

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”  
Departamento de Ciências Florestais

**Recomendações de Adubação para**  
*Eucalyptus, Pinus e*  
**Espécies Típicas da Mata Atlântica**

José Leonardo de Moraes Gonçalves

DOCUMENTOS FLORESTAIS  
Piracicaba (15): 1 –23, 1995

---

---

## Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica

---

### **Resumo**

As espécies do gênero *Eucalyptus*, *Pinus* e naturais da Mata Atlântica apresentam exigências nutricionais bastante distintas entre si, com grande repercussão sobre as diretrizes que devem ser adotadas no planejamento das recomendações de adubação. Tais práticas têm sido fundamentais para a produção de mudas de boa qualidade silvicultural e para que as plantações florestais alcancem níveis adequados de crescimento no campo. No presente trabalho são feitas algumas considerações básicas a respeito da avaliação da necessidade de adubação, extração e exportação de nutrientes, bem como, sobre as informações e procedimentos essenciais que devem nortear as recomendações de adubação no viveiro e no campo.

**Termos de indexação:** *Eucalyptus*, *Pinus*, Mata Atlântica, adubação, macronutrientes, micronutrientes, viveiro, campo.

Summary: Fertilizer Recommendations for *Eucalyptus*, *Pinus* and Native Species from Mata Atlântica.

The species from *Eucalyptus* and *Pinus* genera and, native from Mata Atlântica forest present nutritional demand very different between them, which have strong influence on the strategy to be used in a fertilizer recommendation planning. This practice has been crucial to grow good quality seedlings and to achieve adequate levels of growth at field. At present work are made some basic considerations about evaluation for fertilizer application, uptake and outputting of nutrients, as well as about essential information and procedures which should guide the fertilizer recommendation at nursery and field.

Index terms: *Eucalyptus*, *Pinus*, Mata Atlântica, fertilization, macronutrients, micronutrients, nursery, field.

## INTRODUÇÃO

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento. As características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais das espécies florestais, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e, de fatores de ordem econômica. As recomendações de adubação devem ser definidas a nível regional para as espécies e tipos de solo mais representativos, envolvendo experimentação de campo, que devem ter por objetivo estabelecer classes de fertilidade do solo e de resposta às adubações. Tão importante quanto, a determinação de recomendações de adubação deve permitir a otimização dos retornos financeiros.

Os eucaliptos e pinus são mais comumente plantados para atender finalidades industriais, como por exemplo, produção de madeira para serraria, mourões, postes, energia, celulose, aglomerados, laminados e extração de óleos e resinas. A grande maioria das áreas de florestamento ocupadas por estas espécies estão sobre solos muito intemperizados e lixiviados, portanto, com baixa disponibilidade de nutrientes. Como fator complicante, o atendimento da demanda nutricional das árvores é bastante prejudicado pelos altos índices de deficiência hídrica que ocorrem na maior parte das áreas, como aquelas implantadas na região dos cerrados, onde estão os maiores blocos de florestamentos com eucaliptos e pinus.

Com relação aos macronutrientes, os sintomas visuais de deficiência e as maiores respostas à adubação têm sido observadas no campo, com mais freqüência, na seguinte ordem:  $P > N \geq K > Ca > Mg$ . E para os micronutrientes,  $B \geq Zn$ . Normalmente, para solos mais arenosos e deficientes no fornecimento de água, observa-se, mais frequentemente, maiores respostas à adubação.

Contudo, graças as baixas exigências de fertilidade do solo e também ao programa de melhoramento genético conduzido no Brasil, em que se procura adaptar as espécies às condições edafoclimáticas da região, as florestas de eucaliptos e pinus têm se mostrado produtivas, mesmo com recomendações de adubação bem aquém daquelas utilizadas para as culturas agrícolas.

O reflorestamento de áreas anteriormente ocupadas pela Mata Atlântica têm aumentado dia a dia. Atualmente, por legislação, 20% da área das propriedades rurais devem ser conservadas com sua vegetação natural, como uma *reserva legal*, do mesmo modo que as áreas consideradas como de *preservação permanente*, que compreendem terrenos com mais de 45% de declividade, topo de morros, matas ciliares, nascentes, margem de reservatórios de água, dentre outros. Neste último caso, 100% da área deve ser mantida com a vegetação natural. Devido a degradação ou remoção anterior desta floresta, faz-se necessário o enriquecimento ou o reflorestamento das áreas, o que deve ser feito utilizando modelos que associam espécies de diferentes classes ecológicas: pioneiras, secundárias e clímax (KAGEYAMA & CASTRO, 1989). Procura-se desta forma criar condições adequadas para o desenvolvimento das árvores, similares àquelas que ocorrem nos ecossistemas naturais, sob processo de sucessão florestal.

A maioria das espécies florestais ocorrentes na Mata Atlântica apresentam média a alta demanda nutricional, exigindo para seu estabelecimento, pelo menos, solos de média fertilidade e com boas condições hídricas, sem longos períodos de estiagem. Dada a grande diversidade de espécies, conseqüentemente, de exigências nutricionais, fica difícil fazer recomendações de adubação específicas para cada espécie. O problema tem sido contornado através de recomendações de adubação que assegurem o suprimento de nutrientes para as espécies mais exigentes, de forma que as demais espécies também tenham suas demandas nutricionais atendidas.

O objetivo básico deste trabalho é apresentar algumas informações e procedimentos que devem nortear o planejamento da recomendação de adubação, a nível de viveiro e campo, fundamentais na produção de mudas e/ ou estabelecimento de povoamentos florestais com espécies de *Eucalyptus*, *Pinus* e típicas da Mata Atlântica.

## AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE ADUBAÇÃO

Diversos são os métodos que podem ser utilizados para se avaliar o nível de fertilidade do solo e, a partir daí, fazer as recomendações de adubação.

### 1. Análise Química de Solo

Graças a facilidade de execução, custo baixo, possibilidade de reprodução dos resultados e de poderem ser efetuadas antes do plantio ou durante qualquer estágio nutricional das árvores, as análises de solo têm se constituído na forma mais prática e viável de avaliar a fertilidade do solo. As maiores dificuldades com relação a essa técnica estão relacionadas com a interpretação dos resultados das análises, seja pela falta de informações básicas relativas às exigências nutricionais das espécies, seja pela falta de curvas de calibração dos nutrientes. Entretanto, a maior limitação para a interpretação de resultados de análise de solo está relacionada com o fluxo de

nutrientes que ocorre via ciclagem de nutrientes, o qual, pode atender grande parte da demanda de nutrientes das árvores.

