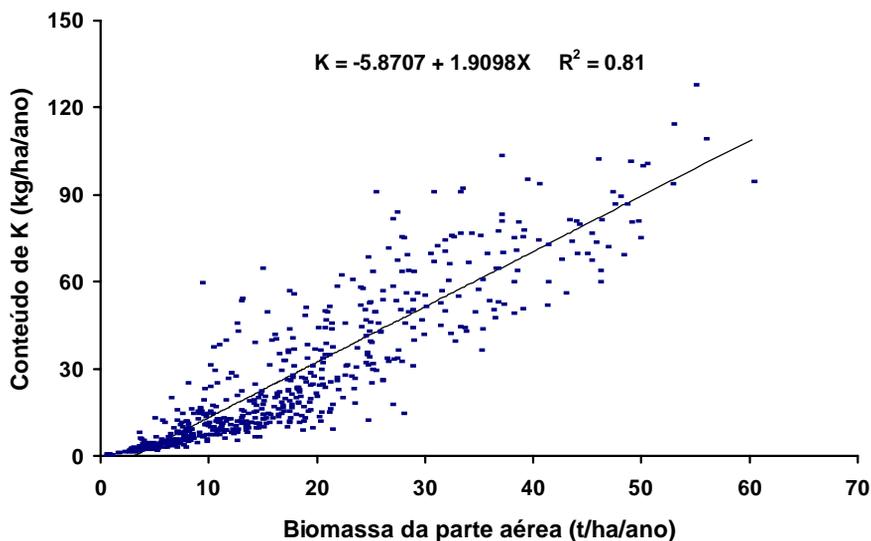


Figura 1

Relação entre a produtividade de povoamento de eucalipto no Brasil e acúmulo de potássio na biomassa. Fonte: Barros & Novais (1996).



sistema radicular parcialmente já estabelecido neste último caso, podendo ele ser fonte de reservas orgânicas e minerais, que podem ser retranslocadas e utilizadas para formação inicial de novas raízes e das novas brotações. Caracteristicamente, na fase inicial de crescimento, um povoamento de brotação possui uma relação raiz:parte aérea maior do que um povoamento de semente.

Em povoamentos de semente, a planta tem, na sua fase inicial de crescimento, de investir não só na construção de seu aparelho fotossintético (folhas e galhos) mas também na formação do sistema radicular para absorção de água e de nutrientes. Assim, a alocação inicial de fotoassimilados e de nutrientes na formação de raízes é alta, com o favorecimento relativo deste órgão em comparação com a parte aérea. Com o avançar da idade, maior pro-