A ciclagem biogeoquímica e bioquímica<sup>2</sup> de nutrientes respondem pelo atendimento, dependendo do estágio de desenvolvimento da floresta, da maior parte da demanda nutricional das árvores. A magnitude dos fluxos de nutrientes via ciclagem de nutrientes aumenta consideravelmente na fase de fechamento de copas. Nessa fase, as partes inferiores das copas começam a perder suas folhas devido às limitações de luminosidade. Antes da queda das folhas grande parte dos nutrientes migram para os tecidos mais jovens das árvores. Com a deposição de folhas, galhos e outros resíduos vegetais, forma-se a serapilheira sobre a superfície do solo, que, ao se decompor, libera nutrientes para as árvores, os quais são imediatamente aproveitados pelo emaranhado de radículas que se mistura com os componentes da serapilheira. Sob tais condições, quanto mais velho for o povoamento florestal menor sua dependência da fertilidade do solo, pois a ciclagem de nutrientes, por si só, atende grande parte das exigências nutricionais das árvores. Daí porque melhores relações entre disponibilidade de nutrientes no solo e crescimento serem esperadas nos estágios iniciais de desenvolvimento das árvores.

### *1. 1. Método de Amostragem do Solo*

Para se realizar a amostragem de solo, seguem-se os mesmos princípios básicos definidos para as culturas agrícolas. A camada de solo que tem mostrado teores de nutrientes mais relacionados com o crescimento das árvores é a O-20 em (GONÇALVES, 1990), onde ocorrem, mais intensivamente, os processos de absorção de nutrientes pelas raízes. Todavia, para se ter uma idéia das restrições químicas à atividade radicular em profundidade, recomenda-se também analisar a camada 20-40 em ou 40-60 em, dependendo da homogeneidade das características do perfil de solo. Retirar pelo menos 20 amostras simples para cada amostra composta de glebas homogêneas de, no máximo, 50 ha.

### *2. Análise Química de Tecidos Vegetais*

Os conteúdos dos nutrientes na planta refletem o estado nutricional da mesma, assim como, a fertilidade do solo. Assim, no enfoque mais comum, são estabelecidos intervalos de teores de cada nutriente no tecido que indicam deficiência, suficiência ou toxicidade. Geralmente, as deficiências nutricionais identificadas pela análise de tecido dificilmente podem ser corrigidas a tempo, sem que o crescimento das árvores seja prejudicado.

A composição química dos tecidos é afetada por fatores internos e externos às árvores. Por isso, a amostragem precisa ser bem definida quanto à época, tipo de tecido, posição na árvore e representabilidade da população de árvores.

O tecido mais utilizado neste método é o foliar. A época de amostragem deve ser ~a em que haja maior estabilidade dos teores dos nutrientes no interior das árvores. As folhas a serem amostradas devem ser recém maduras, normalmente o penúltimo ou antepenúltimo lançamento de folhas dos últimos 12 meses.

*Para os nutrientes mais responsivos à adubação, NPK, recomenda-se a amostragem de uma folha de cada ponto cardinal do terço superior da copa, no antepenúltimo lançamento de folhas dos galhos. A amostragem deverá ser feita no fim do inverno e contemplar pelo menos 20 árvores de cada gleba. Estas glebas devem ser as mais homogêneas possíveis quanto ao tipo de solo, topografia e condições climáticas, além disso devem possuir históricos similares. Cada gleba não deve ter mais de 50 ha.*

A tabela 1 apresenta as faixas de concentração de nutrientes em folhas de espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* consideradas adequadas, ou seja, para árvores que apresentam boas taxas de crescimento, não mostrando sintomas de deficiência nutricional. Quanto mais distante dessas faixas forem os teores dos nutrientes, maior o grau de deficiência ou consumo de luxo/toxidez, respectivamente, para valores inferiores ou superiores aos das faixas.

Não são apresentadas as faixas de concentração de nutrientes das espécies ocorrentes na Mata Atlântica devido a falta de informações e também dada a grande diversidade de espécies.

### *3. Diagnóstico de Sintomas Visuais de Deficiência Nutricional*

O princípio deste método é de que cada nutriente executa funções ou funções específicas na planta e sua deficiência provoca sintomas característicos. Os principais sintomas se manifestam pela redução do crescimento, perda ou mudança de cor e deformações na parte aérea.

O método tem como grande desvantagem o fato de que quando os sintomas visuais aparecem o crescimento das árvores já foi comprometido, além de não fornecer indicações da magnitude da deficiência. Por outro lado, o

método pode ser útil em áreas de povoamentos jovens, auxiliando na correção da fertilidade do solo e na aferição das adubações recomendadas.

A tabela 2 apresenta uma chave geral para diagnose dos principais sintomas visuais de deficiência nutricional para espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*.

#### 4. Ensaio de Campo

Os ensaios de campo se constituem no método ideal de avaliação da fertilidade do solo. A resposta à adubação pela espécie de interesse é medida no campo, sob condições semelhantes às das áreas de extensivo plantio.

Este método é mais empregado pelas instituições públicas de pesquisa e grandes reflorestadores, pois são muito mais caros e demorados do que os demais métodos, além de necessitar de pessoal especificamente treinado para planejar, executar e interpretar os resultados dos ensaios.

Tabela 1. Faixas de teores de macro e micronutrientes na matéria seca de folhas consideradas adequadas para *Eucalyptus* e *Pinus* (plantas adultas)

Elemento	Genero	Faixa de Teores adequados
		Macronutrientes (g/Kg)
N	Eucalyptos	13,5 – 18,0
	Pinus	11,0 – 16,0
P	Eucalyptos	0,9 – 1,3
	Pinus	0,8 – 1,4
K	Eucalyptos	9,0 – 13,0
	Pinus	6,0 – 10,0
Ca	Eucalyptos	6,0 – 10,0
	Pinus	3,0 – 5,0
Mg	Eucalyptos	3,5 – 5,0
	Pinus	1,3 – 2,0
S	Eucalyptos	1,5 – 2,0
	Pinus	1,3 – 1,6
		Micronutrientes (mg/Kg)
B	Eucalyptos	30,0 – 50,0
	Pinus	12,0 – 25,0
Zn	Eucalyptos	35,0 – 50,0
	Pinus	30,0 – 45,0
Fe	Eucalyptos	150,0 – 200,0
	Pinus	100,0 – 200,0
Mn	Eucalyptos	400,0 – 600,0
	Pinus	250,0 – 600,0
Cu	Eucalyptos	7,0 – 10,0
	Pinus	4,0 – 7,0
Mo	Eucalyptos	0,5 – 1,0
	Pinus	-

1% = 10 g/kg; 1 ppm = 1mg/kg

Sintoma	Nutriente
1 – Sintoma mais nos tecidos mais velhos (parte inferior das copas e base dos galhos)	
<b>Eucalyptus-</b> Clorose uniforme nas folhas, as quais tomam tons mais avermelhados ou amarelos dependendo da espécie. Senescência precoce das folhas, como subsequente queda das mesmas. Redução de crescimento e produção de sementes.	
<b>Pinus-</b> Clorose uniforme das acículas, com tons amarelados. Senescência precoce das acículas, com subsequente queda das mesmas. Acículas menores. Redução de crescimento e produção de sementes.	<b>N</b>
<b>Eucalyptus-</b> Pontos ou manchas rochas sobre o limbo foliar verde-escuro, os quais podem evoluir para necroses. As folhas apresentam crescimento reduzido. Normalmente, há atraso do florescimento, com grande quebra na produção de sementes. Redução de crescimentos.	
<b>Pinus-</b> Acículas de coloração verde-escuro, com crescimento bastante reduzido, tanto no comprimento como na espessura. Atraso do florescimento, com quebra na produção de sementes. Redução de crescimento.	<b>P</b>
<b>Eucalyptus-</b> Clorose nas pontas e margens das folhas, subsequentemente secam e se tornam necróticas. Senescência precoce das folhas. Árvores ficam mais sensíveis à deficiência hídrica do solo.	
<b>Pinus-</b> Acículas cloróticas, com graus mais acentuados nas pontas. Com passar do tempo evolui para necrose da ponta para base acículas.	<b>K</b>
<b>Eucalyptus-</b> Clorose interveinal das folhas, com reticulado verde e grosso sobre o fundo amarelo. Dependendo do grau da deficiência, geralmente seguida de necrose.	
<b>Pinus-</b> Clorose na metade superior das acículas, que ficam com coloração amarelo-ouro.	<b>Mg</b>
2 – Sintoma nos tecidos mais jovens (terço superior das copas e pontas dos galhos)	
<b>Eucalyptus-</b> Clorose uniforme das folhas, as quais adquirem tons verde-limão	
<b>Pinus-</b> Clorose uniforme das acículas, as quais adquirem tons verde-limão	<b>S</b>
<b>Eucalyptus-</b> Clorose evoluindo para necrose nas margens e pontas das folhas. Encarquilhamento das margens do limbo, as quais ficam voltadas para o lado superior da folha. Morte dos brotos terminais. Cessa o crescimento apical.	
<b>Pinus-</b> Morte dos brotos terminais. Acículas retorcidas e com clorose na base.	<b>Ca</b>
<b>Eucalyptus-</b> Folhas menores, mais grossas do que o normal, enquilhadas e quebradiças. Morte dos brotos terminais, em casos extremos, com exudação de gomas. Superbrotamento de ramos. Internódios mais curtos. Algumas espécies expõem fissuras na casca, de onde podem emergir gomas escuras. Má polinização. Atraso no florescimento.	
<b>Pinus-</b> Acículas pequenas, com clorose irregular ou sem clorose. Acículas mais grossas e quebradiças às vezes ocorre fusão de acículas. Morte dos brotos terminais com superbrotamento de ramos, que tomam forma de leque. Internódios mais curtos. Má polinização. Atraso no florescimento.	<b>B</b>
<b>Eucalyptus-</b> A lâmina foliar fica estreita e alongada. Há redução do tamanho dos internódios com formação de tufos terminais de folhas, tipo roseta. Clorose interveinal. Redução da produção de sementes.	
<b>Pinus-</b> Acículas pequena, com clorose irregular e não muito intensa. Internódios mais curtos. Drástica redução da produção de sementes. Frutos com pequeno desenvolvimento.	<b>Zn</b>
<b>Eucalyptus-</b> Nervuras com reticulado verde e fino contra fundo amarelo. Em casos extremos pode ocorrer branqueamento das folhas.	
<b>Pinus-</b> Acículas com menor crescimento e cloróticas, geralmente seguido de branqueamento. Redução da frutificação.	<b>Fe</b>

## EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES

As quantidades de nutrientes acumuladas em componentes exportados da área de produção, de modo geral, são muito maiores para as espécies de *Eucalyptus* relativamente às de *Pinus*, principalmente para os nutrientes K, Ca e Mg (Tabela 3). A ordem dos nutrientes mais acumulados é bastante distinta entre estes gêneros. Para o *Eucalyptus* observa-se a seguinte ordem:  $Ca > N > K > Mg > P$ , e para o *Pinus*,  $N > K > Ca > Mg > P$ .

A quantidade de nutrientes contida na casca é muito significativo, particularmente para o eucalipto, que tem o Ca como o nutriente mais acumulado neste componente. Diante destas colocações, o descascamento da madeira no campo resulta em grande economia de nutrientes para o estoque da área, com elevada repercussão sobre o potencial produtivo da mesma.

Considerando apenas as quantidades médias de nutrientes acumuladas num ano, para eucaliptos e pinus, e num mesmo ciclo de cultivo, para as culturas agrícolas apresentadas na tabela 3, constata-se que as exportações de nutrientes pelas culturas agrícolas destacadas são bem superiores àquelas exportadas pelas culturas florestais em questão.

Tabela 3. Acúmulo de macronutrientes em componentes removidos da área de produção, por espécies de *Eucalyptus*, *Pinus* (nutrientes acumulados até a idade considerada) e algumas culturas agrícolas (nutrientes acumulados num ciclo de produção), expresso em Kg de nutrientes por tonelada de biomassa produzida.