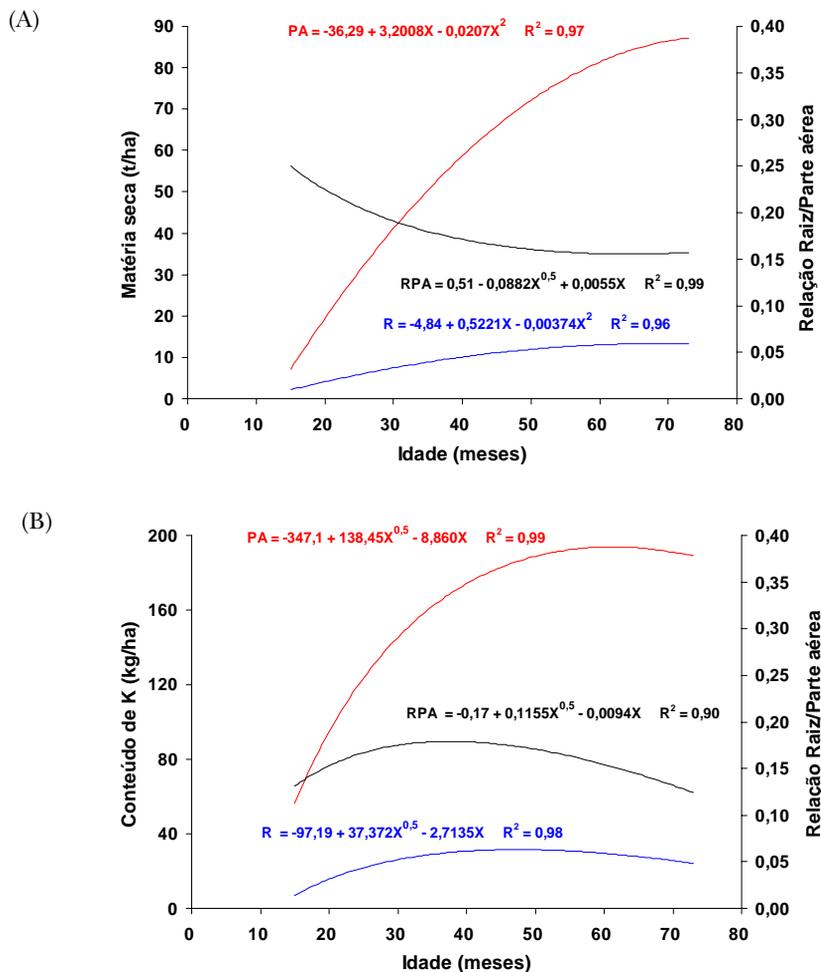


Figura 2

Acúmulo de biomassa (A) da parte aérea (PA) e de raízes (R) e relação R:PA (RPA) e acúmulo de potássio (B) nestes componentes em função da idade de povoamentos de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes cultivados em solos argilosos do cerrado de Minas Gerais.

Fonte: Dados derivados de Reis *et al.* (1987).



porção de fotoassimilados é dirigida para a parte aérea, com a conseqüente queda na relação raiz:parte aérea. Esse fato é exemplificado com informações obtidas em condições de cerrado para *Eucalyptus grandis* por Reis *et al.* (1987). À idade em torno de 18 meses a relação raiz:parte aérea é de, aproximadamente, 0,25 e cai para 0,15 quando o povoamento atinge cerca de 75 meses (Figura 2a). A queda nesta relação ocorre pelo investimento preferencial de carbono pela planta na sua parte aérea. Deve-se ressaltar que, em sítios de pior qualidade, essa relação é mais alta e assim se mantém até à idade de corte da floresta (Reis *et al.*, 1987). Em outras palavras, uma proporção considerável dos produtos da fotossíntese e de nutrientes fica imobilizada nas raízes e não na parte aérea, ou no tronco, que é o componente de maior interesse comercial.

No que diz respeito ao acúmulo de nutrientes, toma-se o potássio como exemplo, por ser este o nutriente para o qual tem-se constatado maiores respostas de crescimento pelos povoamentos conduzidos por brotação. As curvas de acúmulo de potássio na parte aérea e nas raízes de povoamentos de *E. grandis* de semente se assemelham a aquelas do acúmulo de biomassa, mas com uma tendência de atingir um platô em idades mais jovens. Esta tendência é decorrente de reciclagem do potássio pela planta. A quantidade de potássio nas raízes flutua entre 5,5 e 8,3 vezes menos do que a da parte aérea, em função da idade do povoamento (Figura 2b).