Espécie	Idade (anos)	Comp.(*)	Biomassa (t/ha)	Quantidade de Nutrientes (kg/t)					Refer.
				N	P	K	Ca	Mg	
E. grandis	10	M	160	0,8	0,02	0,6	1,7	0,5	1
		C	23	3,0	0,27	3,0	3,1	1,0	
E. grandis	6	M	62	2,3	0,11	0,8	0,5	0,2	3
		C	11	3,4	0,76	6,0	7,9	1,4	
E. citriodora	9	M + C	65	1,8	0,56	1,4	1,1	0,6	
		M	17	3,1	0,42	4,6	8,5	3,2	
E. grandis	7	C	227	1,5	0,13	1,1	2,7	0,5	4
E. saligna	10	M	129	0,9	0,23	0,6	0,8	0,1	5
		C	8	3,1	1,51	6,0	9,5	3,9	
P. oocarpa	8	M	70	1,3	0,12	0,9	0,5	0,2	6
		C	15	3,1	0,17	1,2	1,3	0,2	
	18	M	131	1,1	0,07	0,6	0,6	0,2	
P. elliotii	24	C	19	2,6	0,17	1,1	0,7	0,3	7
		M	368	0,9	0,10	0,3	0,1	0,1	
		C	65	1,7	0,15	0,6	0,1	0,1	
Cana		Colmos	100	1,3	0,08	1,1	0,1	0,2	8
Cafeeiro		Polpa	2	16,5	1,50	26,0	3,5	1,5	
Milho		Grãos	5	23,0	5,60	7,0	0,4	2,0	
Soja		Grãos	3	66,7	8,67	19,0	3,3	3,3	

(\*) Componentes das árvores: M=madeira; C=Casca

1. SILVA et alii, 1983; 2. REIS et alii, 1987; 3. PEREIRA et alii, 1984; 4. BELLOTE et alii, 1980; 5. POGGIANI, 1985; 6. CASTRO et alii, 1982; 7. TORRACA et alii, 1984; 8. MALAVOLTA, 1976.

## RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO NO VIVEIRO

### 1. Sistemas de Produção de Mudanças

Atualmente, os recipientes mais utilizados para a produção de mudas de eucaliptos e pinus são os sacos plásticos e os tubetes de polipropileno. O primeiro, mais antigo, normalmente utiliza como substrato de cultivo a terra de subsolo, preferencialmente, com teores de argila entre 20 a 35%. Com isso, assegura-se boa permeabilidade à água do substrato no interior do saco plástico, frequentemente, boa drenagem e resistência ao manuseio. O segundo sistema,

que se difundiu muito pelo Brasil nos últimos 10 anos, utiliza, predominantemente, substratos orgânicos simples ou misturados. Os compostos orgânicos mais utilizados são o esterco de curral curtido, húmus de minhoca, cascas de eucalipto e pinus decompostas, bagacilho de cana decomposto, entre outros. Esses substratos são geralmente utilizados como os principais componentes de misturas, que incluem também palha de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo arenosa. Os três últimos são utilizados, fundamentalmente, para melhorar as condições de drenagem do substrato.

Algumas composições de substratos que têm dado bons resultados:

- a) 80% de composto orgânico ou húmus de minhoca + 20% de casca de arroz carbonizada;
- b) 60% de composto orgânico ou húmus de minhoca + 20% de casca de arroz carbonizada + 20% de terra arenosa;

Os métodos, as doses e as épocas de incorporação de adubos nos substratos de cultivo devem ser bastante criteriosos, pois, além de garantir o bom crescimento e qualidade das mudas, a adubação é o principal meio que o viveirista tem para “segurar” ou “adiantar” o crescimento das mesmas no viveiro. Isto dá maior flexibilidade de tempo para o plantio das mudas no campo, sem perdas significativas da qualidade técnica destas.

Na fase de viveiro, os adubos mais recomendados, dada as suas características físicas e químicas, são o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. Preferencialmente, na forma de pós, de modo a facilitar a homogeneização das doses de adubos no substrato de cultivo das mudas.

### 2. Adubação no viveiro

#### 2.1. Eucalyptus e Pinus

##### 2.1.1. Produção de mudas no sistema de sacos plásticos

A melhor forma de fazer a aplicação de adubos neste sistema, consiste no parcelamento das doses de adubos recomendadas. Ou seja, cerca de 50% das doses de N e de K<sub>2</sub>O, e 100% das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e micronutrientes, são misturadas à terra de subsolo, antes do enchimento dos sacos plásticos, o que é comumente denominado *adubação de base*. O restante das doses é aplicado, parceladamente, *em cobertura*, na forma de soluções ou suspensões aquosas.

Recomenda-se as seguintes dosagens de adubos:

a) **Adubação de Base:** 150 g de N, 700 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 g de K<sub>2</sub>O e 200 g de “fritas” (coquetel de micronutrientes na forma de óxidos silicatados) por cada m<sup>3</sup> de terra de subsolo. Com 1 m<sup>3</sup> deste substrato é possível encher cerca de 4.800 saquinhos de 250 g de capacidade, os mais utilizados para produção de mudas de eucalipto e pinus. Normalmente, os níveis de Ca e Mg nas terras de subsolo são muito baixos, por esta razão recomenda-se, também, a incorporação de 500 g de calcário dolomítico por m<sup>3</sup> de terra de subsolo. Desta forma, fica garantido o suprimento de Ca e Mg para as mudas.

Entretanto, é oportuno ressaltar que o uso de calcário não é para neutralizar os excessos de Al e Mn, tão pouco para a correção da acidez do solo, uma vez que os eucaliptos e os pinus toleram altos níveis de Al e Mn, além de serem pouco sensíveis às faixas de pH consideradas ácidas (NOVAIS *et alii*, 1990).

b) **Adubação de Cobertura:** 100 g de N mais 100 g de K<sub>2</sub>O, parceladas em 3 ou 4 aplicações, para 4.800 saquinhos de 250 g de capacidade. Para a aplicação destes nutrientes, recomenda-se dissolver 1 kg de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio em 100 L de água, Com a solução obtida regar 10.000 saquinhos. Para



estas adubações recomenda-se intercalar as aplicações de  $K_2O$ , ou seja, numa aplicação utilizar N e  $K_2O$ , na seguinte, apenas N, e assim por diante.

As aplicações deverão ser feitas no final da tarde, ou ao amanhecer, seguidas de leves irrigações, apenas para diluir ou remover os resíduos de adubo que ficam depositados sobre as folhas.

Geralmente, as adubações de cobertura devem ser feitas em intervalos de 7 a 10 dias. A primeira, necessariamente, 15 a 30 dias pós-emergência das pontuas. A época de aplicação das demais, poderá ser melhor determinada pelo viveirista, ao observar as taxas de crescimento e as mudanças de coloração das mudas. À menor perda de viço das mudas, com o aparecimento de cores desbotadas, que variam de tons avermelhados a amarelados para o eucalipto e, simplesmente, amarelados para o pinus, fazer a adubação de cobertura.

Quando as mudas já estiverem formadas, portanto, prontas para serem plantadas no campo, recomenda-se, antes da expedição das mesmas, fazer a "rustificação" das mudas, para amenizar seus estresses no campo. Na fase de "rustificação", que dura de 15 a 30 dias, reduz-se as regas e suspende-se as adubações de cobertura. No início desta fase, recomenda-se a realização de uma adubação contendo apenas K. Isto promoverá uma melhoria do estatus interno de K das mudas, fazendo com que elas sejam, fisiologicamente, mais capazes de regular suas perdas de umidade, além de facilitar o engrossamento do caule, fatores muito importantes para a adaptação das mudas às condições adversas de campo.

### *2.1.2. Dedução de mudas no sistema de tubetes depolipropileno*

Similarmente às recomendações feitas para o sistema de produção de mudas em sacos plásticos, a melhor forma de fazer a aplicação de adubos nos substratos utilizados no sistema de tubetes de polipropileno é a parcelada, parte como adubação de base e parte como adubação de cobertura.

a) **Adubação de Base:** 150 g de N, 300 g de  $P_2O_5$ , 100 g de  $K_2O$  e 150 g de "fritas" por cada  $m^3$  de substrato. Com 1  $m^3$  deste substrato é possível encher cerca de 20.000 tubetes com capacidade de 50  $m^3$ . Geralmente, os níveis de pH, Ca e Mg nos substratos utilizados neste sistema são elevados, de modo que a aplicação de calcário é dispensada e não recomendada, evitando-se assim problemas como a volatilização de N e deficiência de micronutrientes induzida por níveis elevados de pH, dentre outros.

b) **Adubação de Cobertura:** devido a grande permeabilidade do substrato, que facilita as lixiviações, e ao pequeno volume de espaço destinado a cada muda, faz-se necessário fazer adubações de cobertura mais frequentes do que aquelas feitas para a formação de mudas em sacos plásticos. Para a aplicação destes nutrientes, recomenda-se dissolver 1 kg de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio em 100 L de água. Com a solução obtida regar 10.000 tubetes, a cada 7 a 10 dias de intervalo, até que as mudas atinjam o tamanho desejado.

A intercalação das aplicações de K, bem como, as demais recomendações feitas no sistema de produção de mudas em sacos plásticos, descrito anteriormente, devem ser aqui também consideradas.

## *2.2. Essências florestais típicas da Mata Atlântica*

De modo geral, as espécies florestais da Mata Atlântica são muito mais exigentes nutricionalmente do que as espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*. Essas espécies, principalmente as das classes secundárias e clímax da sucessão florestal, são sensíveis à acidez e aos altos níveis de Al e Mn dos solos, além de serem muito exigentes em macro e micronutrientes. Normalmente, essas espécies têm um tempo de permanência no viveiro maior do que os eucaliptos e os pinus, comumente, superior a 6 meses.

### *2.2.1. Produção de mudas no sistema de sacos plásticos*

Aqui também são válidas a maior parte das recomendações feitas para a formação de mudas de eucaliptos e pinus. As grandes diferenças estão, apenas, nas dosagens das adubações, que são maiores - geralmente conseguidas com um número maior de adubações de cobertura -, e na necessidade de se fazer a calagem da terra de subsolo, caso sejam baixos os valores de pH e os níveis de Ca e Mg, e altos os níveis de Al e Mn, o que deve ser checado, previamente, com a análise química do substrato.

Recomenda-se as seguintes dosagens de calcários e adubos:

a) **Adubação de Base:** normalmente, os valores de pH e os níveis de Ca e Mg nas terras de subsolo são muito baixos. Por esta razão, o primeiro passo a ser dado, é a calagem da terra de subsolo. Desta forma ficam garantidos valores adequados de pH e suprimento de Ca e Mg para as mudas. As espécies das classes ecológicas denominadas secundárias e clímax são bem mais exigentes nutricionalmente do que as pioneiras. A faixa ideal de pH (em CaCl<sub>2</sub> 0,01 M) do substrato varia de 5,5 a 6,0. O calcário deve ser incorporado à terra de subsolo, preferencialmente, 15 dias antes de ser usado. A dose de calcário dolomítico a aplicar pode ser calculada pela fórmula:

$$N.C. = \frac{T(V_2 - V_1)}{20 \times PRNT}$$

onde:

N.C. = necessidade de calcário em kg/m<sup>3</sup> de terra de subsolo

T. = capacidade de troca catiônica (C.T.C.) a pH 7, em mmol/100 dm<sup>3</sup> de terra de subsolo

V<sub>2</sub> = saturação por bases desejada, 60%

V<sub>1</sub> = saturação por bases encontrada na terra de subsolo

PRNT = Poder Relativo de Neutralização Total do Calcário

Após a incorporação do calcário, aplicar 150 g de N, 700 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 g de K<sub>2</sub>O e 200 g de "fritas" (coquetel de micronutrientes na forma de óxidos silicatados) por cada m<sup>3</sup> de terra de subsolo. Com 1 m<sup>3</sup> deste substrato é possível encher cerca de 1.200 saquinhos de 1 kg de capacidade, os mais utilizados para produção de mudas das essências florestais nativas das matas brasileiras.

Para se evitar a aplicação de calcário no substrato, recomenda-se o uso de terra de subsolo que possuam, naturalmente, altos níveis de pH, Ca e Mg.

b) **Adubação de Cobertura:** dissolver 1 kg de sulfato de amônio e 300 g de cloreto de potássio em 100 L de água; com a solução obtida regar 2.500 saquinhos de 1 kg de capacidade. Para estas adubações recomenda-se a intercalação das aplicações de K<sub>2</sub>O, ou seja, numa aplicação utilizar N e K<sub>2</sub>O, na seguinte, apenas N, e assim por diante.