Em povoamentos a serem conduzidos por brotação, logo após o corte, o sistema radicular já está formado, embora se espere um novo ajuste com a nova parte aérea (as brotações). Teixeira (1996) estudou, em condições de campo, a dinâmica de crescimento do sistema radicular de cepas de *E. urophylla*, do corte do povoamento, aos 7 anos, até 12 meses após. A relação raiz:parte aérea era alta no início e caiu drasticamente com o tempo (Figura 3a), mas permaneceu maior do que a relação encontrada por Reis *et al.* (1987) para povoamentos de semente à idade de 18 meses. Este fato mostra que a necessidade de investimento de fotoassimilados e de nutrientes na formação de raízes em povoamentos de brotação é bem menor do que no de semente. A Figura 3a mostra que o crescimento em biomassa de raízes vai de 17,2 t/ha, logo após o corte, para 22,2 t/ha, aos 10 meses após, ou seja, um aumento de 5 t/ha comparado com 17,4 t/ha observado para a parte aérea. O investimento é mais forte para a renovação de raízes finais e médias, que correspondem, em peso, a cerca de 20% do sistema radicular (Teixeira, 1996). A questão que se levanta é se a relação raiz:parte aérea da brotação chega a se igualar àquela do povoamento de semente, com a idade. Na idade de 12 meses esta relação era de, aproximadamente, 0,60 (Figura 3a). Estimando-se esta relação para a idade de 20 meses, usando-se a equação ( $RPA = 1358,25 X^{-3,10936}$ ) (Figura 3a), chega-se ao valor de 0,12, que é inferior ao observado na Figura 2a para povoamento de semente, à mesma idade. A diferença entre esses valores pode ser explicada por se tratar de espécies distintas (*E. grandis* x *E. urophylla*), locais distintos, solos distintos etc. Ressalta-se, contudo, a diferença absoluta na biomassa de raízes e da parte aérea entre os dois povoamentos, sendo a biomassa maior no povoamento conduzido por brotação. Quanto aos nutrientes, o sistema radicular cedeu somente potássio para o crescimento das brotações, mas à medida que a renovação das raízes se intensificou o solo passou a ser a fonte deste nutriente. A dependência do solo se iniciou 60 dias após o corte. Já para nitrogênio e fósforo as raízes não contribuíram para as brotações em qualquer momento (Teixeira, 1996). Portanto, a aplicação destes nutrientes via fertilizante se justificava mesmo antes de iniciar a brotação de cepa.



A menor necessidade de investimento de reservas em raízes e a presença de um sistema radicular já estabelecido no povoamento de brotação fazem com que crescimento dos brotos