Geralmente, as adubações de cobertura devem ser feitas em intervalos de 7 a 10 dias. A primeira, comumente, 15 a 30 dias pós-emergência das plântulas. A época de aplicação das demais, poderá ser melhor determinada pelo viveirista, ao observar as taxas de crescimento e as mudanças de coloração das mudas (vide item 2. 1. 1.).

### 2.2.2. Produção de mudas no sistema de tubetes depolipropileno

Com exceção do número de aplicações de adubos em cobertura, que será em maior número (devido às menores taxas de crescimento das mudas), porém com a mesma periodicidade, todos os demais procedimentos e recomendações feitas para a produção de mudas de eucalipto e pinus são também válidas aqui.

## RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO NO CAMPO

### 1. Para florestamentos homogêneos com Eucalyptus e Pinus

#### 1. 1. Recomendação de Calagem

As espécies de *Eucalyptus* e *Pinus* plantados no Brasil são adaptadas a baixos níveis de fertilidade do solo. Estas espécies são pouco sensíveis a acidez do solo e toleram altos níveis de Al e Mn. O calcário dolomítico, de preferência, quando utilizado, será para suplementar o solo com quantidades adicionais de Ca e Mg, principalmente Ca. Para espécies de *Eucalyptus*, a recomendação de Ca e Mg poderá ser baseada nas quantidades de Ca exportadas com a exploração das florestas. Pode-se tomar como base de cálculo das doses a serem aplicadas a exportação de 300 a 500 Kg de Ca por hectare, para solos de baixa a média fertilidade, respectivamente. Estas quantidades de Ca correspondem a doses de calcário dolomítico equivalentes a 1.500 e 2.500 Kg por hectare. O calcário poderá ser distribuído a lanço em área total ou aplicado em faixas de 1,0 a 1,5 m de largura sobre as linhas de plantio. Não é necessário sua incorporação, tão pouco a utilização de calcário com alto PRNT.

Em áreas de implantação de *Pinus*, que retiram quantidades bem menores de Ca do solo, a melhor alternativa para repor as quantidades de Ca e Mg exportadas seria por meio do uso de fertilizantes que contenham estes nutrientes em sua composição, ao invés de aplicar calcário.

### 1.2. Recomendação de Macro e Micronutrientes

As tabelas 4, 5 e 6 apresentam as quantidades totais de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O recomendadas para o estabelecimento de florestamentos com eucaliptos e pinus, tendo em vista a interpretação de resultados de análises de solo feitas segundo as metodologias propostas por RAIJ *et alii.* (1983).

Recomenda-se para as espécies de *Pinus*, bem menos exigentes nutricionalmente que as espécies de *Eucalyptus*, doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O correspondentes a 3050% daquelas recomendadas para os eucaliptos.

Segundo RAIJ, a resina, como extrator de P, não é sensível às variações texturais do solo. Entretanto, para fins florestais optou-se por fazer recomendações das adubações fosfatadas em função de classes texturais dos solos, basicamente, por três razões. (i) Normalmente, os solos mais argilosos são mais produtivos, portanto, a demanda nutricional de P é maior. Os melhores índices de produtividade conseguidos nos solos mais argilosos são atribuídos à maior capacidade de retenção e armazenamento de água e nutrientes desses solos; (ii) Sendo a composição mineralógica das argilas dos solos utilizados para fins de florestamento predominante de natureza sesquioxídica, o teor de argila do solo está diretamente relacionado com o potencial de retenção de P do solo. Posto isto, quanto maior o teor de argila do solo, maior deverá ser sua capacidade de retenção de P, conseqüentemente, maior deverá ser a recomendação de fertilizante fosfatado; (iii) Tão importante quanto as duas outras justificativas, é o ciclo longo de cultivo das espécies florestais, capazes de ter acesso às formas não lábeis de P a curto prazo. Some-se a isto, o efeito de associações micorrízicas, muito comuns nas plantações de eucalipto e pinus, as quais elevam a capacidade de extração de P pelas árvores. Sabendo-se que, normalmente, nos solos muito intemperizados as quantidades de P-não-lábil, a curto prazo, aumentam com o teor de argila, daí subdividir as recomendações de adubação fosfatada segundo classes de textura do solo.

**Tabela 4.** Recomendações de adubação nitrogenada N para florestamentos com espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*.

Gênero	Matéria orgânica (g/dm <sup>3</sup> )*		
	0 - 15	16 - 40	> 40
	N (kg/ha)		
<i>Eucalyptus</i>	60	40	20
<i>Pinus</i>	30	20	0

\* 10 g/dm<sup>3</sup> = 1%

**Tabela 5.** Recomendações de adubação fosfatada para florestamentos com espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*.

Teor de Argila (%)	Gênero	Nível de P resina (mg/dm <sup>3</sup> )*			
		0 - 2	3 - 5	6 - 8	>8
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)			
< 15	<i>Eucalyptus</i>	60	40	20	0
	<i>Pinus</i>	30	20	0	0
15 - 35	<i>Eucalyptus</i>	90	70	50	20
	<i>Pinus</i>	45	35	0	0
> 35	<i>Eucalyptus</i>	120	100	60	30
	<i>Pinus</i>	60	50	0	0

\*1 mg/dm<sup>3</sup> = 1 µg/cm<sup>3</sup> = (1 ppm para fins práticos)

**Tabela 6.** Recomendações de adubação potássica para florestamentos com espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*.

Teor de Argila (%)	Gênero	Nível de P resina (mg/dm <sup>3</sup> )*		
		0 - 0,7	0,8 - 1,5	>8
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)		
< 15	<i>Eucalyptus</i>	50	30	0
	<i>Pinus</i>	30	20	0
15 - 35	<i>Eucalyptus</i>	60	40	0
	<i>Pinus</i>	40	30	0
> 35	<i>Eucalyptus</i>	80	50	0
	<i>Pinus</i>	50	40	0

\*1 meq/100 cm<sup>3</sup> = 10 mmol/dm<sup>3</sup>

Para evitar perda de nutrientes por volatilização, lixiviação, imobilização e erosão, recomenda-se que a adubação seja feita de forma parcelada, parte por ocasião do plantio e, o restante, em cobertura.