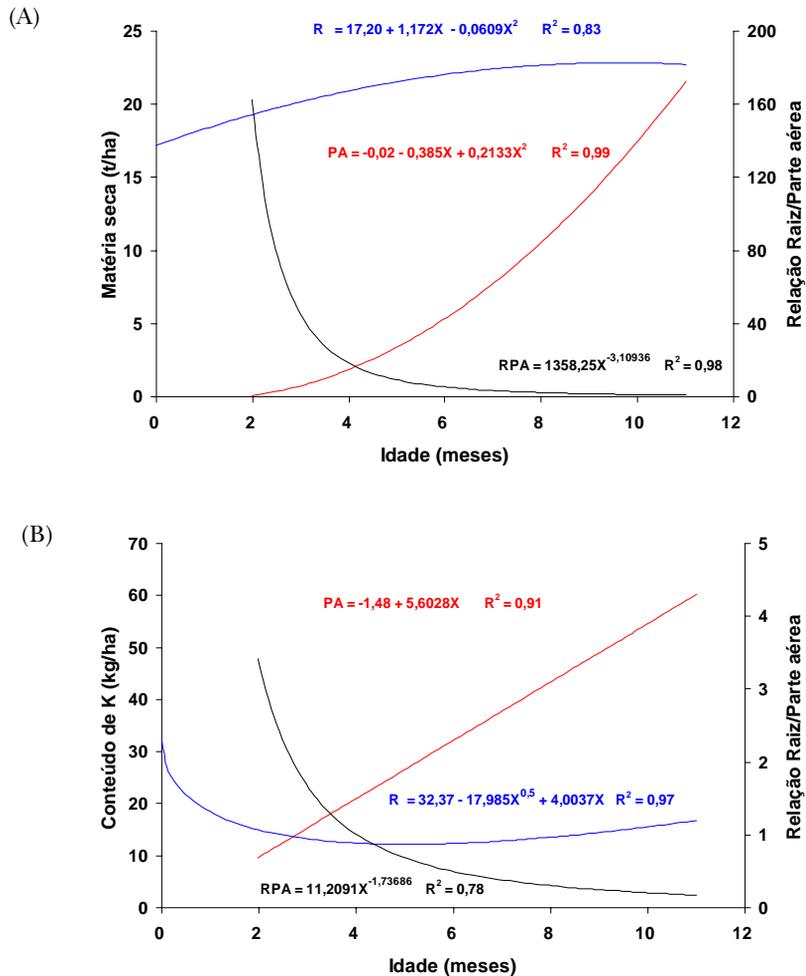


Figura 3

Acúmulo de biomassa (A) de brotações (PA) e de raízes (R) e relação R:PA (RPA) e acúmulo de potássio nestes componentes em função da idade inicial de povoamentos de *Eucalyptus urophylla* cultivado em solo arenoso do cerrado de Minas Gerais.

Fonte: Dados derivados de Teixeira (1996).

seja muito mais rápido do que o caule de povoamentos provenientes de sementes. Ao compararem-se as curvas de biomassa aérea das Figuras 2a e 3a, verifica-se, para a idade de 20 meses, um crescimento quatro vezes maior da brotação. Esse rápido crescimento inicial das brotações impõe uma maior demanda sobre os nutrientes do solo, e, por isso, não é de se estranhar o aparecimento de sintomas de deficiências mais cedo nas brotações em comparação com os povoamentos de semente. Estimando-se o conteúdo de potássio, para a idade de 20 meses, nos dois tipos de povoamentos, com base nas equações apresentadas nas Figuras 2b e



3b, chega-se que o povoamento conduzido por brotação acumulou 110 kg do nutriente na parte aérea contra 95 kg do povoamento de sementes. A menor magnitude da diferença de conteúdo de potássio em comparação com a de biomassa indica maior restrição nutricional no povoamento de brotação em razão da menor fertilidade do solo onde crescia este povoamento. Portanto, a aplicação de adubos em brotações deve ser feita também mais cedo, se o solo for incapaz de suprir a demanda das plantas.

O rápido crescimento das brotações leva ao atingimento da capacidade de sítio em idades mais jovens do povoamento, em razão do maior índice de área foliar, em comparação com os povoamentos de semente. Como as folhas são o componente das árvores que contém a maior proporção de nutrientes, entende-se a maior demanda por nutrientes dos povoamentos de brotação. Teoricamente, pelo controle do número de brotos por cepa pode-se controlar a demanda de nutrientes deste tipo de povoamento. Assim, ao deixarem-se os brotos crescer por 6 a 12 meses e, em seguida, proceder-se à desbrota, deixando um broto por cepa, reduz-se temporariamente a área foliar e a demanda nutricional. Abre-se, contudo, a possibilidade de nova fase de crescimento em biomassa foliar, que dependerá de nutrientes do solo. Se este é pobre, pode-se esperar o aparecimento de sintomas de deficiências minerais mais intensos, porque os nutrientes imobilizados nos brotos cortados não terão sido ainda mineralizados. Por isso, o manejo nutricional de brotações transforma-se num “quebra-cabeça”, pois a desbrota precoce, de um lado, preserva os nutrientes no solo mas, do outro, cria uma dificuldade operacional e uma restrição financeira, por requerer várias operações para eliminação dos brotos. A estratégia a ser utilizada será definida pela avaliação de custos - a aplicação de maior quantidade de fertilizantes ou o maior número de operações de desbrota.

## ADUBAÇÃO DE POVOAMENTOS DE BROTAÇÃO

As considerações e dados apresentados nas seções anteriores indicam que as possíveis diferenças no regime nutricional entre povoamentos de sementes e de brotação se explicam pelo rápido crescimento dos brotos e pela existência de um sistema radicular já parcialmente estabelecido nos povoamentos de brotações. Estas características antecipam a demanda e a pressão nutricional sobre o solo destes povoamentos, tornando o problema uma mera questão de tempo e de quantidade. As equações da Tabela 1 mostram que a produção de biomassa e o acúmulo de nutrientes na parte aérea de povoamentos de *E. grandis* conduzidos por brotação é altamente relacionada à idade (até à idade de 5 anos), a exemplo do que se observou para os povoamentos de semente, na Figura 2. Portanto, a definição de uma estratégia de adubação de brotação requer o conhecimento do potencial produtivo do sítio, da taxa de crescimento da floresta, da eficiência de utilização de nutrientes e da disponibilidade de nutrientes no solo.

Ao avaliarem-se as eficiências de utilização (CUB) de nutrientes pelos dois tipos de povoamentos, verifica-se que as diferenças não são tão grandes (Tabela 2), e são mais explicadas pela diferença entre espécie, local e tipo de solo do que por uma possível diferença entre o comportamento nutricional específico das brotações. A tendência de maiores valores de CUB serem observados no povoamento de brotação, na mesma idade e ao longo da idade, pode ser atribuída, no caso dos nutrientes móveis na planta, à maior taxa de crescimento das



Tabela 1

Equações de regressão relacionando a produção de biomassa da parte aérea (t/ha) e o conteúdo (kg/ha) de alguns nutrientes e com a idade (anos) de povoamentos de *E. grandis* conduzidos por brotação na Região do Médio Rio Doce, MG

Característica	Equação	R <sup>2</sup>
Biomassa	$MS = -0,02 - 0,385 i + 0,2133 i^2$	0,97
Nitrogênio	$N = 2,54 + 158,690 i^{0,5} - 29,746 i$	0,95
Fósforo	$P = -0,24 + 21,404 i^{0,5} - 6,857 i$	0,78
Potássio	$K = -1,21 + 157,460 i^{0,5} - 52,625 i$	0,96
Cálcio	$Ca = -1,22 + 189,852 i - 37,106 i^2$	0,85
Magnésio	$Mg = -0,62 + 56,709 i^{0,5} - 20,374 i$	0,87

Fonte: COOPSNEUC (dados não publicados).

Tabela 2

Eficiência de utilização de nutrientes por povoamentos de *E. grandis* de sementes (S) cultivados em solo argiloso do cerrado, e de brotação (B), cultivados em solos argilosos do Vale do Rio Doce em Minas Gerais, entre as idades de 0,5 a 3 anos

Nutriente	Idade (anos)							
	0,5		1		2		3	
	S	B	S	B	S	B	S	B
	— kg Mat. Seca/kg nutriente na Mat. Seca —							
Nitrogênio	-	99	110	151	146	237	168	317
Fósforo	-	873	1547	1392	2213	2442	2287	3685
Potássio	-	119	167	192	255	343	272	525
Cálcio	-	118	241	132	417	173	427	256
Magnésio	-	510	736	557	1253	1026	1361	2359

Fontes: Povoamento de sementes (S): dados derivados de Reis *et al.* (1987).

Povoamentos de brotação (B): COOPSNEUC (dados não publicados).

brotações. No caso do cálcio, nutriente de baixa mobilidade, observa-se o inverso. Por essa razão, no NUTRICALC (Barros *et al.*, 1995), a recomendação de adubação para brotação de eucalipto segue aproximadamente as mesmas bases adotadas para a recomendação de adubação para povoamentos de sementes, eliminando-se, apenas, aquela quantidade de nutrientes que seria utilizada para a formação do sistema radicular e da copa, caso a expectativa de produtividade seja a mesma da primeira rotação. Caso contrário, adiciona-se uma porção de nutrientes correspondente ao acréscimo de produtividade desejado. Ao utilizar-se a recomendação do NUTRICALC, a dificuldade que se tem é definir a época de aplicação do fertilizante, a qual fica a critério do técnico, de acordo com as condições de sítio. Aqui, volta-se à questão econômica, adubar mais cedo ou desbrotar mais cedo?