### *1.2.1. Adubação de plantio.*

Como adubação de plantio, tem sido recomendado que 20 a 40% das doses de N e  $K_2O$  e, 100% da dose de  $P_2O_5$ , sejam aplicadas por ocasião do plantio. Alternativamente, para evitar que o P seja imobilizado no solo, em maiores quantidades, principalmente nos solos mais argilosos, é interessante parcelar, também, as aplicações de  $P_2O_5$ , como recomendado para N e  $K_2O$ . Nesta adubação também podem ser aplicados os micronutrientes, principalmente, B e Zn. Estes nutrientes podem ser aplicados conjuntamente com o N, P e K, através de formulações de fertilizantes que os contenham 0,3% de B e 0,5% de Zn, ou então, aplicar 10 g de FTE ("Fritas") por planta no ato do plantio. Com essas dosagens se aplicam cerca de 0,75 a 1 kg e 1,25 a 1,5 kg/ha de B e Zn, respectivamente. A aplicação de B é particularmente importante, principalmente, nas regiões onde as deficiências hídricas são elevadas e ocorrem as secas de ponteiro.

A adubação de plantio terá como finalidade principal promover o arranque inicial de crescimento das mudas - basicamente nos primeiros 6 meses pós plantio, suplementando o solo com montantes adicionais de nutrientes, que irão atender a demanda nutricional das mudas. Ela é tão mais importante quanto maior for a deficiência de nutrientes do solo.

Quanto ao método de aplicação dos adubos, o mais indicado, dependendo da solubilidade do adubo, é a aplicação localizada das fontes de P, em filetes contínuos, no interior dos sulcos de plantio. Alternativamente, fazer as aplicações nas covas de plantio. Estas recomendações são válidas para adubos simples ou mistos, que têm como fontes de P fertilizantes com alta solubilidade em água, como por exemplo, superfosfato simples, superfosfato triplo, fosfato monoamônio e fosfato diamônio, dentre outros. Os termofosfatos e os fosfatos naturais parcialmente acidulados devem ser aplicados em faixas de 1,00 a 1,50 m de largura, de preferência sob a linha de plantio. Com relação as fontes de N e  $K_2O$ , estas podem ser aplicadas, juntamente com o  $P_2O_5$ , em filetes, no interior dos sulcos de plantio, ou então, bem incorporadas à terra que irá preencher as covas de plantio. Neste último caso, principalmente nas regiões com maiores deficiências hídricas, a aplicação do adubo deverá ser mais criteriosa, para evitar perdas de mudas por seca fisiológica causada pelo efeito salino das fontes de N e  $K_2O$ .

Na escolha dos adubos, tem grande repercussão para o equilíbrio nutricional das árvores, conseqüentemente, para o seu crescimento, a utilização de fertilizantes que contenham elementos secundários, tais como Ca, Mg, S e micronutrientes. Dependendo das circunstâncias, a aplicação de calcário, como fonte de Ca, poderá ser dispensada, por exemplo, quando se utilizam superfosfato simples e/ou termofosfatos como fontes de P.

### *1.2.2. Adubação de cobertura*

Como argumentado acima, cerca de 60 a 80% das doses de N e  $K_2O$  e opcionalmente,  $P_2O_5$ , tem sido recomendadas com fertilização de cobertura. Estas doses têm sido parceladas, geralmente, entre 2 a 4 aplicações, dependendo da disponibilidade de recursos e das concepções e diretrizes técnicas adotadas para a realização das fertilizações.

Para definir as épocas de aplicação dos fertilizantes é fundamental considerar as fases de crescimento da floresta: antes do fechamento, durante o fechamento e após o fechamento das copas; o que tem estreita relação com as demandas nutricionais das árvores, como discutido anteriormente. Quanto mais inicial for a fase de crescimento das árvores, maior a dependência das mesmas das condições de fertilidade dos solos, pois, além do sistema radicular ser reduzido, ainda em formação, as taxas de ciclagem bioquímica - no interior das árvores e biogeoquímica de nutrientes - no sistema solo-árvore-serapilheira - são irrisórias. Diante destas considerações, para florestas de rápido crescimento, com ciclos de corte de até 10 anos, o ideal seria parcelar, equitativamente, as adubações de cobertura, parte sendo aplicada entre 3 a 6 meses pós-plantio, parte entre 6 a 12 meses pós-plantio, e, o restante, entre 12 a 24 meses pós-plantio. A melhor forma de definir as épocas das adubações é através do acompanhamento visual ou por medições dendrométricas do crescimento da floresta, o que permite caracterizar o estágio de desenvolvimento desta.

As aplicações dos adubos podem ser feitas em meia-lua ou em filetes contínuos na projeção das copas, e, após o fechamento das copas, em faixas de 30 cm ou mais, entre as linhas de plantio. Estas aplicações não devem coincidir com os períodos de intensas chuvas, tão pouco, quando os níveis de umidade do solo estiverem muito baixos.

## *2. Adubações para reflorestamentos mistos com espécies típicas da Mata Atlântica*

Inicialmente, é importante ressaltar que as essências florestais típicas da Mata Atlântica são muito mais exigentes em fertilidade do solo do que às da região dos Cerrados (GONÇALVES, 1994). O plantio dessas espécies não deve ser feito em solos originalmente cobertos por Cerrado, os quais apresentam características químicas limitantes para seus desenvolvimentos. Portanto, a escolha de espécies para o reflorestamento de determinada área deve se basear no tipo florestal existente originalmente na mesma.

### 2.1. Recomendação de Calagem

A aplicação de calcário no solo é uma prática que encarece muito a implantação de povoamentos mistos com essas espécies. Por esta razão, a prática da calagem deve ser bastante criteriosa, só sendo utilizada em solos muito degradados pela erosão, lixiviação e uso inapropriado pela exploração agrícola. Esta prática objetiva elevar os níveis de pH e bases do solo, visando neutralizar ou reduzir os efeitos tóxicos do Al e/ou Mn e aumentar as disponibilidades de Ca e/ou Mg. Em geral, solos com níveis mais elevados de Al, de matéria orgânica e de argila requerem maiores dosagens de calcário.