Utilizando-se a média, dos três primeiros anos, dos valores de CUB de cada nutriente, constantes da Tabela 2, e para o tronco (dados não-publicados) construiu-se a Tabela 3, que



mostra as quantidades lábeis de nutrientes necessárias para a produ o de biomassa da parte aérea ou de tronco de povoamentos de *E. grandis* conduzidos por talhadia, de acordo com a capacidade produtiva do sítio. Os valores obtidos para a produ o s  de tronco, levam em considera o que os resíduos e o sistema radicular da floresta anterior atenderão às necessidades do novo povoamento para a forma o de copa e de raízes. Contudo, em regiões onde a decomposi o dos resíduos florestais   lenta pode ocorrer deficiência mineral na fase inicial de crescimento da brota o. Outro ponto a ressaltar  , se a produtividade da rota o anterior foi aquém do indicado na Tabela 3, na condu o da brota o, para atingir o valor desejado, tem-se que aplicar nutrientes em quantidades correspondentes ao acréscimo esperado.

Não   o objetivo deste trabalho fornecer uma fórmula acabada para a aduba o de cepas de eucalipto. Esperamos que as considera es aqui feitas, mais do que um procedimento operacional, sirvam para nossa reflexão sobre o assunto e nos dirija para obten o de informa es que nos permitam decisões mais seguras. O NUTRICALC   uma ferramenta, mas ainda carece de aperfei amentos que nos leve   maior precisão e segurança nas decisões.

Tabela 3

Quantidades de nutrientes em formas lábeis para a produ o de biomassa da parte aérea (PA) ou do tronco (Tr) de povoamentos de *E. grandis*, conduzidos por talhadia, de acordo com a produtividade do sítio

Nutriente	Produtividade (m <sup>3</sup> /ha/ano)							
	20		30		40		50	
	PA	Tr	PA	Tr	PA	Tr	PA	Tr
	Kg/ha/ano							
Nitrogênio	62	35	92	53	123	71	154	89
Fósforo	10	6	14	9	19	12	24	15
Potássio	48	29	72	44	99	59	120	73
Cálcio	83	54	125	80	166	107	208	134
Magnésio	13	10	19	15	25	20	32	25

Observa es: 1) Considerou-se que a copa representa 18% da biomassa da parte aérea; 2) Volume sem casca, assumindo-se a densidade da madeira igual a 0,5 g/cm<sup>3</sup>; 3) Consideraram-se as seguintes taxas de recupera o dos nutrientes aplicados: N = 60%; P = 30%; K, Ca e Mg = 80%.

Fontes: COOPSNEUC (dados não publicados).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLONI, E.A. & SILVA, A.P. Condu o de touças de *Eucalyptus*: resultados preliminares. *Boletim Informativo IPEF*, n.6, 1978. p. 35-42.



- BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F. Aspectos da nutrição florestal em solos tropicais. In: *Solo-Suelo - XIII Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo*. Águas de Lindóia, USP/ESALQ. 11p. (CD-ROM), 1996.
- 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. *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa. 1990. p.127-186.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L. & FERNANDES FILHO, E.I. NUTRICALC 2.0: Sistema para cálculo de balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. *Bosque*, v.16, n.1 (no prelo). 1995.
- MILLER, H.G. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. In: BOWEN, G.D. & NAMBIAR, E.K.S. *Nutrition of Plantation Forests*. Sydney: Academic Press. 1984. p.53-78.
- REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. & KIMMINS, J.P. Acúmulo de nutrientes em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex-Maiden) plantado no cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. *Revista Árvore*, v.11, n.1, p. 1-15, 1987.
- REZENDE, G.C.; SUTTER FILHO, W. & MENDES, C.J. Regeneração dos maciços florestais da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara. *Boletim Técnico Soc. Inv. Florestais*, v.1, 1980, p. 1-24.
- TEIXEIRA, P.C. Dinâmica de crescimento radicular e suprimento de nutrientes pelas raízes e pelo solo em brotações de *Eucalyptus urophylla*. Viçosa, 1996. 37p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