Através da análise de solo é possível determinar qual a dose de calcário que deve ser aplicada. Deve-se aplicar calcário quando a saturação por bases for inferior a 40%. A dose a ser aplicada pode ser calculada pela fórmula apresentada a seguir, tomando-se como base de cálculo a elevação da saturação por bases para 50%.

$$N.C. = \frac{T(V_2 - V_1) \times P}{10PRNT}$$

onde:

N.C. = necessidade de calcário em t/ha

T = capacidade de troca catiônica (CTC) a pH 7, em mmol/dm<sup>3</sup>

V<sub>2</sub> = saturação por bases no solo desejada

V<sub>1</sub> = saturação por bases encontrada no solo

p = fator de profundidade de incorporação do calcário no solo

p = 0,5 para 0-10 cm; 1,0 para 0-20 cm; 1,5 para 0-30 cm.

PRNT = Poder Relativo de Neutralização do Calcário

O calcário deverá ser aplicado a lanço, em área total, com incorporação uniforme na camada de 0-20 ou 0-30 cm, pelo menos 30 dias antes do plantio. Deve-se usar, de preferência, calcário do tipo dolomítico.

### 2.2. Adubação de Plantio e Cobertura

A tabela 7 apresenta as quantidades totais de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O recomendadas para o estabelecimento de reflorestamentos mistos com espécies típicas da Mata Atlântica. Para evitar perda de nutrientes por volatilização, lixiviação, imobilização e erosão, recomenda-se que a adubação seja feita de forma parcelada, parte por ocasião do plantio e, o restante, em cobertura.

Tabela 7. Recomendações de adubação para o estabelecimento de reflorestamentos mistos com espécies da Mata Atlântica.

Nitrogênio	P resina (mg/dm <sup>3</sup> )*			K trocável (mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )**		
	0-5	6-12	>12	0-0,7	0,8-1,5	>1,5
N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)			K <sub>2</sub> O (kg/ha)		
50	80	60	0	60	30	0

\*1 mg/dm<sup>3</sup> = 1µg/cm<sup>3</sup>

\*\* 10 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> = 1 meq/100cm<sup>3</sup>

Como adubação de plantio, recomenda-se que 50% das doses de N e K<sub>2</sub>O C, 100% da dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sejam aplicadas por ocasião do plantio, no sulco ou na cova de plantio. A dose restante de N e K<sub>2</sub>O deve ser aplicada entre 3 a 6 meses pós-plantio, na forma de filetes contínuos ao redor da projeção das copas ou no meio do

espaçamento entre as linhas de plantio. As aplicações de adubos em cobertura não devem coincidir com os períodos de intensas chuvas, tão pouco, quando os níveis de umidade do solo estiverem muito baixos.

Por ocasião do plantio também se recomenda a aplicação de micronutrientes, principalmente, B e Zn. Estes nutrientes podem ser aplicados conjuntamente com o N, P e K, através de formulações de adubos que contenham 0,3% de B e 0,5% de Zn, ou então, aplicar 10 g de FTE ("Fritas") por planta no ato do plantio.

### *CONSIDERAÇÕES FINAIS*

Para que a recomendação de adubação de florestamentos com eucaliptos, pinus e povoamentos mistos com espécies da Mata Atlântica seja funcional e efetiva, é importante que se conheça, com a maior riqueza de detalhes possível, o histórico da área a ser plantada, as demandas nutricionais das espécies e como estas interagem com o solo.

No histórico da área devem constar informações que permitam fazer ingerências sobre a fertilidade do solo, tais como análises de solo, recomendações de adubações feitas anteriormente e produtividades obtidas na área, na região ou, sob circunstâncias similares, em outras regiões. Com relação as demandas nutricionais das espécies florestais, são de grande valia as informações que permitem tirar deduções sobre os períodos de maior exigência nutricional e sobre as quantidades de nutrientes extraídas pelas árvores nas suas diversas fases de desenvolvimento. Para isto, são muito úteis as análises de tecido vegetal e, de preferência, curvas de absorção de nutrientes.

A diagnose visual de sintomas de deficiências ou toxicidade de nutrientes também é muito importante para definir os nutrientes que estão em deficiência ou excesso no solo. Quanto a interação das espécies com o solo, a melhor forma de se tirar conclusões é através da análise de experimentos de adubação, como, por exemplo, aqueles que testam curvas de resposta à aplicação de nutrientes, instalados sob condições similares de clima e de solo.

## LITERATURA CITADA

- BELLOTE, A.F.J.; SARRUGE, J.R.- HAAG, H.P. & OLIVEIRA, G.D. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill, ex-Maiden em função da idade: 1 - Macronutrientes. Piracicaba, IPEF (20): I-23, 1980.
- CASTRO, C.F. A.; POGGIANI, E & NICOLIELO, N. Distribuição da fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. Piracicaba, IPEF (20): 61-74, 1980.
- GONÇALVES, J.L.M. Interações genótipo-ambiente e relações entre a produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Elícalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. Piracicaba, 1990. 135p. (Tese de Doutorado ESALQ/USP)
- GONÇALVES, J.L.M. Relatório de pesquisas sobre nutrição mineral de espécies nativas. Piracicaba, Convênio CESP-ESALQ-IPEF. 1994. 25p.
- KAGEYAMA, P.Y & CASTRO, C.F.A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. Piracicaba, IPEF (41/42): 8393, 1989.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 1976. 528 pp.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.E & NEVES, J. C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F & NOVAIS, R.E (eds.) Relação solo-eucalipto. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 1990. 330p.
- PEREIRA, A.R.; ANDRADE, D.C.; LEAL, P.G.L. & TEIXEIRA, N.C.S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* na região de cerrado de Minas Gerais. Rev. Floresta, 15(1/2): 8-16, 1984.
- POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*. Implicações silviculturais. Piracicaba. 1985, 2 I Op. (Tese de Livre Docência –ESALQ/USP).
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S. & BATAGLIA, O.C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170 p.
- 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. Viçosa, Rev. Árvore, 11 (I): I-1 5, 1987.
- SILVA, H.D.; POGGIANI, F. & COELHO, L.C. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de *Eucaiptus* plantadas em solos de baixa fertilidade. Curitiba, Bol. Pesq. Flor. (6/7): 9-25, 1983.
- TORRACA, S.M. L.; HAAG, H.R & NUGLIORINI, A.J. Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliotti* var *elliotti* em um latossolo vermelho escuro na região de Agudos, SR Piracicaba, IPEF (27), 41-47, 1984.